

การหาปริมาณสารกัมมันตรังสีในปูนซีเมนต์โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี



นางสาวดวงพร เอ็งวงษ์ตระกูล

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-334-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1 2 พ.ย. 2546

**DETERMINATION OF RADIONUCLIDE CONTENTS IN CEMENT
BY GAMMA SPECTROMETRY**



MissToungporn Engwongtrakool

สถาบันวิทยบริการ

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

Department of Nuclear Technology

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-638-334-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การหาปริมาณสารกัมมันตรังสีในปูนซีเมนต์โดยวิธีแกมมา
สเปกโตรเมตรี

โดย

นางสาวดวงพร เอ็งวงษ์ตระกูล

ภาควิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

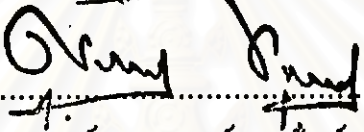
อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์

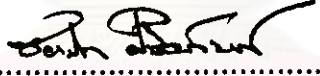
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม


ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

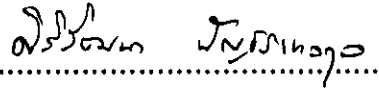

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล)

ดวงพร เอื้องวงศ์ตระกูล: การหาปริมาณสารกัมมันตรังสีในปูนซีเมนต์โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี.
อ.ที่ปรึกษา: รศ.สมยศ ศรีสถิตย์, อ.ที่ปรึกษา: รศ.นเรศร์ จันทน์ขาว, 52หน้า. ISBN 974-638-334-5

๑๑

๑๑ การวิจัยนี้ได้ทำการวัดรังสีหาปริมาณโปแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียมในตัวอย่างปูนซีเมนต์และในวัตถุที่ใช้ผลิตปูนซีเมนต์ โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี ใช้ตัวอย่างและสารมาตรฐานประมาณ 400 กรัม บรรจุภายในกล่องพลาสติกเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว และหนาประมาณ 2.5 นิ้ว หึ่งไว้อย่างน้อย 3 สัปดาห์ เพื่อให้เกิดสมดุลย์ทางกัมมันตภาพรังสี และใช้หัววัดรังสีชนิดโซเดียมไอโอไดด์ (ทลเลียม) ขนาด 5 นิ้ว x 5 นิ้ว ทำการวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 1.46, 1.76 และ 2.62 MeV ซึ่งสลายตัวออกมาจากโปแทสเซียม-40 บิสมัท-214 (ผลิตภัณฑ์ของยูเรเนียม-238) และทลเลียม-208 (ผลิตภัณฑ์ของทอเรียม-232) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียมในปูนซีเมนต์ 10 ตัวอย่าง จาก 4 ยี่ห้อ รวมทั้งวัตถุที่ใช้ก่อนเข้าสู่เตาเผา และปูนเม็ด พบว่ามีปริมาณอยู่ในช่วง 80.38 ถึง 331.15 , 18.98 ถึง 74.46 และ 13.92 ถึง 34.19 เบกเคอเรล ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโปแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียม ในวัตถุที่ใช้ผลิตปูนซีเมนต์ ได้แก่ คินคาน หินปูน แร่เหล็ก และ ศิลาแลง พบว่ามีปริมาณอยู่ในช่วง 5.68 ถึง 894.27 , 2.40 ถึง 49.89 และ 2.97 ถึง 63.97 เบกเคอเรล ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ได้ทำการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ของบางตัวอย่างกับวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ และวิธีนิวตรอนแอคติเวชันพบว่าผลที่ได้น่าพอใจ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิชาเคมีสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิชาเคมีสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา ๒๕๕๐

ลายมือชื่อนิติกร ดวงพร ๑๖๖๖๑๔๖
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สมยศ ศรีสถิตย์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา นเรศร์ จันทน์ขาว

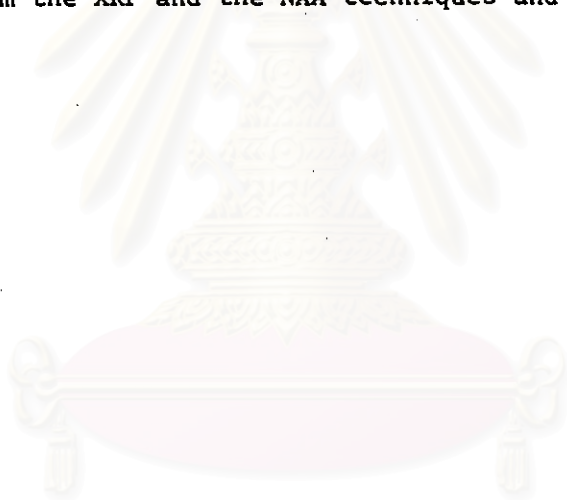
C718931 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD: Gamma Spectrometry / Cement / Potassium / Uranium / Thorium

TOUNGORN ENGWONGTRAKOOL : DETERMINATION OF RADIONUCLIDE CONTENTS IN CEMENT BY GAMMA SPECTROMETRY. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. SOMYOT

SRISATIT. THESIS CO-ADVISOR: ASSIST.PROF. NARES CHANKOW. 52pp. ISBN 974-638-334-5

Potassium , uranium and thorium in cement powder samples and in cement raw materials were determined using the gamma-ray spectrometry. About 400 grams of each sample and standard was contained in an air tight plastic container of 5" diameter and 2.5" thickness and was left for at least 3 weeks to obtain radioactive equilibrium. A large NaI(Tl) detector of 5"x5" was used to measure 1.46 , 1.76 and 2.62 MeV gamma-rays emitted from K-40 ; Bi-214 (U-238 daughter) and Tl-208 (Th-232 daughter) respectively. K , U and Th in 10 cement powder samples from 4 different brands as well as cement raw mill and clinker were found to be in the ranges of 80.38 to 331.15 , 18.98 to 74.46 and 13.92 to 34.19 Bq/kg respectively. K, U and Th in cement raw materials , i.e. shale , limestone , iron ore and laterite were also determined. The radioactivity of K, U and Th varied from 5.68 to 894.27 , 2.40 to 49.89 and 2.97 to 63.97 Bq/kg respectively. The analytical results of some samples were also compared with those obtained from the XRF and the NAA techniques and they were found to be satisfactory.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....เคมีและสิ่งแวดล้อม.....

สาขาวิชา.....เคมีสิ่งแวดล้อม.....

ปีการศึกษา.....2540.....

ลายมือชื่อนิสิต.....นางพร วัฒนใจ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....วิมลพร ศรีสิทธิ์.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....สมพร ศรีสิทธิ์.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดช่วงเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณวิเชียร รตนธงชัย และ คุณปานทิพย์ อัมพรรัตน์ กองฟิสิกส์ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ผู้ช่วยเหลือในการทำ NAA

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา และ มารดา ที่ให้ความสนับสนุนด้วยความรักและความห่วงใยในทุกๆด้านตั้งแต่เกิดมาจนถึงปัจจุบันนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหาและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้.....	3
1.6 การสำรวจงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง.....	3
2. ทฤษฎี.....	5
2.1 นิวไคลด์กัมมันตรังสีตามธรรมชาติ.....	5
2.1.1 โปแทสเซียม-40.....	5
2.1.2 ยูเรเนียม-238.....	5
2.1.3 ทอเรียม-232.....	6
2.2 กัมมันตภาพรังสีและสมมูลกัมมันตรังสี.....	6
2.2.1 กัมมันตภาพรังสี.....	6
2.2.2 สมมูลทางกัมมันตรังสี.....	10
2.3 วิธีวัดรังสีแกมมาในธรรมชาติ.....	11
2.3.1 หัววัดรังสีแกมมา.....	11
2.3.2 อุปกรณ์และวิธีที่ใช้วัดรังสีแกมมาในธรรมชาติโดยใช้หัววัดรังสี NaI(Tl).....	12
2.4 ปูนซีเมนต์.....	13

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.4.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์.....	13
2.4.2 กรรมวิธีในการผลิตปูนซีเมนต์.....	14
2.4.3 สารประกอบที่สำคัญของปูนซีเมนต์.....	14
2.4.4 ประเภทของปูนซีเมนต์.....	16
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการดำเนินการวิจัย.....	18
3.1 เกมมาสเปกโตรมิเตอร์แบบซินทิลเลชัน.....	18
3.2 ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์.....	19
3.3 การเตรียมสารมาตรฐาน.....	22
3.3.1 การเตรียมสารมาตรฐานสำหรับวัดโปแทสเซียม.....	22
3.3.2 การเตรียมสารมาตรฐานสำหรับวัดยูเรเนียม.....	23
3.3.3 การเตรียมสารมาตรฐานสำหรับวัดทอเรียม.....	24
3.4 การเตรียมสารตัวอย่าง.....	24
3.5 การปรับเทียบเกมมาสเปกโตรมิเตอร์.....	25
3.6 วิธีดำเนินการวิจัย.....	25
3.7 วิธีการคำนวณหาค่าความแรงรังสีของสารตัวอย่าง.....	25
3.7.1 การคำนวณค่าความแรงรังสีของ โปแทสเซียมในตัวอย่าง..	26
3.7.2 การคำนวณค่าความแรงรังสีของยูเรเนียมในตัวอย่าง.....	27
3.7.3 การคำนวณค่าความแรงรังสีของทอเรียมในตัวอย่าง.....	28
4. ผลการทดลอง.....	29
4.1 การคำนวณค่าความแรงรังสีจำเพาะ.....	29
4.2 การคำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	31
4.3 ผลการวัดหาปริมาณโปแทสเซียม ยูเรเนียม ทอเรียมในปูนซีเมนต์ และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ.....	35
5. สรุป วิเคราะห์ผลการทดลอง และ ข้อเสนอแนะ.....	48
รายการอ้างอิง.....	50
ประวัติผู้เขียน.....	52

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 นิวไคลด์ต่าง ๆ ในอนุกรมยูเรเนียม.....	8
2.2 นิวไคลด์ต่าง ๆ ในอนุกรมทอเรียม.....	9
4.1 ข้อมูลจำนวนนับรังสีทั้งหมดในช่วงของโปแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียมจากตัวอย่างปูนซีเมนต์และสารมาตรฐานต่าง ๆ.....	36
4.2 แสดงค่าความแรงรังสีและความคลาดเคลื่อนในการวัดปูนซีเมนต์ ชนิดต่าง ๆ โดยวัดตัวอย่างละ 15000 วินาที ในหน่วย Bq/kg.....	37
4.3 เปรียบเทียบปริมาณของยูเรเนียม (ppm) ระหว่างการวิเคราะห์ ด้วยวิธี Neutron Activation Analysis และ Gamma Spectrometry ในปูนซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ.....	38
4.4 เปรียบเทียบปริมาณของทอเรียม (ppm) ระหว่างการวิเคราะห์ ด้วยวิธี Neutron Activation Analysis และ Gamma Spectrometry ในปูนซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ.....	38
4.5 ข้อมูลจำนวนนับรังสีทั้งหมดในช่วงของโปแทสเซียม ยูเรเนียม และ ทอเรียมจาก ตัวอย่างของวัสดุดิบและสารมาตรฐานต่าง ๆ.....	39
4.6 แสดงค่าความแรงรังสีและค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดรังสีวัสดุดิบ ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์โดยวัดรังสีตัวอย่างละ 15000 วินาที ในหน่วย Bq/kg.....	41
4.7 ค่าความแรงรังสีของปูนซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ ในหน่วย Bq/kg.....	42
4.8 ค่าความแรงรังสีของวัสดุดิบที่ใช้ในตัวอย่าง A ในหน่วย Bq/kg.....	42
4.9 เปรียบเทียบปริมาณของโปแทสเซียม (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ที่ได้จาก X-Ray Fluorescent Analysis กับ Gamma Spectrometry ในวัสดุดิบที่ใช้ในการผลิตปูน ซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ.....	43

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 Decay Scheme ของ Bi-214.....	7
2.2 Decay Scheme ของ Tl-208.....	7
2.3 แสดงแผนภาพของอุปกรณ์การวัดรังสีแกมมา.....	12
2.4 กรรมวิธีในการผลิตปูนซีเมนต์.....	15
3.1 แผนภาพของเครื่องแกมมาสเปกโตรมิเตอร์แบบซินทิลเลชัน.....	18
3.2 หัววัดรังสี NaI(Tl) 5 นิ้ว x 5 นิ้ว.....	19
3.3 แสดงเครื่อง Multichannel Analyzer ที่ใช้ทำการวัดรังสี.....	20
3.4 กำบังรังสีแกมมาบริเวณรอบหัววัดรังสี.....	20
3.5 ลักษณะตัวอย่างที่บรรจุในภาชนะสำหรับวัดรังสีแกมมา.....	21
3.6 สารมาตรฐานที่ใช้ทำการวัดรังสี.....	21
4.1 สเปกตรัมของสารมาตรฐานโปแทสเซียม.....	44
4.2 สเปกตรัมของสารมาตรฐานยูเรเนียม.....	45
4.3 สเปกตรัมของสารมาตรฐานทอเรียม.....	46
4.4 สเปกตรัมของตัวอย่าง A#1	47