

การสั้ดยูเรเนียมและทอเรียมจากเรซีโนไทม์



นางสาว ดวงพร ถนอมงาม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ศูนย์วิทยุทั้พอากาศ
ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974 - 634 - 835 - 3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 174 22851

EXTRACTION OF URANIUM AND THORIUM FROM XENOTIME



Miss Duangporn Thanomngam

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

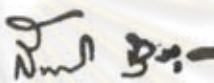
ISBN 974 - 634 - 835 - 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Library of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสกัดยูเรเนียมและทอเรียมจากแร่ซีโนไทม์
โดย นางสาว ดวงพร ถนอมงาม
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์

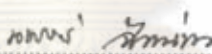
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ งามสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

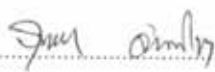
ศูนย์วิจัยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล)



กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุพิชชา จันทโรยธา)



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ดวงพร ถนอมงาม : การสกัดยูเรเนียมและทอเรียมจากแร่ซีโนไทม์ (EXTRACTION OF URANIUM AND THORIUM FROM XENOTIME) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ชยากรจิต ศิริอุปถัมภ์, 78 หน้า. ISBN 974-634-835-3

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทดลองสกัดยูเรเนียมและทอเรียมจากแร่ซีโนไทม์ที่มีในประเทศไทย โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

จากการวิเคราะห์แร่ซีโนไทม์ที่ใช้ในการทดลองด้วยวิธีเรืองรังสีเอกกซ์ พบว่า องค์ประกอบหลักของแร่ซีโนไทม์คือ อิตเตريم มีปริมาณร้อยละ 32.49 โดยมียูเรเนียมและทอเรียมร้อยละ 1.04 และ 0.68 ตามลำดับ จากการทดลองสกัดยูเรเนียมและทอเรียมด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในสภาวะที่ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ อัตราส่วนระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อแร่ซีโนไทม์ เวลาที่ใช้ในการสกัด พบว่า สภาวะเหมาะสมในการทดลองครั้งนี้คือ บ่อยแร่ซีโนไทม์ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 40 โดยมีอัตราส่วนระหว่างต่างต่อแร่เป็น 1 : 2 ที่อุณหภูมิ 200 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สามารถสกัดยูเรเนียมออกมาได้เฉลี่ยร้อยละ 91.35 และสกัดทอเรียมออกมาได้ร้อยละ 86.23

ในขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ใช้วิธีการแลกเปลี่ยนไอออนด้วยเรซินแอมเบอร์ไลต์ ไอ อาร์ เอ 400 แล้วตกตะกอนด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ได้ตะกอนที่มียูเรเนียมร้อยละ 62.08 และใช้วิธีการสกัดด้วยสารละลายอินทรีย์ สำหรับทำทอเรียมให้บริสุทธิ์ คือ ไตรอิวทิลฟอสเฟตในน้ำมันก๊าดร้อยละ 40 ได้ทอเรียมบริสุทธิ์ร้อยละ 92.36 ในรูปสารละลายทอเรียมในเตรด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา..... 2539

ลายมือชื่อนิติ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

C618662 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: XENOTIME / EXTRACTION PROCESS / URANIUM / THORIUM

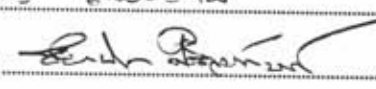
DUANGPORN THANOMNGAM : EXTRACTION OF URANIUM AND THORIUM FROM
XENOTIME. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CHYAGRIT SIRI-UPATHUM,
78 PP. ISBN 974-634-835-3

The objective of this research was to study the extraction of uranium and thorium in local Xenotime by digestion with sodium hydroxide solution. The composition of Xenotime was analyzed qualitatively and quantitatively by x-ray fluorescence with Co-57 and Cd-109 as the excitation sources. The major component of the ore sample was Yttrium, 32.49%. The content of uranium and thorium in the ore sample were found to be 1.04 and 0.68 respectively. For the digestion, the effect of temperature, alkali-to-mineral ratio and heating time were investigated. A leaching yield of about 91.35% and 86.23% were obtained from sample with alkali-to-mineral ratio of 1 : 2 at 200 C and 3 hours leaching time for uranium and thorium respectively.

Uranium purification was made by ion-exchange method with Amberlite IRA-400 resin then precipitated by ammonia solution. The content of uranium in precipitation was found to be 62.08%. Solvent extraction with tributylphosphate in kerosine 40% for thorium purification was done. The content of thorium in thorium nitrate form was found to be 92.36%.

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา..... 2539

ลายมือชื่อนิสิต..... ดนุช วัฒนธนา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ 2 ท่าน จึงใคร่ขอกราบ
ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต คิริอุปถัมภ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ
แก้ไขปัญหา และข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยด้วยดีมาตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว ที่ให้ความช่วยเหลือในการแนะนำ แก้
ปัญหาในการวิจัยครั้งนั้นจนสำเร็จลุล่วงตามจุดประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จ
การศึกษา

ขอขอบคุณกองเคมี สำนักพลังงานปรมาณูเพื่อสันติที่อนุเคราะห์สารมาตรฐานที่ใช้ในการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณ บัญชา อุณพานิช ที่ช่วยเหลือในการปรับปรุง แก้ไข เครื่องมือเพื่อใช้ในการทดลองจนการ
วิจัยนี้สำเร็จ

เนื่องจากทุนการวิจัยนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย สุดท้ายนี้จึงขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2. การสกัดยูเรเนียมจากแร่ซีโนไมต์.....	6
2.1 เรื่องทั่วไปเกี่ยวกับแร่ซีโนไมต์.....	6
2.2 ผลผลิตและผลพลอยได้.....	6
2.2.1 ยูเรเนียม.....	7
2.2.2 ทอเรียม.....	9
2.2.3 แร่เอิร์ท.....	10
2.2.4 ไตรโซเดียมฟอสเฟต.....	11
2.3 การสกัดยูเรเนียมจากแร่ซีโนไมต์ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์.....	12
2.3.1 ขั้นตอนหลักในการสกัด.....	12
2.4 การทำให้บริสุทธิ์.....	15
2.4.1 การทำทอเรียมให้บริสุทธิ์.....	15
2.4.1.1 การตกตะกอน.....	15
2.4.1.2 การแยกด้วยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์.....	16
2.4.2 การทำยูเรเนียมให้บริสุทธิ์.....	18
2.4.2.1 การแลกเปลี่ยนไอออน.....	18

	หน้า
2.4.2.2 เคมีของกระบวนการแลกเปลี่ยน.....	19
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	24
3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณ องค์ประกอบต่างๆ ของแร่ซีโนไทม์.....	24
3.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการสกัด.....	27
3.3 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์.....	29
3.4 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนไอออน.....	30
3.5 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนแอมโมเนียมโดยเรเนต.....	31
4. การทดลอง.....	32
4.1 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของแร่ซีโนไทม์.....	32
4.2 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่สำคัญในแร่ซีโนไทม์.....	32
4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมและทอเรียม.....	34
4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณอิตเทรียม.....	34
4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณซีเรียม.....	35
4.2.4 การวิเคราะห์ปริมาณซาแมเรียม.....	35
4.2.5 การวิเคราะห์ปริมาณแอรเบียม.....	35
4.2.6 การวิเคราะห์ปริมาณแทนทาลัม.....	35
4.2.7 การวิเคราะห์ปริมาณนีโอดิเมียม.....	35
4.2.8 การวิเคราะห์ปริมาณแกดโอดิเมียม.....	36
4.2.9 การวิเคราะห์ปริมาณดีสโพรเซียม โอลิเมียม อิตเตอร์เบียม.....	36
4.3 การสร้างกราฟเปรียบเทียบ.....	36
4.3.1 การสร้างกราฟเปรียบเทียบของการวัดปริมาณยูเรเนียมบนกระดาษกรอง.....	36
4.3.2 การสร้างกราฟเปรียบเทียบของการวัดปริมาณทอเรียมบนกระดาษกรอง.....	36
4.4 การหาช่วง pH ที่ยูเรเนียมตกตะกอน.....	37
4.5 การหาวิธีที่เหมาะสมในการย่อยแร่ซีโนไทม์ด้วยสารละลายไฮเดียมไฮดรอกไซด์.....	37
4.5.1 การหาอุณหภูมิที่เหมาะสม.....	37
4.5.2 การหาสัดส่วนแร่ต่อไฮเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม.....	37
4.5.3 การหาเวลาที่เหมาะสม.....	37
4.6 การทำทอเรียมให้บริสุทธิ์โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์.....	39
4.7 การทำยูเรเนียมให้บริสุทธิ์โดยการแลกเปลี่ยนไอออน.....	39
4.7.1 การเตรียมอีลูแอนต์.....	39
4.7.2 การเตรียมเรซินที่จะใช้แลกเปลี่ยนไอออน.....	40

	หน้า
4.7.3 การหาอีลูแอนต์ที่เหมาะสมในการแลกเปลี่ยนไอออน.....	40
4.7.4 การแลกเปลี่ยนไอออน.....	40
4.8 การตกตะกอนแอมโมเนียมโดยยูเรเนต.....	40
4.9 การวิเคราะห์ความบริสุทธิ์.....	41
5. ผลการทดลอง.....	42
5.1 ผลการทดลองวิเคราะห์เชิงคุณภาพของแรซีโนไมม์.....	42
5.2 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่สำคัญในแรซีโนไมม์.....	42
5.3 ผลการทดลองสร้างกราฟเปรียบเทียบ.....	47
5.4 ผลการหาช่วง pH ที่ ยูเรเนตตกตะกอน.....	51
5.5 ผลการทดลองการหาวิธีที่เหมาะสมในการย่อยแรซีโนไมม์ด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์.....	51
5.6 ผลการทำหอย้อมบริสุทธิ์โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์.....	54
5.7 ผลการทำยูเรเนตให้บริสุทธิ์โดยการแลกเปลี่ยนไอออน.....	54
5.8 ผลการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์.....	55
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	56
รายการอ้างอิง.....	59
ภาคผนวก ก.....	61
ภาคผนวก ข.....	63
ประวัติผู้เขียน.....	78

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 สถิติมูลค่าผลผลิตและการส่งออกแร่ซีโนไทม์ในระหว่างปี พ.ศ. 2524-2535.....	2
1.2 สถิติปริมาณการส่งออกแร่ซีโนไทม์ในช่วงปี พ.ศ. 2524-2535.....	5
1.3 สถิติปริมาณผลผลิตแร่ซีโนไทม์ในช่วงปี พ.ศ. 2524-2535.....	5
2.1 ส่วนประกอบของแร่โมนาไซต์และแร่ซีโนไทม์ทั่วไป.....	7
2.2 ผลกระทบของปริมาณไฮดรอกไซด์ต่อการสกัดแร่โมนาไซต์.....	14
2.3 คุณสมบัติของไตรบิวทิลฟอสเฟต.....	17
2.4 คุณสมบัติของน้ำมันก๊าด.....	17
2.5 องค์ประกอบของเรซินสังเคราะห์ชนิดต่างๆ.....	20
2.6 เรซินแลกเปลี่ยนอออนบวกชนิดต่างๆ.....	20
2.7 เรซินแลกเปลี่ยนอออนลบชนิดต่างๆ.....	21
2.8 เรซินอออนลบที่นิยมใช้ทำการแลกเปลี่ยนอออนยูเรเนียม.....	21
2.9 คุณสมบัติของ Amberlite IRA-400.....	23
3.1 คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของต้นกำเนิดรังสีที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีเรอรังสีเอกซ์.....	27
4.1 พลังงานรังสีเอกซ์ของธาตุที่จะวิเคราะห์ปริมาณในแร่ซีโนไทม์.....	34
5.1 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพองค์ประกอบของแร่ซีโนไทม์ที่ใช้ในการทดลอง.....	45
5.2 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณธาตุสำคัญในแร่ซีโนไทม์ที่ใช้ในการสกัด.....	46
5.3 ผลการทดลองสร้างกราฟเปรียบเทียบของปริมาณยูเรเนียมบนกระดาษกรองและความเข้มรังสีเอกซ์.....	47
5.4 ผลการทดลองสร้างกราฟเปรียบเทียบของปริมาณทอเรียมบนกระดาษกรองและความเข้มรังสีเอกซ์.....	49
5.5 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับน้ำหนักของยูเรเนียมไฮดรอกไซด์.....	51
5.6 ผลการทดลองหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัด.....	52
5.7 ผลการทดสอบส่วนแร่ต่อสารละลายไฮดรอกไซด์.....	52
5.8 ผลการทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัด.....	53
5.9 เปอร์เซ็นต์การสกัด.....	53
5.10 ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอีลูแอนต์.....	54
5.11 ผลการวิเคราะห์เค็กเกลือ.....	55

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพสูตรโครงสร้างของเรซินอีพอกซีที่มีกลุ่มของควอเตอร์นารี-แอมโมเนียม.....	12
3.1 แผนภาพชุดเครื่องมือวัดรังสีเอกซ์ด้วยหัววัดรังสี HPGe.....	25
3.2 รูปถ่ายหัววัดรังสีกึ่งตัวนำและเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องที่ใช้ในการทดลอง.....	25
3.3 รูปถ่ายชุดเครื่องมือและสารมาตรฐานในการเตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง.....	26
3.4 รูปถ่ายชุดเครื่องมือในการสกัดแร่ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทดลอง.....	28
3.5 รูปถ่ายชุดเครื่องมือในการสกัดด้วยตัวทำละลาย TBP ในน้ำมันก๊าดที่ใช้ในการทดลอง.....	29
3.6 รูปถ่ายชุดเครื่องมือในการทำการแลกเปลี่ยนไอออนด้วยเรซินแอมเบอร์ไลท์ ไออาร์เอ-400 ที่ใช้ในการทดลอง.....	30
4.1 แผนภาพขั้นตอนการสกัดเรซินใหม่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์.....	38
5.1 กราฟสเปกตรัมของเรซินใหม่โดยใช้ต้นกำเนิดรังสี แคดเมียม-109.....	42
5.2 กราฟสเปกตรัมของเรซินใหม่โดยใช้ต้นกำเนิดรังสี โคบอลต์-57.....	43
5.3 กราฟเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยูเรเนียมกับความเข้มของ U K β 1.....	48
5.4 กราฟเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทอเรียมกับความเข้มของ Th K α 2.....	50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย