หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย เรื่องการนำกลับอะลูมินัมในรูปสารโคแอกกูแลนท์จากสลัดจ์อุตสาหกรรมอะลูมินัมนี้ มีวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการทดลองดังนี้ คือ

3.1 วัสดุอุปกรณ์

ก. ตัวอย่างตะกอน : ตัวอย่างที่นำมาใช้ทดลองเป็นตัวอย่างกากตะกอน ที่เก็บมาจากลานตากตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของบริษัท นิคเคไทย อลูมิเนียม จำกัด(ภาพที่ 3.1 และ 3.2) ซึ่งผลิตผลิตภัณฑ์อะลูมินัม และตั้งอยู่ที่ถนนสุขุมวิท อำเภอบางปู จังหวัดสมุทรปราการ โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง แบ่งเป็น

ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง
1	10 เมษายน 2532	1 *
2	16 ตุลาคม 2532	7
3	24 มกราคม 2533	5

การสุ่มตัวอย่าง ทำโดยการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในลานตากตะกอนแต่ละลานจำนวน 8 จุดต่อลาน ดูรูปที่ 3.1 และนำตะกอนที่เก็บทั้ง 8 จุดมารวมเป็น 1 ตัวอย่าง ดังนั้นตะกอนใน 1 ลาน ก็จะเก็บรวมกันได้เป็นหนึ่งตัวอย่างหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือเก็บตัวอย่างตะกอน 1 ตัวอย่างต่อลานตากตะกอน

ข. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ ใช้สารเคมีมาตรฐานงานวิเคราะห์ (analytical grade)

ค. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. ตู้อบ (oven) รุ่น U 40 ของ MEMMERT ตั้งที่อุณหภูมิ 105 ° ซ.
2. เตาเผา (muffle furnace) รุ่น 48000 ของ Thermolyne ตั้งที่อุณหภูมิ 550 ° ซ.

หมายเหตุ * เป็นตัวอย่างที่เก็บเพื่อการทดสอบขั้นต้น

ภาพที่ 3.1 ตะกอนแห้งในลานตากตะกอน

ภาพที่ 3.2 ตะกอนแห้งในลานตากตะกอนซึ่งมีการตักออกไปบางส่วน

3. เครื่องวัดพีเอช ใช้เครื่อง IONALYZER รุ่น SA 720 ของ ORION

4. Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer รุ่น EDXRF XR-200 ของ LINK SYSTEM LTD.

5. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น UV-120-01 ของ Shimadzu

6. เครื่องวัดความขุ่น รุ่น 2100A ของ HACH

7. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ของ Perkin Elmer รุ่น 373

8. เครื่องมือสำหรับการทดสอบจาร์ ของ Phipps & Bird Inc.

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

วิธีการดำเนินการทดลองโดยสรุปแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ก. เก็บตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างจากลานตากตะกอนแต่ละลานดังที่ได้อธิบายในข้างต้น และแสดงไว้ในรูปที่ 3.1 และนำมาตรวจวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของกากตะกอน ซึ่งได้แก่

- ปริมาณของแข็งในรูปของของแข็งทั้งหมด (TS), ของแข็งระเหยง่าย (VS) และของแข็งคงรูป (FS)

- ปริมาณความชื้น (MC)

- เอาตะกอนของแข็งคงรูปไปหาชนิดและปริมาณของธาตุองค์ประกอบต่อโดย X-ray Fluorescence Analysis

ข. หาปริมาณอะลูมินัมทั้งหมดในตัวอย่างกากตะกอน

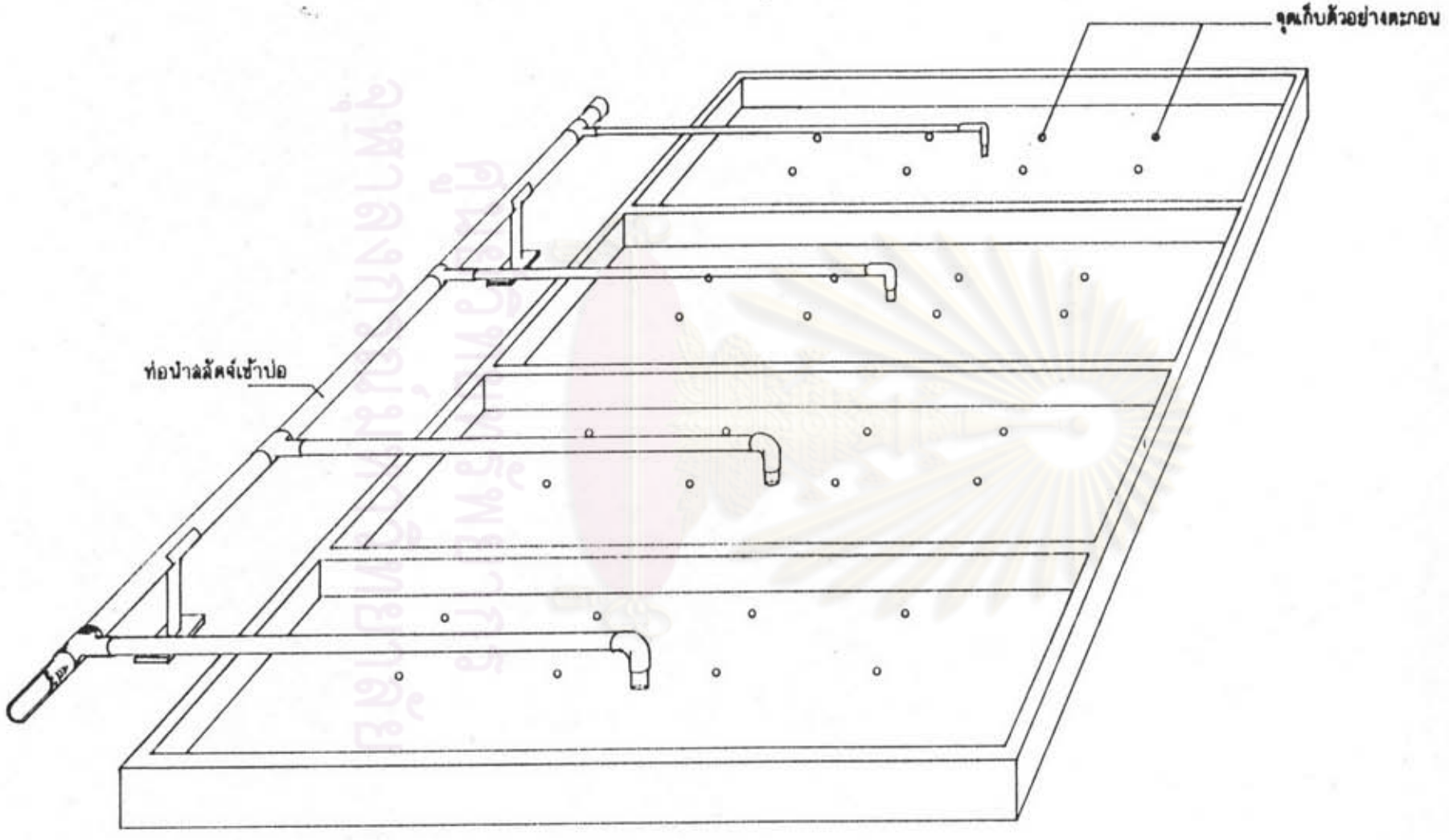
- ชั่งตัวอย่าง 3-20 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 400 ลบ.ซม.

- เติมกรดไนตริก 1:1 ปริมาณ 30 ลบ.ซม. คนด้วยแท่งกวนให้ตะกอนกระจาย ใส่ลูกแก้วแล้วปิดด้วยกระจกนาฬิกา

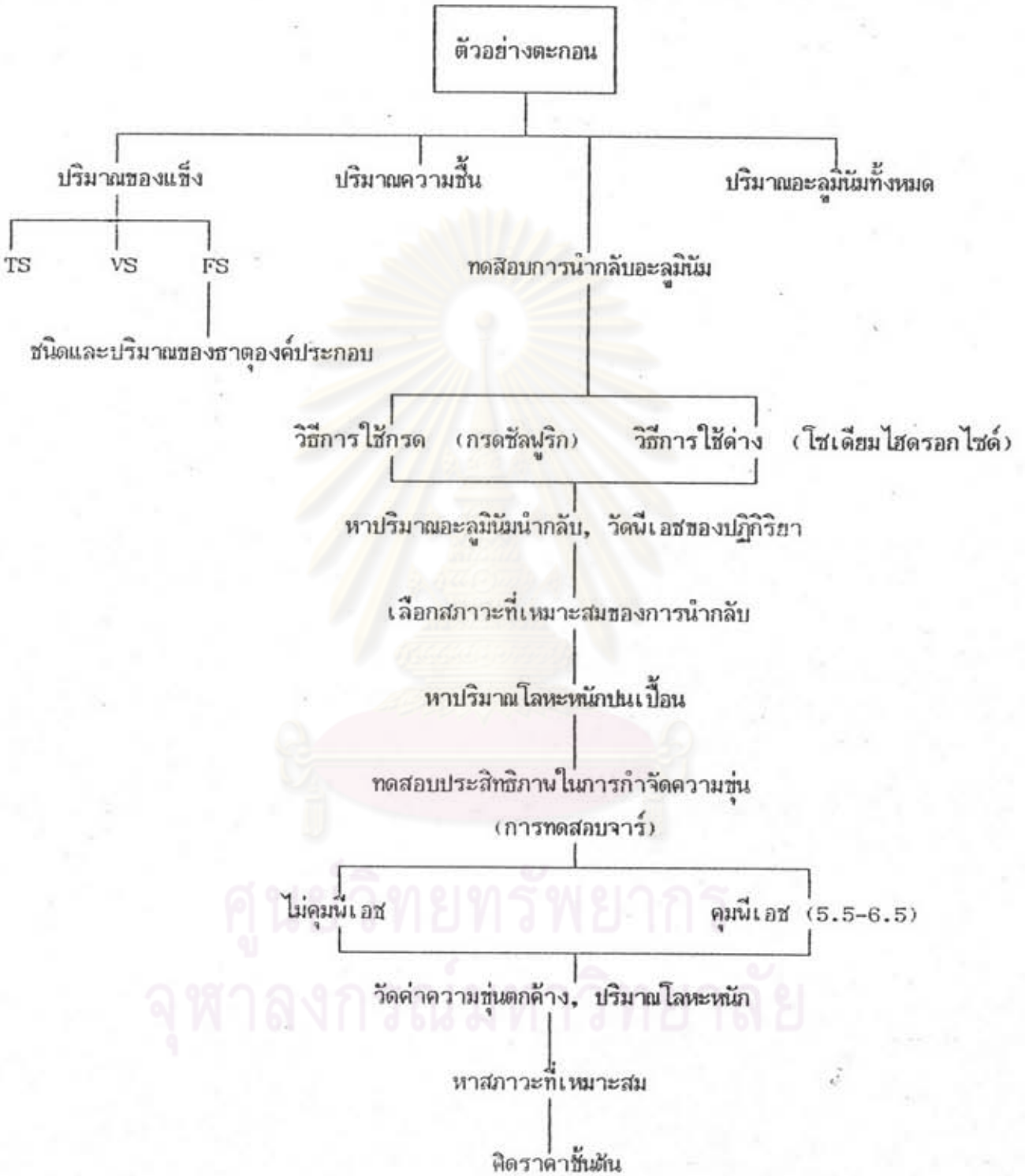
- นำไปย่อย (digest) บนจานร้อนจนเกือบแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น

- เติมน้ำกลั่น กรองด้วยกระดาษกรอง GF/A และปรับปริมาตรให้ได้ 100 ลบ.ซม. ในขวดวัดปริมาตร

- นำไปวิเคราะห์หาปริมาณอะลูมินัมโดยวิธี Eriochrome Cyanine R (ดูราย-



รูปที่ 3.1 ลานตากตะกอนและตำแหน่งการสุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนของการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ละเอียดในภาคผนวก ก.)

ค. ทดสอบการนำกลับอะลูมินัมโดยวิธีการใช้กรดซัลฟูริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 <u>วิธีการใช้กรดซัลฟูริก</u>

1. ชั่งตัวอย่างกากตะกอนประมาณ 3-20 กรัม แล้วใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 ลบ.ซม. จำนวนตัวอย่างละ 10 ใบ

2. เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 200 ลบ.ซม. คนด้วยแท่งกวนให้ตะกอนกระจาย

3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นในปริมาณ 0.1, 0.5, 0.7, 1.0, 5.0, 10.0, 15.0, 30.0 และ 40.0 ลบ.ซม.

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 ลบ.ซม.

5. นำไปกวนโดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็กเป็นเวลา 15 นาที

6. ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง

7. นำสารละลายส่วนใสไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณอะลูมินัม (ที่นำกลับได้)

8. วัดพีเอชสุดท้าย (หลังตกตะกอน) ของสารละลายส่วนใส

9. นำไปพล็อตกราฟ เพื่อพิจารณาหาสภาวะที่เหมาะสมในการนำกลับอะลูมินัม

3.2.2 <u>วิธีการใช้ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์</u>

1. ทำตามข้อ 1-2 ในข้อ 3.2.1

2. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 โมลาร์ ในปริมาณ 0.2, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0 และ 30.0 ลบ.ซม.

3. ทำตามข้อ 4-9 ในข้อ 3.2.1

3.2.3 <u>ประสิทธิภาพในการนำไปใช้งาน</u>

ทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของสารโคแอกกูแลนท์ที่นำกลับได้จากทั้ง 2

วิธี โดยใช้การทดสอบจาร์ และใช้ร่วมกับน้ำดิบจากจุดสูบน้ำดิบสำแล ของการประปานครหลวง ริมแม่น้ำเจ้าพระยา อ.เมือง จ.ปทุมธานี โดยเก็บตัวอย่างน้ำดิบเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2533

วิธีการทดสอบใช้การทดสอบจาร์มาตรฐานโดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 ไม่คุมพีเอช :- เติมสารโคแอกกูแลนท์ที่เตรียม(นำกลับ) ได้ลงในน้ำดิบในปริมาณต่าง ๆ โดยมิได้มีการควบคุมพีเอชของน้ำ

การทดลองที่ 2 คุมพีเอช :- เติมสารโคแอกกูแลนท์ที่เตรียม(นำกลับ) ได้ลงในน้ำดิบในปริมาณต่าง ๆ และควบคุมพีเอชของปฏิกิริยาให้อยู่ในช่วง 5.5-6.5 โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือกรดซัลฟูริก

3.2.4 <u>การปนเปื้อนของโลหะหนัก</u>

ในการพิจารณาการปนเปื้อนของสารโคแอกกูแลนท์ที่นำกลับได้ ทำโดยการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ โครเมี่ยม แคดเมี่ยม ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง เหล็ก และสังกะสีที่อยู่ในตะกอนด้วยวิธีตามข้อ 3.2 ข แต่นำไปวัดหาปริมาณโลหะหนักโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชั่น-สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ส่วนปริมาณโลหะหนักในสารโคแอกกูแลนท์ที่เตรียมได้จากสภาวะที่เหมาะสม และในน้ำภายหลังการทดสอบจาร์ วิเคราะห์โดยนำสารละลายมา 250 ลบ.ซม. เติมกรดไนตริกเข้มข้นจำนวน 5 ลบ.ซม. นำไปย่อยบนจานร้อนเกือบแห้ง แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้นอีก 5 ลบ.ซม. นำไปย่อยต่อจนเกือบแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น กรองด้วยกระดาษกรอง GF/A และปรับปริมาตรเป็น 25 ลบ.ซม. จากนั้นนำสารละลายไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของโลหะหนักต่อไปโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชั่น-สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3.2.5 <u>ค่าใช้จ่าย</u>

ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะค่าใช้จ่ายขั้นต้นของแต่ละวิธี คือ วิธีการใช้กรด และวิธีการใช้ด่าง ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน คือ

1) ค่าใช้จ่ายในการนำกลับสารโคแอกกูแลนท์ พิจารณาจาก

- ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับกวนให้ปฏิกิริยาระหว่างสารเคมี (กรด/ด่าง) กับตะกอนเกิดขึ้นได้สมบูรณ์ที่สุด พลังงานที่ใช้นี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องมือที่ใช้กวน, ระยะเวลาที่ผสม และราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย
- ค่าสารเคมี : พิจารณาจากปริมาณสารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ และราคาของสารเคมีซึ่งคิดในราคาตลาดการค้า
- ค่าจ้างเจ้าพนักงานผู้ซึ่งจะเป็นผู้ดำเนินงานในการนำกลับสารโคแอกกูแลนท์
- ค่าขนส่ง กรณีที่ต้องนำกากตะกอนมาจากที่อื่น

2) ค่าใช้จ่ายในการนำสารโคแอกกูแลนท์นำกลับไปใช้ในการกำจัดความขุ่นของน้ำดิบ ซึ่งรวมถึงปริมาณกรด/ด่างที่ต้องใช้ในการปรับพีเอชของปฏิกิริยาด้วย สำหรับส่วนนี้จะเปรียบเทียบกับกรณีจริงในกิจการการประปาของการประปานครหลวง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดพิจารณาศึกษาเฉพาะกรณีสารโคแอกกูแลนท์ที่นำกลับได้ดีที่สุดเท่านั้น

3) ค่าขนส่ง

ค่าใช้จ่ายสามส่วนนี้เมื่อนำมารวมกันจะได้เป็นค่าใช้จ่ายรวมขั้นต้นในงานกำจัดความขุ่นของน้ำดิบโดยใช้สารโคแอกกูแลนท์นำกลับจากกากอุตสาหกรรมอะลูมินัม

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ก. สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารโคแอกกูแลนท์นำกลับข้างต้น : ผู้วิจัยได้พิจารณาจากค่าพีเอชที่ทำให้ประสิทธิภาพนำกลับที่ดีที่สุด กล่าวคือ มีอะลูมินัมอยู่ในสารละลายนำกลับมากที่สุด โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายตลอดจนความเป็นไปได้และผลที่จะมีต่อการนำไปประยุกต์ใช้ควบคู่ไปด้วย

ข. ประสิทธิภาพการนำกลับของสารโคแอกกูแลนท์ที่เตรียมได้ : คำนวณจากปริมาณอะลูมินัมที่อยู่ในสารละลายนำกลับที่ได้กับปริมาณอะลูมินัมทั้งหมดที่อยู่ในกากตะกอน จะได้ว่า

$$\text{ประสิทธิภาพการนำกลับ} = \frac{\text{ปริมาณอะลูมินัมที่อยู่ในสารละลายนำกลับ} \times 100}{\text{ปริมาณอะลูมินัมทั้งหมดที่อยู่ในกากตะกอนตัวอย่าง}}$$

ค. ค่าใช้จ่ายขั้นต้น : พิจารณาค่าใช้จ่ายในการนำกลับสารโคแอกกูแลนท์เปรียบเทียบของแต่ละวิธีเป็นบาท/ลูกบาศก์เมตรสารโคแอกกูแลนท์นำกลับ และค่าใช้จ่ายนี้จะนำไปเปรียบเทียบกับกรณีจริงในกิจการการประปาของการประปานครหลวงในรูปของบาท/ลูกบาศก์เมตรน้ำดิบต่อไป

ง. การปนเปื้อน : พิจารณาปริมาณโลหะหนักอื่น ๆ คือ โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง เหล็ก และสังกะสี ที่ตรวจพบในตะกอนแห้ง เพื่อดูว่าปริมาณโลหะหนักเดิมมีอยู่เท่าไร และเมื่อนำกลับในรูปสารโคแอกกูแลนท์แล้ว โลหะหนักเหล่านี้ออกมาปนอยู่ในสารละลายนำกลับมากน้อยเพียงใด การปนเปื้อนของโลหะหนักนี้จะมีผลต่อเนื่องไปถึงการนำไปใช้เป็นสารโคแอกกูแลนท์ในการกำจัดความขุ่นของน้ำดิบ ทั้งนี้การหาปริมาณโลหะหนักเหล่านี้ในน้ำประปาภายหลังการทดสอบจาร์ก็จะสามารถบอกถึงปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำ ซึ่งจะชี้ให้เห็นระดับความปลอดภัยในการนำไปใช้อุปโภคบริโภคต่อไปด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย