บรรณานุกรม

ธีรเดช สุดกังวาล. การชุบโลหะด้วยวิธีของ Selectron. วิศวกรรมก้าวหน้า (กรกฎาคม-ตุลาคม 2532) : 30-33.

นิเวศน์ เลาวพงษ์. เรื่องน่ารู้สำหรับช่างอาวุธปืน. นิตยสารอาวุธปืน : 41-46.

ธนู วิบูลยานนท์. การเสริมผิวโลหะด้วยวิธี Dalic. , 2533

อนันต์ ทองมอญ. ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล และโลหะการ

คะเนย์ วรรณโท. การเชื่อมพอกผิวโลหะ. คู่มือการเชื่อมโลหะ 2 บทที่ 12. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล และโลหะการ , 2534

Dr. Marv Rubinstein.The Principles And Practice Of Electrochemical Metallizing. Selectrons Ltd. , 1989

Selectron Ltd.Application of selectron process.

E.RAUB and K.MULLER . Fundamentals of metal deposition. Elsevier Publishing Co.,Ltd. , 1967

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การชุบเคลือบด้วยโลหะ โดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า : นิกเกิล

มอก. ๕๔๔-๒๕๒๘

พิมพ์เพิ่มเติมครั้งที่ ๑ พ.ศ. ๒๕๒๙ จำนวน ๗๐๐ เล่ม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ ๖ กรุงเทพฯ ๑๐๔๐๐
โทรศัพท์ ๒๔๖๑๑๗๔-๕

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม ๑๐๒ ตอนที่ ๔๕
วันที่ ๑๕ เมษายน พุทธศักราช ๒๕๒๘

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ ๔๐๙
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการชุบผิวด้วยโลหะ

ประธานกรรมการ	
นายพิพัฒน์ ลุศนันทน์	ผู้แทนการรถไฟแห่งประเทศไทย
รองประธานกรรมการ	
นายเสรี ยูนิพันธุ์	ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรรมการ	
นายมณฑป วัลยะเพ็ชร์	ผู้แทนกองโลหกรรม กรมทรัพยากรธรณี
นายอนันต์ ทองมอญ	ผู้แทนกองบริการอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
นายธงชัย ลัมปัชชลิต	ผู้แทนสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายวิชาญ เผือกสามัญ	ผู้แทนสาขาอุตสาหกรรมรถยนต์ สมาคมอุตสาหกรรมไทย
นายประสิทธิ์ ภู่ระย้า	ผู้แทนบริษัท ธานินทร์อุตสาหกรรม จำกัด
นายประดิษฐ์ บุนนาค	ผู้แทนโรงงานชุบโครเมียม ด.บุนนาค
นายฮิเดโอะ อุทซุมิ	ผู้แทนบริษัท แนแคม จำกัด
นายชิน เราประเสริฐ	ผู้แทนบริษัท แผ่นเหล็กวิลาสไทย จำกัด
กรรมการและเลขานุการ	
นายฉพิศร์ หอมหวล	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เนื่องด้วยโลหะบางชนิดมีความจำเป็นต้องชุบเคลือบ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและการเกิดสนิมที่ผิว โดยเฉพาะโลหะที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก ปัจจุบันนี้มีโรงงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยนิกเกิลโดยกรรมวิธีทางไฟฟ้าภายในประเทศหลายแห่ง จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การชุบเคลือบด้วยโลหะโดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า : นิกเกิล ขึ้นเพื่อเป็นการส่งเสริมและควบคุมคุณภาพในการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดตาม

ISO 1458-1974 Metallic coatings -Electroplated coatings of nickel

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๘๘๑ (พ.ศ. ๒๕๒๘)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การชุบเคลือบด้วยโลหะโดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า : นิกเกิล

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การชุบเคลือบด้วยโลหะโดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า:นิกเกิล มาตรฐานเลขที่ มอก.๕๔๔–๒๕๒๘ ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๕ เมษายน พ.ศ. ๒๕๒๘

จิรายุ อิศรางกูร ณ อยุธยา

รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
การชุบเคลือบด้วยโลหะ โดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า : นิกเกิล

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชั้นคุณภาพและสัญลักษณ์ คุณลักษณะที่ต้องการ กรรมวิธีทางความร้อน และการทดสอบการชุบเคลือบด้วยนิกเกิลโดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะ การชุบเคลือบด้วยนิกเกิลโดยกรรมวิธีทางไฟฟ้าสำหรับชิ้นงานโลหะพื้นฐานที่เป็นเหล็กหรือเหล็กกล้า สังกะสีเจือ และทองแดงหรือทองแดงเจือ

1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึงสิ่งต่อไปนี้

1.3.1 การชุบเคลือบของสลักเกลียว

1.3.2 การชุบเคลือบของโลหะแผ่นบาง แผ่นแถบ ลวดที่ยังไม่ขึ้นรูป หรือขดสปริง (coil spring)

1.3.3 การชุบเพื่อจุดประสงค์อื่นนอกเหนือจากการป้องกันการกัดกร่อนและตกแต่งผิวเพื่อความสวยงาม

1.3.4 การเตรียมผิวของชิ้นงานก่อนการชุบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ชั้นคุณภาพและสัญลักษณ์

2.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ แบ่งการชุบเคลือบออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพตามความหนาของผิวชุบ คือ

2.1.1 ชั้นคุณภาพ 1 ผิวชุบหนา

2.1.2 ชั้นคุณภาพ 2 ผิวชุบหนาปานกลาง

2.1.3 ชั้นคุณภาพ 3 ผิวชุบบาง

2.2 สัญลักษณ์ของการชุบเคลือบขึ้นกับโลหะพื้นฐานดังต่อไปนี้

2.2.1 โลหะพื้นฐานเป็นเหล็กหรือเหล็กกล้า

	สัญลักษณ์
ชั้นคุณภาพ 1	Fe/Ni 30b
ชั้นคุณภาพ 2	Fe/Ni 20b
ชั้นคุณภาพ 3	Fe/Ni 10b

หมายเหตุ ในกรณีที่ผู้ซื้อต้องการให้ทำกรรมวิธีทางความร้อน-ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

2.2.2 โลหะพื้นฐานเป็นสังกะสีเจือ

	สัญลักษณ์
ชั้นคุณภาพ 1	Zn/Cu Ni 25b
ชั้นคุณภาพ 2	Zn/Cu Ni 15b
ชั้นคุณภาพ 3	Zn/Cu Ni 8b

ก่อนที่จะชุบสังกะสีเจือด้วยนิกเกิล ต้องชุบรองพื้นด้วยทองแดงหรือทองเหลืองที่มีทองแดงอย่างน้อยร้อยละ 50 มีความหนาต่ำสุด 8 ไมโครเมตร กรณีที่ชิ้นงานมีรูปทรงซับซ้อนอาจชุบรองพื้นหนาต่ำสุด 10 หรือ 12 ไมโครเมตร เพื่อให้ได้ผิวเรียบ

2.2.3 โลหะพื้นฐานเป็นทองแดงหรือทองแดงเจือ

	สัญลักษณ์
ชั้นคุณภาพ 1	Cu/Ni 20b
ชั้นคุณภาพ 2	Cu/Ni 10b
ชั้นคุณภาพ 3	Cu/Ni 5b

2.2.4 ความหมายของสัญลักษณ์

Fe คือ โลหะพื้นฐานที่เป็นเหล็ก หรือเหล็กกล้า

Zn คือ โลหะพื้นฐานที่เป็นสังกะสีเจือ

Cu คือ โลหะพื้นฐานที่เป็นทองแดง หรือทองแดงเจือ

Ni คือ นิกเกิล

ตัวเลข คือ ความหนาของผิวชุบนิกเกิล เป็นไมโครเมตร

b คือ การชุบขึ้นเงา

p คือ การชุบด้าน

d คือ การชุบ 2 ชั้น

t คือ การชุบ 3 ชั้น

หมายเหตุ สัญลักษณ์ b ในข้อ 2.2.1 ข้อ 2.2.2 และข้อ 2.2.3 นั้น ถ้าเป็นการชุบด้าน หรือการชุบ 2 ชั้น หรือการชุบ 3 ชั้น ให้ใช้สัญลักษณ์ p หรือ d หรือ t แทนสัญลักษณ์ b ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ผิวงานที่ชุบแล้วต้องสะอาด ปราศจากรอยตำหนิที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น พอง ขุม ความขรุขระ รอยแตกร้าว ส่วนที่ชุบไม่ติด รอยด่างหรือสีผิดปกติ อาจยอมให้พองในบริเวณที่ไม่ใช่ส่วนสำคัญของชิ้นงาน ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง สำหรับชิ้นงานที่มีรอยเนื่องจากการสัมผัสขณะชุบเคลือบ ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ตำแหน่งของรอยนั้นให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง การขึ้นเงาของผิวชุบ (b หรือ p) ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.2 ความหนา

ความหนาของนิกเกิลที่ชุบแต่ละชั้นคุณภาพ ให้เป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 2.2

การวัดให้ปฏิบัติตามภาคผนวก ข.

3.3 ความติดแน่น

เมื่อทดสอบโดยวิธีใดวิธีหนึ่งตามภาคผนวก ค.แล้วผิวชุบต้องยังคงติดแน่นกับโลหะพื้นฐาน

3.4 ลักษณะเฉพาะ

3.4.1 ผิวชุบด้านหรือกึ่งขึ้นเงา (p)

(1) ต้องมีกำมะถัน ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนักผิวชุบ

(2) ความยืด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ง.

3.4.2 ผิวชุบ 2 ชั้น (d) หรือ 3 ชั้น (t)

3.4.2.1 ผิวชุบชั้นล่าง

(1) ต้องมีกำมะถัน ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนักผิวชุบ

(2) ความยืด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ง.

(3) กรณีผิวชุบ 2 ชั้น (d) นิกเกิลชั้นล่างต้องหนาอย่างน้อยร้อยละ 60 ของความหนาของนิกเกิลทั้งหมด และกรณีผิวชุบ 3 ชั้น (t) นิกเกิลชั้นล่างต้องหนาอย่างน้อยร้อยละ 50 ของความหนาของนิกเกิลทั้งหมด

3.4.2.2 ผิวชุบชั้นบน

(1) ต้องมีกำมะถัน เกินร้อยละ 0.04 ของน้ำหนักผิวชุบ

(2) นิกเกิลชั้นบนต้องหนาอย่างน้อยร้อยละ 20 ของความหนาทั้งหมดของผิวชุบ

3.4.2.3 ผิวชุบชั้นกลาง (สำหรับผิวชุบ 3 ชั้น (t))

(1) ต้องมีกำมะถันมากกว่าผิวชุบชั้นบน

(2) นิกเกิลชั้นกลางต้องหนาไม่เกินร้อยละ 10 ของความหนาของนิกเกิลทั้งหมด

หมายเหตุ ปริมาณกำมะถันในนิกเกิล กำหนดไว้เพื่อแสดงชนิดของสารละลายในการชุบด้วยนิกเกิล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.
กรรมวิธีทางความร้อน
(ข้อ 2.2.1)

ในกรณีที่ต้องการลดความเปราะเพราะไฮโดรเจนในเนื้อเหล็กกล้าที่เป็นโลหะพื้นฐาน ให้ปรับปรุงสมบัติของเหล็กกล้าได้ด้วยกรรมวิธีทางความร้อนดังต่อไปนี้

ก.1 การคลายความเค้นก่อนชุบเคลือบ

ก.1.1 ชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปเย็นอย่างหนัก (severely cold work) หรือชิ้นงานที่มีความต้านแรงดึง ไม่น้อยกว่า 1 000 เมกาปาสกาล (ความแข็งประมาณ 30 HRC หรือ 295 HV หรือ 280 HB) หลังการอบคืนตัว (tempering) แล้วผ่านการตกแต่งด้วยเครื่องมือกลอย่างหนัก (severely machining) แล้ว ให้นำชิ้นงานดังกล่าวมาลดความเค้น โดยอบที่อุณหภูมิสูงสุดภายในพิกัดค่าอุณหภูมิคืนตัวเป็นเวลา 30 นาที หรืออบที่อุณหภูมิ 190 ถึง 210 องศาเซลเซียสเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

ก.1.2 ชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งที่ผิว โดยการเพิ่มคาร์บอน (carburization) หรือการชุบแข็งด้วยเปลวไฟ (flame-hardening) หรือการชุบแข็งโดยการเหนี่ยวนำ (induction-hardening) แล้วผ่านการตกแต่งด้วยเครื่องมือกล ให้ลดความเค้นโดยการอบที่อุณหภูมิประมาณ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

ก.2 กรรมวิธีทางความร้อนหลังชุบเคลือบ

ก.2.1 ชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปเย็นอย่างหนัก หรือชิ้นงานที่มีความต้านแรงดึงไม่น้อยกว่า 1 000 เมกาปาสกาล (ความแข็งประมาณ 30 HRC หรือ 295 HV หรือ 280 HB) และจะนำไปใช้งานที่จะต้องทนต่อความล้า หรือต้องรับความเค้นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกเป็นเวลานาน ให้นำชิ้นงานดังกล่าวมาอบที่อุณหภูมิ 190 ถึง 210 องศาเซลเซียส ตามตารางที่ ก.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ก.1 ข้อแนะนำสำหรับกรรมวิธีทางความร้อนของชิ้นงานเหล็กกล้าหลังชุบเคลือบ

