

การหาปริมาณกำมะถันในถ่านหินลิกไนต์ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์



นายเสมา สอนประสม

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

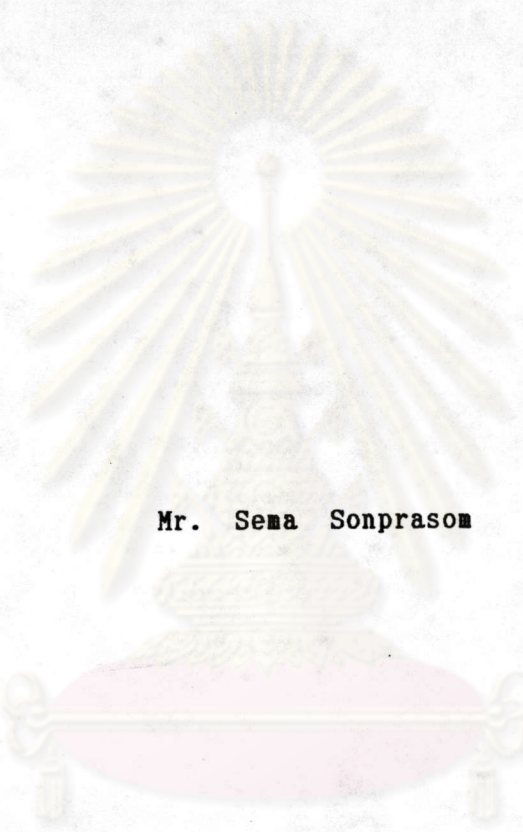
ISBN 974 - 577 - 251 - 8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016500

i 10311890

DETERMINATION OF SULFUR IN LIGNITE COAL
USING X - RAY FLUORESCENCE TECHNIQUE



Mr. Sema Sonprasom

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1990

ISBN 974 - 577 - 251 - 8



หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหาปริมาณกำมะถันในถ่านหินลิกไนต์ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์
 โดย นายเสมา สอนประสม
 ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
 ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... *ดร.ถาวร วัชรากัย* ควบดีบัณฑิตวิทยาลัย
 (ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... *ดร.รัชชัย สุมิตร* ประธานกรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย สุมิตร)

..... *นเรศร์ จันทน์ขาว* อาจารย์ที่ปรึกษา
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

..... *ชยากริต ศิริอุปถัมภ์* กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

..... *วีระชัย บัญชรเทวกุล* กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระชัย บัญชรเทวกุล)

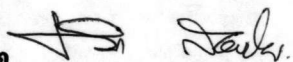
เสมา สอนประสม : การหาปริมาณกำมะถันในถ่านหินลิกไนต์ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (DETERMINATION OF SULFUR IN LIGNITE COAL USING X-RAY FLUORESCENCE TECHNIQUE) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.นเรศร์ จันทน์ขาว , 73 หน้า. ISBN 974-577-251-8

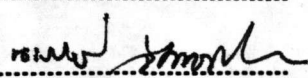
การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาเทคนิคอย่างง่ายสำหรับการหาปริมาณกำมะถันในลิกไนต์โดยวิธีเรืองรังสีเอกซ์เพื่อที่จะนำไปใช้กับเครื่องวิเคราะห์แบบ EDX ที่ใช้ต้นกำเนิดรังสีแบบไอโซโทปรังสีและหัววัดแบบพรอพอร์ชันนัล ได้ใช้ตัวอย่างลิกไนต์จำนวน 61 ตัวอย่าง จากเหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยนำมาวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันและเถ้าโดยวิธีมาตรฐานทางเคมี และทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่มีปริมาณสูงในเถ้าด้วยเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแสงแบบ EDX ที่ใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง และเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแสงแบบ WDX ผลการวิจัยชี้ให้เห็นแนวทางในการวิเคราะห์กำมะถัน 2 วิธี จากนั้นจึงใช้เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแสงแบบ EDX ที่ใช้หัววัดพรอพอร์ชันนัลเพื่อหาปริมาณเหล็กและแคลเซียมรวมทั้งการวัดความเข้มรังสีเอกซ์เรืองแสงของกำมะถันในตัวอย่างทั้งหมด ผลการวิจัยพบว่าปริมาณกำมะถันแปรผันตรงตามปริมาณเหล็กและยังพบว่ามีความสัมพันธ์ขึ้น สำหรับตัวอย่างที่มีปริมาณเถ้าน้อยกว่าร้อยละ 50 เมื่อทำการทดลองหาปริมาณกำมะถันในตัวอย่างลิกไนต์ใหม่ 10 ตัวอย่างและในถ่านหินมาตรฐาน 2 ตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก แล้วหาปริมาณกำมะถันจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง เหล็กกับกำมะถันพบว่าให้ผลใกล้เคียงกับผลที่ได้จากวิธีมาตรฐานทางเคมีและค่าที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังได้ทำการหาปริมาณกำมะถันของ 10 ตัวอย่างนี้โดยวิธีเปรียบเทียบความเข้มรังสีเอกซ์เรืองแสงของกำมะถันกับถ่านหินมาตรฐานหรือลิกไนต์ที่ทราบปริมาณกำมะถันแล้ว ซึ่งพบว่าให้ผลเป็นที่น่าพอใจเมื่อปริมาณเถ้าแคลเซียมและเหล็ก ของตัวอย่างกับตัวอย่างมาตรฐานมีค่าใกล้เคียงกันเท่านั้น



ศูนย์วิจัยทรัพยากรธรณีวิทยา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

SEMA SONPRASOM : DETERMINATION OF SULFUR IN LIGNITE COAL USING X-RAY
FLUORESCENCE TECHNIQUE : ASST.PROF. NARES CHANKOW, M. Eng. 73 pp.

The purpose of this research is to develop a simple XRF technique for determining sulfur content in lignite. The technique is expected to be used in the field with a compact isotope-excited EDXRF spectrometer and a gas-filled proportional counter

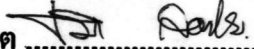
Sixty-one lignite samples collected from Mae Moh Mine in the northern province of Lampang were chemically analyzed for sulfur and ash contents by the ASTM standard methods. Major ash components were also determined by using an EDXRF spectrometer with a HPGe detector as well as a WDXRF spectrometer. The results indicated that sulfur analysis could be done in two different ways. Then the EDXRF spectrometer with gas-filled proportional counter was used to determine the iron and calcium contents and to measure the sulfur x-ray intensities of all samples. It was found that the sulfur content increased linearly with the iron content. Better relationship could be seen for samples with ash content less than 50%. When the iron contents of ten new lignite samples and two coal standards were determined and transformed to the sulfur contents using the iron-sulfur relationship, the results were found to be comparable with those obtained from the standard chemical method and the recommended values. Sulfur contents of these ten samples were also determined from the sulfur x-ray intensities using the normal relationship between the intensity and concentration. The results were found to be satisfactory only when the ash, calcium and iron contents of the samples were close to that of the standards used for comparison.


ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี

สาขาวิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัชชัย สุมิตร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว ตลอดจนอาจารย์ทุก ๆ ท่าน ที่ให้การสนับสนุน แนะนำให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ให้คำปรึกษา และตรวจแก้ต้นฉบับวิทยานิพนธ์ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนสำหรับการวิจัยนี้

ขอขอบคุณการไฟฟ้าผลิตแห่งประเทศไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างลิกไนต์พร้อมผลวิเคราะห์ปริมาณได้ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ในการเตรียมตัวอย่างลิกไนต์ และการตรวจวิเคราะห์

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในทุก ๆ ด้าน แก่ผู้เขียนโดยตลอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย.....	2
1.3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
1.5 การค้นคว้าความเป็นมาของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2 เทคนิคการเรียงรังสีเอกซ์และเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรียง	
2.1 หลักการของวิธีเรียงรังสีเอกซ์.....	7
2.2 ฟลูออเรสเซนซ์ฮิลด์.....	10
2.3 ส่วนประกอบสำคัญของระบบวิเคราะห์แบบเรียงรังสีเอกซ์...	11
3 วัสดุอุปกรณ์ และ ขั้นตอนในการวิจัย	
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการวิจัย.....	21
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3	วิธีดำเนินการวิจัย..... 26
4	ผลการวิจัย
4.1	ผลการวิเคราะห์ธาตุที่มีปริมาณสูงและความเข้มรังสีเอกซ์ เรืองของกำมะถัน..... 31
4.2	ผลการวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ แบบ EDX ที่ใช้หัววัดรังสีแบบพรอพอร์ชันนัล..... 38
5	ข้อสรุป วิจาร์ณ และข้อเสนอแนะ
5.1	ข้อสรุป และ วิจาร์ณผลการทดลอง..... 53
5.2	ข้อเสนอแนะ..... 55
	บรรณานุกรม..... 56
	ภาคผนวก 57
	ประวัติผู้เขียน..... 72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่า absorption edge และ พลังงานรังสีเอกซ์ เฉพาะตัวของธาตุต่าง ๆ (ในหน่วย keV).....	8
4.1 ผลการวัดความเข้มรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของ กำมะถัน และปริมาณแคลเซียม เหล็ก ไททาเนียม ของตัวอย่าง ลิกไนต์ 61 ตัวอย่างโดยใช้เครื่องวิเคราะห์แบบ WDX และ EDX หัววัดรังสีเจอร์มาเนียม.....	32
4.2 ปริมาณกำมะถันรวมทั้งวิเคราะห์ทางเคมี กับปริมาณเหล็ก ของตัวอย่างลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง.....	34
4.3 ผลการวัดความเข้มรังสีเอกซ์ เฉพาะตัวของ กำมะถัน และปริมาณแคลเซียมกับ เหล็ก ของตัวอย่าง ลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แบบ EDX หัววัด รังสีพรอพอร์ซันนัล.....	40
4.4 ปริมาณกำมะถันรวมทั้งวิเคราะห์ทางเคมี กับปริมาณเหล็ก ที่วิเคราะห์โดย ใช้เครื่องวิเคราะห์ รังสีเอกซ์ เรืองแบบ EDX หัววัดพรอพอร์ซันนัล บรรจุก๊าซขึ้นอนจากตัวอย่าง ลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง.....	42
4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกำมะถัน โดยวิธีวิเคราะห์ปริมาณ เหล็ก ของตัวอย่างลิกไนต์ 10 ตัวอย่าง และตัวอย่าง กำหนดมาตรฐาน 2 ตัวอย่าง.....	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.6 ผลการวิเคราะห์ กัมมะถันโดยตรง ของตัวอย่าง ลิกไนต์ 10 ตัวอย่าง และตัวอย่างถ่านหินมาตรฐาน 2 ตัวอย่าง.....	48
4.7 ผลการวัดความเข้มรังสีเอกซ์กระเจิงกลับ U L X-rays กับปริมาณถ่านในตัวอย่างลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง.....	51



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการเกิดรังสีเอกซ์เรื่อง.....	7
2.2 แสดงการเกิดไอเจ็ลเลคตรอน.....	10
2.3 ภาพภาคตัดขวางหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์.....	12
2.4 ตัวอย่างต้นกำเนิดรังสีไอโซโทป.....	13
2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอกซ์เรื่อง กับ ความหนาของตัวอย่าง.....	15
2.6 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแจกแจงพลังงาน ของหัววัดรังสี 3 ชนิด.....	17
2.7 แผนภาพแสดงระบบวิเคราะห์แบบ dispersion (Wavelength - dispersive Spectrometer).....	19
2.8 แผนผังตัวอย่างการจัดระบบวิเคราะห์ของเครื่องวิเคราะห์แบบ Non - dispersion.....	20
3.1 แผนผังระบบวัดรังสี แบบ WDX.....	23
3.2 แผนผังระบบวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรื่องที่ใช้หัววัดแบบ เจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง.....	24
3.3 แผนผังระบบวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรื่องที่ใช้หัววัดแบบ พรอพอร์ซิลลิน.....	24
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ เหล็ก กับปริมาณ กำมะถันของ ตัวอย่างลิกันต์ 61 ตัวอย่าง.....	35
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็ก กับ ปริมาณกำมะถัน ของ ตัวอย่างลิกันต์ที่มีปริมาณเข้าไม่เกิน 50 %	36

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3 ตัวอย่างสเปกตรัมรังสีเอกซ์ เรืองของตัวอย่างลิกไนต์เมื่อใช้ ต้นกำเนิดรังสีเหล็ก-55 และหัววัดพรอพอร์ชันนัลแบบบรรจุ ก๊าซคริปตอน.....	38
4.4 ตัวอย่างสเปกตรัมรังสีเอกซ์ ของตัวอย่างลิกไนต์เมื่อใช้ ต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238 และหัววัดพรอพอร์ชันนัลแบบ บรรจุก๊าซซีนอน.....	39
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณเหล็ก กับ ปริมาณกำมะถัน ของ ตัวอย่าง ลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง โดยใช่เครื่องวิเคราะห์ แบบ EDX หัววัดพรอพอร์ชันนัลบรรจุก๊าซซีนอน.....	43
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณเหล็ก กับ ปริมาณกำมะถัน ของ ตัวอย่าง ลิกไนต์ 47 ตัวอย่าง ที่มีปริมาณ เถ้าไม่เกิน 50 % โดยใช่เครื่องวิเคราะห์ แบบ EDX หัววัดพรอพอร์ชันนัล บรรจุก๊าซซีนอน.....	44
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอกซ์กระเจิงกลับ U L X-rays กับปริมาณเถ้าในตัวอย่างลิกไนต์.....	52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย