บทที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการทดลอง

แบ่งงานวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1) ศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเกิดปฏิกิริยารีดักชันของโลหะหนัก

2) ศึกษาการใช้ SBH และหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ทองแดง, นิกเกิล และโครเมียมในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแต่ละส่วน และน้ำเสียรวม

3) เปรียบเทียบกระบวนการกำจัดโลหะหนักระหว่างวิธี borohydride reduction กับการตกตะกอนเคมีด้วยไฮดรอกไซด์

4) ทำการทดลองบำบัดน้ำเสียทั้ง 4 ประเภทกับแบบจำลอง โดยเลือกสภาวะการกำจัดโลหะหนักที่เหมาะสมจากการทดลองจาร์เทสต์

4.2 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเกิดปฏิกิริยารีดักชันของโลหะหนัก

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการกวนกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น โดยตรวจวัดปริมาณโลหะหนักละลายที่เหลือในน้ำเสียที่ระยะเวลากวนต่าง ๆ ซึ่งมีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1.1 กรณีใช้ SBH เพียงอย่างเดียว

1) นำน้ำเสียทองแดงปริมาณ 500 มล. เติมSBH 3 เท่าของจำนวนสตอยชิโอเมตริก กวนเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 60 นาที

2) วัดพีเอช, โออาร์พี และเก็บตัวอย่างน้ำทุก ๆ 1 นาทีใน 10 นาทีแรก หลังจากนั้นเก็บทุก 5 นาทีจนครบ 1 ชั่วโมง ปริมาณตัวอย่างละ 10 มล. กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C แล้วจึงรักษาสภาพโลหะหนักที่ละลายด้วยกรดไนตริก วัดปริมาณโลหะหนักที่ละลาย

3) หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการกวนกับพีเอช โออาร์พี และปริมาณโลหะที่เหลือในน้ำเสีย

4) ทำการทดลองซ้ำดังใหม่ แต่จะเปลี่ยนเป็นน้ำเสียนิกเกิล เติม SBH 1 เท่าของจำนวนสตอยชิโอเมตริก

หมายเหตุ ตามสมการ Cu : $NaBH_4 + 4Cu^{2+} + 8OH^- \longrightarrow NaBO_2 + 4Cu^0 + 6H_2O$

ปริมาณ $NaBH_4$ = 0.15 เท่าของปริมาณทองแดง

Ni : $2BH^-_4 + Ni^{2+} + 4.5H_2O \longrightarrow 0.5Ni_2B + H_3BO_3 + 6.25H_2$

ปริมาณ $NaBH_4$ = 1.28 เท่าของปริมาณนิกเกิล

<u>การทดลองที่ 1.2</u> กรณีใช้ SBH ร่วมกับ $NaHSO_3$

1) นำน้ำเสียทองแดงปริมาณ 500 มล. เติม $NaHSO_3$ (รูปสารละลาย) ในอัตราส่วน $NaHSO_3$ ต่อ Cu เท่ากับ 5 : 1 โดยน้ำหนัก กวนเร็วเป็นเวลา 10 นาที

2) เติม SBH 3 เท่าของจำนวนสตอยชิโอเมตริก กวนเร็วเป็นเวลา 60 นาที

3) วัดพีเอช, โออาร์พี และเก็บตัวอย่างน้ำทุก ๆ 1 นาทีใน 10 นาทีแรก หลังจากนั้นเก็บทุก 5 นาทีจนครบ 1 ชั่วโมง ปริมาณตัวอย่างละ 10 มล. กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C แล้วจึงรักษาสภาพโลหะหนักที่ละลายด้วยกรดไนตริก วัดปริมาณโลหะหนักที่ละลาย

4) หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการกวนกับพีเอช โออาร์พี และปริมาณโลหะที่เหลือในน้ำเสีย

5) ทำการทดลองซ้ำดังใหม่ แต่จะเปลี่ยนชนิดของน้ำเสีย ปริมาณ $NaHSO_3$ และ SBH ที่ใช้

- น้ำเสียนิกเกิล เติม $NaHSO_3$ 1 เท่าของนิกเกิล และ SBH 1 เท่าของจำนวนสตอยชิโอเมตริก กวนเร็ว 60 นาที
- น้ำเสียโครเมียม เติม $NaHSO_3$ (แบบผง) 2 เท่าของโครเมียม คุมพีเอชให้เป็น 2.5 ด้วยกรดซัลฟูริก เติม SBH 0.4 เท่าของปริมาณโครเมียม กวนเร็ว 60 นาที
- น้ำเสียรวม เติม $NaHSO_3$ (แบบผง) 1 เท่าของโครเมียม หลังจากกวนเร็ว 10 นาทีแล้วจึงเติม SBH เพื่อให้ได้พีเอชสุดท้ายเป็น 9.5 กวนเร็ว 60 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาการใช้ SBH และหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโลหะหนัก

แบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย ดังนี้

การทดลองที่ 2.1 กรณีใช้ SBH เพียงอย่างเดียว

1) นำน้ำเสียทองแดงปริมาณ 500 มล. จำนวน 4 บีกเกอร์

2) เติม SBH โดยแปรค่าปริมาณที่ใช้เท่ากับ 1, 2, 3 และ 4 เท่าของจำนวนสตอยชิโอเมตริก กวนเร็วตามเวลาที่เหมาะสมจากการทดลอง 1.1 วัดค่าพีเอชและโออาร์พี เสร็จแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 30 นาที

3) หาตะกอนแขวนลอยทั้งหมด และตะกอนแขวนลอยในน้ำใสหลังจากตกตะกอน นำน้ำใสส่วนบนมาวัดปริมาณทองแดงทั้งหมด และทองแดงละลายโดยกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C

4) วัดปริมาณตะกอนที่เกิด แล้วนำตะกอนดังกล่าวมาหาเปอร์เซ็นต์ทองแดงในตะกอน

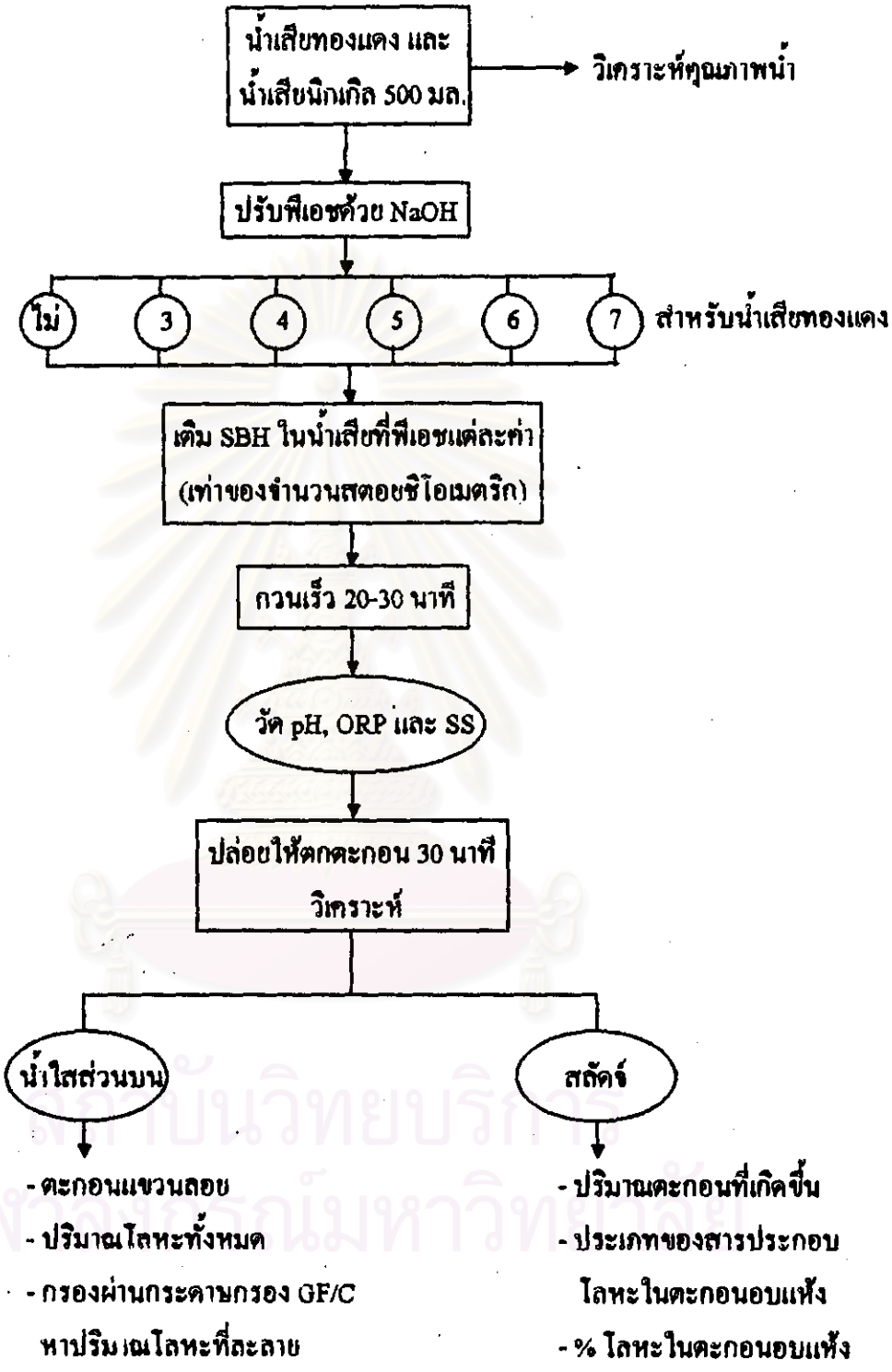
5) หาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดกับค่าโออาร์พีและพีเอชของน้ำเสีย