(ข้อ ก.2.1)

ความต้านแรงดึง เมกาปาสกาล	ความหนาสูงสุดของภาคตัดขวางของชิ้นงาน มิลลิเมตร	ช่วงเวลาอบ ต่ำสุด ชั่วโมง
1 000 ถึง 1 150	น้อยกว่า 12	2
	12 ถึง 25	4
	มากกว่า 25	8
มากกว่า 1 150 ถึง 1 400	น้อยกว่า 12	4
	12 ถึง 25	12
	มากกว่า 25 ถึง 40	24 (อบภายใน 16 ชั่วโมง หลังชุบเคลือบ)
	มากกว่า 40	ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง

หมายเหตุ ให้ลดอุณหภูมิลงมาได้ หากเห็นว่าจะเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน โดยให้ขยายเวลาอบให้นานขึ้น

ภาคผนวก ข.
การวัดความหนาของผิวชุบ
(ข้อ 3.2)

ข.1 วิธีวัด

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การวัดความหนาของผิวชุบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ISO 1463) ถ้าจำเป็นต้องใช้การกัดขึ้นรอย (etching) อาจใช้สารละลายที่เหมาะสม เช่น

(1) กรดไนตริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.42 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับกรดเกลเชียลอะซีติก ในปริมาตรที่เท่ากัน

(2) โซเดียมไซอะไนด์ 100 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ผสมกับโซเดียมหรือแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 100 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ในปริมาตรที่เท่ากัน

หมายเหตุ ควันที่เกิดขึ้นจากการผสมกันของสารเคมี เป็นอันตรายจึงควรระมัดระวัง

ภาคผนวก ค.
การทดสอบความติดแน่น
(ข้อ 3.3)

ค.1 วิธีตะไบ (file test)

ตัดชิ้นทดสอบให้ได้ขนาดที่พอเหมาะ ใช้ปากกายึดชิ้นทดสอบให้แน่นแล้วใช้ตะไบหยาบ ตะไบขอบชิ้นทดสอบที่ถูกตัดเพื่อให้โลหะชุบลอก โดยตะไบในทิศทางจากโลหะพื้นฐานไปยังผิวชุบ ทำมุมประมาณ 45 องศากับผิวชุบ

ค.2 วิธีเย็นเร็ว (quenching)

อบชิ้นทดสอบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยให้มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ ±10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ใช้ขึ้นอยู่กับโลหะพื้นฐานดังต่อไปนี้

(1) เหล็กกล้า ใช้อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส

(2) สังกะสีเจือ ใช้อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

(3) ทองแดงหรือทองแดงเจือ ใช้อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส

แล้วนำชิ้นทดสอบมาแช่น้ำทันทีที่อุณหภูมิห้อง

หมายเหตุ วิธีชุบตามข้อ ค. 2 นี้อาจทำให้สมบัติทางกลของชิ้นทดสอบเปลี่ยนไปได้

ภาคผนวก ง.
การทดสอบความยืด
(ข้อ 3.4.1 (2) และข้อ 3.4.2.1 (2))

ง.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้เตรียมชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร และหนา 1 มิลลิเมตร โดยวิธีดังต่อไปนี้

ง.1.1 นำโลหะพื้นฐานชนิดเดียวกับที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ ยกเว้นถ้าโลหะพื้นฐานเป็นสังกะสีเจืออาจใช้ทองเหลืองอบอ่อนแทนได้ โลหะพื้นฐานต้องมีขนาดใหญ่พอโดยเมื่อตัดขอบออก 25 มิลลิเมตรโดยรอบแล้ว สามารถนำไปทำชิ้นทดสอบตามขนาดที่กำหนดข้างต้นได้ ขัดผิวโลหะพื้นฐานแล้วนำไปชุบหน้าเดียวด้วยนิกเกิล ให้ได้ความหนาของผิวชุบ 25 ไมโครเมตร โดยอยู่ภายใต้สภาวะเดียวกันกับการชุบผลิตภัณฑ์

ง.1.2 ตัดชิ้นทดสอบด้วยเครื่องตัดกิโยตินให้ได้ขนาด ลบมุมชิ้นทดสอบด้านยาวด้วยตะไบ หรือการขัดแต่ง

ง.2 วิธีทดสอบ

ใช้หัวดัดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11.5 มิลลิเมตร ดัดโค้งชิ้นทดสอบโดยให้ผิวโลหะด้านที่ชุบอยู่ด้านนอกของหัวดัด ให้แนบกับหัวดัดตลอดระยะเวลาด้วยแรงดัดที่สม่ำเสมอเป็นมุม 180 องศา เมื่อปล่อยชิ้นทดสอบแล้วปลายทั้งสองต้องขนานกัน แล้วตรวจดูผิวของชิ้นทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.3 ผลการทดสอบ

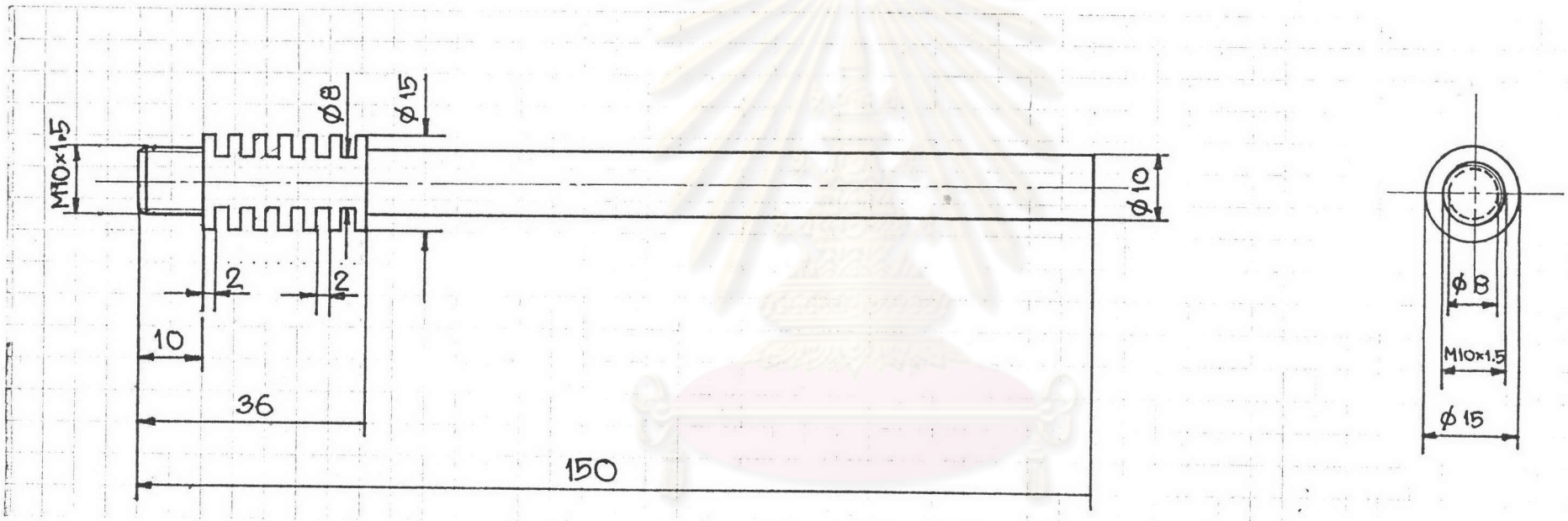
เมื่อทดสอบตามข้อ ง.2 แล้ว ถ้าไม่มีรอยร้าวขวางตลอดแนวชิ้นทดสอบเกิดขึ้นทางด้านผิวชุบด้านนอก ให้ถือว่ามีความยืดไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ส่วนรอยร้าวเล็กน้อยที่ขอบชิ้นทดสอบยอมให้มีได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ที่โรงพิมพ์สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

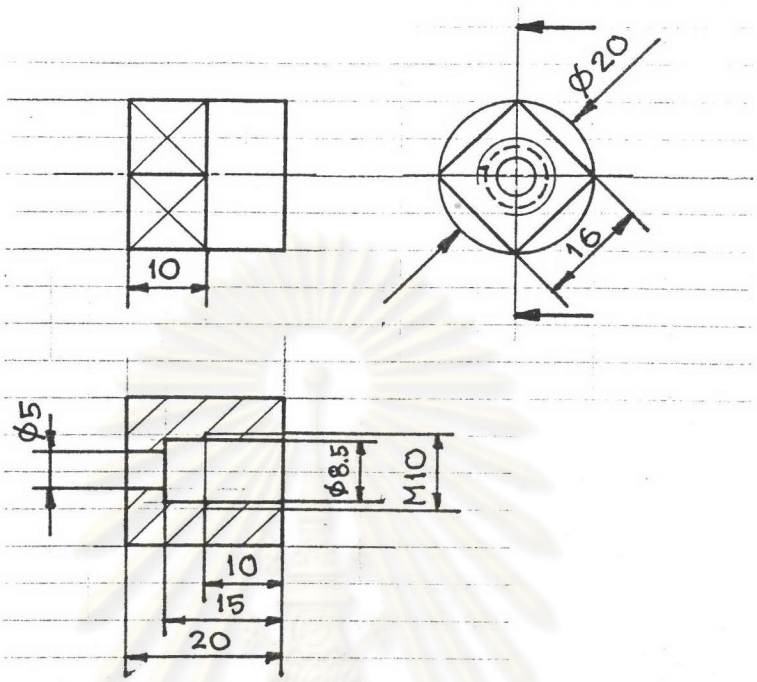
ภาคผนวก ข.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

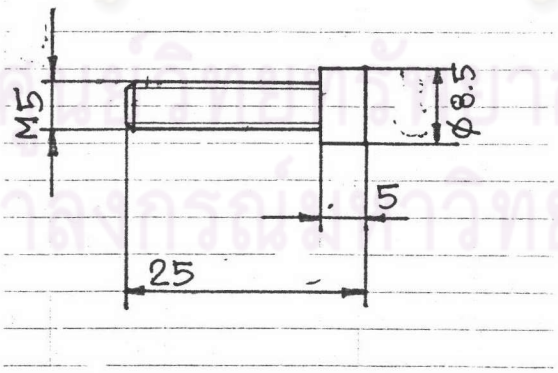


ชุดด้ามถือทำจากวัสดุอลูมิเนียม

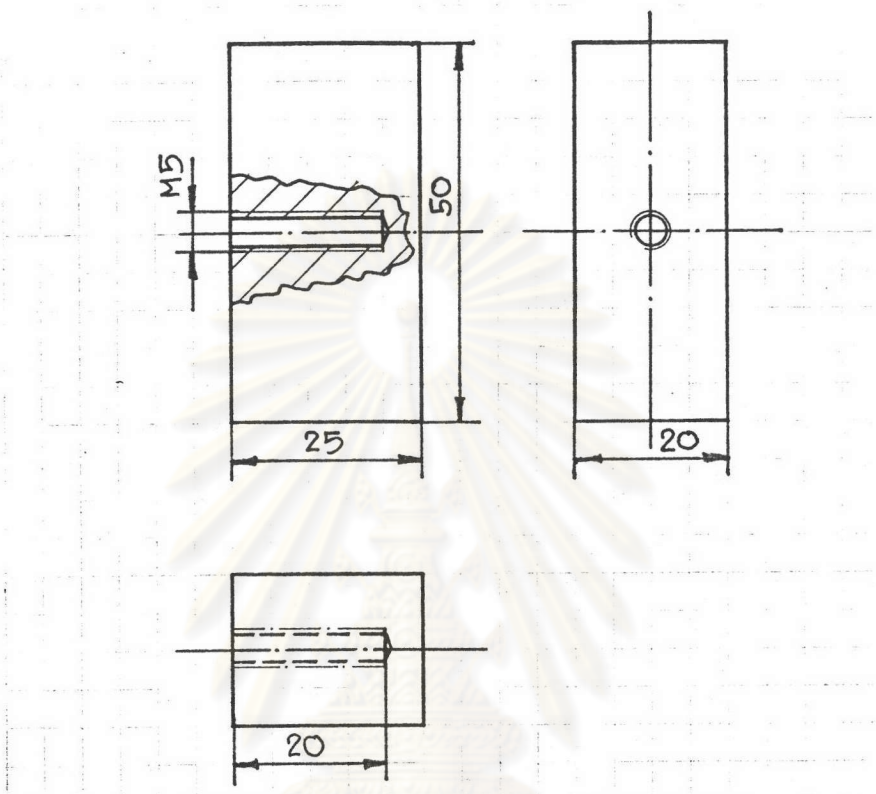
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ฝาครอบชุดด้ามถือ (Stylus Cap) ทำจาก PVC.

