

การวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอน-222 จากวัสดุภัณฑ์บางชนิดสำหรับงานก่อสร้าง



นางสาวนภากาญจน์ สุวรรณคช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-4138-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MEASUREMENT OF RADON-222 EMANATION RATE  
FROM SOME BUILDING MATERIALS

Miss Napakan Suwankot

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Nuclear Technology

Department of Nuclear Technology

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-17-4138-3

481588

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอน-222 จากวัสดุภัณฑ์บางชนิดสำหรับ  
งานก่อสร้าง

โดย

นางสาวนภากาญจน์ สุวรรณคช


สาขาวิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

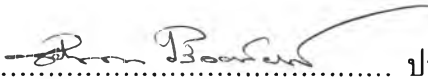
อาจารย์ที่ปรึกษา

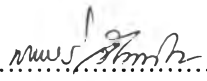
รองศาสตราจารย์นเรศร์ จันทน์ขาว

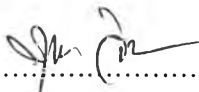
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

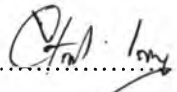
  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์นเรศร์ จันทน์ขาว)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิชชา จันทรโยธา)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์จเด็จ เย็นใจ)

นภากาญจน์ สุวรรณคช : การวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอน-222 จากวัสดุภัณฑ์บางชนิด สำหรับงานก่อสร้าง (MEASUREMENT OF RADON-222 EMANATION RATE FROM SOME BUILDING MATERIALS) อ. ที่ปรึกษา: รศ.นเรศร์ จันทน์ขาว, 65 หน้า. ISBN 974-17-4138-3.

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากวัสดุภัณฑ์ก่อสร้างบางชนิด โดยใช้ระบบวัดรังสีแอลฟาชนิด ZnS(Ag) โดยนำตัวอย่างวัสดุภัณฑ์ก่อสร้างที่นำมาวัดรังสี ได้แก่ แผ่นหินแกรนิต, แผ่นหินอ่อน, ก้อนอิฐมอญ, ก้อนอิฐบล็อก และแผ่นกระเบื้องปูผนัง ชนิดละ 5 ตัวอย่าง ซึ่งจะทำการวัดรังสีตัวอย่างในภาชนะบรรจุตัวอย่างโดยการดูดอากาศจากภาชนะบรรจุ ตัวอย่างมาทำการวัดความแรงรังสีในหัววัด ZnS(Ag) จากนั้นคำนวณค่าที่วัดได้ออกมาเป็นค่าอัตราการปลดปล่อยเรดอน แล้วจึงนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่วัดได้จากเครื่องวัดเรดอน RAD 7

ผลการวิจัยพบว่าอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่ได้จากระบบวัดรังสีที่จัดทำขึ้นนี้มีค่าที่สอดคล้องกับค่าอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่วัดได้จากเครื่องวัดเรดอน RAD 7 ซึ่งอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่วัดได้อยู่ในช่วง 0.32-10.4 mBq/m<sup>2</sup>-s โดยตัวอย่างที่มีอัตราการปลดปล่อยเรดอนมากที่สุดคือ แผ่นหินแกรนิตและตัวอย่างที่มีอัตราการปลดปล่อยเรดอนน้อยที่สุดคือ แผ่นกระเบื้องปูผนัง แต่เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าตัวอย่างที่มีอัตราการปลดปล่อยเรดอนโดยเฉลี่ยมากที่สุดคือก้อนอิฐมอญ นอกจากนี้จากการวัดปริมาณเรเดียมพบว่าค่าความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียมของแต่ละตัวอย่างน้อยมาก ซึ่งค่าเหล่านี้ไม่สอดคล้องกับอัตราการปลดปล่อยเรดอน

ภาควิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....  
 สาขาวิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....  
 ปีการศึกษา.....2548.....

ลายมือชื่อนิสิต.....นภากาญจน์ สุวรรณคช.....  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....นเรศร์ จันทน์ขาว.....

## 4570371921 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD: Radon / Emanation rate / building material / Alpha Measurement

NAPAKAN SUWANKOT : MEASUREMENT OF RADON-222 EMANATION RATE FROM SOME BUILDING MATERIALS. THESIS ADVISOR : ASSOC. NARES CHANKOW, 65 pp. ISBN 974-17-4138-3.

The aim of this research is to determine radon-222 emanation rate from some building materials using a ZnS(Ag) detector. The building materials investigated were granite plates, marble plates, bricks, cement blocks and ceramic using 5 samples each type of building materials, which were placed in an air-tight chamber. The air was pumped from the chamber into the detector for measurement of alpha activity. The radon-222 emanation rate was then calculated and compared with that obtained from a RAD 7 radon detector.

The obtained radon-222 emanation rate was to comparable the rate measured by RAD 7. The radon-222 emanation rates were found to be in the range of 0.32-10.4 mBq/m<sup>2</sup>-s. The highest and the lowest values were from a granite plate and a ceramic tile respectively. However, the average radon-222 emanation rate from the bricks was found to be the highest among the specimens under this investigation. The specific radium-226 activity of each sample was found to be very low and was not directly proportional to radon-222 emanation rate.

Department.....Nuclear Technology.....  
 Field of study...Nuclear Technology.....  
 Academic year.....2005.....

Student's signature.....*Napakan Suwankot*.....  
 Advisor's signature.....*Nares Chankow*.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของรองศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งได้ตรวจทานและแก้ไขต้นฉบับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งคณาจารย์ใน ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีทุกท่าน

ขอขอบคุณ คุณธนัญชัย พิรุณพันธ์, คุณเฉลิมพงษ์ โพธิ์สี, คุณอรรธรณ ธรรมกานาด และคุณชุติมา กรานรอด ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือและการทดลอง รวมทั้งคำแนะนำต่างๆ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ 306 และห้องปฏิบัติการวิจัยการหาปริมาณธาตุกับมันตรังสีตามธรรมชาติ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีที่ได้ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจที่ดีเสมอมา

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งได้ให้การสนับสนุนและคอยเป็นกำลังใจจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	4
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	4
1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2. ทฤษฎี.....	7
2.1 การสลายตัวแบบอนุกรม.....	7
2.2 สมดุลกัมมันตรังสี.....	8
2.3 เรดอน.....	10
2.4 แหล่งกำเนิดเรดอน.....	13
2.5 วิธีการวัดความเข้มข้นของเรดอน.....	15
2.6 การประมาณผลกระทบของเรดอนต่อสุขภาพ.....	16
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	19
3.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	19
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	24
4. ผลการวิจัย.....	29
4.1 ผลจากการวัดตัวอย่างโดยใช้หัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	29
4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของหัววัด.....	31
4.3 ผลจากการวัดตัวอย่างด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	33

บทที่	หน้า
4.4 ผลจากการวัดรังสีแกมมาจากตัวอย่างด้วยหัววัดกึ่งตัวนำชนิด เจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง.....	38
5. สรุป วิเคราะห์ผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	43
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	43
5.2 วิเคราะห์ผลการวิจัย.....	45
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	45
รายการอ้างอิง.....	47
ภาคผนวก.....	48
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	65



1.1 แผนภาพแสดงปริมาณรังสีจากแหล่งต่างๆ ที่มนุษย์ได้รับเข้าสู่ร่างกาย ในชีวิตประจำวัน.....	2
2.1 แสดงภาวะสมดุลแบบเซคิวลาร์.....	8
2.2 แสดงภาวะสมดุลแบบทรานเซียนต์.....	9
2.3 แสดงภาวะที่ไม่เข้าสู่สมดุล.....	10
3.1 เครื่องขัดแก้ว.....	20
3.2 แผนผังของหัววัด ZnS(Ag) ที่ประกอบขึ้น.....	21
3.3 หัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	22
3.4 ภาชนะบรรจุตัวอย่าง.....	22
3.5 แผนผังวงจรของระบบนับรังสีแบบช่องเดียว.....	23
3.6 แสดงระบบนับรังสีแบบช่องเดียว.....	24
3.7 แสดงการเชื่อมต่อหัววัดสังกะสีซัลไฟด์เข้ากับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์.....	25
3.8 แผนผังการจัดระบบวัด.....	25
3.9 ลักษณะการจัดระบบวัด.....	26
3.10 เครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	27
3.11 แสดงการวัดตัวอย่างโดยการใช้เครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	28
4.1 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนของหินแกรนิตจากการวัดด้วย หัววัดสังกะสีซัลไฟด์และการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	36
4.2 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนของหินอ่อนจากการวัดด้วย หัววัดสังกะสีซัลไฟด์และการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	36
4.3 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนของหินอิฐมอญจากการวัดด้วย หัววัดสังกะสีซัลไฟด์และการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	37
4.4 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนของหินอิฐบล็อกจากการวัดด้วย หัววัดสังกะสีซัลไฟด์และการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	37
4.5 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนของหินกระเบื้องปูผนังจากการวัด ด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์และการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	38
4.6 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนกับปริมาณเรเดียมจากตัวอย่าง แผ่นหินแกรนิต.....	40

4.7	เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนกับปริมาณเรเดียมจากตัวอย่าง แผ่นหินอ่อน.....	40
4.8	เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนกับปริมาณเรเดียมจากตัวอย่าง ก้อนอิฐมอญ.....	41
4.9	เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนกับปริมาณเรเดียมจากตัวอย่าง ก้อนอิฐบล็อก.....	41
4.10	เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนกับปริมาณเรเดียมจากตัวอย่าง แผ่นกระเบื้องปูผนัง.....	42

ตาราง	หน้า
1.1 ความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอดสำหรับผู้สูบบุหรี่.....	3
1.2 ความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอดสำหรับผู้ที่ไม่สูบบุหรี่.....	3
2.1 การสลายตัวของอนุกรมยูเรเนียม(Uranium Series).....	11
2.2 การสลายตัวของอนุกรมแอกติเนียม(Actinium Series).....	12
2.3 การสลายตัวของอนุกรมทอเรียม(Thorium Series).....	12
4.1 ผลการวัดตัวอย่างหินแกรนิต 5 ตัวอย่างด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	29
4.2 ผลการวัดตัวอย่างหินอ่อน 5 ตัวอย่างด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	29
4.3 ผลการวัดตัวอย่างอิฐมอญ 5 ตัวอย่างด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	30
4.4 ผลการวัดตัวอย่างอิฐบล็อก 5 ตัวอย่างด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	30
4.5 ผลการวัดตัวอย่างกระเบื้องปูผนัง 5 ตัวอย่างด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	30
4.6 อัตราการปลดปล่อยเรดอนของตัวอย่างหินแกรนิต 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	32
4.7 อัตราการปลดปล่อยเรดอนของตัวอย่างหินอ่อน 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	32
4.8 อัตราการปลดปล่อยเรดอนของตัวอย่างอิฐมอญ 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	32
4.9 อัตราการปลดปล่อยเรดอนของตัวอย่างอิฐบล็อก 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	33
4.10 อัตราการปลดปล่อยเรดอนของตัวอย่างหินกระเบื้องปูผนัง 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์.....	33
4.11 อัตราการปลดปล่อยเรดอนและทอรอนจากตัวอย่างหินแกรนิต 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	34
4.12 อัตราการปลดปล่อยเรดอนและทอรอนจากตัวอย่างหินอ่อน 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	34
4.13 อัตราการปลดปล่อยเรดอนและทอรอนจากตัวอย่างอิฐมอญ 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	34
4.14 อัตราการปลดปล่อยเรดอนและทอรอนจากตัวอย่างอิฐบล็อก 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	35

ตาราง	หน้า
4.15 อัตราการปลดปล่อยเรดอนและทอรอนจากตัวอย่างกระเบื้องปูผนัง 5 ตัวอย่าง จากการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7.....	35
4.16 ปริมาณเรเดียมของตัวอย่างหินแกรนิต 5 ตัวอย่าง.....	38
4.17 ปริมาณเรเดียมของตัวอย่างหินอ่อน 5 ตัวอย่าง.....	38
4.18 ปริมาณเรเดียมของตัวอย่างอิฐมอญ 5 ตัวอย่าง.....	39
4.19 ปริมาณเรเดียมของตัวอย่างอิฐบล็อก 5 ตัวอย่าง.....	39
4.20 ปริมาณเรเดียมของตัวอย่างกระเบื้องปูผนัง 5 ตัวอย่าง.....	39