การวัดเรดอนจากแร่โมนาไซต์ ตะกรันดีบุก ลิกไนต์และเถ้าลิกไนต์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวจินตนา รัตนชัยเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-400-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013023

MEASUREMENT OF RADON EMANATION FROM MONAZITE
TIN-SLAG LIGNITE AND LIGNITE ASH

Miss Jintana Ratanachaijaroen

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1987

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวัดเรดอนจากแร่โมนาไซต์ ตะกรันดีบุก ลิกไนต์และเถ้าลิกไนต์
โดย	นางสาวจินตนา รัตนชัยเจริญ
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ผัสสพร จิตตาภรณ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. ผัสสพร จิตตาภรณ์)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จินตนา รัตนชัยเจริญ : การวัดเรดอนจากแร่โมนาไซต์ ตะกรันดีบุก ลิกไนต์ และเถ้าลิกไนต์ (MEASUREMENT OF RADON EMANATION FROM MONAZITE TIN-SLAG LIGNITE AND LIGNITE ASH) : ดร.ผัสสพร จิตตาภรณ์, 80 หน้า.

งานวิจัยนี้ได้ทำการวัดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอน (^{222}Rn) จากโมนาไซต์ ตะกรันดีบุก ลิกไนต์ เถ้าลอยและเถ้าจมลิกไนต์ ที่ความชื้นตั้งแต่ 0% โดยน้ำหนักจนถึง 20% ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนหมายถึงสัดส่วนของเรดอนที่ออกมาจากที่มีอยู่ทั้งหมดในก้อนแร่นั้น การวัดทำได้โดยทำการถ่ายเทเรดอนที่เล็ดลอดออกมาจากรูพรุนของแร่เข้าสู่ซินทิลเลชันเซลล์ที่สร้างขึ้น แล้วทำการวัดรังสีแอลฟาที่เวลาหลังจากเกิดสมดุลทางรังสี โดยใช้หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ที่ประกอบเข้ากับระบบทางอิเลคทรอนิกส์

พบว่าลิกไนต์เถ้าจมลิกไนต์ มีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนใกล้เคียงกันและมีค่าสูงกว่าเถ้าลอยลิกไนต์ โมนาไซต์ และตะกรันดีบุก ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนจะเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์ความชื้น ที่ความชื้น 20% ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนของเถ้าจมลิกไนต์ ลิกไนต์ เถ้าลอยลิกไนต์ โมนาไซต์ และตะกรันดีบุก มีค่าเท่ากับ 0.0392 ± 0.0203, 0.0408 ± 0.0160, 0.0180 ± 0.0060, 0.0044 ± 0.0027, 0.0015 ± 0.0005 ตามลำดับ เมื่อนำตัวอย่างทั้ง 4 ชนิดมาบรรจุลงในคอลัมน์ที่มีความสูง 30 เซนติเมตรเท่าๆกัน พบว่าเรดอนฟลักซ์มีค่าอยู่ในช่วง 0.00019 ± 0.00009 ถึง 0.12263 ± 0.00265 เบคเคอเรลต่อตารางเมตรต่อวินาที โดยโมนาไซต์ให้เรดอนฟลักซ์สูงสุด และเถ้าจมลิกไนต์ให้เรดอนฟลักซ์ต่ำสุด สำหรับค่าปริมาณเรดอนกับความสูงของตัวอย่างในคอลัมน์พบว่าเถ้าลิกไนต์ให้ปริมาณเรดอนไม่แตกต่างกันนักทั้งที่ความสูง 10 เซนติเมตรและ 40 เซนติเมตร แต่เถ้าลอยลิกไนต์ลิกไนต์ ตะกรันดีบุก และโมนาไซต์ให้ปริมาณเรดอนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อความสูงของตัวอย่างในคอลัมน์เพิ่มขึ้นจาก 10 เซนติเมตร และ 40 เซนติเมตร

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา ๒๕๓๐

ลายมือชื่อนิสิต ....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....

JINTANA RATANACHAIJAROEN : MEASUREMENT OF RADON EMANATION FROM MONAZITE TIN-SLAG LIGNITE AND LIGNITE ASH. THESIS ADVISOR : DR.PASSAPORN CHITTRAPORN. 80 PP.

Emanation Coefficient for ^{222}Rn from monazite, tin-slag, lignite,and lignite ash were measured as a function of water from 0% to 20%. The emanation coefficient is defined as the fraction of radon atoms that escape from the mineral grain. Diffusible radon was emanated into scintillation cell and measured by PMT in conjuction with electronic system after the radioactive equilibrium was obtained.

The results show that the emanation coefficient of lignite is similar to lignite bottom ash and higher than fly ash, monazite and tin-slag. The emanation coefficient increased as the moisture content was increased. Mean of emanation coefficient of lignite bottom ash, lignite, lignite fly ash, monazite and tin-slag at 20% of moisture content were 0.0392$\pm$0.0203, 0.0408$\pm$0.0160, 0.0180$\pm$0.0060, 0.0044$\pm$0.0027, 0.0015$\pm$0.0005 respectively. Radon flux from 30 cm. height of samples filled in PVC tubing were also analyzed and measure ranged from 0.00019$\pm$0.00009 to 0.12263$\pm$0.00265 Bq/m^2-sec. The highest flux was measured from the column filled with monazite and the minimum was from the column filled with lignite bottom ash. The amount of radon the height of samples in the column were observed. This is no different in the amount of radon came from the column filled with 10 cm.or 40 cm. of height lignite bottom ash. However, height lignite fly ash, lignite, tin-slag, and monazite show increasing in the amount of radon as the height of samples in the column was increased from 10 cm.or 40 cm.

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปอย่างดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ดร.ผัลสพร จิตตาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำและเอกสารต่างๆที่เกี่ยวกับการวิจัย การตรวจแก้วิทยานิพนธ์นี้เป็นอย่างดีพร้อมด้วยผศ.ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์การทดลองต่างๆที่ใช้ในการวิจัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณคุณดำรงค์ ปานจินดา คุณสถาพร เสภารัตนานันท์ กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการทดลองทั้งหมด คุณสาทิษดิ์ สาลีนาค กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ และคุณอรุณ ค้าดี กองการวัดกัมมันตรงสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านรูปภาพ คุณมาโนช โชติศศิธร ช่วยเกี่ยวกับการทำตารางค่าคงที่ต่างๆ คุณวิชัย วงศ์สันติวนิช เอื้อเฟื้อเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คุณสมชาย ระกำพล คุณวิรุฬห์ คเชนทร์รัตนกุล ให้คำแนะนำทางด้านคอมพิวเตอร์และการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการพิมพ์วิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ น้องๆ เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือตลอดมา จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณกรมทรัพยากรธรณี การไฟฟ้าฝ่ายผลิต บริษัทไทยแลนด์แทนทาลัมประเทศไทยจำกัด และสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่เอื้อเฟื้อเกี่ยวกับตัวอย่างที่ทำการทดลองทั้งหมด

ท้ายนี้ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสำหรับงานวิจัยนี้ พร้อมทั้งขอขอบคุณสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติเอื้อเฟื้อเกี่ยวกับสถานที่ทำการทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ในการพิมพ์วิทยานิพนธ์นี้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... จ
กิตติกรรมประกาศ .... ฉ
สารบัญตาราง .... ฌ
สารบัญภาพ .... ญ

บทที่

1. บทนำ
   1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1
   1.2 วัตถุประสงค์ 7
   1.3 ขอบเขตการวิจัย 7
   1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย 7
   1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

2. ทฤษฎี
   2.1 กฎการสลายตัว 9
   2.2 การสลายตัวแบบอนุกรม 11
      2.2.1 ภาวะสมดุลแบบถาวร 12
      2.2.2 ภาวะสมดุลแบบไม่ถาวร 16
   2.3 เรดอนฟลักซ์ 22
   2.4 คุณสมบัติของเรดอน 24

3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย
   3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 27
      3.1.1 ซินทิลเลชันเซลล์ 27
      3.1.2 เครื่องวัดรังสีแอลฟาแบบซินทิลเลชัน 27
      3.1.3 สารละลายมาตรฐานเรเดียมคลอไรด์ 30

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย........................ 30
3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง........................ 30
3.2.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดรังสีแอลฟา แบบซินทิลเลชัน........................ 32
3.2.3 การปรับเทียบซินทิลเลชันเซลล์............ 33
3.2.4 การศึกษาปริมาณเรดอนที่ปล่อยออก.......... 33
3.2.5 การศึกษาปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกกับความสูงของตัวอย่างในคอลัมน์.................. 37
3.2.6 การศึกษาเรดอนฟลักซ์..................... 38
3.3 การคำนวณ
3.3.1 การหาปริมาณเรดอนในตัวอย่าง............ 40
3.3.2 การหาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอน........ 40
3.3.3 การหาประสิทธิภาพของซินทิลเลชันเซลล์...... 40
3.3.4 การหาค่าเรดอนฟลักซ์..................... 41

