หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การลอยแร่ (Flotation)

2.1 พื้นฐานการลอยแร่

2.1.1 กระบวนการลอยแร่

เป็นกระบวนการที่เม็ดแร่เกาะตัวกับน้ำหรืออากาศ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการแยกระหว่างเม็ดแร่สองชนิดที่มีคุณสมบัติในการเกาะตัวกับน้ำหรืออากาศต่างกันได้

Skin Flotation การลอยแร่แบบนี้เกิดขึ้นโดยเม็ดแร่เกาะตัวกับผิวหน้าของน้ำ ดังนั้นจึงแยกเอาเม็ดแร่ที่เปียกน้ำได้ดีออกจากแร่ไม่เปียกน้ำได้

Bulk Oil Flotation การลอยแร่เกิดขึ้นในชั้นน้ำมันหรือระหว่างชั้นของน้ำและน้ำมัน เม็ดแร่ที่เปียกน้ำก็จะถูกแยกออกจากแร่ที่ไม่เปียกซึ่งเกาะตัวกับน้ำมัน

Froth Flotation การลอยแร่แบบนี้เป็นวิธีการที่ได้รับการพัฒนามาอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน การลอยเกิดขึ้นโดยฟองอากาศพยุงเอาเม็ดแร่ที่ไม่เปียกน้ำขึ้นมาสู่ผิวหน้าซึ่งสามารถกวาดออกมาได้ การลอยแร่แบบนี้จะเป็นเรื่องที่เป็นจุดมุ่งหมายในการกล่าวถึงต่อไป

2.1.2 หลักการของการลอยแร่ (Principles of Flotation)

หลักการของการลอยแร่คือ ความแตกต่างทางคุณสมบัติพื้นผิวด้านเคมี-กายภาพของแต่ละชนิดแร่ ซึ่งได้แปรเปลี่ยนหลังจากการทำปฏิกิริยากับสารเคมี และจะทำให้แร่บางชนิดไม่เปียกน้ำ (Hydrophobic) การลอยแร่เกิดขึ้นได้เมื่อมีฟองอากาศเกิดขึ้นภายในเซลล์ลอยแร่ ฟองอากาศจะมีโอกาสเกาะติดกับเม็ดแร่ และมีความคงตัวพอเพียงต่อแรงต่อต้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ลอยแร่ นำเม็ดแร่ลอยขึ้นสู่ด้านบน แล้วถูกกวาดออกไปจากเซลล์ลอยแร่

ในเรื่องของการลอยแร่มีข้อควรคำนึงอยู่สองข้อ คือ

1) ฟองอากาศจะสามารถเกาะกับผิวเม็ดแร่ได้ ถ้ามันสามารถขับน้ำออกไปจากผิวเม็ดแร่นั้น ๆและจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผิวแร่นั้น ๆ มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ

2) ฟองอากาศซึ่งลอยขึ้นมาสู่ผิวหน้าจะสามารถพยุงเอาเม็ดแร่ไว้ได้ เมื่อฟองอากาศนั้นมีเสถียรภาพ (Stability) มิฉะนั้นแล้วฟองอากาศจะแตกออกและเม็ดแร่จะร่วงลงสู่เบื้องล่างได้อีก

เนื่องจากจุดประสงค์สองข้อนี้เองทำให้มีการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ ช่วยในการลอยแร่ หน้าที่หลักของสารเคมีเหล่านี้คือ

1) ทำให้ผิวของเม็ดแร่ที่จะลอยขึ้นมาไม่เปียกน้ำ

2) ป้องกันไม่ให้ผิวของเม็ดแร่ที่ไม่ต้องการไม่เปียกน้ำ

3) เคลือบฟองอากาศให้มีเสถียรภาพ

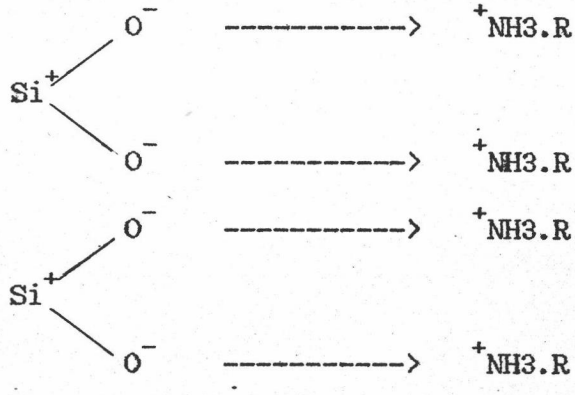
2.1.3 <u>ชนิดของสารเคมีในการลอยแร่</u>

2.1.3.1 สารเคลือบผิว (Collector) สารเคลือบผิวยังแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1) สารเคลือบผิวประเภทประจุบวก (Cationic Collector) สารเคลือบผิวประเภทนี้ เป็นประเภทที่ใช้กับการลอยแร่ซิลิเกตและแร่โลหะหลายชนิดที่มีอนุมูลของโลหะเป็นส่วนหนึ่งของประจุลบของผลึกแร่ เช่น Tungstates, Chromates, Molybdates เป็นต้น สูตรเคมีของสารเคลือบผิวประเภทนี้โดยทั่วไปก็คือ $R.NH_2$ หรือ $R_1R_2.NH$ ซึ่งจะละลายในกรดและให้ประจุบวกออกมาทำปฏิกริยากับส่วนที่เป็นประจุลบของเม็ดแร่

$$R.NH + HCL \longrightarrow RNH_2.HCL$$

$$R.NH_2.HCL \longrightarrow RNH_3 + CL^-$$



2) สารเคลือบผิวประเภทประจุลบ (Anionic Collector)

สารเคลือบผิวประเภทนี้ใช้มากที่สุดในการลอยแร่ สูตรทางเคมีโดยทั่วไป คือ

โดย R = กลุ่มอนุมูลอินทรีย์

AH = กลุ่มอนุมูลประจุลบ

เมื่อละลายในด่างจะเปลี่ยนเป็นเกลือด่างซึ่งจะแตกตัวให้ประจุลบ

$$RAH + NaOH \longrightarrow RANa$$

$$RA.Na \longrightarrow RA^- + Na^+$$

RA^- จะทำปฏิกริยากับผิวเม็ดแร่ ซึ่งอาจจะเป็น

- Electrostatic Attraction ระหว่างประจุลบและประจุบวก
- Adsorption เกิดขึ้นที่ผิวหน้าของเม็ดแร่

สารเคลือบผิวประเภทนี้ใช้กับแร่ส่วนใหญ่เช่นแร่ซัลไฟด์, แร่อโลหะ จำพวกออกไซด์, คาร์บอเนต, ซัลเฟต ฯลฯ ตัวอย่างของสารเคลือบผิวประเภทนี้ได้แก่

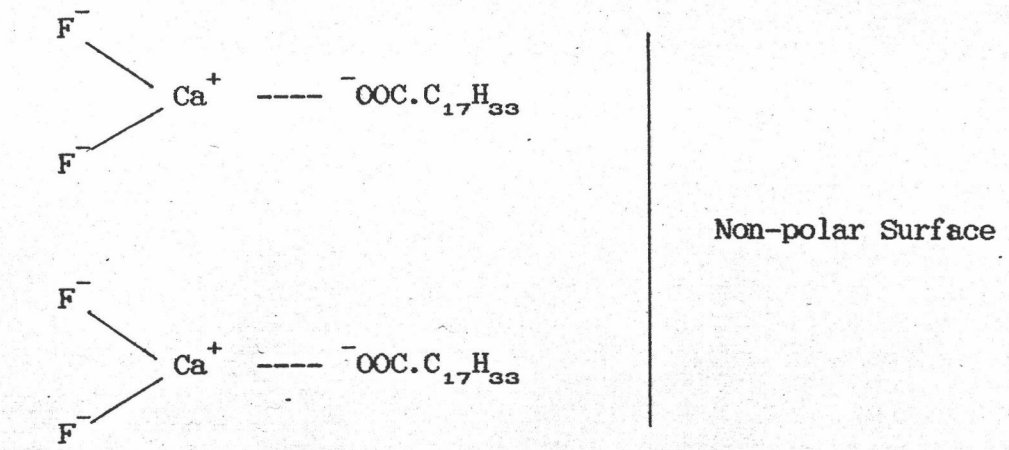
Oleic Acid, Xanthate

Dithiophosphate, Sulphonate

Succinate

$$C_{17}H_{33} - COOH + Na_2CO3 \longrightarrow C_{17}H_{33}COONa$$

$$C_{17}H_{33} - COONa \longrightarrow C_{17}H_{33}COO^- + Na^+$$



3) สารเคลือบผิวประเภทน้ำมัน (Oily Collector) สารเคลือบผิวประเภทนี้เป็นน้ำมันต่าง ๆ เช่น น้ำมันเครื่อง เป็นต้น สารพวกนี้โดยทั่วไปไม่เฉพาะเจาะจงจึงใช้ในการลอยแร่ในบางกรณีเท่านั้น คือ ในการลอยแร่ที่เป็น non-polar เช่น ถ่านหิน เป็นต้น

2.1.3.2 สารเคลือบฟอง (Frother) สารเคมีที่ใช้เป็นสารเคลือบฟองส่วนใหญ่จะมีสูตรทางเคมีคือ R.OH เช่น น้ำมันสน (Pine Oil) ครีโอโซต (Creosote), MIBC แต่ปรากฏว่ามีสารเคลือบผิวบางตัวมีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบฟองด้วยเหมือนกันเช่น กรดโอลีอิค (Oleic Acid) ซึ่งถ้าใช้เป็นสารเคลือบฟองโดยตรงจะทำให้เสถียรภาพมากเกินไปจนทำให้การไหลหรือเคลื่อนย้ายถ่ายเททำได้ลำบาก ฉะนั้นสารเคลือบฟองที่ดีควรจะ

- มีอำนาจการเคลือบผิว (Collecting Power) น้อยที่สุด
- ทำให้ฟองอากาศมีเสถียรภาพพอที่จะพยุงเม็ดแร่ลอยขึ้นมาได้ แต่ไม่เหนียวจนเกินไปจนยากแก่การเคลื่อนย้ายถ่ายเท

2.1.3.3 สารปรับสภาพ (Modifying Agent)

1) สารเปลี่ยนสภาพผิวแร่ (Activator) ใช้เปลี่ยนสภาพผิวเม็ดแร่ให้เหมาะแก่การทำปฏิกริยากับสารเคลือบผิว เช่น การใช้ปรับสภาพผิวเม็ดแร่สังกะสี (Sphalerite)

2) สารกดเม็ดแร่ (Depressant) สารเคมีชนิดนี้จะทำให้

- ผิวของเม็ดแร่ไม่ทำปฏิกริยากับสารเคลือบผิว
- สารเคลือบผิวที่เคลือบอยู่ก่อนแล้วหมดประสิทธิภาพ

สารเคมีที่ใช้กดเม็ดแร่อาจจะแบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ

ก. เกลืออนินทรีย์ (Inorganic Salt) เช่น ไซยาไนด์ (Cyanide)

ข. ฝุ่นอินทรีย์ (Organic Slime) เช่น แป้ง, กาวต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นสารแขวนลอย (Colloid) และเคลือบผิวเม็ดแร่ป้องกันไม่ให้ทำปฏิกริยากับสารเคลือบผิว

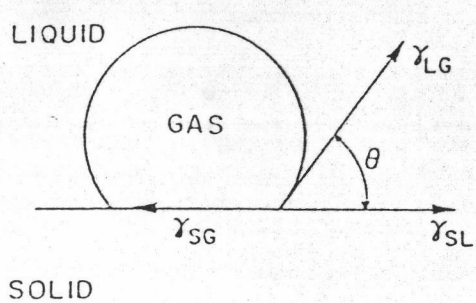
3) สารปรับ pH (pH Modifier) สารเคมีเหล่านี้เป็นกรดหรือด่างธรรมดาโดยทำหน้าที่ 3 ประการคือ

- ควบคุมการแตกตัว (Ionization) ของสารเคมี
- ควบคุมการดูดซึม (Absorption) ของสารเคมีบนผิวเม็ดแร่
- ควบคุมปฏิกริยาระหว่างสารเคมี

2.2 กลไกในการลอยแร่ (Mechanism of Flotation)

ในการลอยแร่กลไกสำคัญทางด้านฟิสิกส์-เคมี (Physico-Chemical) ของระบบได้แก่

2.2.1 ความสำคัญของมุมสัมผัสในการลอยแร่



รูปที่ 2.1 สมดุลย์ของมุมสัมผัสระหว่างฟองอากาศและผิวของแข็งในของเหลว

1) ถ้ามุมสัมผัสมีค่าเท่ากับศูนย์แสดงว่า แร่จะเปียกน้ำโดยสิ้นเชิงการสัมผัสระหว่างอากาศกับผิวเม็ดแร่จะไม่เกิดขึ้นและไม่มีการลอย

2) ถ้ามุมสัมผัสมีค่าเท่ากับ 18Ø องศา เม็ดแร่จะเกาะตัวกับฟองอากาศเท่านั้น โดยไม่มีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่สสารที่ให้มุมสัมผัสมากที่สุดเท่าที่พบในห้องปฏิบัติการคือ ขี้ผึ้ง ซึ่งมีมุมสัมผัสประมาณ 11Ø องศา

3) ถ้ามุมสัมผัสเท่ากับ 9Ø องศา การที่เม็ดแร่จะเกาะกับฟองอากาศหรือน้ำมันเป็นไปเท่า ๆ กัน ซึ่งอาจจะแบ่งแร่ออกได้ตามขนาดของมุมสัมผัส ถ้ามุมสัมผัสมากกว่า 9Ø องศา แสดงว่าชอบน้ำ ถ้ามุมสัมผัสน้อยกว่า 9Ø องศาแสดงว่าไม่ชอบน้ำ

มุมสัมผัสมีค่ามากหมายถึงว่าระบบนั้น ๆ จะทนแรงดึงเนื่องจากน้ำหนักของเม็ดแร่และแรงที่เกิดจากการปั่นป่วนได้มาก ทำให้เปอร์เซ็นต์การเก็บแร่ได้มากกว่าและลอยแร่ได้ที่ขนาดเม็ดแร่หยาบกว่า

2.2.2 <u>ปฏิกริยาและสภาวะของพื้นผิว (Surface Reactivity and Condition)</u>

เมื่อเกิดพื้นผิวใหม่ขึ้นมาโดยการบดแร่ พื้นผิวนี้จะทำปฏิกริยากับสภาวะแวดล้อม เช่น น้ำ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ที่อยู่ในระบบนั้น ๆ

ปฏิกริยาเหล่านี้อาจจะเป็นปฏิกริยาทางเคมีหรือการดูดซึมทางฟิสิกส์ก็ได้ โดยอาจจะเกิดเป็นชั้นบาง ๆ โดยรอบพื้นผิวซึ่งจะทำให้ปฏิกริยาพื้นผิวของเม็ดแร่นั้น ๆ เปลี่ยนไปส่งผลให้การดูดซึมสารเคลือบผิวเปลี่ยนแปลงไปได้

ดังนั้นคุณสมบัติของเม็ดแร่แต่ละชนิดก็ขึ้นอยู่กับวิธีการเตรียมแร่ก่อนการลอยแร่ เช่น

- โลหะออกไซด์ ทำปฏิกริยากับน้ำเกิดเป็นชั้นบาง ๆ ของไฮดรอกไซด์
- ออกซิเจนเกิดเป็นซัลไฟต์หรือซัลเฟต
- คาร์บอนไดออกไซด์ เกิดเป็นชั้นบาง ๆ ของคาร์บอเนต
- ฝุ่นมลทินสารอินทรีย์อาจเคลือบผิวเม็ดแร่ทำให้มีคุณสมบัติเป็นสสาร Non-Polar เป็นต้น

2.2.3 สภาพมีขั้วของเม็ดแร่ (Polarity of Mineral Particle)

อะตอมหรือโมเลกุลจะจัดเรียงตัวกันในแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางเคมีของสสารหรือแร่นั้น ๆ

- Electrocovalent Bond
- Covalent Bond
- Coordinate Bond
- Metallic Bond

เม็ดแร่ที่มีการเกาะยึดตัวของอะตอมเป็นแบบ Electrocovalent หรือ Covalent Bond จะเป็นสสารหรือเม็ดแร่จำพวก polar เพราะมีพลังงานอิสระที่ผิว (Surface Free Energy) สูงและจะทำปฏิกริยากับน้ำได้โดยง่ายจึงเป็นแร่ที่เปียกน้ำ

แร่ในกลุ่ม Polar นี้ยังแบ่งออกได้ตามระดับของความมีขั้ว (Polarity) ซึ่งจะเพิ่มขึ้นจาก 1 ถึง 5

Classification of Polar Minerals

1	2	3	4	5
Galena	Barite	Fluorite	Haematite	Zircon
Stibnite	Gypsum	Calcite	Magnetite	Beryle
Pyrite	Anhydrite	Dolomite	Chromite	Feldspar
Sphalerite		Apatite		Garnet
Covalent		Ionic		

จะเห็นระดับของความมีขั้วจะเพิ่มขึ้นจากแร่ซัลไฟต์, ซัลเฟต, คาร์บอเนต, ฟอสเฟต, ออกไซด์ และ ซิลิเกต ซึ่งหมายถึงระดับความง่ายในการเปียกน้ำและความยากในการลอยแร่เพิ่มขึ้นด้วยตามลำดับ

2.3 จลนศาสตร์ของการลอยแร่ (Flotation Kinetics)

จลนศาสตร์ของการลอยแร่เป็นเรื่องของอัตราเร็วซึ่งเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการเก็บแร่โดยการลอยแร่

ถ้ากวาดเอาหัวแร่ที่ลอยขึ้นมาในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เช่น จาก Ø-1, 1-3, 3-5, 5-1Ø, 1Ø-2Ø นาที จะสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเก็บแร่ได้ (%Recovery) และเวลาในการลอยแร่ เวลาที่ใช้ในกรณีเช่นนี้ก็คือเวลาที่ให้แก่เม็ดแร่มีโอกาสอยู่ในเซลล์ลอยแร่นั้นเองหรือ Retention Time ซึ่งจะสามารถนำไปประเมินหาขนาดของเซลล์ลอยแร่ได้และเวลายังเป็นปัจจัยสำคัญทางเศรษฐศาสตร์ของการลอยแร่

เมื่อปริมาณเม็ดแร่ที่สามารถลอยได้ลดลงเรื่อย ๆ อัตราเร็วในการลอยแร่ก็จะลดลง นั่นคือ เมื่อเวลายาวนานออกไปอัตราเร็วก็จะลดลงเรื่อย ๆ จนเกือบคงที่ความลาดเอียงของเส้นกราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์แร่เก็บได้ (% Recovery) และ เวลา จะมีค่าน้อยลงเรื่อย ๆ จุดที่เป็นจุดพอดี (Optimum) ก็คือจุดที่อัตราเร็วเริ่มจะช้าเกินกว่าที่จะยอมรับได้ในทางปฏิบัติ ซึ่งหมายถึงว่าช้าจนทำให้ความสามารถในการลอย (Capacity) น้อยลงและค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้น

ในการลอยแร่ในเซลล์เก็บแร่ขั้นต้น (Rougher Cell) นั้น จุดประสงค์สำคัญก็เพื่อที่จะลอยเอาแร่ออกมาโดยเร็วที่สุดและมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แร่ที่ลอยได้อาจแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ

ก. ลอยได้เร็ว (Fast Floated)

ข. ลอยได้ช้า (Slow Floated)

