การลอยแร่เฟลด์สปาร์เกรดต่ำในสภาวะเป็นกลาง

นายศิวโรฒม์ ศิริลักษณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-17-6130-9
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FLOTATION OF LOW GRADE FELDSPAR IN NEUTRAL CONDITION

Mr. Siwarote Siriluck

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Mining Engineering
Department of Mining and Petroleum Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2004

ISBN 974-17-6130-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลอยแร่เฟลด์สปาร์เกรดต่ำในสภาวะเป็นกลาง
โดย	นายศิวโรฒม์ ศิริลักษณ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเหมืองแร่
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภิญโญ มีชำนะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล ภูวิจิตร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภิญโญ มีชำนะ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

..... กรรมการ

(อาจารย์ สมศักดิ์ สายสินธุ์ชัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศิวโรฒม์ ศิริลักษณ์ : การศึกษาการลอยแร่เฟลด์สปาร์เกรดต่ำในสภาวะเป็นกลาง
(FLOTATION OF LOW GRADE FELDSPAR IN NEUTRAL CONDITION)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. ภิญโญ มีชำนะ ,จำนวนหน้า 95 หน้า .
ISBN 974-17-6130-9

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายในการลอยแร่เฟลด์สปาร์เกรดต่ำในสภาวะเป็นกลางโดยใช้แร่จากเหมืองพาแคท อ.ไทรโยค จ.กาญจนบุรี ซึ่งเป็นเฟลด์สปาร์เกรดต่ำ(6.65 %Na_2O , 3.74 %K_2O และ 0.7 %Fe_2O_3 คิดเป็น K_2O:Na_2O เท่ากับ 0.56:1) ประกอบไปด้วยแร่โปแตชเฟลด์สปาร์ แร่โซดาเฟลด์สปาร์ แร่ควอทซ์ และแร่มลทินกลุ่มเหล็กซึ่งได้แก่ แร่การ์เน็ต แร่ทัวร์มาลีน แร่ไบโอไทต์ และ แร่มัสโคไวต์ และมีขนาดแร่ที่เหมาะสมในการลดขนาดคือ มีขนาดเล็กกว่า 60 เมช

การแต่งแร่มลทินกลุ่มเหล็กวิธีการแยกโดยใช้เครื่อง High Intensity Wet Magnetic Separator ได้ปัจจัยที่ดีที่สุดคือทำการป้อนแร่(-60 เมช)ที่ %Solids เท่ากับ 15 ได้ส่วนที่ไม่ติดแม่เหล็กเท่ากับ 98.51 โดยมี%Fe_2O_3 เท่ากับ 0.0795 ซึ่งจัดเป็นค่าที่ดีที่สุดหลังจากนั้นแล้วนำส่วนที่ไม่ติดแม่เหล็กผ่านการลอยแร่ เพื่อแยกแร่โปแตชเฟลด์สปาร์ผสมแร่ควอทซ์ ออกจากแร่โซดาเฟลด์สปาร์ผสมแร่ควอทซ์ พบว่าปัจจัยที่ดีที่สุดคือใช้ปริมาณของสารละลายLead(II) Nitrate ที่ปริมาณ 300 กรัมต่อตันแร่ป้อน และใช้ Na-Oleate ที่ 2,000 กรัมต่อตันแร่ป้อน ให้ผลในส่วนที่ลอยได้ 49.22% โดยน้ำหนัก โดยมี %Recovery ของ K_2O เท่ากับ 93.44 และ %Recovery ของ Na_2O เท่ากับ 27.09 (โดยมีอัตราส่วน K_2O: Na_2O ในส่วนที่ลอยได้มีค่าประมาณ 2:1)

การแต่งแร่มลทินกลุ่มเหล็กสามารถทำได้อีกวิธีหนึ่งคือการลอยแร่ ปัจจัยที่ดีที่สุดในลอยแร่คือปริมาณNa–Oleate 2,000 กรัมต่อตันแร่ป้อน ซึ่งได้ส่วนที่จมคิดเป็น %น้ำหนักเท่ากับ 88.08 โดยมี % Fe_2O_3 เท่ากับ 0.0923 หลังจากนั้นจึงทำการแต่งแร่โปแตชเฟลด์สปาร์ผสมแร่ควอทซ์ออกจากแร่โซดาเฟลด์สปาร์ผสมแร่ควอทซ์ พบว่าปัจจัยที่ดีที่สุดคือใช้ปริมาณของสารละลาย Lead(II) Nitrate ที่ปริมาณ 300 กรัมต่อตันแร่ และใช้ Na-Oleate ที่ 2,000 กรัมต่อตันแร่ป้อน ให้ผลในส่วนที่ลอยได้ 49.56% โดยน้ำหนัก โดยมี %Recovery ของ K_2O เท่ากับ 95.28 และ %Recovery ของ Na_2O เท่ากับ 28.24 (โดยมีอัตราส่วนK_2O: Na_2O ในส่วนที่ลอยได้มีค่าประมาณ 2:1)

จากการทดลองดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า Pb(II)Nitrate มีผลต่อการคัดเลือก (Selective) ลอยแร่โปแตชเฟลด์สปาร์มากกว่าแร่โซดาเฟลด์สปาร์ที่สภาวะการลอยแร่ที่เป็นกลาง

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม ลายมือชื่อนิสิต ศิวโรฒม์ ศิริลักษณ์
สาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2547

4370660021 : MAJOR MINING ENGINEERING

KEY WORD : / STUDY FLOTATION / FELDSPAR / NEUTRAL

MR. SIWAROTE SIRILUCK: FLOTATION OF LOW GRADE FELDSPAR IN NEUTRAL CONDITION. THESIS ADVISOR: ASST.PROF.PINYO MEECHUMNA,Ph.D. 95 pp . ISBN 974-17-6130-9

The aim of this research is to separate the low grade feldspar by neutral flotation from the ore of Pakat Co.Ltd., Amphoe Saiyoke , Kanchanaburi Province . The low grade feldspar ore (6.65%Na_2O, 3.74%K_2O and 0.7%Fe_2O_3 with K_2O : Na_2O ratio = 0.56 : 1) consists of the common minerals of potash feldspar , soda feldspar and quartz . The ferrous impurity minerals of garnet , tourmaline , biotite and muscovite are also found The liberation size of these minerals is at about 60 mesh.

The optimum separation of ferrous impurity minerals from the feldspar ore can be done by feeding the ground ore (-60 mesh) at 15% solids through the high intensity wet magnetic separator to recover the non-magnetic fraction with the yield of 98.51% at %Fe_2O_3 = 0.0795 .Later this fraction is processed by flotation using Lead(II)Nitrate as an activator at 300 g/ton before adding 2,000 g/ton of Na-Oleate to collect the froth fraction with 49.22 %weight . The recoveries of K_2O and Na_2O in the froth fraction are 93.44% and 27.09% respectively (K_2O:Na_2O is about 2:1).

The separation of ferrous impurity minerals is also tried by flotation using Na-Oleate as collector at 2,000 g/ton to separate the ferrous impurity minerals as the froth product leaving the higher quality sink product with 0.0923 %Fe_2O_3.This product is further processed again by flotation using activator of Lead(II)Nitrate at 300 g/ton and Na-Oleate as collector at 2,000 g/ton to obtain optimum condition for the separation .The 49.56 % weight of the froth product with the respective recoveries of K_2O and Na_2O 95.28% and 28.24% are obtained from that condition (K_2O:Na_2O is about 2:1).

It can be concluded from these experiments that Lead(II)Nitrate can selectively separate potash feldspar in the froth rather than soda feldspar.

Department of Mining and Petroleum Engineering Student's signature ศิโรฒม์ ศิริวัฒน์

Field of study in Mining Engineering Advisor's signature .....

Academic year 2004

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. ภิญโญ มีชำนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึษาแนะนำตักเตือนและช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ให้ลุล่วงด้วยดีตลอด ตั้งแต่แรกเริ่มจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จอย่างสมบูรณ์ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเหมืองแร่และปิโตรเลียมที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อัมรินทร์ บุญตัน รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเหมืองแร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ด้านคำแนะนำรวมถึงอุปกรณ์ Zeta-Meter ที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ และ คุณสุชีวัน นาบุญมี ที่คอยสอนรวมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ รวมไปถึง การประสานงานติดต่อกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ขอขอบคุณ คุณสุทธินี ชัยกวิน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเบิกเงินทุนสำหรับการวิจัยและจัดการด้านเอกสารต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณเสกสรร แสนสอาด ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำและเรียนมาจนครบ 4 ปีเต็มด้วยกัน

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศิวโรฒม์ ศิริลักษณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 2

1.4 ผลการศึกษาในอดีต 3

1.5 แผนผังและทิศทางการดำเนินงาน 5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแร่เฟลด์สปาร์และทฤษฎีเบื้องต้น 8

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแร่เฟลด์สปาร์ 8

2.2 ชนิดของแร่เฟลด์สปาร์ 11

2.3 การกำเนิดและชนิดของแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ 16

2.4 ศักย์ทางแร่ 17

2.5 ประโยชน์ของแร่เฟลด์สปาร์ 18

2.6 แหล่งแร่และการทำเหมืองแร่ 21

2.7 คุณสมบัติทั่วไปของกลุ่มแร่เฟลด์สปาร์และแร่ที่อยู่ร่วมกัน 22

2.8 การจัดกลุ่มแร่ตระกูลซิลิเกตสำหรับการลอยแร่ของPatek 23

2.9 ปัจจัยของไอออนโลหะซึ่งมีผลต่อการคัดเลือกของ แร่เฟลด์สปาร์และควอทซ์ 25

2.10 วิธีการลอยแร่เฟลด์สปาร์ในโรงงานอุตสาหกรรมกรณีศึกษาบริษัท เซอมาส จ.ตาก 26

2.11 การลอยแร่เฟลด์สปาร์เพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก กรณีบ.อรรฐนีอินเตอร์เนชั่นแนล 29

บทที่ 3 วิธีการทดลองและผลการทดลอง 31

3.1 แผนผังดำเนินการทดลอง 31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 การทดลองหาชนิดของแร่โดยเครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชั่น..... 33
3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณของธาตุต่างๆโดยเครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์..... 34
3.4 การลดขนาดสินแร่และการวิเคราะห์การกระจายตัวของขนาดเม็ดแร่..... 36
3.5 การทดลองหา Liberation Size โดยกล้องจุลทรรศน์..... 39
3.6 การทดลองแยกมลทินแร่กลุ่มเหล็กโดยเครื่อง High Intensity Wet Magnetic Separator..... 40
3.7 การทดลองแยกมลทินแร่กลุ่มเหล็กโดยการลอยแร่..... 43
3.8 การทดลองหาค่าZPC ของแร่เฟลด์สปาร์และแร่ควอทซ์ที่ pH ต่างๆ..... 46
3.9 การทดสอบความใสของสารละลายโดยเครื่อง Absorbance Meter..... 48
3.10 การทดลองหาค่า ZPC ของแร่เฟลด์สปาร์และแร่ควอทซ์ที่ความเข้มข้นต่างๆที่ภาวะเป็นกลาง..... 49
3.11 การทดลองแยกแร่โปแตชเฟลด์สปาร์และควอทซ์ออกจากแร่โซดาเฟลด์สปาร์และควอทซ์ โดยการลอยแร่ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในสารละลายLead(II)Nitrate.....52

บทที่ 4 สรุปผลการทดลองวิจารณ์ผลการทดลองและแนวทางการปรับปรุงการทดลองในอนาคต..... 58
4.1 สรุปผลการทดลอง..... 58
4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 59
4.3 แนวทางการปรับปรุงการทดลองในอนาคต..... 60

รายการอ้างอิง..... 61
ภาคผนวก..... 62
ภาคผนวก ก เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 63
ภาคผนวก ข รายละเอียดการคำนวณของการหา%Fe_2O_3..... 73
ภาคผนวก ค ทฤษฎีการลอยแร่และความรู้พื้นฐานในการลอยแร่..... 76
ภาคผนวก ง รายละเอียดการเตรียมน้ำยาลอยแร่..... 93
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงถึงค่าจำนวนโคออร์ดิเนตที่มีรัศมีไอออนิคใกล้เคียงกัน..... 9

2.2 แสดงถึงความสัมพันธ์กันของจำนวนแอลไบต์และอะนอร์ไทต์..... 15

2.3 แสดงถึงส่วนประกอบทางเคมีของแร่เฟลด์สปาร์ในไทยเทียบกับนอร์เวย์ และฟินแลนด์..... 20

2.4 คุณสมบัติบางประการของแร่เฟลด์สปาร์และแร่ที่อยู่ร่วมกัน..... 23

2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างแร่ซิลิเกต กับ ความสามารถในการลอยแร่ ในสภาวะเป็นกลางของ Patek 1934..... 24

2.6 แสดงชนิดและปริมาณของธาตุต่างๆในแร่ป้อนที่ใช้ในการทดลอง ของ F.S.Kilavaz & O.Y.Gulsoy..... 25

3.1 แสดงผลวิเคราะห์ธาตุโดยเครื่อง XRF..... 35

3.2 แสดงผลวิเคราะห์ขนาดของแร่หลังจากการบดแร่โดยเครื่อง Rod Mill..... 37

3.3 แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักและค่าเฉลี่ย ของ% Fe_2O_3ในแร่ส่วนที่ไม่ติดแม่เหล็ก จากการทดลองแยกมลทินแร่กลุ่มเหล็กโดยเครื่อง High Intensity Wet Magnetic Separator..... 41

3.4 แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักและค่าเฉลี่ย ของ% Fe_2O_3ในส่วนที่จมจากการทดลอง แยกมลทินแร่กลุ่มเหล็กด้วยวิธีลอยแร่..... 44

3.5 แสดงค่าศักย์ไฟฟ้าที่ผิวแร่ควอทซ์และเฟลด์สปาร์ที่ pH ต่างๆ..... 47

3.6 แสดงค่าค่าความใสของสารละลายที่คความเข้มข้นสารละลาย Lead(II)Nitrate ต่างๆ..... 49

3.7 แสดงปริมาณสารละลาย Lead (II) Nitrate ที่ใช้ในการทดลอง.....50

3.8 แสดงค่าศักย์ไฟฟ้าที่ผิวแร่เฟลด์สปาร์แร่ควอทซ์ที่ความเข้มข้นสารละลาย Lead(II)Nitrate ต่างๆ..... 50

3.9 แสดงผลการลอยแร่หลังจากผ่านการแยกแร่มลทินกลุ่มเหล็กออกไปโดยเครื่อง High Intensity Wet Magnetic Separator 54

3.10 แสดงผลการลอยแร่หลังจากผ่านการแยกแร่มลทินกลุ่มเหล็กออกไปโดยใช้ Na-Oleate ในการเป็นสารเคลือบผิว..... 56

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ข.1 แสดงผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เจือปนของมลทินแร่กลุ่มเหล็กของหัวแร่เฟลด์สปาร์ที่ผ่านการแต่งแร่ด้วยวิธี High Intensity Wet Magnetic Separator ด้วยเครื่อง AAS..... 75

ข.2 แสดงผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เจือปนของมลทินแร่กลุ่มเหล็กของหัวแร่เฟลด์สปาร์ที่แต่งแร่ด้วยวิธีลอยแร่โดยใช้Na-Oleateเป็นสารเคลือบผิว ด้วยเครื่อง AAS... 75

ค.1 แสดงถึงค่าของ Zero Point of Charge (ZPC) ของแร่แต่ละชนิด..... 85

ค.2 แสดงให้เห็นระดับความมีขั้วจะเพิ่มขึ้นจากแร่ซัลไฟต์ ซัลเฟต คาร์บอเนต ฟอสเฟต ออกไซด์ และซิลิเกต..... 87

ง.1 แสดงปริมาณน้ำยาที่ใช้ในหน่วยมิลลิลิตรต่อแร่ 500 กรัม เป็นหน่วยน้ำยาที่ใช้ในหน่วย กรัมต่อตันแร่..... 94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ **หน้า**

1.1 แผนที่ที่ตั้งเหมืองพาแคทแหล่งแร่เฟลด์สปาร์..... 2
1.2 แผนผังหลักการลอยแร่ในโรงงานอุตสาหกรรม..... 4
1.3 แผนผังการดำเนินงานวิธีที่ 1..... 6
1.4 แผนผังการดำเนินงานวิธีที่ 2..... 7
2.1 โครงสร้างของซิลิก้าในรูปแบบเตตระฮีดรอน..... 8
2.2 โครงสร้างของแบบเทคโทซิลิเกต..... 9
2.3 การแบ่งแร่เฟลด์สปาร์โดยองค์ประกอบทางเคมีระบบไตรภาค..... 11
2.4 รูปแผนผังการลอยแร่เฟลด์สปาร์ในโรงงานอุตสาหกรรมกรณี บ.เซอมาส จ.ตาก..... 28
2.5 รูปแผนผังกระบวนการลอยแร่เฟลด์สปาร์ในโรงงานอุตสาหกรรมกรณี บ.อรรฐนีอินเตอร์เนชั่นแนล จ.ตาก..... 30
3.1 แผนผังดำเนินการทดลองวิธีที่ 1..... 31
3.2 แผนผังดำเนินการทดลองวิธีที่ 2..... 32
3.3 การเตรียมแร่เพื่อวิเคราะห์และเครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชั่น..... 33
3.4 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชั่น..... 33
3.5 การเตรียมแร่เพื่อวิเคราะห์และเครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์..... 34
3.6 แผนผังลำดับการบดแร่ที่ใช้ในการทดลอง..... 36
3.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ของน้ำหนักแร่ที่ขนาดต่างๆ..... 38
3.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การสะสมตัวของน้ำหนักแร่ที่ขนาดต่างๆ..... 38
3.9 กล้องจุลทรรศน์และแร่ที่มองผ่านโดยกล้องจุลทรรศน์..... 39
3.10 ภาพผ่านกล้องจุลทรศน์แสดงให้เห็นว่าเม็ดแร่ควอทซ์และเฟลด์สปาร์และแร่มลทินอื่นมีการหลุดแยกที่ขนาดเล็กกว่า 60 เมช..... 39
3.11 เครื่องแยก High Intensity Wet Magnetic Separator..... 40

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

3.12 กราฟแสดงผลการแยกแร่มลทินกลุ่มเหล็กด้วยเครื่อง High Intensity Wet Magnetic Separator โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %Solids และ %น้ำหนักของส่วนที่ไม่ติดแม่เหล็ก..... 41

3.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %Solids และ % Fe_2O_3 ในส่วนที่ไม่ติดแม่เหล็กที่ผ่านในการแยกด้วยเครื่อง High Intensity Wet Magnetic Separator 42

3.14 เครื่องมือลอยแร่ขนาด 500 มิลลิลิตร ยี่ห้อ Denver 43

3.15 กราฟแสดงผลการแยกมลทินแร่กลุ่มเหล็กด้วยวิธีการลอยแร่ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %น้ำหนักของแร่ที่ลอย และปริมาณ Na-Oleate ที่ใช้..... 44

3.16 กราฟแสดงผลการแยกมลทินแร่กลุ่มเหล็กด้วยวิธีการลอยแร่ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % Fe_2O_3 ในส่วนของแร่ที่จม และปริมาณ Na-Oleate ที่ใช้ในการลอยแร่มลทินกลุ่มเหล็ก..... 45

3.17 เครื่องชั่งน้ำหนักและการเตรียมเครื่อง Zeta Meter และเครื่อง Zeta Meter ที่ใช้ในการทดลอง..... 46

3.18 แสดงกราฟระหว่างค่าศักย์ไฟฟ้าที่ผิวแร่เฟลด์สปาร์และแร่ควอทซ์กับค่าpH..... 47

3.19 เครื่อง Absorbance Meter และน้ำยาเคมี..... 48

3.20 เครื่อง Zeta Meter และหน้าจอขณะทำงาน..... 49

3.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าศักย์ไฟฟ้าที่ผิวแร่เฟลด์สปาร์และควอทซ์กับปริมาณสารละลาย Lead(II)Nitrate ต่างๆกัน..... 51

3.22 เซลล์ลอยแร่ การกรองหัวแร่ การอบแร่..... 52

3.23 เซลล์ลอยแร่ขณะกวนแร่และการตรวจสอบหัวแร่ด้วยกล้องจุลทรรศน์..... 53

3.24 กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณ Lead(II)Nitrate ที่ใช้ กับ %Recovery ของแร่โปแตซเฟลด์สปาร์ที่ลอยได้ %Weightที่ลอยได้ % Recovery ของแร่โซดาเฟลด์สปาร์ที่ลอยได้ หลังผ่านการแต่งแร่มลทินกลุ่มเหล็กจากเครื่อง High Intensity Wet Magnetic Separator..... 54

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

3.25 กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณ Lead(II)Nitrate ที่ใช้ กับ %Recovery ของแร่โปแตชเฟลด์สปาร์ที่ลอยได้ %Weightที่ลอยได้ % Recovery ของแร่โซดาเฟลด์สปาร์ที่ลอยได้ หลังผ่านการแต่งแร่มลทินกลุ่มเหล็ก โดยการลอยแร่ด้วย Na - Oleate..... 56
ก.1 เครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกโตรมิเตอร์ (XRD)..... 64
ก.2 เครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทรโกปี (XRF)..... 65
ก.3 ตะแกรงมาตรฐาน (SIEVE)..... 66
ก.4 กล้องจุลทรรศน์ (Optical Microscope)..... 68
ก.5 เครื่องแยกแม่เหล็กแบบเปียก (High Intensity Wet Magnetic Separator)..... 69
ก.6 เครื่องวิเคราะห์ธาตุแบบ Atomic Absorption Spectrometer(AAS)..... 70
ก.7 เครื่องวัดค่าศักย์ไฟฟ้าที่ผิวแร่ (Zeta Meter System)..... 71
ค.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการลอยแร่และปริมาณการเก็บแร่..... 89
ค.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการลอยแร่และ ปริมาณแร่ที่เหลืออยู่ในเซลลอยแร่..... 89

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย