

การหาปริมาณธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติบางชนิดในลิกไนต์และถ่านลิกไนต์

นางสาวทิพวรรณ นิ่งน้อย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-579-906-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018299

T1031AA28

DETERMINATION OF SOME NATURAL RADIONUCLIDES
IN LIGNITE AND LIGNITE ASH

MISS TIPAWAN NINGNOI

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

Department of Nuclear Technology

Graduate School
Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-579-906-8

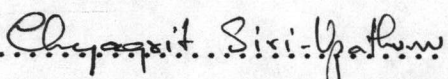
Thesis Title Determination of Some Natural Radionuclides in Lignite
 and Lignite Ash
 By Miss Tipawan Ningnoi
 Department Nuclear Technology
 Thesis Advisor Assistant Professor Nares Chankow

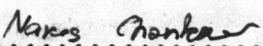
Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in
 Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree




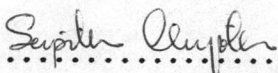
..... Dean of Graduate School
 (Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

.....  Chairman
 (Assistant Professor Chyagrit Siri-Upathum)

.....  Thesis Advisor
 (Assistant Professor Nares Chankow)

.....  Member
 (Assistant Professor Siriwattana Banchorndhevakul)

.....  Member
 (Dr. Supitcha Chanyotha)

พิพจน์ นิ่งน้อย : การหาปริมาณธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติบางชนิดในลิกไนต์ และเถ้า
ลิกไนต์ (DETERMINATION OF SOME NATURAL RADIONUCLIDES IN LIGNITE AND
LIGNITE ASH) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. นเรศร์ จันทร์ขาว, 78 หน้า.
ISBN 974-579-906-8

การวิจัยนี้เป็นการหาความแรงรังสีจำเพาะของธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติบางชนิด ใน
ลิกไนต์ 22 ตัวอย่าง เถ้าจม (bottom ash) 3 ตัวอย่าง และเถ้าลอย (fly ash) 3 ตัวอย่าง
จากแม่เมาะ และลิกไนต์ 4 ตัวอย่าง จากแหล่งอื่น ๆ โดยใช้วิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี ที่มีหัววัดรังสี
แบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง ผลการวิจัยพบว่า ในลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะ มียูเรเนียม-238,
ทอเรียม-232 และโปแตสเซียม-40 อยู่ระหว่าง 5.0-36.5 เบเคอเรลต่อกิโลกรัม, 7.6-61.2
เบเคอเรลต่อกิโลกรัม และ 24-687 เบเคอเรลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในเถ้าจมพบว่ามีปริมาณสาร
เหล่านี้มีการลดลงเล็กน้อยในขณะที่พบการเพิ่มขึ้นในเถ้าลอยเล็กน้อย ค่าเหล่านี้ไม่มีความแตกต่างมากนัก
เมื่อเทียบกับผลการวิจัยของประเทศต่าง ๆ ยกเว้น โปแตสเซียม-40 ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างสูง

จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติในลิกไนต์ และเถ้าลิกไนต์ มี
แนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าที่เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่าลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะ สังกัดลําปาง เกือบทุกตัวอย่างมีความแรงรังสี
จำเพาะของทอเรียม-232 สูงกว่า ยูเรเนียม-238

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม

TIPAWAN NINGNOI : DETERMINATION OF SOME NATURAL RADIONUCLIDES IN LIGNITE AND LIGNITE ASH. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. NARES CHANKOW, pp. 78. ISBN 974-579-906-8

The specific activities of some natural radionuclides in twenty two samples of lignite with different ash contents, three samples of bottom ash and three samples of fly ash from Mae Moh, and four samples of lignite from other locations were determined using gamma spectrometry with hyperpure germanium detector. The results indicate that for lignites from Mae Moh, the ranges of uranium-238, thorium-232 and potassium-40 are 5.0-36.5 Bq/kg, 7.6-61.2 Bq/kg and 24-687 Bq/kg respectively. In bottom ash, a slightly depletion is indicated whereas in fly ash, a lightly enrichment is shown. These values are not greatly different from the values found in other countries except for K-40 which is relatively high.

An upward trend for natural radioactivity in lignite and lignite ash toward ash content is also shown.

A subsidiary finding is that for lignites from Mae Moh Mine, the specific activity of thorium-232 is higher than that of uranium-238.

ภาควิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express her sincere thanks to Asst. Prof. Nares Chankow, her thesis advisor, for his valuable suggestions and advice. She also extends her gratitude to Asst. Prof. Suvit Punnachaiya and the staff of the Department of Nuclear Technology for maintaining the instruments: and Mr. Utit Thongklueng for providing sampling apparatus.

She also wishes to thank Dr. M.L. Ratanasuda Phan-Urai, the former director of the Division of Food Analysis and Mrs. Rachanee Sawangkat at the Division of Food Analysis of the Department of Medical Sciences, for their kind encouragement; Mr. Attaporn Pattarasumunt at the Division of Radiation Protection and Service of the Department of Medical sciences, for his assistance in preparation of samples and maintainance of the instruments; the authorities of EGAT, particularly Mrs. Sirintip Pakdeesongkram and Miss Pucharach Kaewvichian at Mae Moh Operation Mine, for providing some samples of lignite, bottom ash and fly ash: Dr. J. Fardy at Australian Nuclear Science and Technology Organization, Australia, Dr. U.C. Mishra at Bhabha Atomic Research Centre, India, and also Dr. J. Paakkanen of the Ministry of Trade and Industry, Finland for supplying much helpful information.

She is grateful to the Graduate School, Chulalongkorn University for the financial support to this research.