พวกที่ลอยได้ช้าก็คือ ที่ปนอยู่กับหางแร่ที่ออกมาจากเซลล์เก็บแร่ขั้นต้นซึ่งจะถูกลอยซ้ำอีกในสภาวะที่รุนแรงและนานกว่าเดิมในเซลล์เก็บแร่ตกค้าง (Scavenger Cell)

2.3.1 ผลกระทบของขนาดอนุภาค (Effect of Particle Size)

การเคลื่อนที่ของอนุภาคเม็ดแร่จะมีพลังงานจลน์ (Kinetic Energy) เกิดขึ้น ถ้าเม็ดอนุภาคมีขนาดใหญ่พลังงานจลน์จะมีมากขึ้นตามตัวเพราะพลังงานจลน์จะขึ้นอยู่กับมวลของเม็ดอนุภาค ในกรณีของการลอยแร่กาลีนาขนาดที่ตอบสนองต่อการลอยแร่ได้ดีที่สุดจะอยู่ในช่วงขนาด

017221

-150# +200# ปริมาณการเก็บแร่ได้จะลดลงเป็นศูนย์ที่ขนาดประมาณ 35# และ ประมาณ 10 ไมครอน อย่างไรก็ตามขนาดของเม็ดแร่จะให้ผลต่อการลอยแร่คล้าย ๆ กันไปทุกชนิดแร่ไม่ว่าจะใช้สารเคลือบผิว (Collector) หรือเครื่องลอยแร่แบบใด ๆ

2.3.2 เวลาเหนี่ยวนำ (Induction Time)

เมื่อฟองอากาศเริ่มจับตัวหรือชนกับผิวเม็ดแร่จะใช้เวลาช่วงหนึ่งในการเกาะตัว โดยไปไล่ชั้นบาง ๆ ของน้ำที่หุ้มอยู่โดยรอบเม็ดแร่และสร้างแรงเกาะติด (Adhesion) เวลาช่วงนี้เรียกว่า เวลาเหนี่ยวนำ (Induction Time) ถ้าเวลานี้สั้นมาก ๆ จะทำให้อัตราเร็วในการลอยแร่เพิ่มขึ้น

กระบวนการในการสร้างแรงพยุงของฟองอากาศกับเม็ดแร่นั้นเกี่ยวข้องกับการสลายตัวของชั้นบาง ๆ (Three Phase System) ชั้นบาง ๆของน้ำที่อยู่โดยรอบเม็ดแร่และฟองอากาศจะเริ่มเกิดการขับน้ำออกไป เมื่อเริ่มมีการเกาะตัวเกิดขึ้นจนกระทั่งเหลือเป็นชั้นบางมาก ๆทำให้การเกาะตัวเกิดขึ้นได้โดยสิ้นเชิงและมีมุมสัมผัสที่แน่นอน กลไกนี้จะค่อนข้างสลับซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับหลักการทางเคมีพื้นผิว (Surface Chemistry) มาก

เวลาเหนี่ยวนำนี้ยังขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่ (Diffusion Rate) ของสารเคลือบผิวในน้ำและความสามารถในการละลาย (Solubility) เช่น ถ้าสารเคลือบผิวมีองค์ประกอบยาวมากจะมีความสามารถในการละลายต่ำและเวลาเหนี่ยวนำจะนานขึ้น

2.4 เครื่องลอยแร่ (Flotation Machine)

เครื่องลอยแร่ แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

ก) ประเภทใช้อากาศ (Pneumatic)

ข) ประเภทใช้กลไกในการหมุนช่วย (Mechanical or Sub-aeration)

ก) ประเภทใช้อากาศ (Pneumatic) เครื่องลอยแร่ประเภทนี้ใช้อากาศที่เกิดจากการปั่นป่วนของกระแสแร่ป้อนหรืออากาศที่พ่นเข้าไปโดยตรง อากาศจะถูกทำให้แตกออกเป็นฟองเล็ก ๆ โดยให้ปะทะกับแผ่นกั้นหรือให้ผ่านแผ่นกั้นที่มีความพรุน โดยทั่วไปเครื่องลอยแร่ประเภท

