บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

จากการทดลองเพื่อหาค่า pH ที่เหมาะสมโดยทำการลอยแร่แบไรต์ที่ปริมาณ 200 กรัม ความเข้มข้นของแร่ 15 % Solids ความเร็วของใบพัดกวน 1,200 รอบต่อนาที เวลาที่ใช้ในการปรับสภาพผิวแร่ 10 นาที และเวลาลอยแร่ 10 นาที คงที่ พบว่าค่า pH ที่เหมาะสม คือ pH 8 เพราะให้ค่า % Recovery สูงสุดภายใต้ภาวะการลอยแร่ที่ใช้ทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการลอยแร่โดยใช้เซลล์ลอยแร่เชิงกลขนาดห้องปฏิบัติการ และใช้ปริมาณสารเคมีดังนี้ โซเดียมโอลิเอต 200 กรัมต่อตัน Terpineol 10 กรัมต่อตัน pH 8 15 % solid เวลาในการปรับสภาพผิวแร่ 10 นาที เวลาลอยแร่ 10 นาที ได้ 95 % Recovery

Test No.	Feed (g)	Floated (g)	% Recovery
1	200	185.0	92.5
2	200	193.5	96.8
3	200	192.0	96.0
Average	200	190.1	95.1

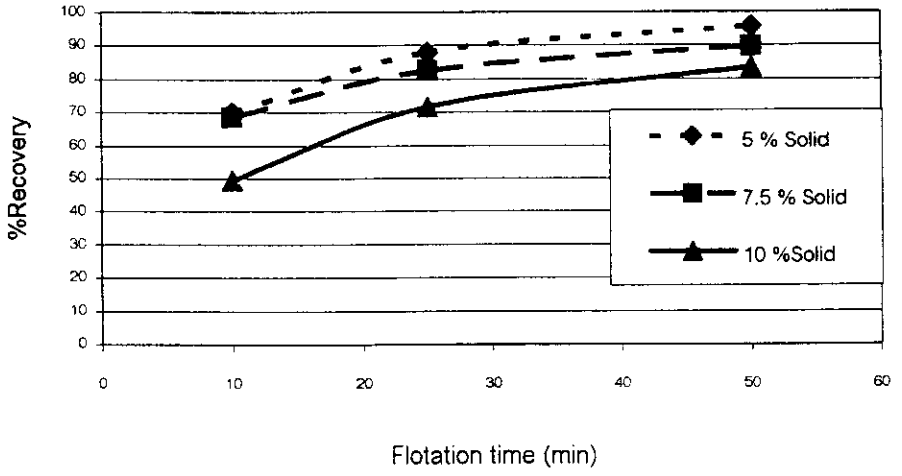
4.1 การหาค่า % solid ที่เหมาะสมในการลอยแร่

จากการทดลองเพื่อหาค่า % solid ที่เหมาะสมในการลอยแร่นั้น เราได้ใช้ตัวแปรต่าง ให้คงที่คือ ความลึกของ downcomer 18 เซ็นติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer 3 นิ้ว เวลาในการปรับสภาพผิวแร่ 10 นาที อัตราการไหลของน้ำ 20 ลิตรต่อนาที คงที่ตลอดทุกการทดลอง ซึ่งสามารถควบคุมได้โดยความดัน (จากรูปที่ 3.1) และเมื่อใช้ปริมาณสารเคมีดังกล่าวแล้ว จากการทดลองพบว่าผลของการลอยแร่แบไรต์ จะแสดงให้เห็นดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 พบว่าเมื่อทดลองใน % solid ค่าหนึ่ง เมื่อเวลาในการลอยแร่เพิ่มขึ้นจะได้การเก็บแร่ได้สูงขึ้นซึ่งสามารถเลือกสภาวะที่เหมาะสมได้จากกราฟ และจะเห็นว่าเมื่อ % solid ยิ่งน้อยลงจะได้การเก็บแร่ได้สูงขึ้นเป็นเพราะว่าปริมาณอากาศที่มาจากความเร็วของของผสมที่ออกจากหัวฉีดมีปริมาณคงที่เมื่อมาสัมผัสกับเม็ดแร่ที่มี % solid สูงเกินไป ฟองอากาศก็มีไม่เพียงพอที่จะทำให้การเกาะติดกันกับเม็ดแร่หมดจึงได้การเก็บแร่ที่ต่ำกว่าการลอยแร่ที่มี % solid น้อยกว่าซึ่งถ้าเราเพิ่มฟองอากาศขึ้นโดยวิธีการเพิ่มความเร็วของของผสมที่ผ่านหัวฉีดน่าจะทำให้ % Recovery สูงขึ้น และค่าที่เหมาะสมในการเลือก

ลอยแร่แบไรต์ในการทดลองนี้คือ 5 % solid เวลาในการลอยแร่ 20 นาทีหรือนานกว่าเพื่อเพิ่ม % Recovery

ตารางที่ 4.2 แสดงผล % solid ต่อผลการลอยแร่ แบไรต์ เมื่อปรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer 3.0 นิ้ว ความลึกของ downcomer 18 เซนติเมตร ปริมาณสารเคมีดังนี้ Sodium oleate 200 กรัมต่อตัน Terphineol 10 กรัมต่อตัน pH=8 เวลาในการปรับสภาพผิวแร่ 10 นาที อัตราการไหลของของผสม 20 ลิตรต่อนาที

Flotation time (min)	การเก็บแร่ได้ (%)		
	5 % solid	7.5 % solid	10 % solid
10	69.78	68.4	49.43
25	88	82.5	71.55
50	95.8	89.6	83.55



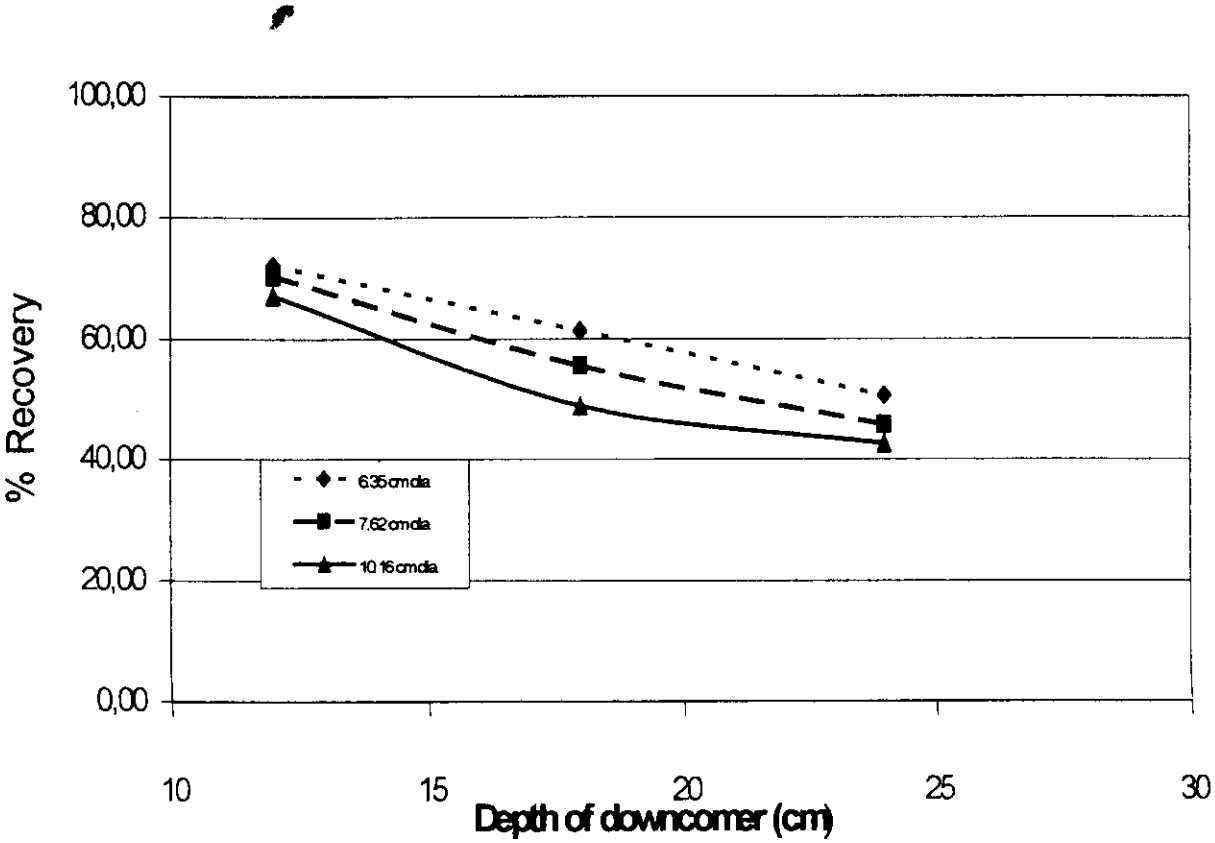
รูปที่ 4.1 แสดงผลของ % solid ต่อผลการลอยแร่ แบไรต์ เมื่อปรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer 7.62 เซนติเมตร ความลึกของ downcomer 18 เซนติเมตร ปริมาณสารเคมีดังนี้ Sodium oleate 200 กรัมต่อตัน Terphineol 10 กรัมต่อตัน pH=8 เวลาในการปรับสภาพผิวแร่ 10 นาที อัตราการไหลของของผสม 20 ลิตรต่อนาที

4.2 ผลของความลึกของ downcomer จากผิวน้ำ

ความลึกของ downcomer หมายถึง ระยะจากผิวบนของน้ำ ถ้าระยะที่จุ่มลงไปในตัวเซลล์ลอยแร่ลึกลงไปเท่าไร ก็ต้องใช้แรงดันสำหรับดันให้ของผสมและอากาศออกสู่ปลายด้านล่างของ downcomer เพิ่มขึ้น สำหรับในการทดลองนี้เราสามารถปรับอัตราการไหลรวมทั้งความเร็วของน้ำที่หัวฉีดได้จึงสามารถควบคุมแรงดันได้ อีกทั้งยังสามารถเปลี่ยนขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง downcomer เมื่อเพิ่มหรือลดความดันได้ จากการทดลองพบว่าผลของการลอยแร่แบไรต์ เมื่อศึกษาผลของความลึกของ downcomer ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer ต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 พบว่า เปอร์เซนต์การเก็บแร่ได้ จะลดลงเมื่อความลึกของ downcomer เพิ่มขึ้น เนื่องจาก ความดันที่เกิดจากของผสมภายใน downcomer มีค่าคงที่ แต่เมื่อเพิ่มความลึกของ downcomer จะทำให้แรงดันสำหรับดันให้ของผสมและอากาศออกสู่ปลายด้านล่างของ downcomer มีน้อยลงทำให้ เปอร์เซนต์การเก็บแร่ได้ ลดลง

ตารางที่ 4.3 แสดงผลของการลอยแร่ แบไรต์ เมื่อปรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer และความลึกของ downcomer เป็นตัวแปร และค่าตัวแปรอื่นๆคงที่คือ % solid 5 % ปริมาณสารเคมีดังนี้ Sodium oleate 200 กรัมต่อตัน Terphineol 10 กรัมต่อตัน pH=8 เวลาในการปรับสภาพผิวแร่ 10 นาที เวลาในการลอยแร่ 20นาที อัตราการไหลของของผสม 20 ลิตรต่อนาที