Contents

	page
Abstract (Thai).....	iv
Abstract (English).....	v
Acknowledgement.....	vi
Table of Content.....	ix
Figure.....	xi
Chapter	
1. Introduction.....	1
1.1 Background.....	1
1.2 Objectives.....	3
1.3 Scope of the Research.....	4
2. Theory.....	5
2.1 Natural Radioactive Series.....	5
2.2 Gamma Radiation.....	6
2.3 Radioactive Decay Law.....	10
2.3 Chain Disintegration.....	11
2.4 Equilibrium in Disintegration Process.....	11
2.6 Series Relationships for Naturally Occurring Radionuclides.....	13
2.7 High Resolution Gamma Spectrometry.....	14
2.8 Lower Limit of Detection.....	17
3. Materials and Methods.....	18
3.1 Materials.....	18
3.2 Method of Measurement.....	21
4. Results.....	36

Contents (continue)

5. Discussion, Conclusions and Suggestions.....	53
5.1 Discussion and Conclusions.....	53
5.2 Suggestions.....	57
References.....	59
Appendice.....	63
Bibliography.....	66

Table of Content

Table no.	page
1.1	Specific Activity of U-238, Th-232 and K-40 (Bq/kg) in Coal in Some Countries..... 2
2.1	Decay Chain of U-2387
2.2	Decay Chain of Th-2328
2.3	Decay Chain of U-2359
3.1	The Peaks Used in Energy Calibration.....25
3.2	Parameters Used in Efficiency Calibration.....27
3.3	The Efficiency Values at Different Energies.....30
3.4	Lower Limit of Detection for 18,000-36,000 Seconds.....31
4.1	Specific Activity of U-238 in Uranium Ore (IAEA/RGU-1), Obtained from Its Daughters' Peaks at 63, 186, 352 and 609 keV, and the Certified Value.....38
4.2	Specific Activity of Th-232 in Thorium Ore (IAEA/RGTh-1), Obtained from Its Daughters' Peaks at 239, 583 and 911 keV, and the Certified Value.....38
4.3	Specific Activity of K-40 in Potassium Sulfate (IAEA/RGK-1), Obtained from Its Own Peak at 1461 keV, and the Certified Value.....39
4.4	Specific Activity of U-238, Th-232 and K-40 in Lignite Samples from Mae Moh Mine.....40
4.5	Specific Activity of U-238, Th-232 and K-40 in Lignite Samples from Locations Other Than Mae Moh Mine.....42
4.6	Activity Ratios of Pb-214 to Bi-214 and Ac-228 to Tl-208 in Lignite Samples from Mae Moh Mine.....43

Table of Content (continue)

Table no.	page
4.7	Activity Ratios of Pb-214 to Bi-214 and Ac-228 to Tl-208 in Lignite from Location Other Than Mae Moh Mine.....44
4.8	Specific Activity of Pb-214, Bi-214, Ac-228, Tl-208 and K-40 in Lignite Samples Collected on 25 November, 9 and 23 December 1991 at Mae Moh Power Station.....44
4.9	Specific Activity of Pb-214, Bi-214, Ac-228, Tl-208 and K-40 in Bottom Ash Samples Collected on 25 November, 9 and 23 December 1991 at Mae Moh Power Station.....45
4.10	Specific Activity of Pb-214, Bi-214, Ac-228, Tl-208 and K-40 in Fly Ash Samples Collected on 25 November, 9 and 23 December 1991 at Mae Moh Power Station.....46
4.11	Activities Ratio of Pb-214, Bi-214, Ac-228, Tl-208 and K-40 in Bottom Ash to Those in Lignite.....47
4.12	Activities Ratio of Pb-214, Bi-214, Ac-228, Tl-208 and K-40 in Fly Ash to Those in Lignite.....47
4.13	Enrichment Factor (EF) of Pb-214, Bi-214, Ac-228 and Tl-208 in Bottom Ash48
4.14	Enrichment Factor (EF) of Pb-214, Bi-214, Ac-228 and Tl-208 in Fly Ash.....48
5.1	Comparision of U-238, Th-232 and K-40 Activities Between the Worldwide Values and the Values Found in Lignite from Mae Moh Mine.....53

Figure

Figure no.	page
2.1	Transient Equilibrium of the Disintegration Process.....12
2.2	Secular Equilibrium of the Disintegration Process.....13
2.3	General Outline of a Gamma Spectrometry system.....15
2.4	Typical Absolute Efficiency Curve for Coaxial Germanium Detector.....16
3.1	Gamma Spectrometry System.....19
3.2	Sample and Standard Material Counting Container.....20
3.3	Typical Energy Calibration Curve.....22
3.4	Gamma-ray Spectrum of Uranium Ore (IAEA/RGU-1) and Potassium Sulfate (IAEA/RGK-1).....24
3.5	Gamma-ray Spectrum of Uranium Ore (IAEA/RGU-1).....26
3.6	Efficiency Curve of Gamma Spectroscopy System.....28
3.7	Gamma-ray Spectrum of Background29
3.8	Gamma-ray Spectrum of Lignite (Ash=17.1 %)).....32
3.9	Gamma-ray Spectrum of Lignite (Ash=68.4 %)).....33
3.10	Gamma-ray Spectrum of Bottom Ash Collected on 25 November 1991.....34
3.11	Gamma-ray Spectrum of Fly Ash Collected on 25 November 1991.....35
4.1	U-238 Activity in Lignite (by Counting Pb-214 and Bi-214) Versus % Ash.....49
4.2	Th-232 Activity in Lignite (by counting Ac-228 and Tl-208) Versus % Ash.....50
4.3	K-40 Activity in Lignite Vesus % Ash.....51

Figure (continue)

Figure no.	page
4.3 U-238 and Th-232 Activity in Lignite Versus K-40 Activity	52