นี้จะให้หัวแร่ที่มีเกรดค่อนข้างต่ำกว่าอีกประเภท แต่ไม่ใคร่จะมีข้อยุ่งยากในการใช้งาน และเหมาะกับแร่ป้อนที่มีขนาดค่อนข้างละเอียด อากาศที่ใช้ต้องมีปริมาณมากพอที่จะรักษาสภาวะการเป็นของผสมเนื้อเดียวอยู่ตลอดเวลา

ข) ประเภทใช้กลไกในการหมุนช่วย (Mechanical or Sub-Aeration) เครื่องลอยแร่ประเภทนี้ใช้อากาศที่พ่นเข้าไปหรือที่ถูกดูดเข้าไป เนื่องจากการหมุนของใบพัดและจะแตกตัวออกเป็นฟองเล็ก ๆ โดยการหมุนของใบพัดซึ่งประกอบด้วย Stator และ Rotor ที่หมุนที่ความเร็วรอบสูงประมาณ 1500-1700 รอบต่อนาที

สมรรถนะของเครื่องลอยแร่สามารถประเมินได้จาก

1) ประสิทธิภาพในเชิงการแต่งแร่ (Metallurgical Performance) ซึ่งได้แก่ ปริมาณการเก็บแร่ได้ (Product Recovery) และเกรดของหัวแร่ (Concentrate Grade) เครื่องลอยแร่ประเภทใช้ใบพัดกวน (Mechanical) ในแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันน้อยมาก แต่จะแตกต่างจากเครื่องลอยแร่ประเภทใช้ลมพ่น (Pneumatic) อย่างเห็นได้ค่อนข้างชัดเจน

2) อัตราการทำงาน (Capacity) เนื่องจากขนาดและรูปทรงของเซลล์ลอยแร่ที่แตกต่างกันทำให้มีอัตราการทำงานเป็นตันต่อวันต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรแตกต่างกันออกไป

3) การสิ้นเปลืองพลังงาน (Power Consumption)

4) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (Maintainance Costs)

5) ค่าใช้จ่ายในการทำงาน (Operating Costs)

2.5 การออกแบบวงจรลอยแร่ (Flotation Circuit Design)

ในการพัฒนาหรือออกแบบวงจรการลอยแร่นั้น จะต้องรู้คุณสมบัติของแร่ที่จะลอยเป็นเบื้องต้น และรู้ว่าสามารถที่จะทำการแต่งได้โดยการลอยแร่และหัวแร่ที่ได้สามารถขายหรือนำไปถลุงได้ ตามข้อพิกัด (Specification) ของผู้ซื้อหรือโรงถลุง ที่สำคัญที่สุดก็คือการลอยแร่นั้น ๆ จะต้องให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับเงินลงทุน

การศึกษาเพื่อออกแบบโรงลอยแร่หรือกิจกรรมใด ๆ ก็ตามก็จะประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำงาน เพื่อที่จะหาข้อมูลในการหาความเป็นไปได้ของโครงการนั้น (Feasibility

Study) โรงลอยแร่อาจจะเป็นส่วนหนึ่งของโครงการอุตสาหกรรมเหมืองแร่ขนาดใหญ่ การศึกษาเพื่อออกแบบวงจรลอยแร่ขั้นต้นก็อาจจะแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

ก) การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

- แร่วิทยา (Mineralogy)
- การวิเคราะห์ (Analysis)
- ทดลองลอยแร่ (Flotation - Testing)

ในขั้นตอนนี้จะได้ข้อมูลต่าง ๆ ที่บอกถึงความสามารถในการลอยแร่ ถ้าผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจและน่าเชื่อถือได้ว่าแร่นี้สามารถลอยได้อย่างคุ้มค่าแก่การใช้จ่าย

ข) การทดลองในรายละเอียด เพื่อที่จะหาค่าที่เหมาะสมของตัวแปรต่าง ๆ

- ปริมาณสารเคมีที่ใช้
- ขนาดของเม็ดแร่
- การแปรปรวนของแร่ป้อน
- การคัดขนาดและการบดในลักษณะวงจรปิด ฯลฯ

องค์ประกอบที่สำคัญ ก็คือ ขนาดของแหล่งแร่ และผลการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ที่จะกำหนดอัตรากำลังผลิตของโรงลอยแร่ และรวมถึงผลกำไรตอบแทนในอัตราน่าพอใจ

ในบางกรณีที่โรงลอยแร่ที่กำหนดเอาไว้มีอัตราการผลิตมากหรือ แร่มีความยุ่งยากซับซ้อนก็อาจจะพิจารณาตั้ง โรงประลองแร่ก่อนในขั้นแรก ขนาดของโรงประลองอาจจะมีตั้งแต่ 1 ตันต่อวัน ไปจนถึง 10 ตันต่อวัน ข้อมูลจากโรงประลอง (Pilot Plant) จะเป็นข้อมูลที่สามารถขยายระดับออกเป็นระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ เช่น

- การแปรปรวนของชนิดแร่ป้อน
- การแปรปรวนของสารเคมี
- ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผลิต การบด และผลวิเคราะห์ของหัวแร่
- มวลสมดุลย์
- เวลาของการลอยแร่ (Floatation Time)

ค) การออกแบบขั้นสุดท้าย, การประเมินค่าใช้จ่าย, การวิเคราะห์ทางการเงิน และทางเศรษฐศาสตร์

ง) ลงมือสร้าง, สั่งซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์

2.5.1 วงจรการลอยแร่ (Flotation Basic Circuit)

เซลล์ลอยแร่จะวางเรียงกันเป็นแถว แต่ละแถวเรียกว่า Bank แร่ป้อนจะเข้าสู่เซลล์แรกของแต่ละแถว แร่ที่มีเกรดสูงจะลอยออกไปก่อนส่วนที่เหลือก็จะลอยออกมาในเซลล์ถัด ๆ ไปจนเหลือเป็นหางแร่ไหลออกจากเซลล์สุดท้าย

ความหนาของฟองที่ลอยขึ้นมาในแต่ละเซลล์ก็จะปรับเอาไว้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้เพราะในเซลล์แรก ๆ จะมีปริมาณแร่ที่ลอยได้มากจึงต้องมีระดับของฟองให้หนาๆ เซลล์ต่อ ๆไปจะลดปริมาณลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งเหลือ 2-3 เซลล์สุดท้ายจะเป็นพวกฟองที่มีแร่เกรดต่ำ พวกนี้มักจะเป็นเซลล์เก็บแร่ตกค้าง (Scavenger Cell) หัวแร่ที่ได้มักจะเป็นแร่คละ (Middling) เสียส่วนใหญ่ซึ่งโดยปกติจะวนกลับเข้าไปกับแร่ป้อนอีกครั้งหนึ่ง

2.5.2 วงจรการบดในการลอยแร่ (Grinding Circuit in Flotation)

ก่อนที่แร่ป้อนจะเข้าสู่เครื่องลอยแร่ จะต้องผ่านวงจรการบดแร่ เพื่อให้เม็ดแร่หลุดแยกเป็นอิสระจากมลทินและให้มีขนาดเหมาะสมกับการลอยแร่ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งที่จะส่งผลถึงประสิทธิภาพของการลอยแร่ วงจรการบดแร่ที่เหมาะสมสำหรับการลอยแร่ควร

- ควบคุมไม่ให้เกิดการบดมากเกินไป (Overgrinding)
- สามารถได้แร่จากการบดมีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ ในช่วงแคบ ๆ (Closed Sizing)
- สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

การลอยแร่ในปัจจุบันมักจะยึดหลักว่าลอยเอาแร่ออกที่ขนาดเม็ดใหญ่ที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ซึ่งมีผลดีคือ

- ค่าใช้จ่ายในการบดต่ำ
- ปริมาณการเก็บแร่ได้สูง (เพราะไม่มีการสูญเสียเนื่องจากฝุ่นแร่)
- มีเม็ดแร่ที่ละเอียดเกินไปน้อย
- ลดขนาดของเครื่องกรองหรือถังเกรอะ (Filter and Thickener)