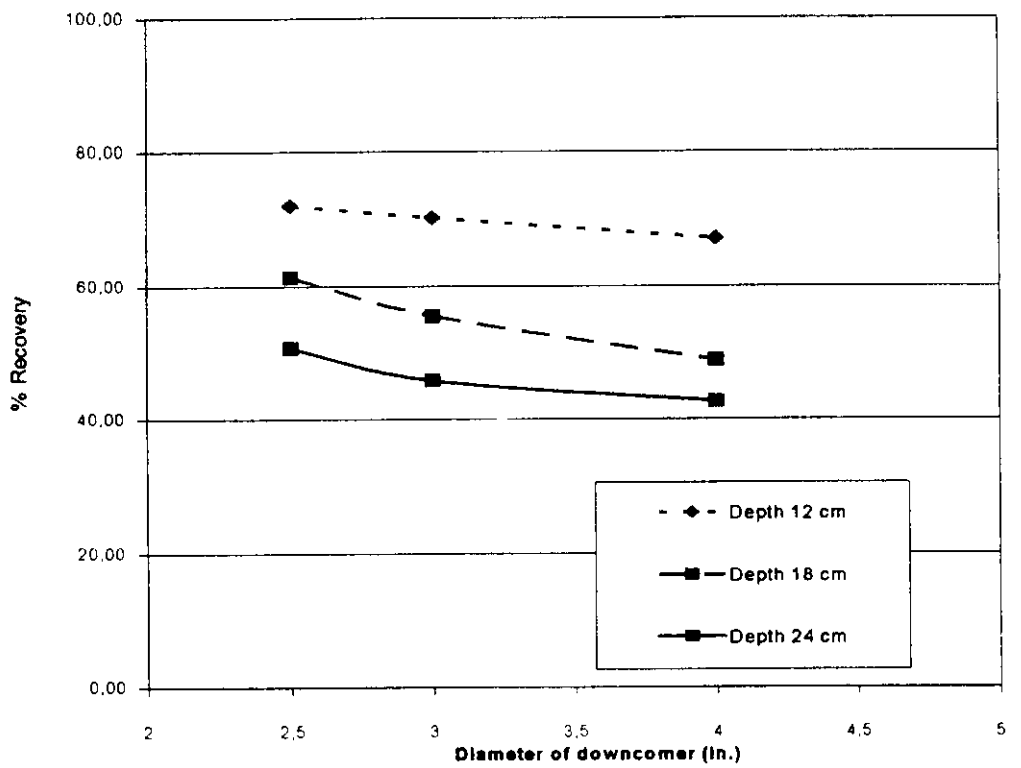
ความลึกของ downcomer จากระดับน้ำ (cm.)	เส้นผ่านศูนย์กลางของ Downcomer (cm.)	น้ำหนักแร่ป้อน (kg)	น้ำหนัก (g)	น้ำหนัก (%)
12	6.35	2.25	1.62	72.00
	7.62	2.25	1.58	70.22
	10.16	2.25	1.51	67.11
18	6.35	2.25	1.38	61.33
	7.62	2.25	1.25	55.56
	10.16	2.25	1.1	48.89
24	6.35	2.25	1.14	50.67
	7.62	2.25	1.03	45.78
	10.16	2.25	0.96	42.67



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความลึกของ downcomer กับ เปอร์เซนต์การเก็บแร่ได้ที่เส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer ต่าง ๆ และค่าตัวแปรอื่น ๆ คงที่ คือ % solid 5% ปริมาณสารเคมีดังนี้ Sodium oleate 200 กรัมต่อตัน Terphineol 10 กรัมต่อตัน pH=8 เวลาในการปรับสภาพผิวแร่ 10 นาที เวลาในการลอยแร่ 20 นาที อัตราการไหลของของผสม 20 ลิตรต่อนาที

4.3 ผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer

ผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer ต่าง ๆได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.3 ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์การเก็บแร่ได้ของหัวแร่จะแปรผกผันกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer ซึ่งถ้ามีขนาดใหญ่จะมีส่วนทำให้เก็บแร่ได้ น้อยกว่า downcomer ขนาดเล็ก เนื่องจาก ความดันที่เกิดจากของผสมภายใน downcomer มีค่าคงที่ ดังนั้นเมื่อเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะทำให้ความดันใน downcomer น้อยลง ฟองอากาศจึงดันออกมาจาก dowcomer น้อย การเก็บแร่จึงได้น้อย ดังนั้นเมื่อใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer ขนาดเล็กลงจะทำให้ได้ การเก็บแร่ได้ สูงขึ้น



รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer กับ % การเก็บแร่ได้ ที่ความลึกของ downcomer ต่าง ๆ และค่าตัวแปรอื่น ๆ คงที่คือ % solid 5% ปริมาณสารเคมีดังนี้ Sodium oleate 200 กรัมต่อตัน Terphineol 10 กรัมต่อตัน pH=8 เวลาในการปรับสภาพผิวแร่ 10 นาที เวลาในการลอยแร่ 20 นาที อัตราการไหลของของผสม 20 ลิตรต่อนาที

4.4 การวิเคราะห์ผลเบื้องต้น

เครื่องลอยแร่ที่สร้างขึ้นมีขนาด 40x40x30 เซนติเมตร โดยที่สามารถปรับความยาวของ downcomer ได้ 3 ขนาดคือ 42, 48 และ 54 เซนติเมตร และที่ความยาวของ downcomer ที่อยู่ใต้ระดับน้ำคิดเป็น 12, 18 และ 24 เซนติเมตร และสามารถปรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ downcomer ได้ 3 ขนาดเช่นกันคือ 6.35, 7.62 และ 10.16 เซนติเมตร ความจุของเซลล์ประมาณ 7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยจากการสังเกตจากการทดลองพบว่าหลักการที่สำคัญในการทำงานของเครื่องลอยแร่แบบคอลัมน์สั้นคือ ของผสมและอากาศจะผสมกันก่อนที่ตอนบนของ downcomer และเมื่อของผสมสัมผัสน้ำในเซลล์ลอยแร่ จะเกิดฟองอากาศขนาดเล็กมากมาย ทำให้แร่ที่ต้องการลอยเกาะติดฟองอากาศขึ้นมา การป้อนแร่สามารถทำได้โดยใช้เครื่องสูบของผสมสูบของผสมจากเซลล์ลอยแร่ หมุนเวียนขึ้นสู่หัวฉีดเพื่อให้เกิดความเร็วของของผสมสูงพอที่จะดันให้ของผสมและ

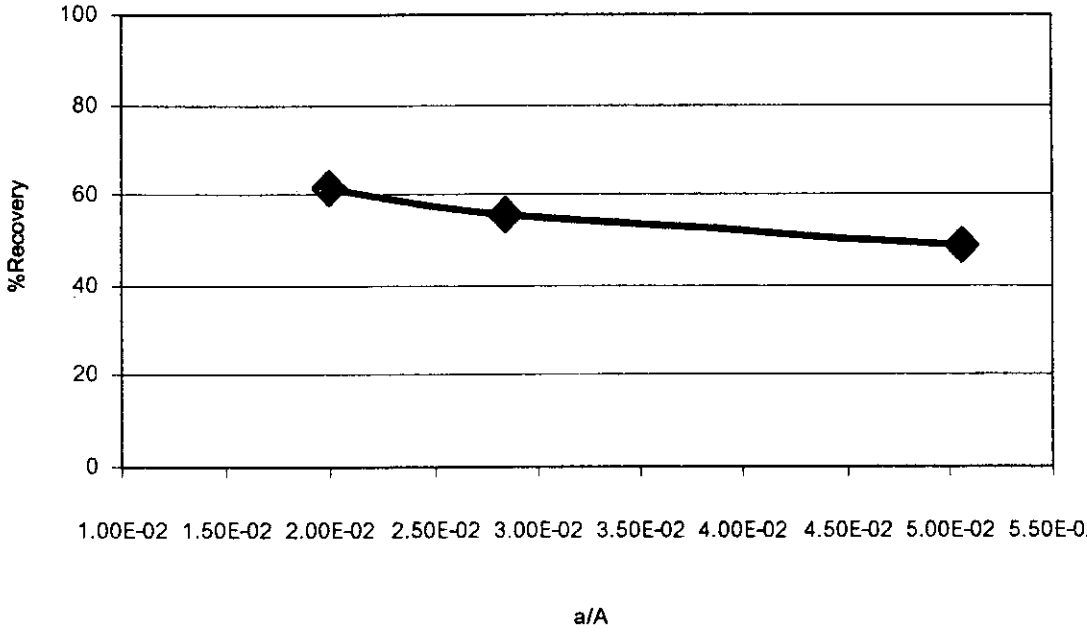
อากาศไหลลงสู่ด้านล่างของ downcomer ออกสู่เซลล์ โดยในการทดลองใช้อัตราการไหลของน้ำ 20 ลิตรต่อนาที คิดเป็นความเร็วของของไหล 4.7 เมตรต่อวินาทีเม็ดแร่ที่เกาะกับฟองอากาศก็จะลอยขึ้นสู่ด้านบนออกเป็นหัวแร่ ส่วนหางแร่จะตกสู่ด้านล่างของเซลล์ โอกาสที่จะเกิดการเกาะติดกันของเม็ดแร่กับฟองอากาศ เกิดขึ้นได้ 2 บริเวณ คือ ภายใน downcomer และภายในเซลล์ ซึ่งฟองอากาศนี้เกิดจากการที่ของผสมไหลออกจากหัวฉีดด้วยความเร็วสูงกระทบกับน้ำภายใน downcomer ทำให้เกิดความปั่นป่วนและแรงเฉือนขึ้นจึงเกิดฟองอากาศขนาดเล็กขึ้นมา ซึ่งการควบคุมปริมาณและขนาดฟองอากาศ สามารถควบคุมได้โดยการปรับอัตราการไหลของของผสม โดยการปรับวาล์วของเครื่องสูบของผสม หรือควบคุมโดยปริมาณสารเคลือบฟอง

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.3 และกราฟรูปที่ 4.4 โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของ downcomer (a) ต่อพื้นที่หน้าตัดเซลล์ (A) กับเปอร์เซนต์การเก็บแร่ได้ที่ความลึกของ downcomer 18 cm. ปรากฏว่า (a/A) แปรผกผันกับเปอร์เซนต์การเก็บแร่ได้

ข้อสังเกต เปอร์เซนต์การเก็บแร่ได้จากการทดลองตอนที่ 1 มากกว่าเปอร์เซ็นต์การเก็บแร่ได้จากการทดลองตอนที่ 2 เนื่องจากว่า แร่แบไรต์ที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 ตอนเป็นแร่แบไรต์ที่มีเกรดต่างกัน โดยแร่แบไรต์จากการทดลองตอนที่ 1 จะมีเกรดสูงกว่า จึงทำให้ เปอร์เซ็นต์การเก็บแร่ได้สูงกว่า

ตารางที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัด downcomer (a) ต่อพื้นที่หน้าตัดเซลล์ (A) กับเปอร์เซนต์การเก็บแร่ที่ความลึก downcomer 18 cm

a (sq.cm.)	A (sq.cm.)	a/A	% Recovery
31,7	1600	19.89x10-3	61,33
45,6	1600	28.50x10-3	55,56
81,1	1600	50.67x10-3	48,89



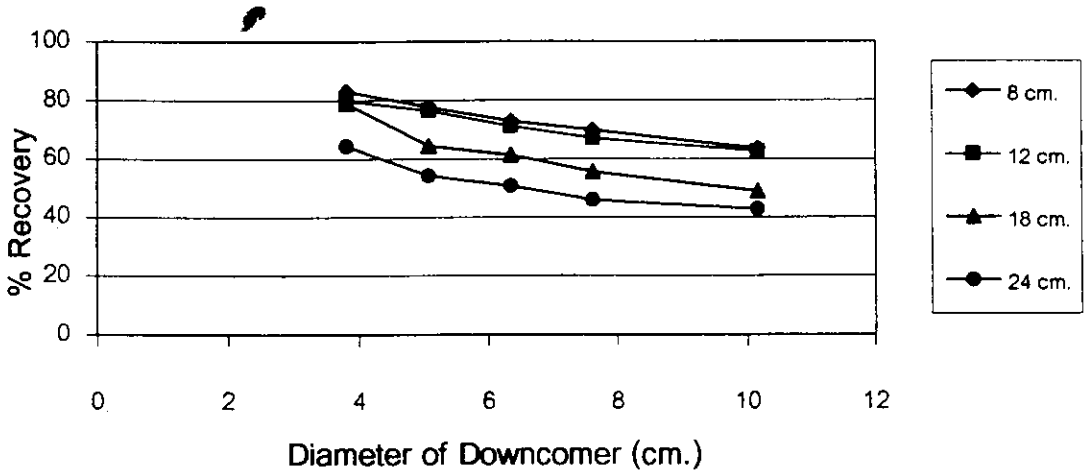
รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัด downcomer (a) ต่อพื้นที่หน้าตัดเซลล์ (A) กับเปอร์เซนต์การเก็บแร่ที่ความลึก downcomer 18 cm

4.5 ผลการทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Downcomer เมื่อลดขนาดลงอีก

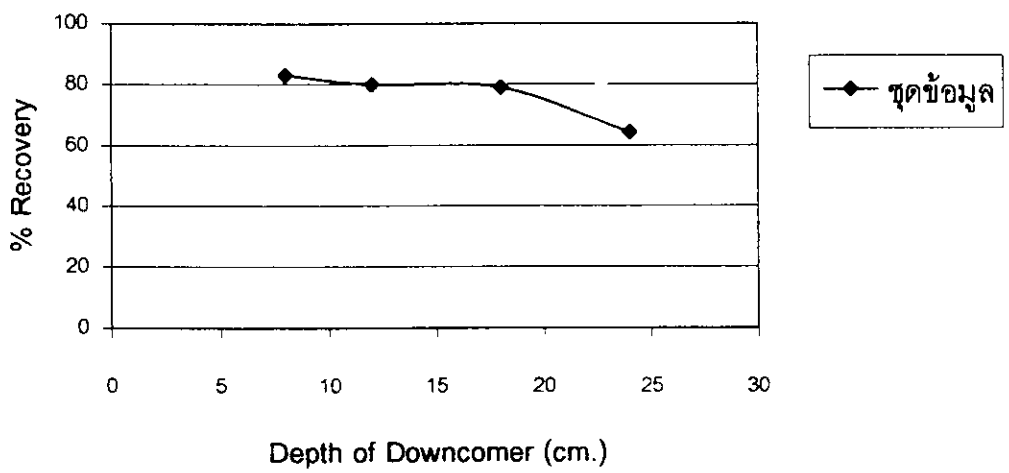
จากผลการทดลองลอยแร่ด้วยเครื่องลอยแร่แบบคอลัมน์สั้นโดยพิจารณาตัวแปรคือ ความเข้มข้นของแร่ (% Solids) ที่ 5 % Solids ความลึกของ Downcomer และเส้นผ่านศูนย์กลางของ Downcomer จะพบว่า ที่ความลึกของ Downcomer 8 เซ็นติเมตร Downcomer และเส้นผ่านศูนย์กลางของ Downcomer ที่ 3.81 เซ็นติเมตร จะได้ %Recovery สูงที่ 83.1% ดังแสดงผลในตารางที่ 4.4 รูปที่ 4.5 และ รูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าที่ความลึกของ Downcomer และเส้นผ่านศูนย์กลางของ Downcomer ลดลงจะได้ % Recovery สูงขึ้น

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองลอยแร่ด้วยเครื่องลอยแร่แบบคอลัมน์สั้นโดยพิจารณาตัวแปร คือ ความเข้มข้นของแร่ที่ 5 % Solids และความลึกของ Downcomer ที่ 8, 12,18 และ 24 เซ็นติเมตร ตามลำดับ และเส้นผ่านศูนย์กลางของ Downcomer ขนาด 3.81, 5.08, 6.35, 7.62 และ 10.16 เซ็นติเมตร ตามลำดับ ได้ผลดังนี้

ความลึกของ Downcomer (cm.)	เส้นผ่านศูนย์กลางของ Downcomer(cm.)	น้ำหนักแร่ป้อน (kg.)	น้ำหนักหัวแร่ (kg.)	% Recovery
8	3.81	2.25	1.82	83.1
	5.08	2.25	1.75	77.8
	6.35	2.25	1.64	72.9
	7.62	2.25	1.57	69.8
	10.16	2.25	1.43	63.6
12	3.81	2.25	1.80	80
	5.08	2.25	1.75	76.4
	6.35	2.25	1.62	71.1
	7.62	2.25	1.58	67.1
	10.16	2.25	1.51	62.7
18	3.81	2.25	1.78	79.1
	5.08	2.25	1.45	64.4
	6.35	2.25	1.38	61.3
	7.62	2.25	1.25	55.6
	10.16	2.25	1.1	48.9
24	3.81	2.25	1.45	64.4
	5.08	2.25	1.22	54.2
	6.35	2.25	1.14	50.7
	7.62	2.25	1.03	45.8
	10.16	2.25	0.96	42.7



รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดลองลอยแร่ด้วยเครื่องลอยแร่แบบคอลัมน์สั้นโดยพิจารณาตัวแปรคือ ความเข้มข้นของแร่ที่ 5 % Solids และความลึกของ Downcomer ที่ 8, 12, 18 และ 24 เซ็นติเมตร ตามลำดับ และเส้นผ่านศูนย์กลางของ Downcomer ขนาด 3.81, 5.08, 6.35, 7.62 และ 10.16 เซ็นติเมตร ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของ Downcomer ที่ 8, 12, 18 และ 24 เซ็นติเมตร ตามลำดับ และ % Recovery ที่ความเข้มข้นของแร่ที่ 5 % Solids

4.6 การเพิ่ม Downcomer เป็น 2 ชุด

เมื่อทำการเพิ่ม Downcomer เป็น 2 ชุด ที่ความลึกจากผิวน้ำ 8 เซ็นติเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.81 เซ็นติเมตร จะเป็นการเพิ่มขึ้นของปริมาณฟองอากาศเมื่อของผสมสัมผัสน้ำใน

เซลล์ลอยแร่จะเกิดฟองอากาศขนาดเล็กมากมายทำให้แร่ที่ต้องการลอยเกาะติดฟองอากาศขึ้นมาอย่างมากและมีการฉีดน้ำล้างหัวแร่ออกบริเวณส่วนบนของเซลล์ลอยแร่ ทำให้ได้ปริมาณของ Recovery เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณของ Recovery และจำนวนชุดของ Downcomer

จำนวนชุดของ Downcomer	% Recovery
1 ชุด	83.1
2 ชุด	87.6