การสกัดซีเรียมจากแร่โมนาไซต์ด้วยตัวสกัดชนิดที่เป็นกรดและตัวสกัดชนิดที่เป็นกลาง

นางสาวอัมพิกา อภิชัยบุคคล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0347-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

27 ส.ค. 2546

I 20080244

EXTRACTION OF CERIUM FORM THE MONAZITE ORE WITH AN ACID EXTRACTANT AND A NEUTRAL EXTRACTANT

MISS AMPIKA APICHAIBUKOL

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-13-0347-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสกัดซีเรียมจากแร่โมนาไซต์ด้วยตัวสกัดชนิดที่เป็นกรดและตัวสกัดชนิดที่เป็นกลาง
โดย	นางสาวอัมพิกา อภิชัยบุคคล
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร.สิรินาฏ เลาหะโรจนพันธ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุธรรม วาณิชเสนี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร.สิรินาฏ เลาหะโรจนพันธ์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะสาร ประเสริฐธรรม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สีรุ้ง ปรีชานนท์)

อัมพิกา อภิชัยบุคคล : การสกัดซีเรียมจากแร่โมนาไซต์ด้วยตัวสกัดชนิดที่เป็นกรดและตัวสกัดชนิดที่เป็นกลาง.(EXTRACTION OF CERIUM FORM THE MONAZITE ORE WITH AN ACID EXTRACTANT AND A NEUTRAL EXTRACTANT)อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.ดร.สิรินาฏ เลาหะโรจนพันธ์ ,80 หน้า.ISBN 974-13-0347-5.

การสกัดซีเรียมไอออนในน้ำด้วยตัวสกัด versatic acid และ tributyl phosphate โดยศึกษาผลของ ความเร็วรอบใบพัดกวน และสัดส่วนของน้ำกับน้ำมันก๊าด ที่มีผลกับการกวนผสม และศึกษาผลของความเข้มข้นของตัวสกัดในน้ำมันก๊าดในการสกัดซีเรียม น้ำและน้ำมันก๊าดมีการกระจายตัวผสมกันดีเมื่อระบบมีค่าเลขเรย์โนลด์ตั้งแต่ 8,000 ขึ้นไป การสกัดซีเรียมไอออน ด้วยตัวสกัดtributyl phosphate สกัดได้ดีกว่าตัวสกัด versatic acid และความเข้มข้นของตัวสกัด tributyl phosphate ที่ทำให้การสกัดสูงสุดเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ tributyl phosphate ในน้ำมันก๊าด

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี.....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา .....2543..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4071511121 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORD:EXTRACTION/ACID EXTRACTANT / NEUTRAL EXTRACTANT / CERIUM / MONAZITE ORE

AMPIKA APICHAIBUKOL: EXTRACTION OF CERIUM FORM THE MONAZITE ORE WITH AN ACID EXTRACTANT AND A NEUTRAL EXTRACTANT. THESIS ADVISOR: ASSISTANT PROFESSOR. DEACHA CHATSIRIWECH, Ph.D., THESIS COADVISOR: SIRINART LAOHAROJANAPHAND, Ph.D., 80 pp.ISBN 974-13-0347-5.

Cerium ions in aqueous solution are extracted with versatic acid and tributyl phosphate in kerosene. The effect of impeller speed and ratio of aqueous solution to kerosene on mixing is investigated. The effects of extractant concentration in kerosene on cerium separation is also investigated. Both aqueous solution and kerosene were mixed well when the Reynolds number of the system was greater than 8,000. Tributyl phosphate could extract cerium ion batter than versatic acid. The 40% tributyl phosphate in kerosene gave the highest extraction yield.

Department.....Chemical engineering.....Student's signature.....

Field of study.....Chemical engineering.....Advisor's signature.....

Academic year.....2000..... Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผศ.ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านอาจารย์ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำทางการวิจัย และข้อคิดในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนแก้ไขและเพิ่มเติมวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รศ.ดร.สุธรรม วาณิชเสนี ประธานกรรมการ ศ.ดร.ปิยะสาร ประเสริฐธรรม กรรมการ ผศ.ดร.สีรุ้ง ปรีชานนท์ กรรมการ ซึ่งได้ให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อ.ดร.สิรินาฏ เลาหะโรจนพันธ์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมได้ให้ความช่วยเหลือในด้านความรู้และความเข้าใจในขั้นตอนการวิเคราะห์ทางเคมีเกี่ยวกับแรเอิร์ท

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา – มารดา ซึ่งสนับสนุนส่งเสริมและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณ อาจารย์, เพื่อน , พี่และน้องๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามในครั้งนี้ ที่ได้มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการวิจัยนี้

สารบัญ

หน้า

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

บทที่

1. บทนำ.....1
    1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....2
    1.2 ขอบเขตของงานวิจัย.....2
    1.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....3
2. หลักการพื้นฐาน.....4
    2.1 ธาตุหายาก หรือ แรเอิร์ท คือ.....4
    2.2 การสกัดของเหลวด้วยของเหลว.....6
    2.3 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวและค่าSeparation Factor.....11
    2.4 ตัวสกัด.....11
        2.4.1 ตัวสกัดที่นิยมใช้ในการสกัดธาตุหายาก.....11
    2.5 ประโยชน์ของกระบวนการสกัด.....13
    2.6 การสกัดแยกธาตุหายากในอุตสาหกรรม.....14
    ด้วยการสกัดด้วยปฏิกิริยาเคมี
3. อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง.....17
    3.1 อุปกรณ์การทดลอง..... 17
    3.2 ขั้นตอนการทดลอง.....25
        3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมแรเอิร์ทไนเตรทเพื่อใช้ในการสกัด..... 25
        3.2.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวสกัด.....27
        3.2.3 ขั้นตอนเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์.....27

หน้า

3.2.4 ขั้นตอนการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้การผสม.....27
ของน้ำกับน้ำมันก๊าดผสมกันและแยกชั้นกันได้ดีที่สุด
3.2.5 ขั้นตอนการศึกษาผลของความเร็วรอบใบพัดกวน.....28
ที่ทำให้การผสมกันได้ดีของน้ำกับ % ตัวสกัดในน้ำมันก๊าด
3.2.6 ขั้นตอนการศึกษาการสกัดแยกซีเรียม (Ce).....28
ด้วยตัวสกัด TBP และ VA10 ในน้ำมันก๊าด
3.2.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์แรเอิร์ทด้วยเทคนิค ICP 29
4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล.....30
4.1 ผลการทดลองหาภาวะที่เหมาะสมในการผสมของ.....30
น้ำกับน้ำมันก๊าดให้มีการผสมและแยกชั้นกันได้ดีที่สุด
4.2 ผลการทดสอบสภาวะที่เหมาะสมในการกวนผสมของ.....37
น้ำกับ% ตัวสกัดในน้ำมันก๊าด
4.3 ผลการสกัดซีเรียม(Ce).....40
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....46
5.1 สรุป.....46
5.2 ข้อเสนอแนะ.....47

รายการอ้างอิง.....48

ภาคผนวก.....50
ก. ตารางผลการทดลองและกราฟผลการทดลอง.....51
ข .คุณสมบัติของตัวสกัดและตัวเจือจาง.....70
ค.การใช้ประโยชน์ซีเรียมในอุตสาหกรรมต่างๆ.....73
ง. แร่สำคัญที่เป็นต้นกำเนิดของธาตุหายาก.....74
จ.กระบวนการแปรสภาพแร่โมนาไซต์.....76

ประวัติผู้วิจัย.....80

ตารางที่ หน้า

1. ตาราง 2.1 แสดงธาตุหายากและสมบัติทางกายภาพ.....5
2. ตาราง 4.1 ผลของค่า K, ρ_{av} ,μ_{av}, ν และ Re ของระบบน้ำกับน้ำมันก๊าด.....35
โดยคำนวณค่าการทดลอง กราฟที่ ก.1 ถึงกราฟที่ ก.3 ภาคผนวก ก.
3. ตาราง 4.2 ผลของค่า K, ρ_{av} ,μ_{av}, ν และ Re ของระบบน้ำกับตัวสกัดในน้ำมันก๊าด..... 39
โดยคำนวณค่าการทดลอง กราฟที่ ก.4 ภาคผนวก ก.
4. ตาราง ก.1 การทดลองหาความเร็วรอบใบพัดกวนที่เหมาะสม.....51
ที่ทำให้น้ำผสมกับน้ำมันก๊าด (1:1) ดีที่สุด
5. ตาราง ก.2 การทดลองหาความเร็วรอบใบพัดกวนที่เหมาะสม.....52
ที่ทำให้น้ำผสมกับน้ำมันก๊าด (1:2ถึง 1:5) ดีที่สุด
6. ตาราง ก.3 การทดลองหาความเร็วรอบใบพัดกวนที่เหมาะสม.....54
ที่ทำให้น้ำผสมกับน้ำมันก๊าด (2:1ถึง5:1) ดีที่สุด
7. ตาราง ก.4 การทดสอบภาวะที่ทำให้การผสมของน้ำกับ10% ตัวสกัดในน้ำมันก๊าดดีที่สุด...56
8. ตาราง ก.5 การทดสอบภาวะที่ทำให้การผสมของน้ำกับ20% ตัวสกัดในน้ำมันก๊าดดีที่สุด...56
9. ตาราง ก.6 การทดสอบภาวะที่ทำให้การผสมของน้ำกับ30% ตัวสกัดในน้ำมันก๊าดดีที่สุด...57
10.ตาราง ก.7 การทดสอบภาวะที่ทำให้การผสมของน้ำกับ40% ตัวสกัดในน้ำมันก๊าดดีที่สุด...57
11.ตาราง ก.8 องค์ประกอบของสารป้อน.....58
12.ตาราง ก.9 ผลการสกัดซีเรียมด้วยตัวสกัด TBPในน้ำมันก๊าด.....59
13.ตาราง ก.10 ผลการสกัดซีเรียมด้วยตัวสกัด AV10ในน้ำมันก๊าด.....60
14.ตาราง ก.11 ผลการสกัดซีเรียมด้วยตัวสกัดทั้ง 2 ชนิดในรูป.....61
ค่า Separation Factor และค่า Selectivity
15.ตาราง ก.11 ผลการสกัดซีเรียมด้วยตัวสกัดทั้ง 2 ชนิดในรูปค่า.....62
%การสกัด , %recovery และค่า%L ของ Ce และLn

รูปที่ หน้า

1. รูปที่ 2.1 การสกัดของเหลวด้วยของเหลว.....7
2. รูปที่ 2.2 การถ่ายเทมวลสารเกิดที่บริเวณรอยต่อระหว่างเฟส.....8
3. รูปที่ 2.3 การถ่ายเทมวลสารเกิดขึ้นได้เร็วและดีขึ้นเมื่อมีการกวนผสม.....8
4. รูปที่ 2.4 เมื่อหยุดการกวนเฟสทั้งสองจะแยกออกจากกัน.....9
5. รูปที่ 2.5 การสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไหลตั้งฉาก.....9
6. รูปที่ 2.6 การสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไหลสวนทาง.....10
7. รูปที่ 3.1 เครื่องสกัดแบบมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ (mixer –settle).....17
8.รูปที่ 3.2 หลักการทำงานของเครื่องสกัดมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์.....19
9. รูปที่ 3.3 เครื่องสกัดแบบมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ แบบหลายขั้นตอน.....21
10.รูปที่ 3.4 Metering pump.....22
11.รูปที่ 3.5 เครื่องกรองแบบถัง. 24
12.รูปที่ 3.6 เครื่อง Inductively Coupled Plasma Atomic 24
Emission Spectrometry , ICP
13.รูปที่ 3.7 ตัวอย่างแรเอิร์ทผสมในรูปของไฮดรอกไซด์.....25
14.รูปที่ 3.8 ตัวอย่างสารละลายแรเอิร์ทไนเตรท.....26
15.รูปที่4.1 ผลของค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสมกับ.....33
ค่าลอกการิทึมเลขเรย์โนลด์
16.รูปที่4.2 เปรียบเทียบระบบถังกวนและใบพัดกวนของงานวิจัย.....34
และของRushtion และ Laity
17.รูปที่4.3 ผลของค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสมกับค่าเลขเรย์โนลด์.....38
ของตัวสกัดทั้ง 2 ชนิด
18.รูปที่4.4 เปรียบเทียบค่า Separation Factor ของตัวสกัด 2 ชนิด.....40
19.รูปที่4.5 เปรียบเทียบค่า Separation Factor ของตัวสกัด 2 ชนิด.....40
20.รูปที่4.6 เปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของตัวสกัด 2 ชนิดในรูปค่า.....43
%การสกัด Ce , %recovery,Ce,%L, Ce
21.รูปที่4.7 เปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของตัวสกัด 2 ชนิดในรูปค่า... 44
%การสกัด Ln , %recovery,Ln,%L, Ln

รูปที่ หน้า

22.รูปที่ก.1 การหาความเร็วรอบใบพัดกวนที่เหมาะสม.....63
ที่ทำให้น้ำผสมกับน้ำมันก๊าด (1:1) ดีที่สุด
23.รูปที่ก.2 การหาความเร็วรอบใบพัดกวนที่เหมาะสม.....64
ที่ทำให้น้ำผสมกับน้ำมันก๊าด (1:2 ถึง 1:5) ดีที่สุด
24.รูปที่ก.3 การหาความเร็วรอบใบพัดกวนที่เหมาะสม.....66
ที่ทำให้น้ำผสมกับน้ำมันก๊าด (2:1 ถึง 5:1) ดีที่สุด
25.รูปที่ก.4 การทดสอบภาวะที่เหมาะสมในการผสม.....68
น้ำกับตัวสกัดทั้ง 2 ชนิดในน้ำมันก๊าด

สัญลักษณ์

C	ความเข้มข้น (กรัม/ลิตร)
D	เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดกวน (เมตร)
K	ค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม
N	ความเร็วรอบใบพัดกวน (รอบ/นาที)
O	น้ำมัน
X	เศษส่วนปริมาตร (volume faction)
W	น้ำ
Re	เลขเรย์โนลด์ (Reynolds number)
V_{ME}	เศษส่วนปริมาตรของของเหลวผสมในการทดลอง
V_{MT}	เศษส่วนปริมาตรของของเหลวผสมทฤษฎี
V_{WE}	เศษส่วนปริมาตรของน้ำในการทดลอง
V_{WT}	เศษส่วนปริมาตรของน้ำทางทฤษฎี

สัญลักษณ์กรีก

ρ	ความหนาแน่น (kg/m^3)
μ	ความหนืด (Cp)
ν	kinematics viscosity

สัญลักษณ์ตัวห้อย

av	ค่าเฉลี่ย
O	น้ำมัน
W	น้ำ
Ce	ธาตุซีเรียม
Ln	แรเอิร์ทตัวอื่น ๆ ยกเว้นซีเรียม

สัญลักษณ์ตัวยกกำลัง

E	ชั้นเอกซ์แทกท์ (Extract)
R	ชั้นราฟฟีเนท (Raffinate)