4. ผลการทดลอง
4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องวัดรังสีแอลฟาแบบซินทิลเลชัน.... 42
4.2 การปรับเทียบซินทิลเลชันเซลล์.................... 45
4.3 การศึกษาปริมาณเรดอนที่ปล่อยออก.................. 46
4.4 การศึกษาปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกกับความสูงของตัวอย่างในคอลัมน์.............................. 51
4.5 การศึกษาเรดอนฟลักซ์............................ 59
4.6 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอน..................... 59

5. สรุปและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุป.. 62
5.2 ข้อเสนอแนะ.................................. 63

เอกสารอ้างอิง.. 65
ภาคผนวก.. 67
ประวัติผู้เขียน.. 80

สารบัญตาราง

ตารางที่ | หน้า

1.1 ธาตุกัมมันตรังสีในอนุกรมยูเรเนียม.. 2

1.2 ปริมาณของธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติในถ่านหินในประเทศต่างๆ (หน่วย: เบคเคอเรล ต่อ กิโลกรัม).. 4

1.3 ปริมาณของธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติในเถ้าถ่านหินในประเทศต่างๆ (หน่วย: เบคเคอเรล ต่อ กิโลกรัม).. 5

2.1 การเกิดผลผลิตครึ่งชีวิตของเรดอนที่เวลาต่างๆกัน (หน่วย: ไมโครไมโครคูรี่ ของเรดอน).. 21

2.2 คุณสมบัติของเรดอน.. 26

4.1.1 ประสิทธิภาพของเครื่องวัดรังสีแอลฟาแบบซินทิลเลชัน.. 43

4.2.1 ประสิทธิภาพของซินทิลเลชันเซลล์.. 45

4.3.1 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากโมนาไซต์.. 46

4.3.2 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากเถ้าจมลิกไนต์.. 47

4.3.3 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากเถ้าลอยลิกไนต์.. 48

4.3.4 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากตะกรันดีบุก.. 49

4.3.5 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากลิกไนต์.. 50

4.4.1 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากโมนาไซต์ที่บรรจุในคอลัมน์ที่ความสูงต่างๆ.. 51

4.4.2 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากเถ้าจมลิกไนต์ที่บรรจุในคอลัมน์ที่ความสูงต่างๆ.. 53

4.4.3 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากเถ้าลอยลิกไนต์ที่บรรจุในคอลัมน์ที่ความสูงต่างๆ.. 54

4.4.4 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากตะกรันดีบุกที่บรรจุในคอลัมน์ที่ความสูงต่างๆ.. 55

4.4.5 ปริมาณเรดอนที่ปล่อยออกจากลิกไนต์ที่บรรจุในคอลัมน์ที่ความสูงต่างๆ.. 56

4.5.1 เรดอนฟลักซ์ในแร่ตัวอย่าง.. 59

4.6.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอน.. 60

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

1.1 แผนผังการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีในอนุกรมยูเรเนียม.............. 3

2.1 จำนวนสารกัมมันตรังสีเมื่อเวลา t ใดๆ................................ 10

2.2 การเกิดสมดุลแบบถาวรของเรเดียมกับเรดอนเมื่อเวลาผ่านไป ประมาณ 28 วัน หรือ 672 ชั่วโมง.. 13

2.3 การเกิดการสะสมของกัมมันตภาพรังสีของ RaA และ RaC′ เมื่อเปรียบเทียบกับกัมมันตภาพรังสีที่เวลาเริ่มต้น............................ 20

3.1 ซินทิลเลชันเซลล์... 28

3.2 เครื่องวัดรังสีแอลฟาแบบซินทิลเลชัน..................................... 29

3.3 สารละลายมาตรฐานเรเดียมคลอไรด์ในบับเบลอร์.............................. 31

3.4 ปั๊มดูดอากาศ.. 34

3.5 แผนภูมิอุปกรณ์ที่ทำการทดลองศึกษาเรดอนที่ปล่อยออก........................ 36

3.6 แผนภูมิอุปกรณ์ที่ทำการทดลองเพื่อศึกษาเรดอนฟลักซ์........................ 39

4.1.1 กราฟของพลาโต.. 42

4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเรดอนกับความสูงของตะกรันดีบุก ลิกไนต์ เถ้าลอยและเถ้าจมลิกไนต์...................................... 57

4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเรดอนกับความสูงของโมนาไซต์.................. 58

4.6.1 กราฟค่าเฉลี่ยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนของตัวอย่างที่มีเปอร์เซนต์ ความชื้นต่างๆกัน.. 61