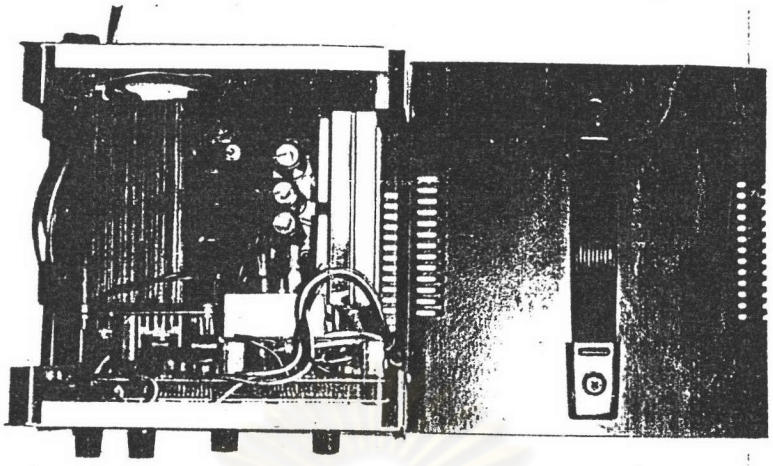


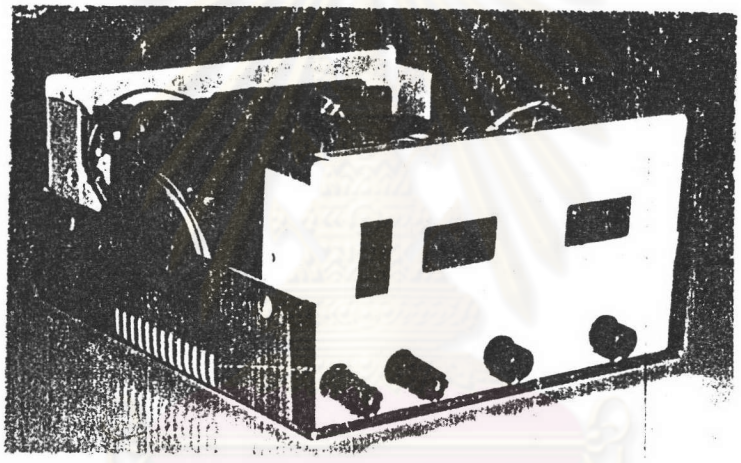
สลักเกลียวยึดแท่งกราไฟท์ทำจากอลูมิเนียม

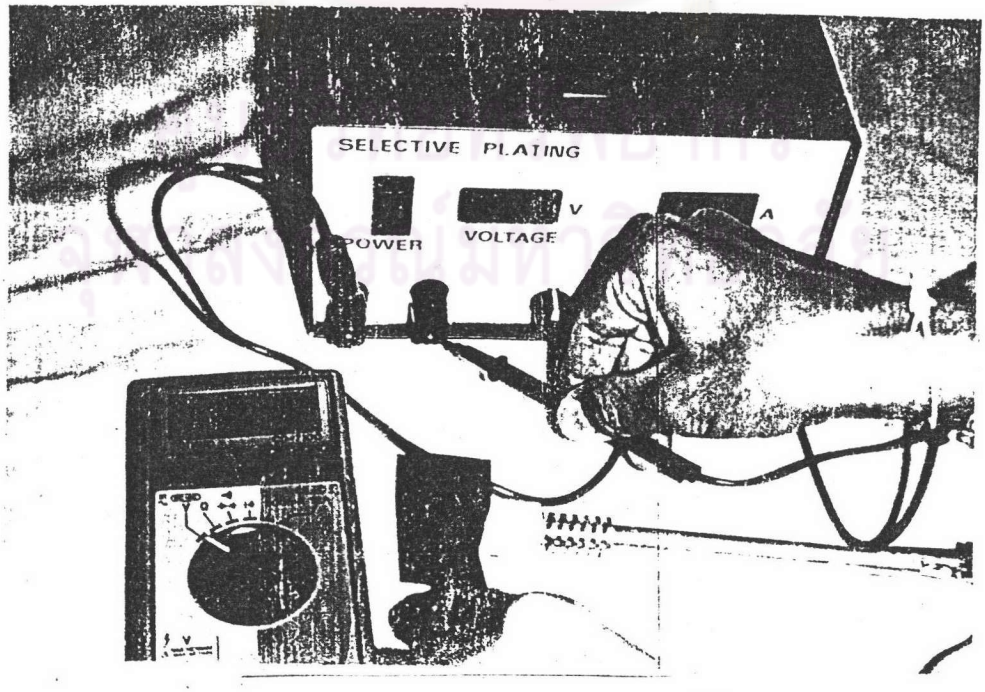


แท่งกราไฟท์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย







ชุด DC Power Pack และการทดลองใช้งาน

ตารางแสดงต้นทุนของเครื่องชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า

ลำดับที่	รายการ	ราคา(บาท)
1	ชุดจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack)	7,000
2	ชุดด้ามถือ (Stylus)	2,000
3	น้ำยาแต้ม	500
4	อื่น ๆ	500
	รวมทั้งสิ้น	10,000

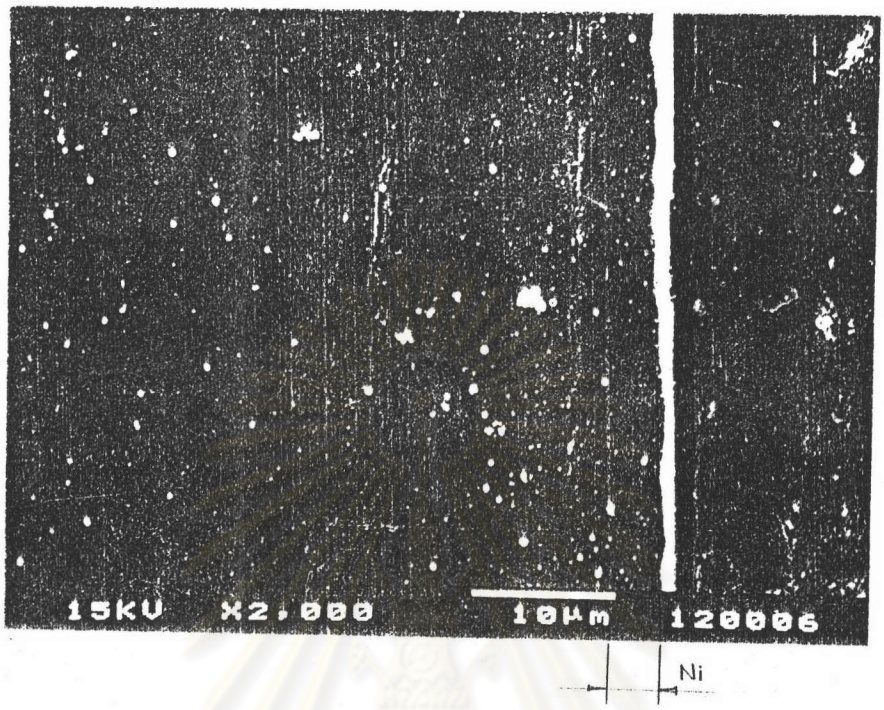
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

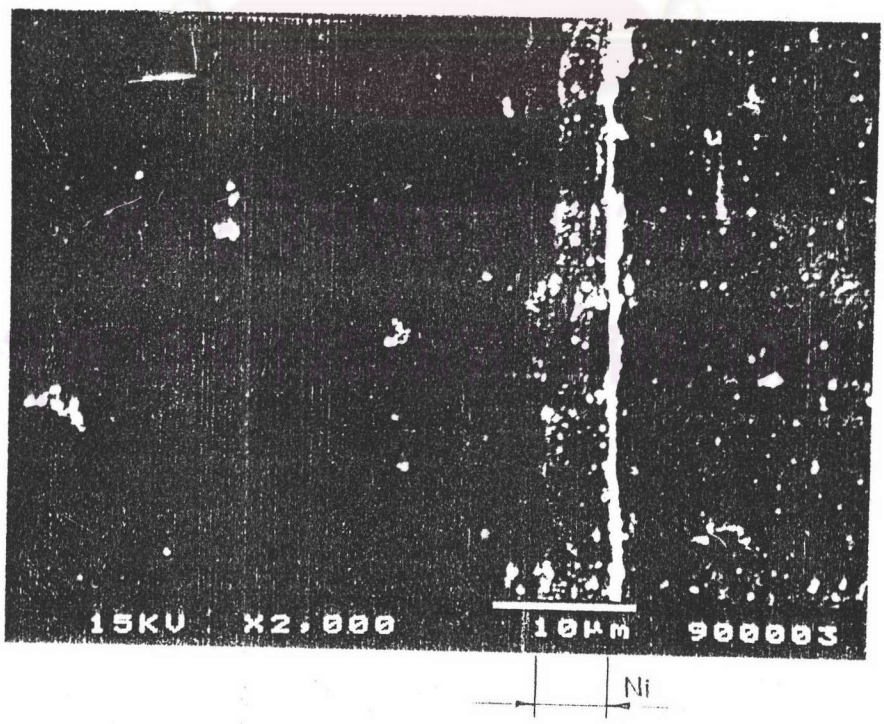
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค1. การวัดความหนาด้วยกรรมวิธี SCANING MICROSCOPE.

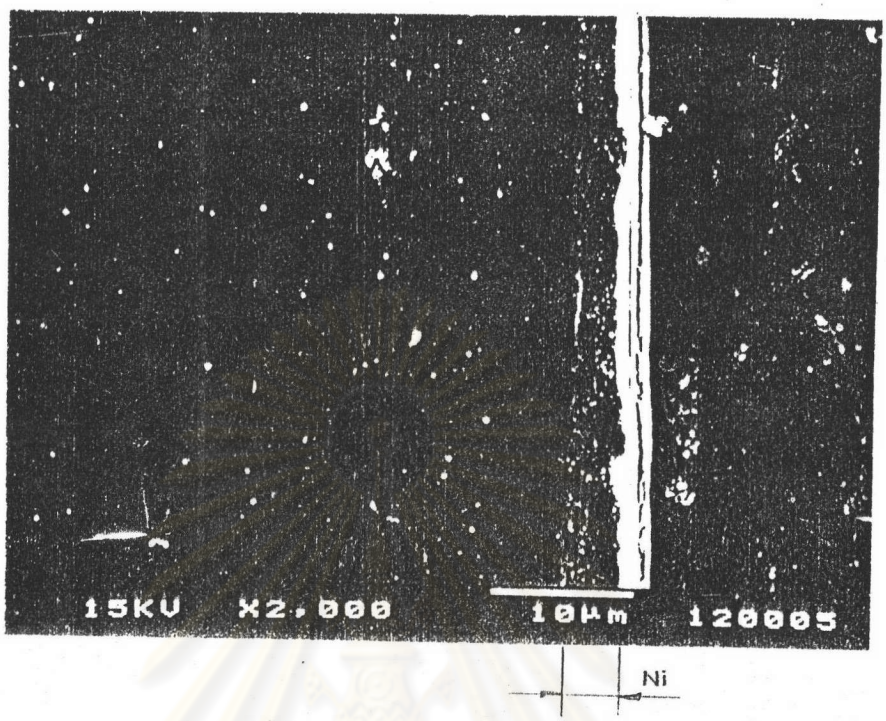
กรรมวิธีการวัดความหนาแบบ SCANING MICROSCOPE นั้นเป็นการวัดความหนาโดยใช้กล้องที่มีกำลังขยายสูงทำการถ่ายภาพบริเวณที่ต้องการวัดความหนาโดยภาพถ่ายที่ได้จะมีสเกลของความหนาอยู่บริเวณด้านล่างของภาพเพื่อใช้เทียบกับความหนาที่ต้องการวัด ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ถ่ายภาพนี้มีชื่อเรียกว่า JSM-T220A SCANING MICROSCOPE ปัจจุบันชุดเครื่องมือนี้ติดตั้งอยู่ที่ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขั้นตอนต่าง ๆ ของการวัดความหนาด้วยวิธีนี้มีรายละเอียดตามแผนภูมิดังต่อไปนี้



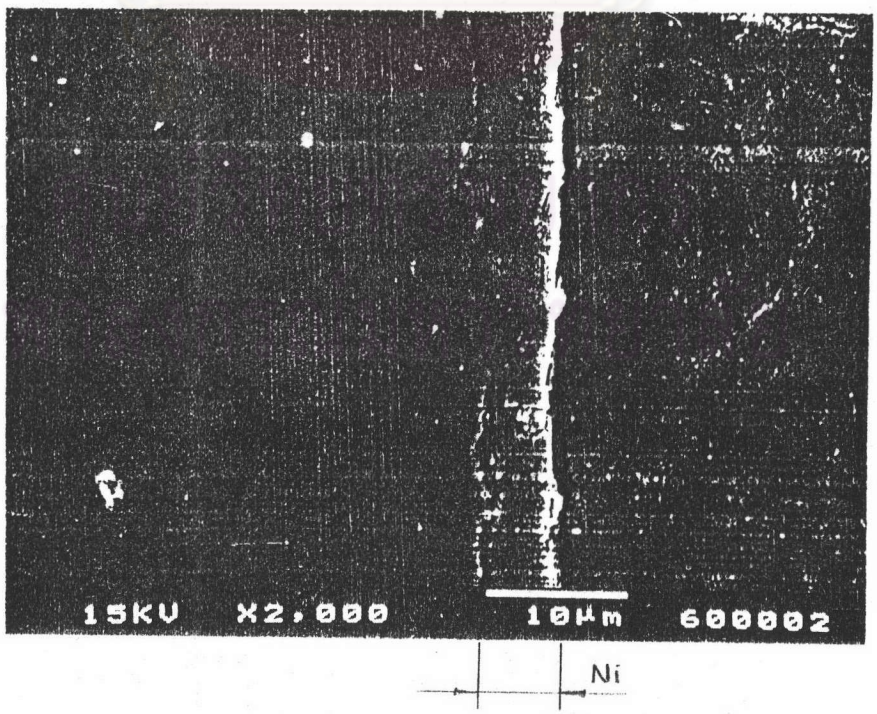
6 V. 5 m. 7.22 µm.



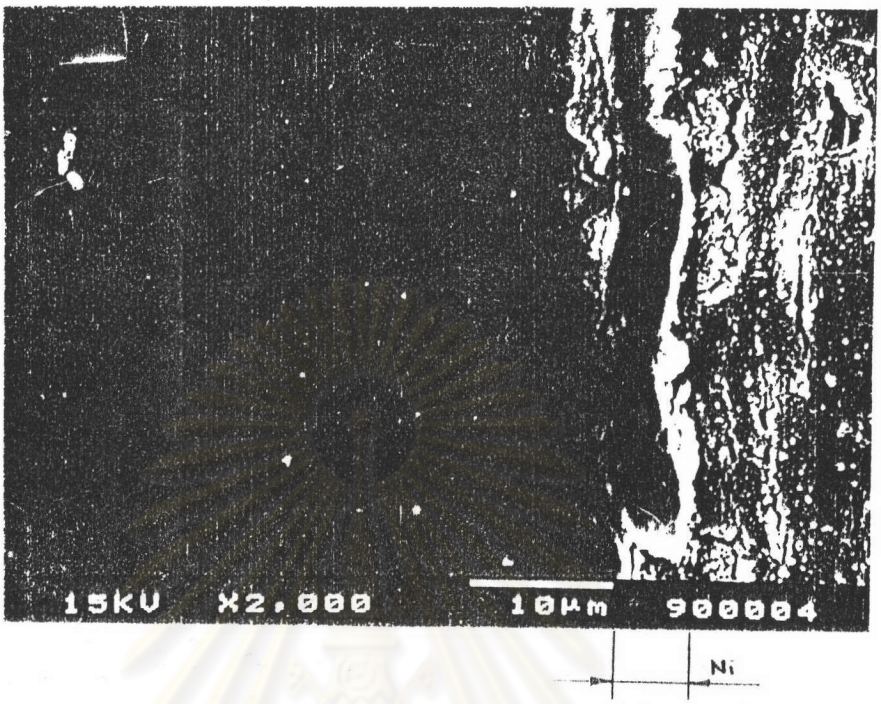
6 V. 5 m. 6.11 µm.



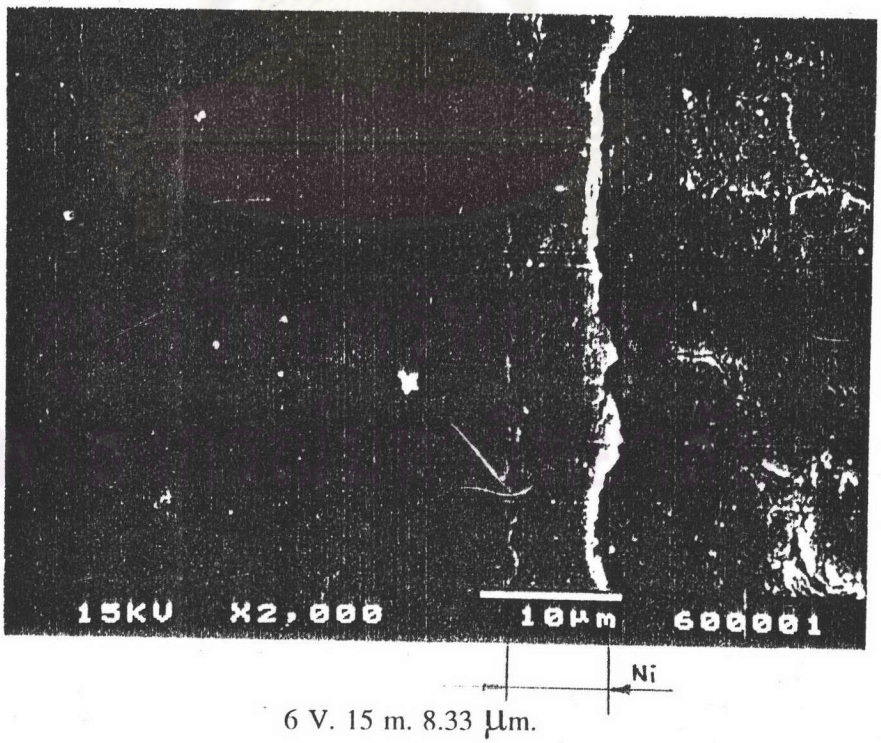
6 V. 5 m. 5.56 µm.



6 V. 10 m. 8.33 µm.



6 V. 10 m. 7.22 µm.



6 V. 15 m. 8.33 µm.

รูปแสดงภาพถ่ายภาคตัดขวางที่กำลังขยาย 2,000 เท่า ของชั้นผิวแต้ม

จากเนื้อหาในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่าได้เลือกใช้วิธีการวัดความหนาโดยการใช้เทียบจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นแล้วคำนวณเปลี่ยนกลับมาเป็นความหนาซึ่งโดยวิธีนี้ให้ถือว่าในเนื้อโลหะต่าง ๆ มีการกระจายตัวของความหนาแน่นอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น และเพื่อเป็นการยืนยันว่าวิธีการวัดความหนาด้วยกรรมวิธีนี้ใช้ได้ผลจึงได้นำชิ้นงานไปทำการวัดความหนาด้วยกรรมวิธี SCANING MICROSCOPE เพื่อเปรียบเทียบดูว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ดังรายละเอียดที่ได้แสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้

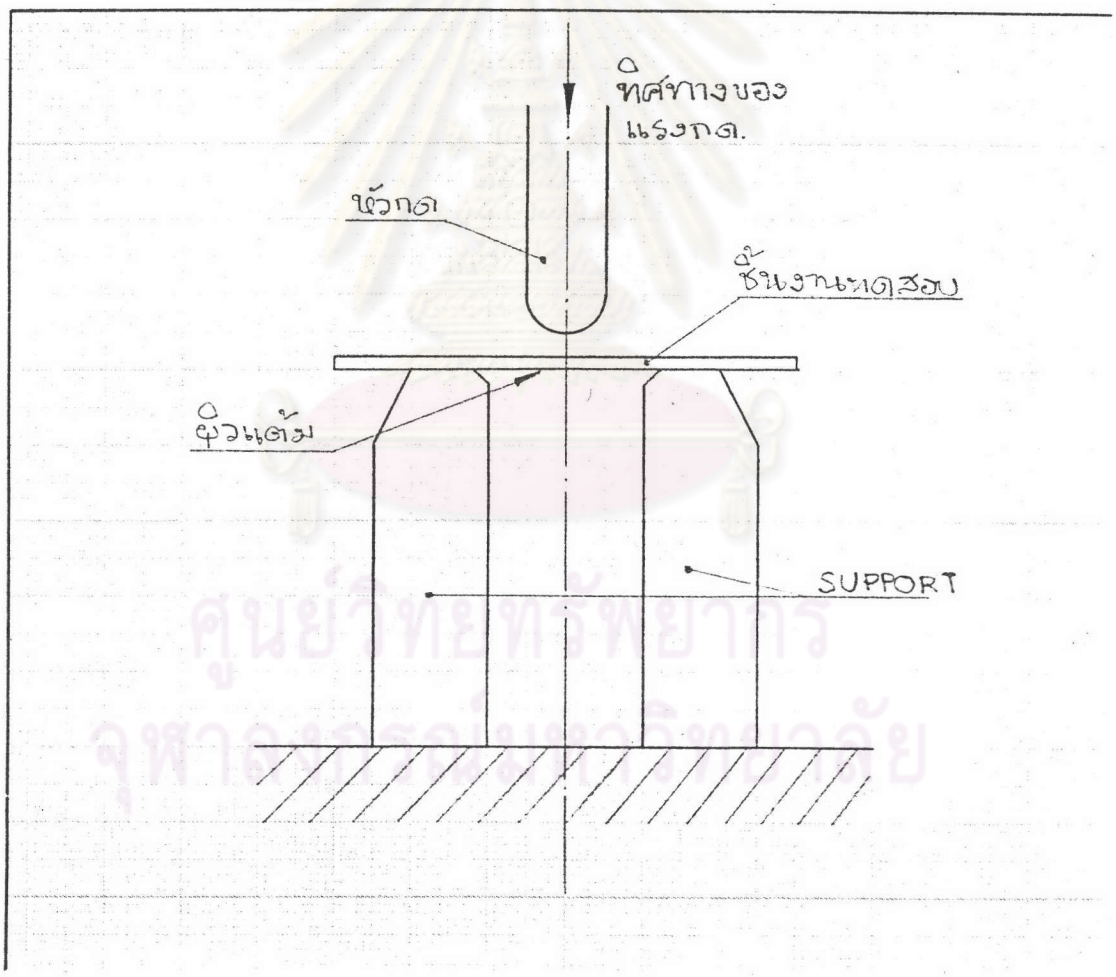
แรงดัน (โวลท์)	เวลา (นาที)	ความหนา(ไมครอน)		ค่าแตกต่าง (ไมครอน)	คิดเป็น %
		วิธีชั่งน้ำหนัก	วัดจากภาพถ่าย		
6	5	6.97	7.22	-0.25	-3.6%
6	5	6.97	6.11	0.86	12.3%
6	5	5.22	5.56	-0.34	-6.5%
6	10	8.71	8.33	0.38	4.4%
6	10	6.97	7.22	-0.25	-3.6%
6	15	8.71	8.33	0.38	4.4%
ค่าเฉลี่ย				**0.13**	**1.2%**

จากผลการเปรียบเทียบจากตารางจะเห็นได้ว่า กรรมวิธีการวัดทั้งสองแบบนั้นให้ผลออกมาด้วยค่าความหนาที่ใกล้เคียงกันมาก กล่าวคือ มีค่าเฉลี่ยของความแตกต่างเพียงแค่ 0.13 μm ดังนั้น การวัดความหนาด้วยการเทียบจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจึงเป็นวิธีการที่สะดวก, รวดเร็ว และประหยัดกว่าวิธีการวัดความหนาแบบ SCANING MICROSCOPE ซึ่งผลที่ได้ก็ให้ค่าตัวเลขที่ใกล้เคียงกันมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค2. การทดสอบความยึดแน่นของผิวแต้มด้วยกรรมวิธี GUIDE BENDING TEST

เป็นการทดสอบการยึดแน่นโดยการใช้หัวกด กดชิ้นงานที่ด้านตรงข้ามกับผิวแต้มจากนั้นก็ศึกษาดูที่ผิวแต้มที่ตรงข้ามกับหัวกดถ้าไม่มีรอยแตกร้าวตามยาวเกิดขึ้นแสดงว่าผิวการแต้มนั้นมีการเกาะผิวติดแน่นดี ชุดเครื่องมือที่ใช้ทดสอบนี้มีชื่อเรียกว่า SHIMADZU UNIVERSAL TESTING MACHINE (DSS-10 T) รูปแบบของการทดสอบได้แสดงไว้ตามรูปข้างล่างนี้



ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารสถาบัน 2 จุฬาลงกรณ์ ซอย 62 พญาไท กรุงเทพฯ 10330 โทร. 251-4516, 254-0211 โทรสาร (662) 254-0211

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH EQUIPMENT CENTRE CHULALONGKORN UNIVERSITY
CHULALONGKORN SOI 62 PHAYA-THAI ROAD BANGKOK 10330 THAILAND TEL. 251-4516, 254-0211 FAX : (662) 254-0211

รายงานเลขที่ 156/2539

รายงานผลการทดสอบ

ตัวอย่างจาก	นายปาวภัทร อินทรารักษ์
ชนิดของตัวอย่าง	แผ่นเหล็กชุบผิวนิเกล
เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ	Shimadzu Universal Testing Machine (DSS-10T)
ทำการวิเคราะห์โดย	นายสมจิต ชุ่มเมืองเย็น
ที่ปรึกษาทางเทคนิค	ศาสตราจารย์ มนัส สถิรจินดา
วันที่	13 มีนาคม 2539

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกล (Mechanical Properties)

หมายเลขชิ้นงาน	ความเค้นแรงดัดโค้ง Flexural strength (kgf/mm^2)	แรงกดสูงสุด Maximum load (kgf)
1	ไม่เกิดรอยปริแตก	153.0
11	ไม่เกิดรอยปริแตก	163.0
36	ไม่เกิดรอยปริแตก	156.0

หมายเหตุ 1. ความยาวพิกัดจุดรองรับ 40 มม.
2. วิธีการ 3 point bending

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)
ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หมายเหตุ ผลการทดสอบที่ได้รับนี้ เป็นผลการทดสอบเฉพาะตัวอย่างที่ทำการทดสอบจาก ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เท่านั้น

ชศ/วก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายปาลภัทร อินทรารักษ์

เกิด วันที่ 28 เมษายน 2512

การศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี ปีการศึกษา 2534

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย