

การดัดแปลงระบบรังสีเอกซ์เรื่องแบบแยกส่วนเพื่อความเหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์ธาตุ



นายชนพงษ์ ทองประพาพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-639-174-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

24 ส.ค. 2548

**MODIFICATIONS OF MODULAR X-RAY FLUORESCENCE SYSTEM FOR
OPTIMUM ELEMENTAL ANALYSIS**

Mr. Thonnapong Thongpraparn

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

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-639-174-7

ชนพงษ์ ทองประพาพ : การดัดแปลงระบบรังสีเอกซ์เรืองแบบแยกส่วนเพื่อความเหมาะสมที่สุดใน
ในการวิเคราะห์ธาตุ (MODIFICATIONS OF MODULAR X-RAY FLUORESCENCE
SYSTEM FOR OPTIMUM ELEMENTAL ANALYSIS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. นเรศร์
จันทน์ขาว, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ. เฉลิม ทองอร่าม, 89 หน้า. ISBN 974-639-174-7.

ได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เปลี่ยนตัวอย่าง และอุปกรณ์เปลี่ยนคันทันกำเนิดรังสีสำหรับใช้กับ
ระบบวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแบบแยกส่วนที่ใช้คันทันกำเนิดแบบไอโซโทปรังสีเป็นตัวกระตุ้น อุปกรณ์เปลี่ยน
ตัวอย่างทำด้วยอะคริลิกหนา 0.6 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. โดยมีช่องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.0 ซม.
8 ช่อง อยู่บริเวณขอบนอกสำหรับใส่ตัวอย่าง อุปกรณ์เปลี่ยนคันทันกำเนิดรังสีมีลักษณะคล้ายกัน คือ ทำด้วย
อะคริลิกหนา 1.1 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. โดยมีช่องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.0 ซม. 8 ช่อง อยู่บริเวณ
ขอบนอกสำหรับใส่คันทันกำเนิดรังสี งานเปลี่ยนคันทันกำเนิดรังสีถูกยึดไว้เหนือหัววัดรังสีชนิดเจอร์มาเนียม
บริสุทธิ์สูง และมีงานเปลี่ยนตัวอย่างอยู่เหนืองานเปลี่ยนคันทันกำเนิดรังสี จุดศูนย์กลางของหัววัดรังสี คันทัน
กำเนิดรังสี และตัวอย่างขณะทำการวิเคราะห์ถูกจัดอยู่ในแนวเดียวกันเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการ
กระตุ้นและวัดรังสีเอกซ์เรือง นอกจากนั้นระยะระหว่างคันทันกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีและคันทันกำเนิดรังสีกับตัว
อย่างสามารถปรับเปลี่ยนได้ เพื่อให้เหมาะสมกับคันทันกำเนิดรังสีกับและตัวอย่างแต่ละตัว ระยะห่างระหว่าง
คันทันกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี คันทันกำเนิดรังสีกับตัวอย่าง รวมทั้งการหมุนของงานเปลี่ยนคันทันกำเนิดรังสีและ
งานเปลี่ยนตัวอย่าง ถูกควบคุมโดยไมโครคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์ปริมาณรวมทั้งการคำนวณแก้ผลของแมทริกซ์ ทำโดยใช้โปรแกรม NBSGSC
เวอร์ชัน 4.0 ซึ่งใช้แบบวิธี COLA ได้ทดสอบระบบวิเคราะห์และโปรแกรมวิเคราะห์โดยใช้สารมาตรฐาน
และตัวอย่าง 2 ประเภทคือ โลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก และเหล็กกล้าไร้สนิม ผลการทดสอบพบว่า ค่าเบี่ยงเบน
เฉลี่ยของปริมาณตะกั่วและดีบุกใน 5 ตัวอย่างจากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง มีค่าไม่เกิน 2.8 % (ในช่วงปริมาณ
ตะกั่ว 0-60 %) และ 3.0 % (ในช่วงปริมาณดีบุก 40-100 %) ตามลำดับ ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของปริมาณ
โครเมียม เหล็ก และนิกเกิล ใน 3 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง มีค่าเกือบทั้งหมดไม่เกิน 0.7 % (ในช่วง
ปริมาณโครเมียม 16.3-18.5 %) 2.0 % ในช่วงปริมาณเหล็ก 66.8-60.5 % และ 0.8 % (ในช่วงปริมาณนิกเกิล
0.2-11.1 %) ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างเหล็กกล้าไร้สนิม SC17 ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของเหล็กมีค่าประมาณ
6 % สำหรับปริมาณเหล็ก 82.6 % ความแตกต่างนี้คาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการวัดความเข้มรังสี
เอกซ์ของเหล็ก โครเมียม และนิกเกิล เนื่องจากพีคของทั้งสามธาตุไม่ได้แยกกันอย่างชัดเจน

ภาควิชา นวัตกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา นวัตกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C718923 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: X-RAY FLUORESCENCE / SAMPLE CHANGER / SOURCE CHANGER

THONNAPONG THONGPRAPARN : MODIFICATIONS OF MODULAR
X-RAY FLUORESCENCE SYSTEM FOR OPTIMUM ELEMENTAL
ANALYSIS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. NARES CHANKOW,
THESIS CO-ADVISOR : DECHO THONG-ARAM, 89 pp. ISBN 974-639-174-7.

A sample changer and a radioisotope source changer were designed and constructed to be used in a modular type radioisotope excited x-ray fluorescence analysis system. The sample changer was made of acrylic plastic of 0.6 cm thickness and 40 cm diameter with eight 5.0 diameter holes at its periphery to accommodate 8 samples. Similarly, the source changer was made of acrylic plastic of 1.1 cm thickness and 40 cm diameter with eight 4.0 cm diameter holes to accommodate 8 annular radioisotopic source. The source changer was positioned above a HPGe detector and the sample changer. For optimum excitation and detection of fluorescent x-rays; the detector, the source and the sample at the analysis position were arranged in coaxial geometry. Moreover, the source-to-detector and source-to-sample distances could be adjusted to obtain optimum geometry for each source and sample. The source-to-detector and the source-to-sample distances as well as the rotation of the source and the sample changer were controlled by a microcomputer.

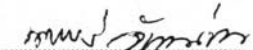
Quantitative analysis, including correction of matrix effects, was performed by using the NBSGSC version 4.0 program which was based on the Comprehensive Lachance (COLA) algorithm. Two sets of standards and samples were used to test the system as well as the analysis program i.e. Pb/Sn alloys and stainless steels. The average deviations of Pb and Sn contents in 5 samples for 3 measurements were found to be better than 2.8 % Pb (in 0-60 % range) and 3.0 % Sn (in 40-100 % range) respectively. The average deviations of Cr, Fe and Ni contents in 3 stainless steel samples for 3 measurements were found to be better than 0.7 % Cr (in 16.3 -18.5 % range), 2.0 % Fe (in 66.8-70.5 % range) and 0.8 % Ni (in 0.2-11.1 % range) respectively. For the SC17 sample, the average deviation of Fe was found to be 6 % for 82.6 % Fe. The discrepancy was most probably due to the errors in measurements of Fe, Cr and Ni K x-rays intensities since the peaks were not very well resolved.


ภาควิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี.....

สาขาวิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี.....

ปีการศึกษา..... 2540.....

ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... 

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว และอาจารย์เคโอ ทองอร่าม เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านต่าง ๆ รวมทั้งให้คำปรึกษาและแนะนำในทุก ๆ ด้าน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยมาก

ขอขอบพระคุณอาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อ งานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณบุญนาถ บัวมีศิลป์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการสร้างชิ้นส่วนกล และ อุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อระบบการวัดในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณบัญชา อุณพานิช และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ได้ให้คำปรึกษาในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบคุณ คุณสาโรจน์ ตั้งสถาพรพันธ์ , คุณวินัย อาชาสวัสดิ์ และ คุณรัชชัย จิตงาม ประเสริฐ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต่องานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณศิริวรรณ เต็งเศรษฐศักดิ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการพิมพ์วิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณแม่ คุณพ่อ คุณยาย และคุณลุงที่เคารพที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ปัญหา ที่มา และเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. หลักการเรื่องรังสีเอกซ์และระบบในการวิเคราะห์แบบเรื่องรังสีเอกซ์.....	4
2.1 หลักการเรื่องรังสีเอกซ์.....	4
2.2 ระบบในการวิเคราะห์แบบเรื่องรังสีเอกซ์.....	6
2.3 ดันกำเนิดรังสีปฐมภูมิ.....	9
2.4 หัววัดรังสีเอกซ์.....	11
2.5 การวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณธาตุด้วยเทคนิคการเรื่องรังสีเอกซ์.....	12
2.6 โปรแกรม NBSGSC.....	13
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	17
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	17
3.2 ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาระบบ XRF.....	18
4. สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะและแนวทางในการแก้ไข.....	36
4.1 สรุปผลการวิจัย.....	36
4.2 วิจารณ์ผลการวิจัย.....	38
4.3 ข้อเสนอแนะ และ แนวทางการแก้ไข.....	40

