

การวัดความหนาของโลหะเคลือบผิวโดยเทคนิคนิวเคลียร์



นาย นฤปวัจน์ เงินวิจิตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
ศูนย์วิทยทรัพยากร

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-569-045-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

014307

I10300594

THICKNESS MEASUREMENT OF METALLIC COATING BY NUCLEAR TECHNIQUE



Mr. Narippawaj Ngernvijit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

ISBN 974-569-045-7



หัวข้อวิทยานิพนธ์      การวัดความหนาของโลหะเคลือบผิวโดยเทคนิคนิวเคลียร์  
โดย                              นาย นฤปวัจน์ เงินวิจิตร  
ภาควิชา                            นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
อาจารย์ที่ปรึกษา            ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว  
   ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร. ดาวร วัชรราชัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ถัสชัย สุมิตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

.....กรรมการ  
(อาจารย์ สมยศ ศรีสฤติชัย)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



นฤปวัจน์ เงินวิจิตร : การวัดความหนาของโลหะเคลือบผิวโดยเทคนิคนิวเคลียร์ (THICKNESS MEASUREMENT OF METALLIC COATING) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. นเรศร์ สัมพันธ์ยาว  
อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. สุวิทย์ ปุณณะชัยยะ , 80 หน้า

การวิจัยนี้ได้ศึกษาการวัดความหนาของทองคำที่เคลือบบนแผ่นทองแดง และดีบุกที่เคลือบบนแผ่นเหล็ก โดยเทคนิคการสะท้อนรังสีเบตาและเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ สำหรับเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ ได้ใช้หัววัดพรอพอร์ชันมวลบรรจุก๊าซฮีอนวัดความเข้มของรังสีเอกซ์ เรือง โดยมีต้นกำเนิดรังสี เหล็ก-55 และแคดเมียม-109 แบบวงแหวนเป็นตัวกระตุ้น ผลการวิจัยพบว่า สามารถวัดความหนาของทองคำในช่วง 0-8 ไมครอน และดีบุกในช่วง 0.534-1.49 ไมครอน ได้โดยมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 2

สำหรับเทคนิคการสะท้อนรังสีเบตา ได้ใช้ต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 แบบวงแหวน โดยมีหัววัดแบบไกเกอร์มูลเลอร์วัดรังสี ผลการวิจัยพบว่า สามารถวัดความหนาของทองคำในช่วง 0-8 ไมครอน โดยมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 10.2 อย่างไรก็ตาม การวัดความหนาของดีบุกนั้นไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากแผ่นเหล็กมีความหนาน้อยกว่าความหนารีกฤตของรังสีเบตาจากโคบอลต์-60

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ...วิศวกรรมเทคโนโลยี.....  
สาขาวิชา ...วิศวกรรมเทคโนโลยี.....  
ปีการศึกษา .....2530.....

ลายมือชื่อนิติต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
.....



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

NARIPPAWAJ NGERNVIJIT : THICKNESS MEASUREMENT OF METALLIC COATING.  
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. NARES CHANKOW, ASST. PROF. SUVIT PUNNA-  
CHAIYA , 80 pp.


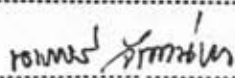
In this research, measurements of the coating thickness of gold on copper plates and tin on steel plates were studied by using beta backscattering and XRF techniques. A xe-filled proportional counter was used for fluorescent x-ray measurements while the samples were excited with Fe-55 and Cd-109 annular sources. It was found that the thicknesses of gold in the range of 0-8 microns and tin in the range of 0.534-1.49 microns can be measured with the error of less than 2%.

A Sr<sup>90</sup> annular source and a GM counter were used for beta backscattering technique. It was found that the thickness of gold in the 0-8 microns can be measured with the error of less than 10.2%. However, the measurement of tin thickness could not be done successfully because the thickness of steel plates were less than its critical thickness for Sr<sup>90</sup> betas.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ... วิศวกรรมโลหการ.....  
สาขาวิชา ... วิศวกรรมโลหการ.....  
ปีการศึกษา ... 2530.....

ลายมือชื่อนิติ ...   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ... 



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัชชัย สุมิตร หัวหน้าภาควิชา นิวเคลียร์-เทคโนโลยี ซึ่งเป็นผู้สนับสนุนการวิจัยในเรื่องนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำ ให้ความคิดเห็น ชี้แนวทาง ตลอดจนการเขียน และตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อย

ขอขอบคุณบริษัทแผ่นเหล็กวิลาสไทย จำกัด ที่กรุณาอนุเคราะห์ตัวอย่างแผ่นเหล็กวิลาสเพื่อนำมาเป็นตัวอย่างมาตรฐาน

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่มาช่วยเหลือในการพิมพ์วิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือและวิจัยวิทยาศาสตร์ที่ได้ช่วยเตรียมตัวอย่างในการวิจัย

และท้ายสุด ผู้เขียนขอแสดงความกตัญญูตเวทิตาคุณ ต่อ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ซึ่งรักเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน ให้การศึกษา และสนับสนุนในทุกๆด้านตลอดมา

ศูนย์วิทยุโทรพยากรณ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





๕

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ไทย) .....	ง
บทคัดย่อ (อังกฤษ) .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
รายการตารางประกอบ .....	ช
รายการรูปประกอบ .....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. เทคนิคการเรียงรังสีเอกซ์และเทคนิคการสะท้อนรังสีเบตา.....	4
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย .....	23
4. ผลการทดลอง .....	36
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอนแนะ.....	67
บรรณานุกรม .....	72
ภาคผนวก .....	73
ประวัติผู้เขียน .....	80

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	ต้นกำเนิดรังสีเบตาบางชนิดและช่วงความหนา.....	20
4.1	ความสัมพันธ์ของจำนวนกับระยะห่างของต้นกำเนิดรังสี กับตัวอย่าง .....	36
4.2	ผลการวัดความหนาโลหะเคลือบผิวทอง โดยการวัดโลหะฐาน .....	38
4.3	ผลการวัดความหนาโลหะเคลือบผิวทอง โดยการวัดโลหะเคลือบผิว .....	39
4.4	ค่าจำนวนนับกับระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับตัวอย่าง เหล็กเคลือบดีบุก .....	46
4.5	ค่าจำนวนนับกับระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับตัวอย่าง เหล็กเคลือบดีบุก .....	47
4.6	ข้อมูลการวัดความหนาดีบุกโดยวิธีการวัดรังสีเอกซ์เรือง ของดีบุกโดยการวัดความเข้มของดีบุก .....	49
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับจำนวนนับของตัวอย่าง เหล็กชุบดีบุกโดยการวัดความเข้มดีบุก.....	50
4.8	ผลการวัดความหนาดีบุกโดยใช้เทคนิคการวัดความเข้ม รังสีเอกซ์เรืองของเหล็ก .....	51
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับจำนวนนับของตัวอย่าง เหล็กชุบดีบุก .....	52
4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างศักดาไฟฟ้ากับจำนวนนับ ของหัววัดรังสี GM .....	60



รายการตารางประกอบ(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของต้นกำเนิดรังสี และตัวอย่างกับจำนวนนับ .....	61
4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของทองกับจำนวนนับ ...	63
4.13	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของจำนวนนับในแต่ละช่วง ความหนาของทองในการวัดแต่ละเทคนิค .....	65
4.14	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของจำนวนนับในแต่ละช่วง ความหนาของดีบุกในการวัดแต่ละเทคนิค .....	66



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ของ fluorescence yield กับ เลขอะตอม ...	8
2.2	ความสัมพันธ์ของค่า พลังงานยึดเหนี่ยว ของอิเล็กตรอน กับเลขอะตอม .....	8
2.3	หลักการเรืองรังสีเอกซ์ในตัวอย่าง .....	9
2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุกับความเข้มรังสีเอกซ์.....	12
2.5	การวัดความหนาโลหะเคลือบด้วยเทคนิคการเรือง รังสีเอกซ์ .....	13
2.6	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาและความเข้มรังสีเอกซ์ เรืองของโลหะฐาน .....	15
2.7	การวัดความหนาโลหะเคลือบโดยการวัดโลหะเคลือบผิว .....	16
2.8	การสะท้อนของรังสีเบตา .....	21
3.1	การจัดระบบวิเคราะห์โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ .....	24
3.2	การจัดระบบวัดส่วนหน้าในการวัดรังสีเอกซ์เรือง .....	25
3.3	การเพิ่มระยะห่างระหว่างหัววัดรังสีกับต้นกำเนิดรังสี และระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับชิ้นงาน .....	26
3.4	การกวนของทองและทองแดง .....	28
3.5	การวางตำแหน่งของหน้าฉากกำบังรังสี .....	28
3.6	การจัดระบบวัดเพื่อหาคัดคาไฟฟ้าที่เหมาะสม .....	32
3.7	ต้นกำเนิดรังสีเบตา .....	34
3.8	การกำบังรังสี .....	34
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของต้นกำเนิดรังสีและ ตัวอย่างกับจำนวนนับ .....	37

## รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.2	ภาพถ่ายตัวอย่างทองแดงเคลือบทองด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอน .....	40
4.3	สเปกตรัมของตัวอย่างทองแดงเคลือบทอง .....	43
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของทองกับความเข้ม รังสีเอกซ์เรืองของทอง .....	45
4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของทองกับความเข้ม รังสีเอกซ์เรืองของทองแดง .....	45
4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของต้นกำเนิดรังสีและ ตัวอย่างกับจำนวนนับ/แบคกราวด์ที่ผิดปกติ .....	48
4.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของต้นกำเนิดรังสีและ ตัวอย่างกับจำนวนนับ/แบคกราวด์ที่ผิดปกติ .....	48
4.8	สเปกตรัมของเหล็กชุบตีบุกต้นกำเนิดรังสี Fe-55.....	53
4.9	สเปกตรัมของเหล็กชุบตีบุกต้นกำเนิดรังสี Pu-238.....	53
4.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของตีบุกกับความเข้ม รังสีเอกซ์เรืองตีบุก .....	59
4.11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของตีบุกกับความเข้ม รังสีเอกซ์เรืองเหล็ก .....	59
4.12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างศักดาไฟฟ้ากับจำนวนนับ .....	62
4.13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของต้นกำเนิดรังสีและ ตัวอย่างกับจำนวนนับ .....	62
4.14	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของทองกับจำนวนนับรังสีเบตา	64