

รายงานผลการศึกษาทดลอง
การแต่งแร่ฮีมาไทต์ของแหล่งแร่ภูอ่าง บ้านหนองฮี
ตำบลนาดินดำ จังหวัดเลย

โดย
เอกภพ ศรีเรืองฤทธิ์
อดิศักดิ์ ธรรมานนท์
บุญเลี้ยง มนขำ
อภิรัฐ ชีรภาพวิเศษพงษ์



กลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐาน 2 สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม
เมษายน 2550

บทคัดย่อ

การแต่งแร่ฮีมาไทต์ของแหล่งแร่ภูอ่าง บ้านหนองฮี ตำบลนาดินดำ จังหวัดเลย
เอกภพ ศรีเรืองฤทธิ์ อติชัย ธรรมานนท์ บุญเลี้ยง มนขำ และอภิรัฐ ชีรภาพิเศษพงษ์
กลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐาน 2 สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ อ.พระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์: 0 2202 3558 E-mail: apiratz@gmail.com

ตัวอย่างแร่เหล็กจากแหล่งแร่ ภูอ่าง บ้านหนองฮี ตำบลนาดินดำ จังหวัดเลย เป็นตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณใกล้กับแหล่งแร่เหล็ก ลักษณะแร่เป็นเม็ดกรวดขนาดใหญ่สุดประมาณ 0.5-1.0 เซนติเมตร ทำการทดลองแต่งแร่ดังกล่าวด้วยความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะ โดยนำแร่เหล็กมาล้างทำความสะอาดและทำการคัดขนาดด้วยตะแกรงมาตรฐานขนาด 20 เมช แร่ส่วนที่ผ่านตะแกรงถูกนำไปคัดแยกด้วยเครื่องไฮโดรไซโคลนเพื่อเก็บกู้แร่หนัก แร่ส่วนที่ปนอยู่กับน้ำดินถูกนำไปแยกด้วยโต๊ะแยกแร่แบบเปียกเพื่อทำการเก็บกู้แร่หนักอีกครั้ง ตัวอย่างแร่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากทุกขั้นตอนได้ผ่านการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาความเข้มข้นของแร่เหล็ก พบว่าแร่ค้ำตะแกรงมีปริมาณเหล็กสูงที่สุดมีความเข้มข้น Fe_2O_3 66.67% เก็บแร่ได้คิดเป็น 86.58 % ของปริมาณ Fe ทั้งหมดในแร่ป้อน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	2
สารบัญ	3
บทที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 2 ขั้นตอนในการปฏิบัติการแต่งแร่.....	12
บทที่ 3 ผลการแต่งแร่	17
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	24
เอกสารอ้างอิง	25

บทที่ 1

ข้อมูลเบื้องต้น และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 ข้อมูลเบื้องต้น

แร่ฮีมาไทต์ (Hematite, Fe_2O_3) มีลักษณะสีน้ำตาลแดง และแดงเข้มจนเกือบดำ บางทีอาจพบแร่สีเทาแบบเหล็ก ผงละเอียดมีแดงเลือดหมู ผิวแร่มีเนื้อแร่แบบสมานแน่นมีความต้านคล้ำยดิน แต่ถ้าแร่เกิดเป็นผลึกจะมีความวาวแบบกึ่งโลหะ ความแข็ง 5.5-6.5 ถ.พ. 5.3 เป็นสินแร่เหล็กที่สำคัญในการถลุงเอาโลหะเหล็กในประเทศไทยมีการสำรวจพบในหลายจังหวัด เช่น เลย ลพบุรี กาญจนบุรี และ นครศรีธรรมราช

แร่เหล็กตัวอย่างที่ทำการทดลองเป็นแร่ของผู้ประกอบการที่นำมาขอรับความช่วยเหลือในการทดลองแต่งแร่ เป็นแร่ที่ผ่านกระบวนการย่อยและคัดขนาดมาแล้ว โดยทางผู้ประกอบการต้องการหาวิธีที่จะนำแร่ที่ผ่านตะแกรง 20 เมช มาแต่งเพื่อทำให้แร่มีค่าเปอร์เซ็นต์เหล็กเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าในเชิงพาณิชย์ โดยได้เลือกทำการทดลองโดยใช้ไฮโดรไซโคลนและโต๊ะแยกแร่ ใช้หลักความต่างของความถ่วงจำเพาะ (Gravity Concentration) ซึ่งเป็นวิธีที่ลงทุนน้อย เสียค่าใช้จ่ายต่ำ และไม่เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลจากการทดลองจะได้นำไปใช้ในการออกแบบสร้างโรงแต่งของผู้ประกอบการต่อไป



รูป 1.1 ลักษณะของแร่ Hematite(Fe_2O_3) ที่นำมาทำการแต่งแร่

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาทดลองการแต่งแร่เหล็กโดยใช้ความต่างของความถ่วงจำเพาะ(Gravity Concentration) ผลที่ได้จะนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบโรงแต่งต่อไป

1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1.3.1 ตะแกรงสั่น(vibrating screen)

การทำงานของตะแกรงสั่นประกอบด้วย 2 ลักษณะ คือการเกิดจากการจัดเรียงตัวของชั้นวัตถุดิบ ตะแกรงที่เรียกว่า Stratification ซึ่งในขบวนการนี้วัตถุดิบขนาดใหญ่จะพยายามขึ้นไปอยู่ในชั้นบนของชั้นวัตถุดิบตะแกรง (material bed) ในขณะที่วัตถุดิบขนาดเล็กกว่าจะพยายามแทรกตัวผ่านช่องว่างของวัตถุดิบขนาดใหญ่ลงสู่ชั้นล่างของตะแกรง ในลักษณะที่ 2 คือ การผ่านรูตะแกรงลงไปของวัตถุดิบเล็กโดยขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง โอกาสที่วัตถุดิบเล็กจะผ่านรูตะแกรงไปได้นั้นเรียกว่า Probability of Separation

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อขบวนการ stratification นั้นพอจะกล่าวได้ดังนี้

1. ความหนาของชั้นวัตถุดิบตะแกรง (bed depth)

ถ้าหากชั้นวัตถุดิบหนาเกินไปจะทำให้เกิด stratification ซึ่งผลที่ตามมาคือวัตถุเล็กๆ จำนวนหนึ่ง แทรกตัวลงไปยังชั้นล่างของตะแกรงไม่ทัน จึงออกไปปนกับวัตถุใหญ่ (oversize)

2. ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่บนชั้นของตะแกรง

หากความเร็วนี้ช้า โอกาสที่วัตถุเล็กจะสามารถแทรกตัวลงล่างตะแกรงและผ่านตะแกรงก็มีมาก แต่ทำให้ความสามารถของตะแกรงต่ำ

3. ลักษณะของการสั่น

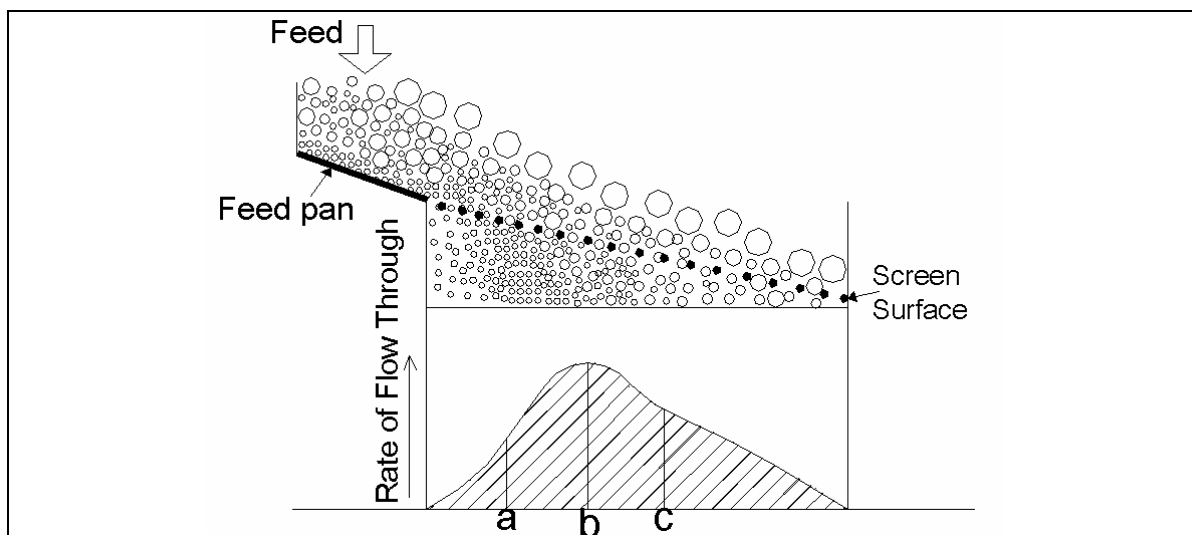
ประกอบด้วยความกว้างของการสั่น (amplitude) ทิศทางของการสั่น (rotation direction) ชนิดของการสั่น และชนิดของตะแกรง

4. ความชื้นของผิววัตถุ

5. อัตราการป้อน

สำหรับการเกิด Stratification บนชั้นตะแกรงตามความยาวของตะแกรงแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งจะเห็นว่าในช่วงแรก คือ จาก a ถึง b ปริมาณวัตถุดิบเล็ก ที่ลอดผ่านตะแกรงจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นช่วงที่ยังไม่เกิด stratification ได้สมบูรณ์ หลังจากนั้นเมื่อวัตถุดิบเล็กส่วนใหญ่แทรกลงถึงชั้นล่างของ

ตะแกรงแล้วปริมาณที่วัตถุเล็กจะผ่านรูตะแกรงมีมากที่สุดในช่วงจาก a ถึง b และหลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลงจนไม่มีวัตถุที่เล็กกว่ารูตะแกรงเหลืออยู่ในชั้นวัตถุบนตะแกรง

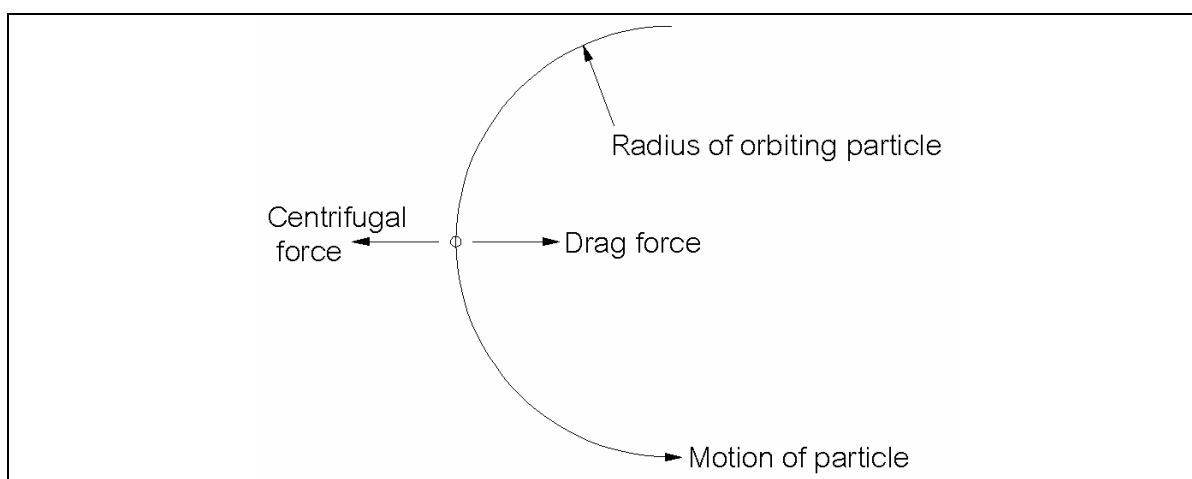


รูป 1.2 การเกิด Stratification บนตะแกรงสั่น

จากรูปนี้จะแสดงให้เห็นว่า ความยาวของชั้นตะแกรงก็มีส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพของการคัดขนาดด้วยถ้าหากสั้นไปการคัดขนาดเกิดได้ไม่ทันสมบูรณ์ แต่ถ้าหากยาวเกินไปก็จะทำให้ต้องเสียพลังงานในการขับเคลื่อนตะแกรงที่หนักมากขึ้น โดยใช่เหตุ

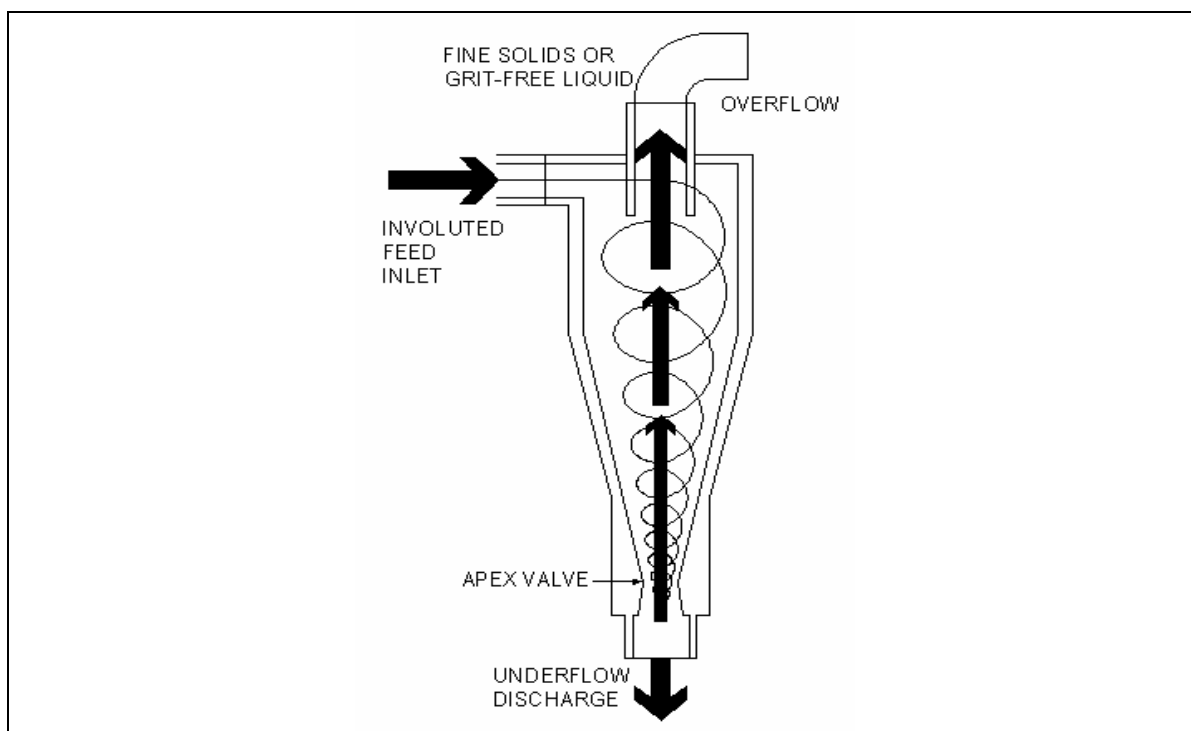
1.3.2 ไฮโดรไซโคลน (hydrocyclone)

ไฮโดรไซโคลนเป็นเครื่องคัดขนาดหรือคั่นน้ำ ที่อาศัยแรงหมุน (centrifugal force) เพื่อเพิ่มอัตราการตกตัวของอนุภาค (แรงที่เกิดขึ้นในไซโคลนมี 2 แรง ที่อยู่ตรงข้ามกัน คือ แรงหนึ่งเป็นแรงหมุน และอีกแรงหนึ่งมีทิศทางตรงกันข้าม คือ แรงดูด (drag force) แรงหมุนทำให้การตกตัวของอนุภาคแบบสโติกด้วยอัตราที่เร็วขึ้น ดังนั้น การแยกของอนุภาคจะขึ้นอยู่กับขนาด และความถ่วงจำเพาะของอนุภาค อนุภาคที่ตกตัวเร็วจะวิ่งไปที่ผนังของไซโคลน ซึ่งมีความเร็วที่ต่ำสุด และจะเคลื่อนตัวลงที่ apex และเนื่องจากการกระทำของแรงดูด อนุภาคที่ตกตัวช้ากว่าก็จะเคลื่อนตัวเข้าสู่แกนกลางของไซโคลน ซึ่งเป็นบริเวณที่ความดันต่ำ และในที่สุดก็จะถูกพาออกไปที่ vortex-finder เป็นส่วนไหลล้น



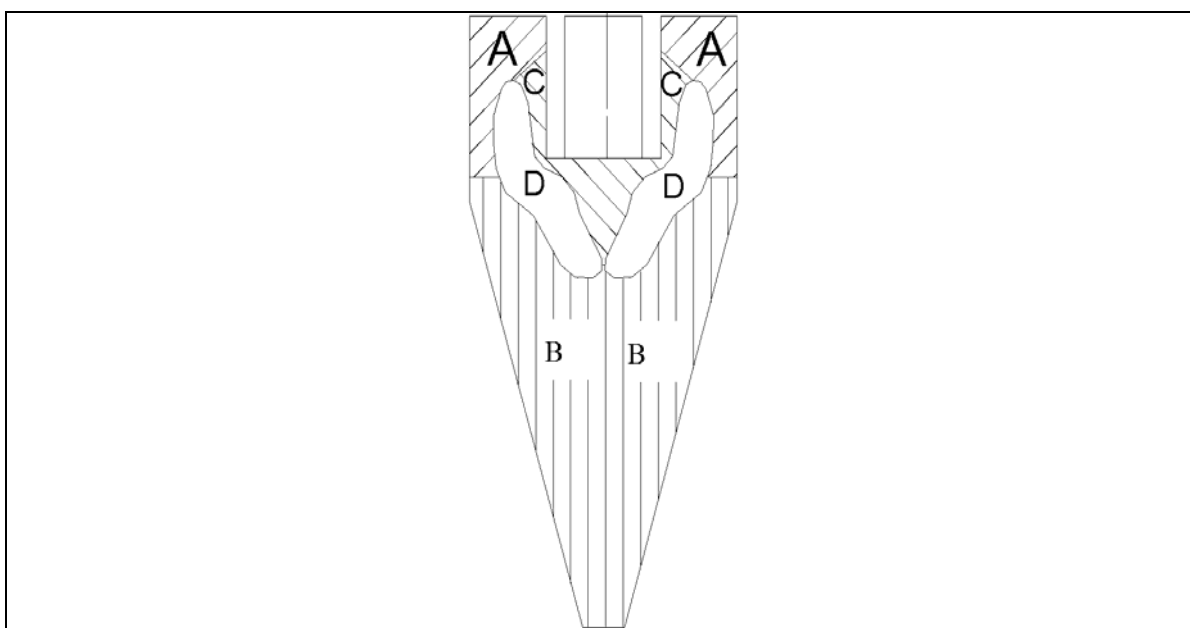
รูป 1.3 แสดงแรงต่างๆ ที่เกิดในไฮโดรไซโคลน

การเกิดแรงมี 2 บริเวณ คือ บริเวณส่วนนอก มีทิศทางการไหลลงและบริเวณส่วนในมีทิศทางการไหลขึ้น ทำให้เกิดตำแหน่งที่ความเร็วในแนวตั้งเป็นศูนย์ ซึ่งจะเกิดเป็นบริเวณกว้างในตัวของไซโคลน เรียกว่า “envelope of zero vertical velocity” อนุภาคจะถูกผลักออกจากบริเวณนี้โดยแรงเหวี่ยงที่แรงกว่า และในที่สุดก็จะออกที่ส่วนล่าง (underflow) ในขณะที่อนุภาคบางส่วนถูกซัดเข้าสู่ใจกลางด้วยแรงจุด ที่มากกว่าและจะออกในส่วนไหลสั้น อนุภาคที่อยู่บน envelope of zero vertical velocity จะมีแรงกระทำของแรงเหวี่ยง และแรงจุดที่เท่ากัน และมีโอกาสเท่ากันที่จะออกมาที่ส่วนกลางหรือส่วนไหลสั้น



รูป 1.4 ภาพตัดขวาง แสดงส่วนประกอบของไฮโดรไซโคลน

จากการศึกษาของ renner และ cohen แสดงว่าการคัดขนาดไม่ได้เกิดขึ้นตลอดทั้งตัวของไซโคลน โดยการใช้โพรบความเร็วสูง (high-speed probe) เก็บตัวอย่างที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในไซโคลน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มม. ปรากฏว่าของป้อนที่ยังไม่ได้แยกขนาด ตามบริเวณ A วิ่งไปที่ผนังของตัวเครื่อง ส่วนบนของไซโคลน ในบริเวณ B เป็นส่วนที่มากที่สุด เป็นขนาดที่โดนคัดแล้วขนาดโตทั้งหมด และมีขนาดใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเป็นส่วนหยาบและไหลออกที่ส่วนล่างของเครื่อง ในทำนองเดียวกันบริเวณ C รอบๆ vortex-finder จะเป็นขนาดละเอียดทั้งหมด แต่สำหรับบริเวณ D จะเป็นบริเวณเดียวที่มีการคัดขนาดอยู่ (zone of classification) และมีรูปร่างเป็น toroid จะเห็นว่าในบริเวณนี้การกระจายตัวของขนาดอนุภาคจะเป็นขนาดโตถึงเล็ก เข้าสู่แกนของไซโคลน ซึ่งจากการสังเกตของเครื่อง dynawhirpool heavy Medium Separator ก็ได้ผลทำนองเดียวกัน



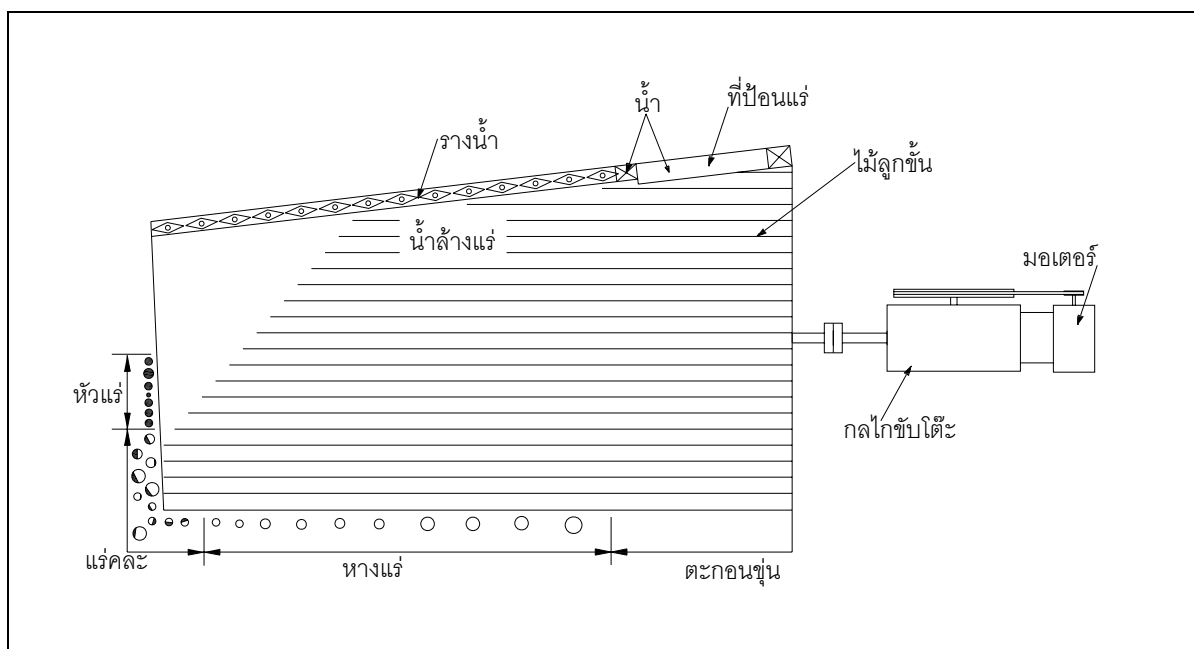
รูป 1.5 แสดงการกระจายตัวของอนุภาคในบริเวณต่างๆภายในไซโคลน

การหาประสิทธิภาพของไซโคลนได้โดยวิธีการหา สมรรถนะ (performance) หรือ Partition curve ซึ่งอาจจะเป็นค่าสัดส่วนโดยน้ำหนัก หรือปริมาณของอนุภาคแต่ละขนาดในของป้อน ขนาดที่แยกออก (cut point) ของไซโคลนมักจะกำหนดที่ 50% ของอนุภาคในของป้อนที่แยกออกไปอยู่ในส่วนหยาบของ Partition curve ซึ่งหมายถึงว่า อนุภาคที่มีขนาดหนึ่งมีโอกาสที่จะแยกออกไปทางส่วนหยาบ และส่วนละเอียดหรือส่วนไหลล้น เท่าๆ กัน ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า “ขนาด d_{50} ” ความคมหรือแม่นยำในการแยกจะขึ้นอยู่กับความชันในส่วนกลางของ Partition curve คือ ยิ่งชันแสดงว่า มีประสิทธิภาพสูงกว่าการหาความชันของเส้นโค้งหาจากจุด 75% และ 25% ของการกระจายตัวของอนุภาคในของป้อนที่แยกออกไปอยู่ที่ส่วนหยาบ เรียกขนาด d_{75} และ d_{25} และประสิทธิภาพของการแยกหรือ imperfection หาได้ดังนี้

$$I = (d_{75} - d_{25}) / 2d_{50}$$

1.3.3 โต๊ะแยกแร่แบบเปียก(Shanking table)

โต๊ะแยกแร่เป็นอุปกรณ์การแต่งแร่ชนิดหนึ่ง ซึ่งแยกแร่ได้ดี โดยอาศัยความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะ ของแร่กับมลทินแร่ ขนาดของเม็ดแร่ที่จะแยกได้ผลดี คือ ขนาดประมาณ 20-40 เมช หรือละเอียดกว่า โต๊ะแยกแร่แบ่งออกตามขนาดของเม็ดแร่ที่จะแยกได้ 2 ชนิด คือ sand table และ slime table



รูป 1.6 ส่วนประกอบของไ้ะแยกแ่

การแต่งแ่เม็ดละเอียด ด้วยไ้ะแยกแ่ ขึ้นอยู่กับธรรมชาติ ของน้ำบนพื้นที่เอียงและความหนืด (viscosity) ของของเหลว หรือน้ำ ของเหลวที่มีความหนืดสูง ย่อมทำให้ความเร็วของการไหลบนพื้นเอียง ลดลง ลักษณะของรูปร่างเม็ดแ่ หรือวัตถุที่ใช้แยกย่อมมีผลต่อการแยกด้วย เช่นเม็ดแ่รูปทรงกลม จะไหลไปได้ไกลกว่า รูปร่างแบน หรือสี่เหลี่ยมและเราสามารถ ลำดับชนิดของอนุภาคที่สามารถไหลลงตามพื้นไ้ะดี และไม่ได้อันนี้

ขนาดละเอียด อนุภาคแ่หนัก ไหลช้าที่สุด

ขนาดหยาบ อนุภาคแ่หนัก และแ่เบาที่ละเอียดไหลช้า

ขนาดหยาบ อนุภาคแ่เบา ไหลเร็ว

พฤติกรรมของอนุภาคในการแยกแ่ด้วยไ้ะแยกแ่นั้น จะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบดังนี้

- ความเอียง (slope) ของไ้ะ
- ความหนาของน้ำ ที่ไหลบนไ้ะหรืออัตราการไหลของน้ำ
- ความหนืดของน้ำ
- สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่างอนุภาคกับพื้นไ้ะ
- ค่าความถ่วงจำเพาะของอนุภาค

- รูปร่างของอนุภาค

- ความหนาของพื้นโต๊ะ

ส่วนประกอบที่สำคัญของโต๊ะแยกแยะ

1. พื้นโต๊ะ ปกติทำด้วยไม้และปูด้วยพรมยาง หรือไฟเบอร์กลาส บนพื้นโต๊ะจะตอกไม้ลูกชิ้น (rifle) เอียงไปตามแนวยาวของโต๊ะ โดยมีความหนาตอนต้นทางปลายแฉ และค่อยๆ บางตอนปลาย บางตอนที่บางมากอาจใช้แผ่นทองแดงบางๆ ตอกแทนไม้ลูกชิ้น ลูกชิ้นอันบนจะสั้นกว่าลูกชิ้นอันถัดลงมา เล็กน้อย และมีความยาวเพิ่มขึ้นเรียงลำดับกันลงไป

2. เครื่องกลไก (head motion) มีหน้าที่ทำให้โต๊ะมีจังหวะไล่ไปข้างหน้าช้า และไล่กลับโดยเร็ว การเคลื่อนของกลไก จะทำให้มีคแร่เคลื่อนที่ไปตามแนวยาวของโต๊ะ หรือตามแนวเอียงของลูกชิ้น แร่หนักจะเคลื่อนที่ได้ไกลกว่าแร่ที่เบากว่า

3. โครงเหล็กและส่วนประกอบที่ทำให้โต๊ะเอียง ได้ตามมุมต่างๆ ที่ต้องการ

การทำงานของโต๊ะ

พื้นโต๊ะตั้งอยู่บนโครงเหล็ก มีกลไกประกอบ ทำให้สามารถจัดพื้นโต๊ะให้เอียง มีความสูงทางด้านรางน้ำ และต่ำทางด้านตรงข้าม น้ำจะถูกปล่อยให้ไหลลงตามราง และไหลแผ่ลงพื้นโต๊ะ ป้อนแร่ลงในที่ป้อน มอเตอร์ไฟฟ้าจะขับเครื่องกลไก ทำให้โต๊ะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าช้า และกระตุกกลับข้างหลังโดยเร็ว

แถบที่เคลื่อนที่เร็วที่สุด คือ การเคลื่อนที่ของแร่เบาขนาดหนาที่สุด (มลทิน)

แถบที่เคลื่อนที่พอเหมาะ คือ การเคลื่อนที่ของแร่เบาละเอียด แร่หนักขนาดใหญ่ และแร่

กละ

แถบที่เคลื่อนที่ช้าที่สุด คือ การเคลื่อนที่ของแร่หนักขนาดละเอียด

บทที่ 2

ขั้นตอนในการปฏิบัติการแต่งแร่

2.1 การล้างแร่

เนื่องจากตัวอย่างแร่ที่ได้มา มีลักษณะเป็นเม็ดหยาบและเม็ดละเอียดและมีฝุ่นผงดินปะปนกัน โดยแร่เม็ดหยาบส่วนใหญ่มีขนาดประมาณ + 20 mesh ดังนั้นในกระบวนการแรกจึงนำเอาแร่แห้งน้ำหนัก 20 kg. มาแช่น้ำและกวนทิ้งไว้ประมาณ 24 ชม.เพื่อทำการชะล้างเอาฝุ่นผงดินที่ปนเปื้อนมากับแร่อยู่กับน้ำออก



รูป 2.1 นำแร่มาแช่น้ำและกวนทิ้งไว้เพื่อละลายเอาดิน(Slime)ออก

2.2 การคัดขนาดด้วยตะแกรงมาตรฐาน

รินส่วนที่เป็นน้ำออก หลังจากรินเอาน้ำดินออกหมดแล้ว ก็นำเอาแร่ที่ตกตะกอนมาทำการร่อนเป็ยกด้วยตะแกรงขนาด 20 mesh เพื่อคัดเอาเม็ดแร่หยาบขนาด + 20 mesh ออก เพื่อจะนำไปทำการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์แร่เหล็ก



รูป 2.2 นำแร่มาแช่น้ำและกวนทิ้งไว้เพื่อละลายเอาดิน(Slime)ออก
ทำการร่อนเปียกด้วยตะแกรงเพื่อคัดเอาเม็ดแร่ขนาด+20mesh



รูป 2.3 เม็ดแร่ขนาด +20 mesh ที่ได้จากการร่อน

2.3 คัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลน

หลังจากคัดเอาเม็ดแร่ขนาด + 20 mesh ออกหมดแล้วก็นำเอาเม็ดแร่ขนาด - 20 mesh มาคัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลน เพื่อทำการเก็บกู้แร่ที่หนักที่มีขนาดละเอียดอีกครั้ง โดยใช้ % solid ในการป้อนเข้าไฮโดรไซโคลน ประมาณ 25 % solid w/w และใช้ความดันในการป้อนประมาณ 10 psi. โดยไฮโดร

ไซโคลนที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 75 มม. ซึ่งจากการคัดขนาดด้วยวิธีนี้ จะได้ แร่ 2 ส่วนคือ Overflow(น้ำดิน) กับUnderflow(แร่หนักขนาดละเอียด)



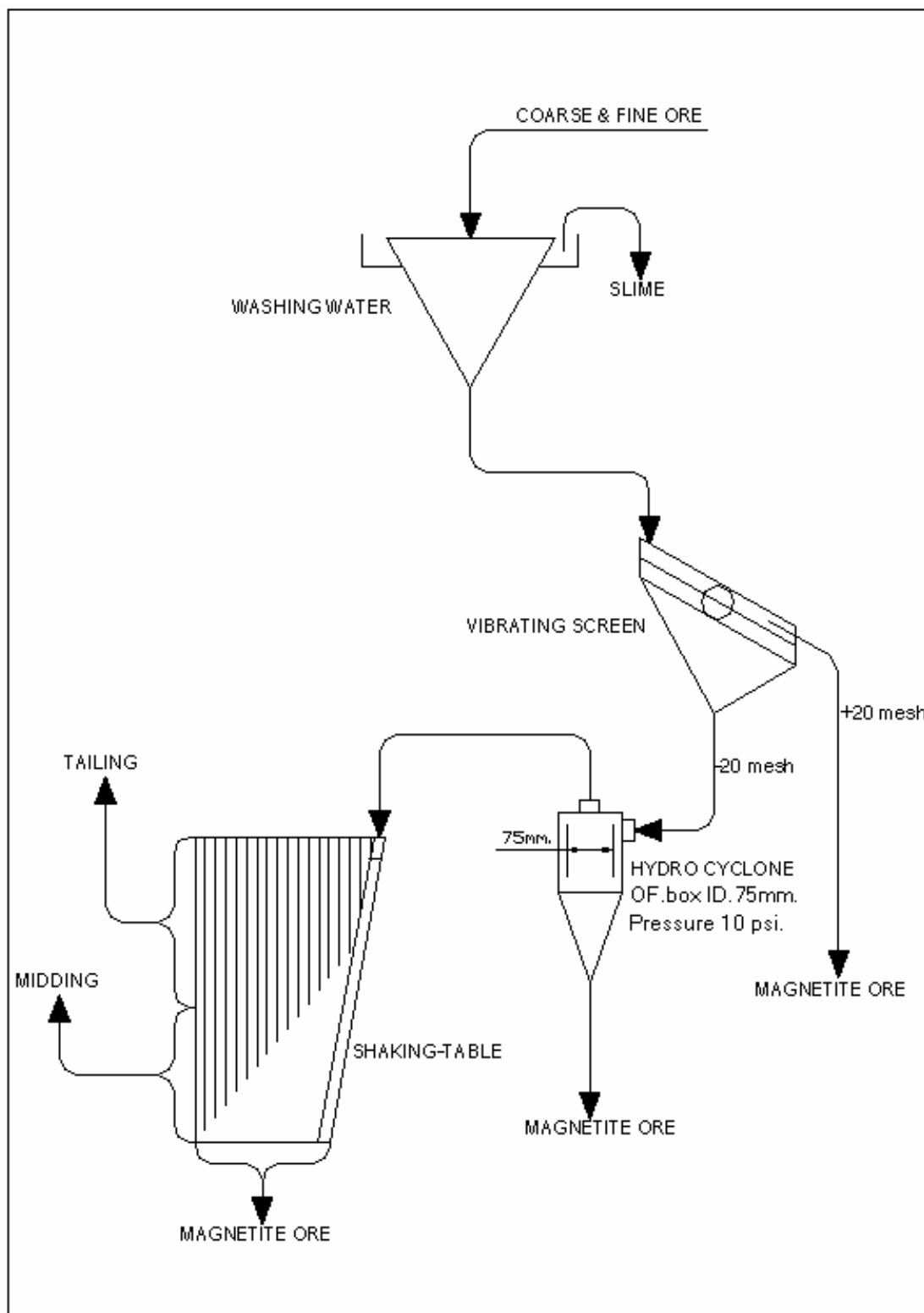
รูป 2.4 ขณะทำการคัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลน

2.4 คัดขนาดด้วยโต๊ะแยกแร่แบบเปียก

แร่ส่วน overflow จากการคัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลนจะถูกป้อนเข้าโต๊ะแยกแร่เพื่อทำการเก็บกู้แร่หนักที่มีขนาดละเอียดอีกครั้งโดยปรับ % solid ในการป้อนให้ได้ประมาณ 20 % solid w/w ซึ่งจากการแยกด้วยโต๊ะแยกแร่จะได้ส่วนของหัวแร่ เป็นแร่หนัก และหางแร่ คือน้ำดิน



รูป 2.5 ขณะทำการคัดขนาดด้วยโต๊ะแยกแร่



รูป 2.6 แสดง Flow sheet การปฏิบัติการแต่งแร่

บทที่ 3

ผลการแต่งแร่

จากผลการแต่งแร่จะได้ผลิตภัณฑ์ (product) ทั้งหมด 5 ประเภท ดังนี้

Slime คือ น้ำดินที่ได้จากขั้นตอนการล้างแร่

HM20 คือ เม็ดแร่ที่ล้างตะแกรงขนาด +20 เมช

HM-UF คือ แร่ under flow จากการแยกด้วย ไฮโดรไซโคลอน (underflow)

HM-TL คือ หางแร่จากโต๊ะแยกแร่ (tailing)

HM-CO คือ หัวแร่จากโต๊ะแยกแร่ (concentrate)

3.1 การล้างและคัดขนาดแร่ด้วยตะแกรงมาตรฐาน

ตัวอย่างแร่เมื่อถูกนำมาละลายน้ำเพื่อล้างเอาดินโคลนออก จะได้น้ำดิน (slime) ที่อาจมีแร่เหล็กปนอยู่มีลักษณะขุ่นข้นสีน้ำตาลแดง แสดงดังรูป 3.1 คิดเป็นน้ำหนัก 2 กิโลกรัม จากน้ำหนักแร่ป้อน 20 กิโลกรัม แร่ที่ผ่านการล้างเอาน้ำดินออกแล้วนำไปร่อนด้วยตะแกรง พบว่าแร่ที่มีลักษณะเป็นกรวดเม็ดสีแดง และน้ำตาลแดง มีขนาดใหญ่สุดประมาณ 1 เซนติเมตร แสดงดังรูป 3.2



รูป 3.1 ตัวอย่าง Slime เป็นน้ำดินที่ได้จากการล้างแร่ด้วยน้ำ



รูป 3.2 ตัวอย่าง HM20 เม็ดแร่ขนาด + 20 mesh

รายละเอียดการคำนวณปริมาณแร่ในตัวอย่างแร่ที่ได้แต่ละขั้นตอน แสดงดังนี้

3.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่เหล็กในแร่ป้อน (Feed)

น้ำหนักแห้ง = 20 kg

จากผลวิเคราะห์มีปริมาณ Fe = 32.35%

คิดเป็นน้ำหนัก Fe ในแร่ป้อน = $20\text{kg} \times 32.35\% = 6.47\text{ kg}$

คิดเป็นน้ำหนัก Fe_2O_3 ในแร่ป้อน = $\frac{\text{Molecular Wt. of Fe}_2\text{O}_3}{\text{Atomic Wt. of Fe}} \times \text{Wt. of Fe}$

$$= (160 / 112) \times 6.47 = 9.24\text{ kg.}$$

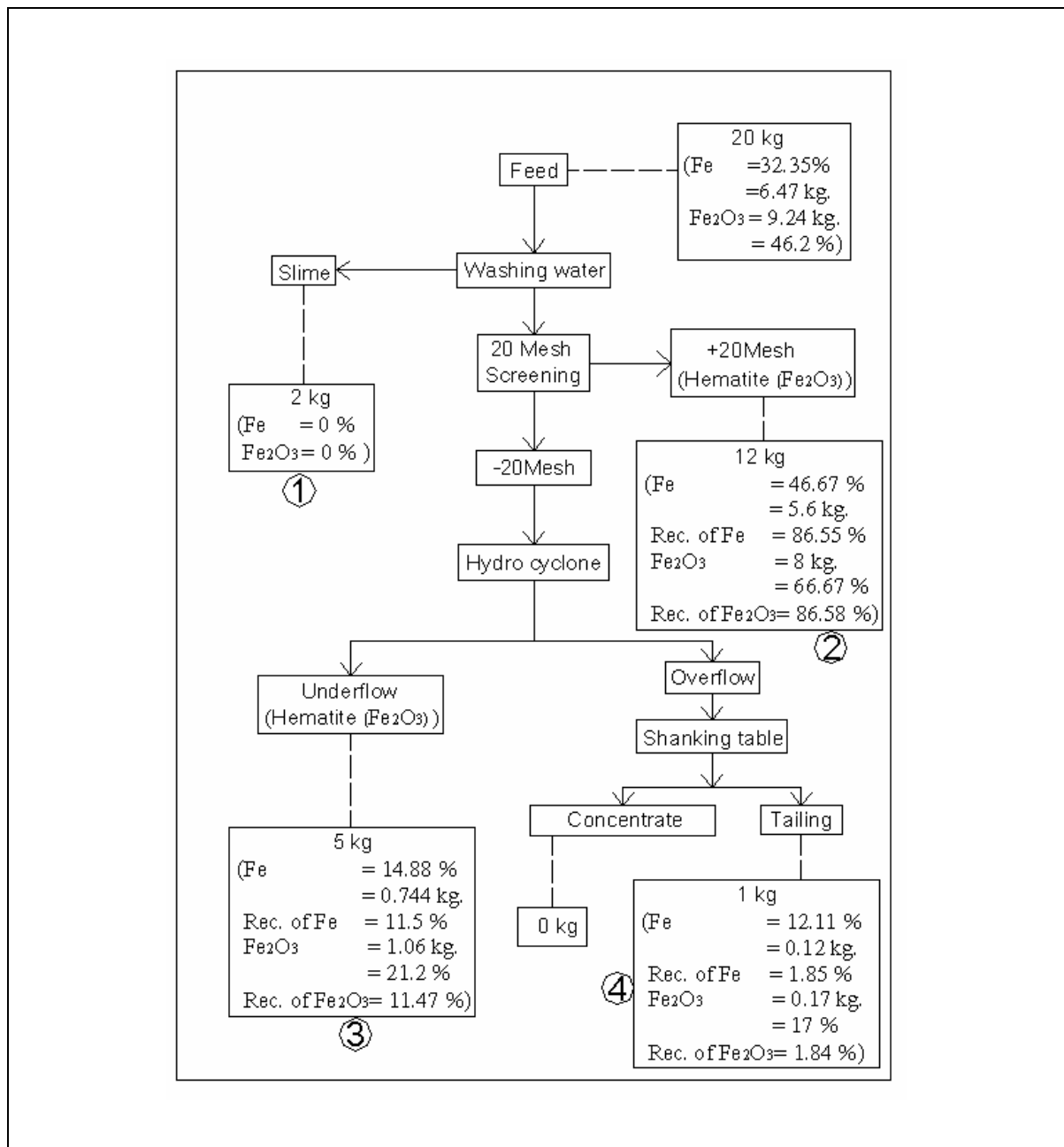
$$= (9.24 / 20) \times 100 = 46.2\%$$

3.1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่เหล็กในตัวอย่างน้ำดิน

น้ำหนักแห้ง	= 2 kg.
จากผลวิเคราะห์ที่มีปริมาณ Fe	= ไม่มีผลวิเคราะห์
คิดเป็นน้ำหนัก Fe_2O_3 ในแร่ป้อน	= ไม่มีผลวิเคราะห์

3.1.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่เหล็กในตัวอย่าง HM20

น้ำหนักแห้ง	= 12 kg.
จากผลวิเคราะห์ที่มีปริมาณ Fe	= 46.67 %
	= 46.67% x 12 kg. = 5.6 kg.
เก็บแร่ได้ (Recovery of Fe)	$= \frac{\text{Wt. of Fe in HM20}}{\text{Wt. of Fe in Feed}} \times 100$ $= (5.6 / 6.47) \times 100 = 86.55 \%$
คิดเป็นน้ำหนัก Fe_2O_3 ในแร่ป้อน	$= \frac{\text{Molecular Wt. of Fe}_2\text{O}_3}{\text{Atomic Wt. of Fe}} \times \text{Wt. of Fe}$ $= (160/112) \times 5.6 = 8 \text{ kg.}$ $= (8/12) \times 100 = 66.67\%$
เก็บแร่ได้ (Recovery of Fe_2O_3)	$= \frac{\text{Wt. of Fe}_2\text{O}_3 \text{ in HM20}}{\text{Wt. of Fe}_2\text{O}_3 \text{ in Feed}} \times 100$ $= (8/9.24) \times 100 = 86.58 \%$



รูป 3.3 ผลการแต่งแร่ฮีมาไทต์

จาก รูป 3.3 เป็นการสรุปผลการแต่งแร่ในแต่ละขั้นตอน จะเห็นว่าขั้นตอนการแต่งแร่ด้วยการคัดขนาดแร่ +20 เมช ด้วยตะแกรง มีผลวิเคราะห์ Fe ได้ความเข้มข้นสูงสุดคือ 46.67 % และสามารถเก็บแร่ได้ 86.55 % หรือคิดเป็น 86.58% ของ Fe₂O₃ แร่ที่ล้างตะแกรงขนาด +20 เมช นี้เป็นเม็ดแร่แบบก้อนกรวดสีน้ำตาลแดง และสีแดงเข้ม ดังแสดงใน รูป 3.2

การแยกแร่ขนาด -20 เมช โดยใช้ไฮโดรไซโคลนพบว่าได้แร่ออกส่วน underflow มากกว่า overflow คิดเป็นสัดส่วน 5:1 แร่ underflow มีปริมาณ Fe 17.88% หรือ คิดเป็น Fe₂O₃ 21.2 %

จากการแต่งแร่ด้วยการนำเอาแร่ส่วน overflow จากไฮโดรไซโคลนมาแยกด้วยโต๊ะแยกแร่ พบว่าไม่มีแร่ออกจากหัวโต๊ะเลย แร่ทั้งหมดออกมาทางส่วนท้ายโต๊ะหรือหางโต๊ะ โดยแร่ส่วนหางโต๊ะนี้มีความเข้มข้นของ Fe 12.11% หรือคิดเป็น Fe_2O_3 1.84%

ตาราง 3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กและเหล็กออกไซด์ในตัวอย่างต่างๆ

ตัวอย่าง	น้ำหนักแห้ง (kg)	Fe (%)	Fe_2O_3 (%)	Recovery of Fe (%)
แร่ป้อน	20	32.35%	46.2	-
Slime	2	-	-	-
HM20	12	46.67 %	66.67%	86.55 %
HM-UF	5	14.88		14.88
HM-TL	1	12.11	17	1.84
HM-CO	0	-	-	-



รูป 3.4 ตัวอย่าง HM-UF ผ่านไฮโดรไซโคลนส่วนที่ออกจาก underflow

3.1.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่เหล็กในตัวอย่าง HM-UF

น้ำหนักแห้ง = 5 kg

$$\begin{aligned}
 \text{จากผลวิเคราะห์ที่มีปริมาณ Fe} &= 14.88 \% \\
 &= 14.88 \% \times 5 \text{ kg} = 0.744 \text{ kg} \\
 \text{เก็บแร่ได้ (Recovery of Fe)} &= \frac{\text{Wt. of Fe in HM} - \text{UF}}{\text{Wt. of Fe in Feed}} \times 100 \\
 &= (0.744 / 6.47) \times 100 = 11.5 \% \\
 \text{คิดเป็นน้ำหนัก Fe}_2\text{O}_3 \text{ ในแร่ป้อน} &= \frac{\text{Molecular Wt. of Fe}_2\text{O}_3}{\text{Atomic Wt. of Fe}} \times \text{Wt. of Fe} \\
 &= (160/112) \times 0.744 = 1.06 \text{ kg.} \\
 &= (1.06 / 5) \times 100 = 21.2 \% \\
 \text{เก็บแร่ได้ (Recovery of Fe}_2\text{O}_3) &= \frac{\text{Wt. of Fe}_2\text{O}_3 \text{ in HM} - \text{UF}}{\text{Wt. of Fe}_2\text{O}_3 \text{ in Feed}} \times 100 \\
 &= (1.06 / 9.24) \times 100 = 11.47 \%
 \end{aligned}$$

3.1.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่เหล็กในตัวอย่าง HM-TL

$$\begin{aligned}
 \text{น้ำหนักแห้ง} &= 1 \text{ kg} \\
 \text{จากผลวิเคราะห์ที่มีปริมาณ Fe} &= 12.11 \% \\
 &= 12.11 \% \times 1 \text{ kg} = 0.12 \text{ kg} \\
 \text{เก็บแร่ได้ (Recovery of Fe)} &= \frac{\text{Wt. of Fe in HM} - \text{TL}}{\text{Wt. of Fe in Feed}} \times 100 \\
 &= (0.12 / 6.47) \times 100 = 1.85 \% \\
 \text{คิดเป็นน้ำหนัก Fe}_2\text{O}_3 \text{ ในแร่ป้อน} &= \frac{\text{Molecular Wt. of Fe}_2\text{O}_3}{\text{Atomic Wt. of Fe}} \times \text{Wt. of Fe} \\
 &= (160/112) \times 0.12 = 0.17 \text{ kg.} \\
 &= (0.17 / 1) \times 100 = 17.0 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เก็บแร่ได้ (Recovery of Fe}_2\text{O}_3) &= \frac{\text{Wt. of Fe}_2\text{O}_3 \text{ in HM} - \text{UF}}{\text{Wt. of Fe}_2\text{O}_3 \text{ in Feed}} \times 100 \\
 &= (0.17 / 9.24) \times 100 = 1.84 \%
 \end{aligned}$$



รูป 3.5 ตัวอย่าง HM-TL แร่ออกจากโตะแยกแร่

บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง

4.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองแต่งแร่ฮีมาไทต์ ด้วยกรรมวิธีล้างและคัดขนาดด้วยตะแกรง คัดขนาดด้วย ไฮโดรไซโคลน และแยกแร่ด้วยโต๊ะแยกแร่ จะเห็นว่าค่า Recovery จากการ คัดขนาดด้วยตะแกรงขนาด 20 เมช มีค่าถึง 86.58 % ในขณะที่การคัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลนและโต๊ะแยกแร่ให้ค่า Recovery 11.47 % และ 1.84 % ตามลำดับ ดังนั้น การคัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลนและโต๊ะแยกแร่ จึงไม่มีความจำเป็นในกระบวนการแต่งแร่ของแหล่งนี้ ขั้นตอนในการแต่งแร่มีเพียงกระบวนการล้างทำความสะอาดและคัดขนาดแร่ด้วยตะแกรงสั้น หากแร่เหล็กมีขนาดที่ใหญ่อาจเพิ่มกระบวนการย่อยด้วย Jaw Crusher และ Hammer Mill เพื่อลดขนาดของแร่ ก่อนเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดโดยใช้ตะแกรงสั้น เพื่อให้ได้แร่ในขนาดที่ตลาดต้องการ

4.2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ตัวอย่างแร่ฮีมาไทต์ ที่ทำการทดลองนี้มีความเข้มข้น Fe_2O_3 46.2% แต่คุณภาพตามที่ต้องการ ต้องมีความเข้มข้น Fe_2O_3 ไม่นต่ำกว่า 60% จากการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าแร่ดังกล่าวสามารถแต่งแร่ด้วยการคัดขนาดด้วยตะแกรง จนได้ความเข้มข้นสูงสุด 66.67% เก็บแร่ได้ 86.58% ของแร่ป้อน การแต่งแร่ด้วยวิธีดังกล่าวเป็นการแต่งแร่ที่ง่ายและไม่ต้องลงทุนสูงต้องการเพียงตะแกรงคัดขนาดเท่านั้น จึงมีความเป็นไปได้ในการลงทุน

ปัจจุบันราคาตามประกาศราคาแร่อยู่ที่ 1,490 บาท/ตัน ดังนั้นสามารถประเมินมูลค่าแร่จากปริมาณสำรองที่มีอยู่ประมาณ 5 แสนตัน จะได้มูลค่าแร่ประมาณ 450 ล้านบาท คิดเป็นค่าภาคหลวง 20.25 ล้านบาท (อัตราค่าภาคหลวง 67.05 บาท/ตัน) การให้ความช่วยเหลือในครั้งนี้ จึงเป็นการเพิ่มศักยภาพให้แก่แหล่งแร่เหล็กแห่งนี้ ผู้รับสัมปทานสามารถนำแร่ที่มีคุณภาพต่ำมาผ่านกระบวนการแต่งแร่จนมีคุณภาพสูงขึ้นเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการและภาครัฐยังได้ประโยชน์จากค่าภาคหลวงอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. นิคม โชติกานนท์, การแต่งแร่ Mineral Processing, ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2538.
2. อุทิศ ทองกลิ้ง , คู่มือปฏิบัติการวิศวกรรมการแต่งแร่ 1 Mineral Processing Engineering Laboratory 1 , ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.