บทที่	หน้า
รายการอ้างอิง.....	41
บรรณานุกรม.....	42
ภาคผนวก.....	43
ภาคผนวก ก.	44
ภาคผนวก ข.	56
ภาคผนวก ค.	77
ภาคผนวก ง.	85
ประวัติผู้เขียน.....	89

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะทางกายภาพของต้นกำเนิดรังสีชนิดไอโซโทป.....	10
3.1 แสดงค่าจำนวนนับรังสีที่ระยะห่างระหว่างหัววัดกับต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นชนิดต่าง ๆ	18
3.2 ค่าจำนวนนับรังสีสุทธิของเหล็กที่ระยะห่างต่าง ๆ ระหว่างหัววัดกับต้นกำเนิดรังสี Am-241.....	19
3.3 ค่าจำนวนนับรังสีสุทธิของธาตุต่าง ๆ ที่ระยะห่างต่าง ๆ ระหว่างหัววัดกับต้นกำเนิดรังสี Am-241.....	19
3.4 แสดงจำนวนนับที่ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับตัวอย่างชนิดต่าง ๆ โดยที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดเท่ากับ 1 mm.....	20
3.5 จำนวนนับสุทธิที่ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสี Am-241 กับตัวอย่างชนิดต่าง ๆ โดยที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดมากกว่า 1 mm.	20
3.6 แสดงลักษณะตำแหน่งของพอร์ตและหน้าที่.....	28
3.7 แสดงผลการวิเคราะห์ Pb/Sn Alloys ด้วยระบบวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแสงแบบ EDX.....	34
3.8 แสดงผลการวิเคราะห์ Stainless Steel ด้วยระบบวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแสงแบบ EDX.....	35

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
2.1	แสดงการเกิดรังสีเอกซ์เรื่อง.....	4
2.2	แสดงการแทนที่ของอิเล็กตรอนที่ทำให้เกิดรังสีเอกซ์เฉพาะตัวขึ้น.....	5
2.3	แผนผังของระบบวัดรังสีเอกซ์เรื่องแบบ WDX.....	7
2.4	แผนผังระบบวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรื่องแบบ EDX.....	8
2.5	แผนภาพแสดงส่วนประกอบของหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์.....	10
2.6	ลักษณะของต้นกำเนิดรังสีชนิดไอโซโทปรังสีแบบจุด (ภาพบน) และแบบวงแหวน (ภาพล่าง).....	11
2.7	แผนผังของโปรแกรม NBSGSC	16
3.1	แผนภาพแสดงระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นชนิดต่าง ๆ กับหัววัด.....	19
3.2	แผนภาพระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นกับตัวอย่าง โดยที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดเท่ากับ 1 mm.	21
3.3	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสี Am-241 กับตัวอย่าง	21
3.4.ก.	แสดงโครงสร้างของเครื่องเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นและตัวอย่างที่พัฒนาขึ้น.....	23
3.4.ข.	แสดงการติดตั้งหัววัดรังสีกับเครื่องเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นและตัวอย่างที่พัฒนาขึ้น.....	23
3.5	แสดงการจัดระบบวิเคราะห์แบบ โคแอเชี่ยล.....	24
3.6	แสดงวิธีการกำบังรังสีในส่วนของต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นที่ไม่ได้ถูกใช้งาน.....	25
3.7	แสดงแผนภาพการเปลี่ยนเฟสของสตีปีมมอเตอร์.....	27
3.8	แสดงลักษณะการต่อสัญญาณควบคุม.....	29
3.9	แสดงความหมายของบิตต่าง ๆ ในพอร์ตควบคุม.....	30
3.10	แผนภาพแสดงวงจรขับสตีปีมมอเตอร์.....	32

3.11-3.12	แสดงภาพของเครื่องเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นและเครื่อง เปลี่ยนตัวอย่าง.....	33
-----------	---	----