

การจำลองแบบวงจรรอยแร่ฟลูออไรต์



นาย สมศักดิ์ สายสินธุ์ชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และธรณีวิทยาเหมืองแร่

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-578-807-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017221

112809211

SIMULATION OF FLUORITE FLOTATION CIRCUIT

Mr.Somsak Saisinchai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mining Engineering and Mining Geology

Graduate School

Chulalongkorn University

1991

ISBN 974-578-807-4




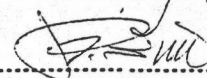
สมศักดิ์ สายสินธุ์ชัย : การจำลองแบบวงจรถลอยแร่ฟลูออไรด์ (SIMULATION OF FLUORITE FLOTATION CIRCUIT) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ขวัญชัย ลิเผ่าพันธุ์, 223 หน้า.  
ISBN 974-578-807-4

การจำลองแบบวงจรถลอยแร่ฟลูออไรด์ เป็นขบวนการหรือวิธีการออกแบบ แบบจำลองของระบบการลอยแร่ซึ่งสามารถใช้แทนระบบงานจริง และดำเนินการใช้แบบจำลองนี้ในการศึกษาพฤติกรรมของระบบงานจริง รวมทั้งใช้ในการวิเคราะห์หาข้อมูลอันเกิดจากการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบการลอยแร่ฟลูออไรด์ แบบจำลองในการวิจัยนี้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งเขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน 77 (FSIM.FOR) และภาษาเทอร์โบปาสคาลเวอร์ชัน 4 (SIMULA.INC) ซึ่งผู้สนใจสามารถนำไปพัฒนาใช้เป็นแบบจำลองระบบการลอยแร่อื่น ๆ ได้ง่าย

ผลของแบบจำลองวงจรถลอยแร่ฟลูออไรด์ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากวงจรถการทำงานจริงของโรงงานลอยแร่ 3 โรงงานคือ บริษัทกระบี่ฟลูออไรท์จำกัด, บริษัทไทยฟลูออไรท์รอสเซสซึ่งจำกัด และ บริษัทเหมืองแร่ตาดดาวจำกัด เป็นที่น่าพอใจ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถจะใช้แทนระบบงานจริงในการคำนวณออกแบบ ศึกษาคาดคะเนพฤติกรรมของวงจรถลอยแร่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม



ภาควิชา วิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม.....  
สาขาวิชา วิศวกรรมเหมืองแร่.....  
ปีการศึกษา 2533.....

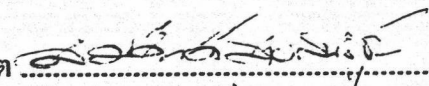
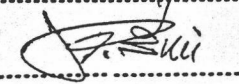
ลายมือชื่อนิสิต   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา   
.....

SOMSAK SAISINCHAI : SIMULATION OF FLUORITE FLOTATION CIRCUIT. THESIS  
ADVISOR : ASST. PROF.QUANCHAI LEEPOWPANTH,Ph.D. 223 pp.

Simulation of fluorite flotation circuit is a process or procedure to design a model to represent the actual fluorite flotation system. The simulation can be used to study the behavior of the circuit under real conditions. Analysis of information from the use of different parameters in fluorite flotation can be made. The simulation model is a set of computer program written in FORTRAN 77 (FSIM.FOR) and TURBO PASCAL VERSION 4.0 (SIMULA.INC) which can be simply applied to any other mineral flotation circuit.

Results of the simulation of fluorite circuit in comparison with the observed data obtained from the actual system of the 3 flotation plants ; Krabi Fluorite Co.,Ltd, Thai Fluorite Processing Co.,Ltd and Tad Dao Mining Co.,Ltd are satisfactory. It therefore indicates that the model could be applicable to simulate the actual system with acceptable accuracy in the design of a new circuit or studying behavior of the circuit under different conditions.

ภาควิชา .. Mining and Petroleum Engineering  
สาขาวิชา .. Mining Engineering.....  
ปีการศึกษา .. 2533 .....

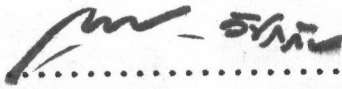
ลายมือชื่อนิสิต   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 



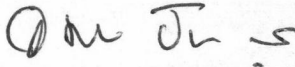



หัวข้อวิทยานิพนธ์      การจำลองแบบวงจรลอยแร่ฟลูออไรต์  
โดย                              นาย สมศักดิ์ สายสินธุ์ชัย  
ภาควิชา                            วิศวกรรมเหมืองแร่และธรณีวิทยาเหมืองแร่  
อาจารย์ที่ปรึกษา              ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวัลชัย ลีเผ่าพันธุ์

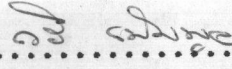
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

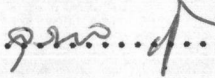
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วิษกรเกียรติ)

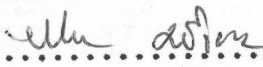
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ฉดับ ปัทมสุต)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวัลชัย ลีเผ่าพันธุ์)

  
..... กรรมการ  
(นาย กวี เพิ่มพล)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.สรพล กูวิท)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ โภ มีชานะ)



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวิษฐ์ ลิ่วพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณท่าน อาจารย์ เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. สรพล ภูวิจิตร ซึ่งให้คำแนะนำเกี่ยวกับความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ฉดับ ปัทมสุต, คุณทวี เพิ่มพูล ผู้อำนวยการกอง กองการเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณี, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาณุไญ มีชำนะ ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์รวมทั้งให้คำแนะนำเพิ่มเติม

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านซึ่งให้การสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายอันพึงได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ บิดา-มารดา และครู-อาจารย์ ทุกท่าน ที่ได้ให้การศึกษาและอบรม แก่ผู้วิจัยตลอดมา

สมศักดิ์ สายสินธุ์ชัย





## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฎ
สารบัญภาพ .....	ฏ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิทยานิพนธ์ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิทยานิพนธ์ .....	5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย .....	5
1.4 ระเบียบการวิจัย .....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิทยานิพนธ์ .....	6
2. การลอยแร่ .....	8
2.1 พื้นฐานการลอยแร่ .....	8
2.2 กลไกในการลอยแร่ .....	12
2.3 จลนศาสตร์การลอยแร่ .....	15
2.4 เครื่องลอยแร่ .....	16
2.5 การออกแบบวงจรลอยแร่ .....	17
3. ข้อมูลพื้นฐานในการลอยแร่ฟลูออไรต์ .....	21
3.1 ฟลูออไรต์ (Fluorite) .....	21
3.2 การลอยแร่ฟลูออไรต์เกรดเคมี .....	23

3.2.1 การดำเนินการลอยแร่ .....	24
3.2.2 น้ำยาที่ใช้ในการลอยแร่ฟลูออไรต์ .....	27
3.3 โรงงานลอยแร่ฟลูออไรต์ในเมืองไทย .....	40
3.3.1 บริษัทไทยฟลูออไรท์พรอเซสซิ่งจำกัด .....	40
3.3.1.1 โรงงานย่อยแร่ .....	40
3.3.1.2 โรงงานลอยแร่ .....	41
3.3.2 บริษัทกระป๋องฟลูออไรท์จำกัด .....	42
3.3.2.1 โรงงานล้างแร่ .....	42
3.3.2.2 โรงงานแยกแร่ด้วยมัลติเมทริก .....	42
3.3.2.3 โรงงานลอยแร่ .....	44
3.3.3 บริษัทเหมืองแร่ตาดดาวจำกัด .....	46
3.3.3.1 โรงงานจี้กแร่ .....	46
3.3.3.2 โรงงานลอยแร่ .....	47
4. ทฤษฎีและแนวความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย .....	55
4.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการลอยแร่ .....	55
4.1.1 แบบจำลองอย่างง่าย .....	58
4.1.2 แบบจำลองความน่าจะเป็น .....	58
4.1.3 แบบจำลองจลนศาสตร์ .....	60
4.2 การพัฒนาแบบจำลองลอยแร่ฟลูออไรต์ .....	64
4.2.1 การประมาณค่าตั้งที่ของอัตราการผลิตลอยแร่ .....	69
4.2.2 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมแบบจำลองการลอยแร่ ฟลูออไรต์ .....	71
4.2.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม .....	89
4.2.4 การใช้โปรแกรมแบบจำลองการลอยแร่ .....	95



5. การเขียนแบบวงจรถ่ายรอยแร่ฟลูออไรต์.....	101
5.1 การทดสอบโปรแกรมการจำลองแบบ.....	101
5.1.1 ข้อมูลที่ได้จากโรงงานลอยแร่และข้อมูลที่ให้กับแบบ จำลอง.....	101
5.1.2 ผลที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงใน โรงงานลอยแร่.....	105
5.2 การจัดเรียงหน่วยกระบวนการในการลอยแร่ใหม่กับโปรแกรม การจำลองแบบ.....	106
5.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Feed Grade และ Final Concentrate Grade.....	106
5.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Feed Grade และ Recovery	107
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	125
6.1 สรุปผลการศึกษา.....	125
6.1.1 การทดสอบโปรแกรมจำลองแบบกับข้อมูลจากวงจรถ่าย แร่.....	126
6.1.2 การใช้โปรแกรมการจำลองแบบในการศึกษาประสิทธิภาพ ของวงจรถ่ายแร่.....	126
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	127
6.2.1 แนวทางการพัฒนาแบบจำลองการลอยแร่ประยุกต์รวม กับแบบจำลองการบัดแร่.....	127
6.2.2 แนวทางการนำแบบจำลองการลอยแร่ฟลูออไรต์ไปใช้ กับแร่อื่น ๆ.....	128
เอกสารอ้างอิง .....	129

ภาคผนวก .....	138
ก. โปรแกรมหลักการจำลองเลียนแบบวงจรถอยแร่บริษัทเหมืองแร่ตาดดาว จำกัดซึ่งเขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน 77.....	139
ข. โปรแกรมหลักการจำลองเลียนแบบวงจรถอยแร่บริษัทกระบี่ฟลูออไรท์ จำกัดแบบที่ 2 ซึ่งเขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน 77.....	143
ค. โปรแกรมหลักการจำลองเลียนแบบวงจรถอยแร่บริษัทกระบี่ฟลูออไรท์ จำกัดแบบที่ 3 ซึ่งเขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน 77.....	147
ง. โปรแกรมหลักการจำลองเลียนแบบวงจรถอยแร่บริษัทกระบี่ฟลูออไรท์ จำกัดแบบที่ 4 ซึ่งเขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน 77.....	152
จ. โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการจำลองแบบวงจรถอยแร่ซึ่งเขียนด้วยภาษา ฟอร์แทรน 77.....	157
ฉ. โปรแกรมหลักการจำลองเลียนแบบวงจรถอยแร่บริษัทเหมืองแร่ตาดดาว จำกัดซึ่งเขียนด้วยภาษาเทอร์โบปาสคาล 4.0.....	167
ช. โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการจำลองแบบวงจรถอยแร่ซึ่งเขียนด้วยภาษา เทอร์โบปาสคาล 4.0.....	171
ซ. การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลองการถอยแร่เพื่อคำนวณค่าคงที่ อัตราการผลิตแร่ .....	221
ณ. การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลองการถอยแร่ .....	222
ประวัติผู้เขียน .....	223



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงผลการลดยแร่ฟลูออไรต์ของแร่ป้อนที่มาจากเหมืองต่าง ๆ.....	24
3.2 สถิติตัวเลขการปฏิบัติงานของ โรงงานลดยแร่บริษัท ไทยฟลูออไรท์พรอเซสซิ่งจำกัด.....	30
3.3 วงจรลดยแร่ บริษัท ไทยฟลูออไรท์พรอเซสซิ่งจำกัด.....	41
3.4 วงจรลดยแร่โรงงานเก่า บริษัท กระบี่ฟลูออไรท์จำกัด.....	44
3.5 วงจรลดยแร่โรงงานใหม่ บริษัท กระบี่ฟลูออไรท์จำกัด.....	45
3.6 แสดงผลการทำงานของจิ๊ก บริษัทเหมืองแร่ตาดดาวจำกัด.....	46
3.7 แสดงวงจรลดยแร่ บริษัทเหมืองแร่ตาดดาวจำกัด.....	47
3.8 แสดงผลการทำงานของ โรงงานลดยแร่ บริษัทเหมืองแร่ตาดดาวจำกัด.....	47
3.9 แสดงตารางการใช้น้ำยาลดยแร่ บริษัทเหมืองแร่ตาดดาวจำกัด.....	48
5.1 ผลจากแบบจำลองการลดยแร่ฟลูออไรต์ เปรียบเทียบกับข้อมูลจริงของ โรงงาน ลดยแร่บริษัทเหมืองแร่ตาดดาวจำกัด.....	105
5.2 แสดงผลการจัดหน่วยกระบวนการในการลดยแร่ของวงจรลดยแร่บริษัท กระบี่ ฟลูออไรท์แบบที่ 2, 3, 4 โดยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....	109

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	สมมติฐานของมุมสัมผัสระหว่างฟองอากาศและผิวของแข็งในของเหลว.....12
3.1	ผลการลอยแร่ของ โรงงานลอยแร่บริษัทไทยฟลูออไรท์พรอเซสซึ่งจำกัด.....31
3.2	อัตราการใช้พลังงานในการบดแร่โดย Ball Mill ของบริษัทไทยฟลูออไรท์ พรอเซสซึ่งจำกัด.....32
3.3	อัตราการใช้ลูกเหล็กในการบดแร่โดย Ball Mill ของบริษัทไทยฟลูออไรท์ พรอเซสซึ่งจำกัด.....33
3.4	อัตราการใช้น้ำยาเคลือบผิวแร่ของบริษัท ไทยฟลูออไรท์พรอเซสซึ่งจำกัด.....34
3.5	อัตราการใช้น้ำแป้งของบริษัทไทยฟลูออไรท์พรอเซสซึ่งจำกัด.....35
3.6	อัตราการใช้ Dextrine ของบริษัทไทยฟลูออไรท์พรอเซสซึ่งจำกัด.....36
3.7	อัตราการใช้ โซเดียมซิลิเกตของบริษัทไทยฟลูออไรท์พรอเซสซึ่งจำกัด.....37
3.8	อัตราการใช้ คิวบราโซ ของบริษัทไทยฟลูออไรท์พรอเซสซึ่งจำกัด.....38
3.9	อัตราการใช้ โซดาแอส ของบริษัทไทยฟลูออไรท์พรอเซสซึ่งจำกัด.....39
3.10	แผนผังโรงงานล้างแร่ของบริษัทกระป๋องฟลูออไรท์จำกัด.....49
3.11	แผนผังโรงงานแยกแร่ด้วยมีชดิมหนักของบริษัทกระป๋องฟลูออไรท์จำกัด.....51
3.12	แผนผังโรงงานลอยแร่ของบริษัทกระป๋องฟลูออไรท์จำกัด.....53
3.13	แผนผังโรงงานจี้กแร่และลอยแร่ของบริษัทเหมืองแร่ตาดดาวจำกัด.....54
4.1	การจัดแบ่งประเภทตัวแปรในขบวนการลอยแร่.....56
4.2	พฤติกรรมทั่วไปในเซลล์ลอยแร่.....56
4.3	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อย CELL.....73
4.4	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อย BANK.....75
4.5	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อย CONV.....76
4.6	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อย RC BANK.....77

4.7	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อย GRAD.....	78
4.8	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อย MTREC.....	79
4.9	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมหลักส่วนรับข้อมูล.....	80
4.10	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมหลักส่วนคำนวณ.....	81
4.11	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมหลักส่วนผลลัพธ์.....	82
5.1	วงจรถวายการลดยแรงแบบที่ 1 ของโรงงานลดยแรงแบบที่ 1 แห่งเมืองแร้ตาดดาวจำกัด.....	102
5.2	วงจรถวายการลดยแรงแบบที่ 2 ของโรงงานลดยแรงแบบที่ 2 แห่งเมืองแร้ตาดดาวจำกัด.....	110
5.3	วงจรถวายการลดยแรงแบบที่ 3 ของโรงงานลดยแรงแบบที่ 3 แห่งเมืองแร้ตาดดาวจำกัด.....	111
5.4	วงจรถวายการลดยแรงแบบที่ 4 ของโรงงานลดยแรงแบบที่ 4 แห่งเมืองแร้ตาดดาวจำกัด.....	112
5.5	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การเก็บหัวแรงแบบที่ 1 ของผลที่ได้จากวงจรถวายการลดยแรงแบบที่ 2, 3, 4 สำหรับแรงแบบที่ A ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....	113
5.6	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การเก็บหัวแรงแบบที่ 2 ของผลที่ได้จากวงจรถวายการลดยแรงแบบที่ 2, 3, 4 สำหรับแรงแบบที่ B ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....	114
5.7	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การเก็บหัวแรงแบบที่ 3 ของผลที่ได้จากวงจรถวายการลดยแรงแบบที่ 2, 3, 4 สำหรับแรงแบบที่ C ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....	115
5.8	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การเก็บหัวแรงแบบที่ 1 และการเก็บหัวแรงแบบที่ 2 ของผลที่ได้จากวงจรถวายการลดยแรงแบบที่ 2 สำหรับแรงแบบที่ A ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....	116
5.9	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การเก็บหัวแรงแบบที่ 1 และการเก็บหัวแรงแบบที่ 2 ของผลที่ได้จากวงจรถวายการลดยแรงแบบที่ 2 สำหรับแรงแบบที่ B ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....	117



5.10 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์หัวแร่และการเก็บหัวแร่ของผลที่ได้จากวงจรเมื่อ  
เปอร์เซ็นต์แร่ป้อนเปลี่ยนแปลงไปของวงจรลอยแร่แบบที่ 2 สำหรับแร่ประเภท C  
ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....118

5.11 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์หัวแร่และการเก็บหัวแร่ของผลที่ได้จากวงจรเมื่อ  
เปอร์เซ็นต์แร่ป้อนเปลี่ยนแปลงไปของวงจรลอยแร่แบบที่ 3 สำหรับแร่ประเภท A  
ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....119

5.12 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์หัวแร่และการเก็บหัวแร่ของผลที่ได้จากวงจรเมื่อ  
เปอร์เซ็นต์แร่ป้อนเปลี่ยนแปลงไปของวงจรลอยแร่แบบที่ 3 สำหรับแร่ประเภท B  
ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....120

5.13 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์หัวแร่และการเก็บหัวแร่ของผลที่ได้จากวงจรเมื่อ  
เปอร์เซ็นต์แร่ป้อนเปลี่ยนแปลงไปของวงจรลอยแร่แบบที่ 3 สำหรับแร่ประเภท C  
ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....121

5.14 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์หัวแร่และการเก็บหัวแร่ของผลที่ได้จากวงจรเมื่อ  
เปอร์เซ็นต์แร่ป้อนเปลี่ยนแปลงไปของวงจรลอยแร่แบบที่ 4 สำหรับแร่ประเภท A  
ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....122

5.15 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์หัวแร่และการเก็บหัวแร่ของผลที่ได้จากวงจรเมื่อ  
เปอร์เซ็นต์แร่ป้อนเปลี่ยนแปลงไปของวงจรลอยแร่แบบที่ 4 สำหรับแร่ประเภท B  
ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....123

5.16 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์หัวแร่และการเก็บหัวแร่ของผลที่ได้จากวงจรเมื่อ  
เปอร์เซ็นต์แร่ป้อนเปลี่ยนแปลงไปของวงจรลอยแร่แบบที่ 4 สำหรับแร่ประเภท C  
ด้วยโปรแกรมเลียนแบบจำลอง.....124

6.1 วงจรลอยแร่ของโรงงานลอยแร่บริษัท ไทยฟลูออไรท์พรอเซสซึ่งจำกัด.....128