6) ทำการทดลองเหมือนกับการทดลองข้างต้น แต่ปรับพีเอชของน้ำเสียก่อนเติม SBH เป็น 3, 4, 5, 6 และ 7 โดยใช้สารละลาย NaOH

7) ทำการทดลองเหมือนในข้อ 1) ถึง 6) แต่เปลี่ยนชนิดของน้ำเสียเป็นน้ำเสียนิกเกิล ปรับพีเอชเริ่มต้นเป็น 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 เติม SBH โดยแปรค่าปริมาณที่ใช้เท่ากับ 0.5, 1, 2, 3 และ 4 เท่าของจำนวนสตอยชิโอเมตริก ดังแผนผังการทดลองในรูปที่ 4.1

8) ทำการทดลองเหมือนในข้อ 1) ถึง 6) ใหม่เฉพาะน้ำเสียทองแดง แต่ปรับพีเอชน้ำเสียเริ่มต้นด้วย $Ca(OH)_2$ แทน NaOH สังเกตการตกตะกอนและลักษณะของตะกอนเปรียบเทียบกับการปรับพีเอชด้วย NaOH

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 แผนผังการทดลองการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ SBH

การทดลองที่ 2.2 กรณีใช้ SBH ร่วมกับโซเดียมไบซัลไฟต์ ($NaHSO_3$)

1) นำน้ำเสียทองแดงปริมาณ 500 มล. จำนวน 8 บีกเกอร์

2) แปรค่าปริมาณ $NaHSO_3$ (รูปสารละลาย) ในอัตราส่วนของ $NaHSO_3$: Cu เท่ากับ 5 : 1 และ 10 : 1 โดยน้ำหนัก กวนเร็วเป็นเวลา 10 นาที วัดค่าพีเอชและโออาร์พี

3) แปรค่าปริมาณ SBH ที่ต้องเติมเท่ากับ 1, 2, 3 และ 4 เท่าของจำนวนสตอยชิโอเมตริก ในแต่ละอัตราส่วนของ $NaHSO_3$: Cu ตามที่กำหนดในข้อ 2) กวนเร็วตามเวลาที่เหมาะสมจากการทดลอง 1.2 วัดค่าพีเอชและโออาร์พี เสร็จแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 30 นาที

4) หาตะกอนแขวนลอยทั้งหมด และตะกอนแขวนลอยในน้ำใสหลังจากตกตะกอน นำน้ำใสส่วนบนมาวัดปริมาณทองแดงทั้งหมด และทองแดงที่ละลายโดยกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C

5) วัดปริมาณตะกอนที่เกิด แล้วนำตะกอนดังกล่าวมาหาเปอร์เซ็นต์ทองแดงในตะกอน

6) หาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดกับค่าโออาร์พีและพีเอชของน้ำเสีย

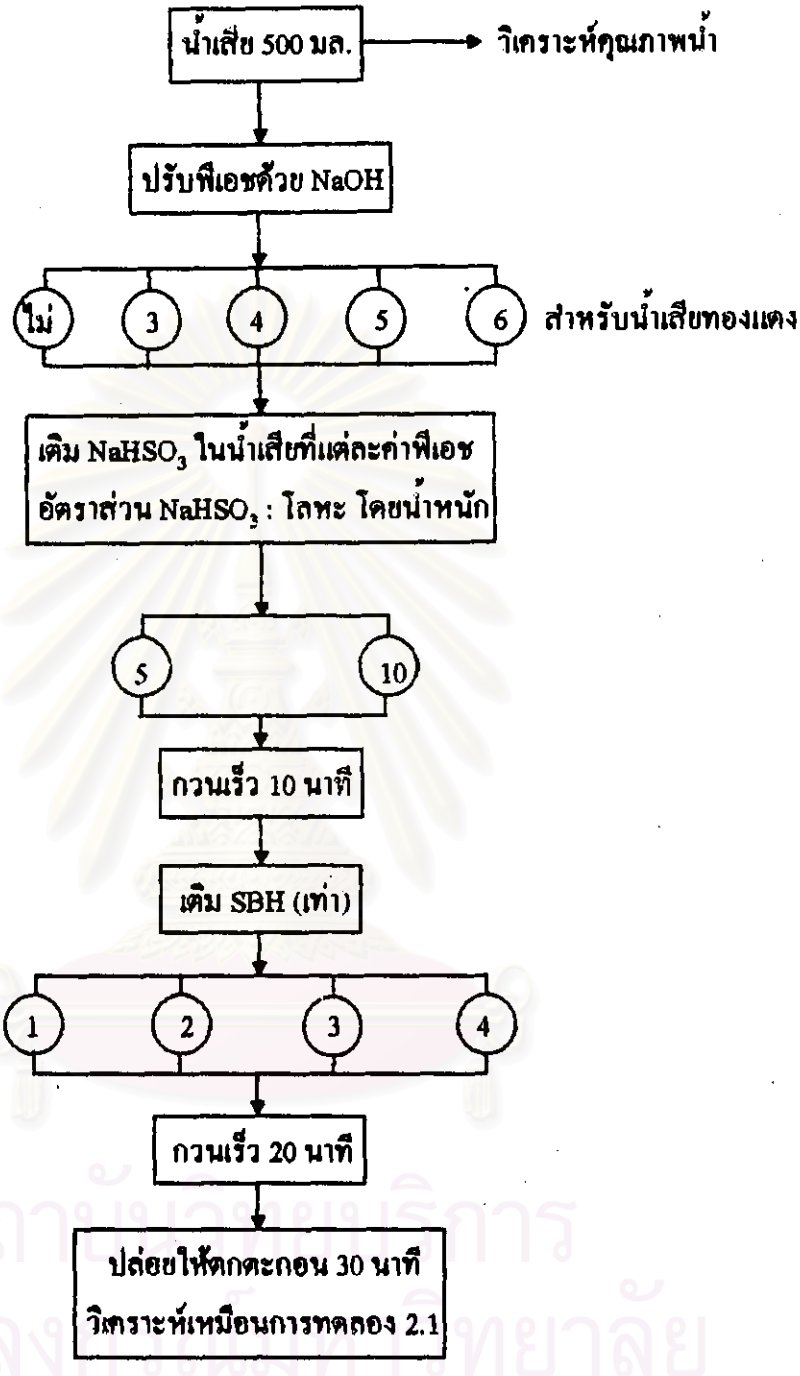
7) ทำการทดลองเหมือนกับการทดลองข้างต้น แต่ปรับพีเอชของน้ำเสียก่อนเติม SBH เป็น 3, 4, 5 และ 6 ด้วยสารละลาย NaOH ดังแผนผังการทดลองในรูปที่ 4.2

8) ทำการทดลองเหมือนในข้อ 1) ถึง 7) แต่เปลี่ยนชนิดของน้ำเสียเป็น

- น้ำเสียนิกเกิล ปรับพีเอชเป็น 5, 6, 7 และ 8 ปริมาณ $NaHSO_3$ 0.5, 1, 5 และ 10 เท่าของนิกเกิลในน้ำเสีย ปริมาณ SBH 1, 2, 3 และ 4 เท่าของจำนวนสตอยชิโอเมตริก
- น้ำเสียโครเมียม ไม่ต้องปรับพีเอชเริ่มต้น ใช้ปริมาณ $NaHSO_3$ (แบบผง) 1, 2, 3, 4 และ 5 เท่าของโครเมียมในน้ำเสีย คุมพีเอชให้เป็น 2.5 ด้วยกรดซัลฟุริก ปริมาณ SBH 0.3, 0.5, 1 และ 2 เท่าของปริมาณโครเมียม
- น้ำเสียรวม ไม่ต้องปรับพีเอชเริ่มต้น ใช้ปริมาณ $NaHSO_3$ (แบบผง) 0.5, 1, 2 และ 3 เท่าของโครเมียมในน้ำเสีย หลังจากกวนเสร็จปรับพีเอชขึ้นเป็น 5 ด้วย NaOH เติม SBH เพื่อให้ได้พีเอชสุดท้ายเป็น 7.5, 8, 8.5, 9, 9.5 และ 10

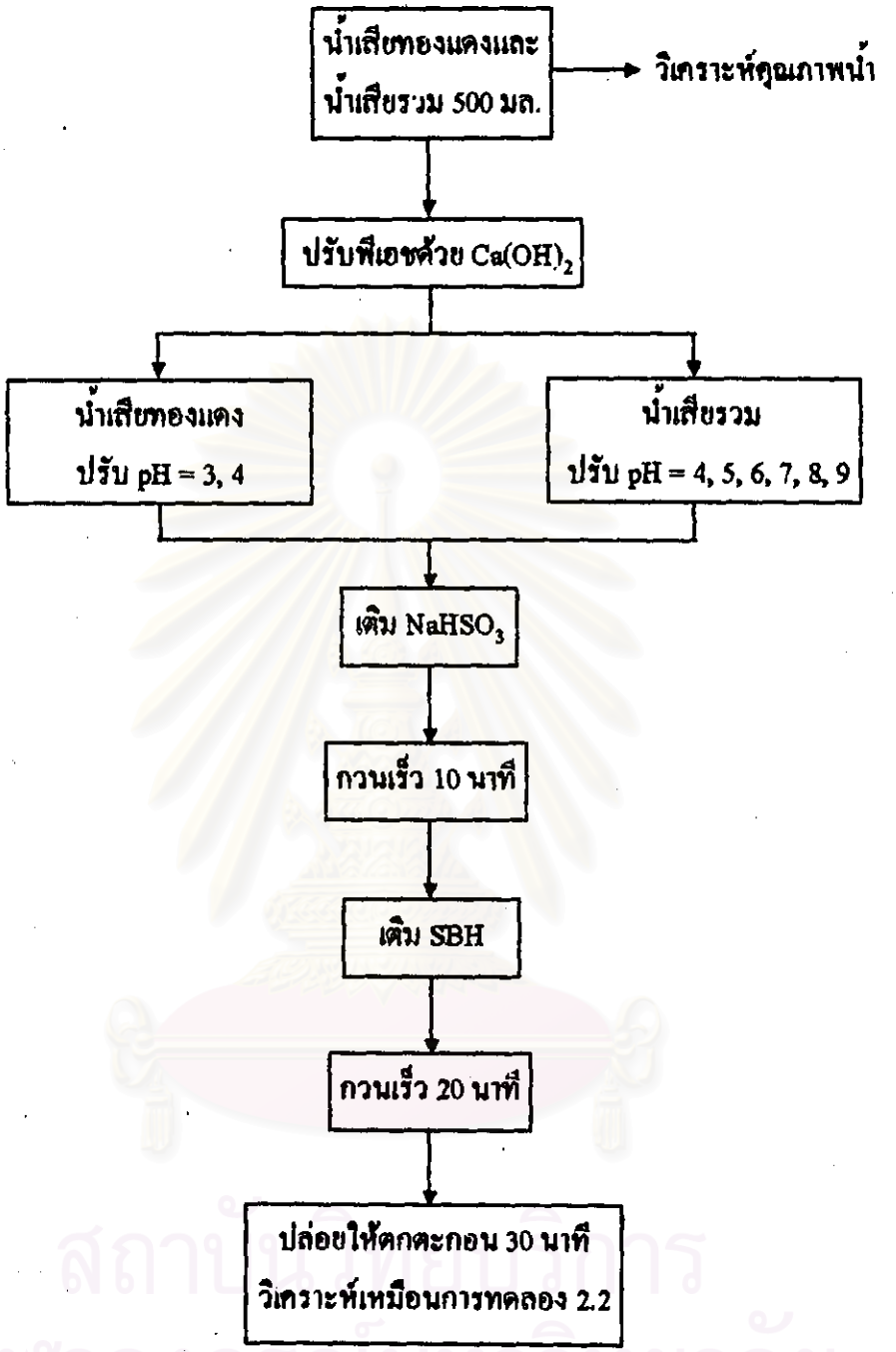
  ทำการทดลองใหม่ใช้ $NaHSO_3$ 1 เท่า แต่หลังกวนเสร็จปรับพีเอชเป็น 4, 6, 7, 8 และ 9 แทน แล้วเติม SBH เพื่อให้ได้พีเอช 9.5 ทำการทดลองใหม่อีกครั้งแต่ปรับพีเอชด้วย $Ca(OH)_2$ แทน

9) ทำการทดลองตั้งแต่ต้นใหม่เฉพาะน้ำเสียทองแดง เปลี่ยนจากการปรับพีเอชน้ำเสียด้วยสารละลาย NaOH เป็น $Ca(OH)_2$ แทน สังเกตการตกตะกอน และลักษณะของตะกอนเปรียบเทียบกับการปรับพีเอชด้วย NaOH แผนผังการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 แผนผังการทดลองการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ $NaHSO_3$ ร่วมกับ SBH ปรับพีเอชขั้นแรกด้วย NaOH

I19246985



รูปที่ 4.3 แผนผังการทดลองบำบัดน้ำเสียโดยใช้ $NaHSO_3$ ร่วมกับ SBH ปรับพีเอชขั้นแรกด้วย $Ca(OH)_2$

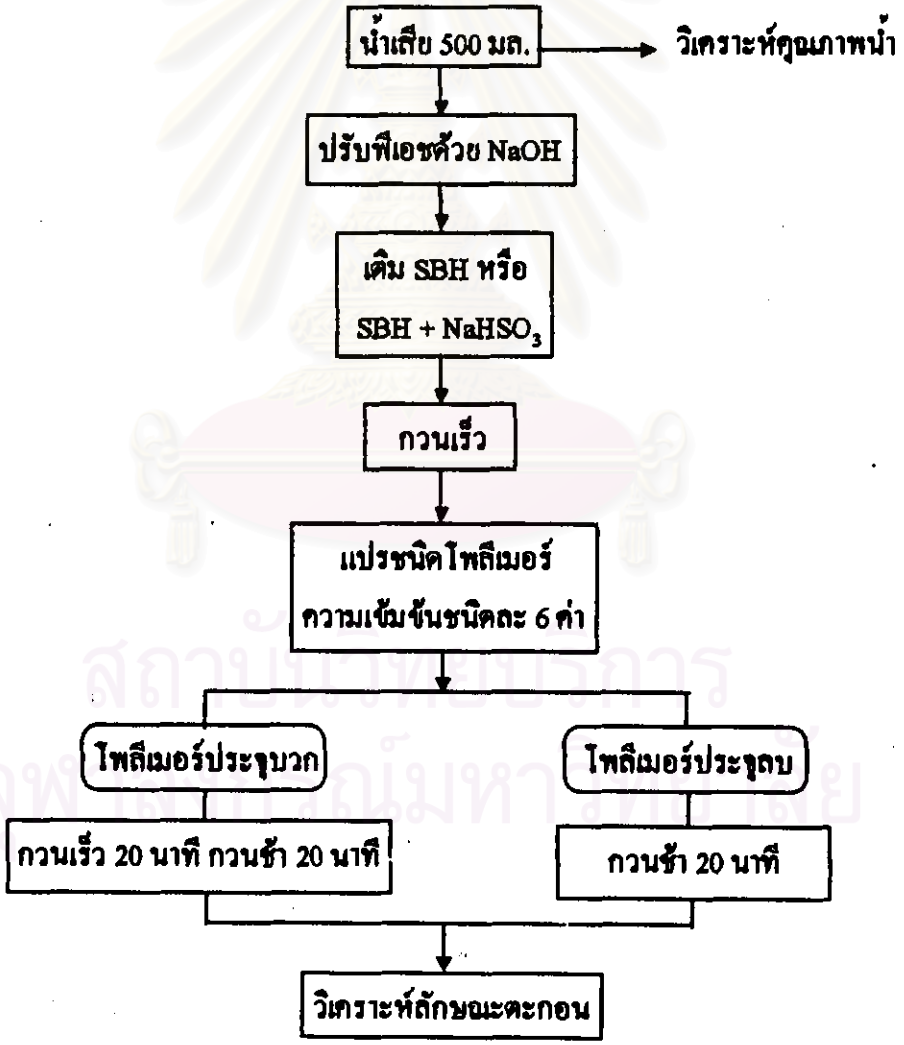
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การทดลองที่ 2.3</u> กรณีใช้ SBH หรือ SBH และ $NaHSO_3$ ร่วมกับโพลีเมอร์

1) จากผลการทดลองที่ 2.1 และ 2.2 ใช้สภาวะที่มีประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักที่เหมาะสมมาทดสอบผลของการตกตะกอนเพิ่มเติม โดยทดลองใช้โพลีเมอร์ 2 ชนิด ได้แก่ แบบประจุบวก และประจุลบ ชนิดละ 6 ความเข้มข้น

- แบบประจุบวก เติมโพลีเมอร์กวนเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที แล้วกวนช้า 40 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที
- แบบประจุลบ เติมโพลีเมอร์แล้วกวนช้า 20 นาที

2) ศึกษาเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน สังเกตลักษณะของตะกอนเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ได้เติมโพลีเมอร์ แผนผังการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนผังการทดลองบำบัดน้ำเสียโดยใช้ SBH ร่วมกับโพลีเมอร์

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบกระบวนการบำบัดน้ำเสียระหว่าง borohydride reduction กับการตกตะกอนทางเคมีด้วยไฮดรอกไซด์ โดยใช้ผลการทดลองจาร์เทสต์

เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียทั้ง 4 ประเภท ระหว่างการใช้ SBH เป็น reducing agent ที่สภาวะเหมาะสมที่สุดกับวิธีการตกตะกอนทางเคมีด้วยไฮดรอกไซด์ หัวข้อที่ใช้เปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 หัวข้อที่ใช้เปรียบเทียบ

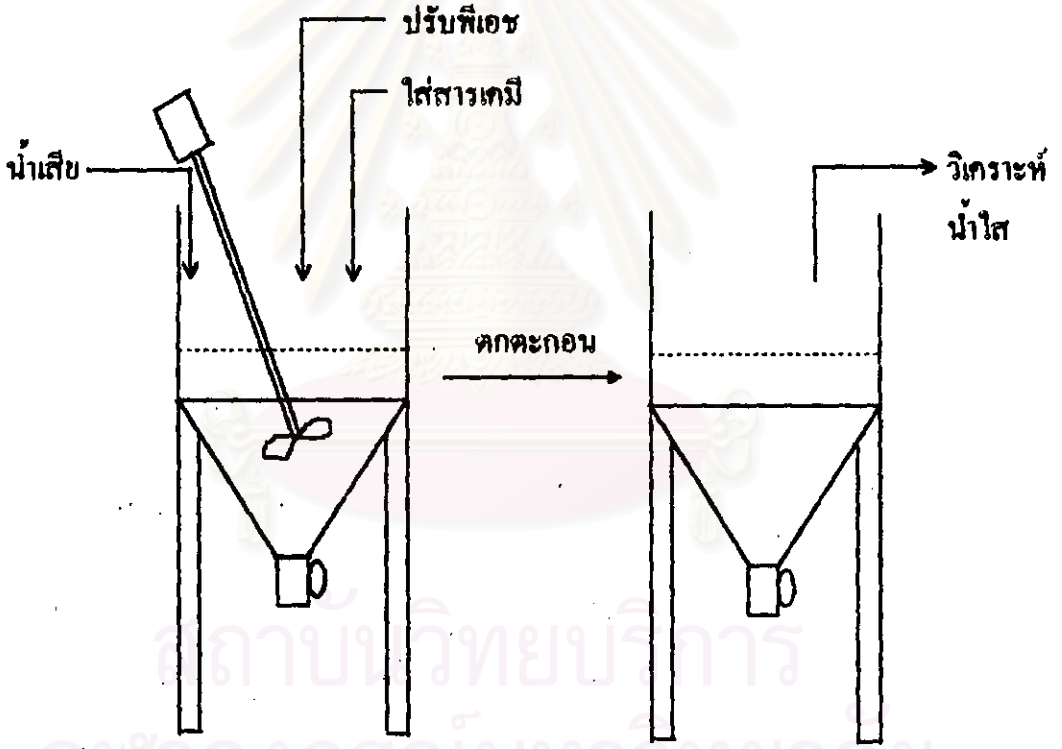
หัวข้อ	SBH	SBH กับ $NaHSO_3$	Hydroxide Precipitation
1. พีเอชเริ่มต้นของน้ำเสีย			
2. โออาร์พี (mV)			
3. พีเอชสุดท้ายหลังบำบัด			
4. โลหะละลายที่เหลือในน้ำส่วนบน (มก./ล.)			
5. โลหะทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (มก./ล.)			
6. ปริมาณโพลีเมอร์ที่ใช้ (มก./ล.)			
- ประจุลบ			
- ประจุบวก			
7. ปริมาตรตะกอน ที่เวลา 30 นาที (มล./มล.ของน้ำเสีย)			
8. ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มก./ล.)			
9. ของแข็งแขวนลอยในน้ำส่วนบน (มก./ล.)			
10. ชนิดของตะกอนที่เกิดขึ้นจากการวัดด้วย XRD			
11. เปอร์เซ็นต์ของโลหะในตะกอนอบแห้ง			
12. ค่าใช้จ่าย (คิดต่อปริมาตรน้ำเสีย 1 ลบ.ม.)			
- ค่าสารเคมี			
- ค่าจัดการตะกอนที่เกิดขึ้น			
- รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด			

ขั้นตอนที่ 4 ทำการทดลองบำบัดน้ำเสียทั้ง 4 ประเภทกับแบบจำลอง

ถังปฏิกิริยาที่ใช้เป็นถังอะคริลิกสี่เหลี่ยม ขนาดกว้าง x ยาว x สูง : 30 x 30 x 45 เซนติเมตร ก้นถังเป็นปลายแหลมสำหรับตกตะกอน ความจุทั้งสิ้น 15 ลิตร แบบจำลองดังแสดงในรูปที่ 4.5

1) ทำการทดลองบำบัดน้ำเสียทั้ง 4 ประเภทในถังปฏิกิริยา โดยใช้สภาวะการกำจัดโลหะหนักที่เหมาะสมจากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 ด้วยวิธีการแบบแบทช์ ใช้ปริมาตรน้ำเสียในการทดลองแต่ละแบทช์ 5 ลิตร

2) แยกส่วนน้ำใสวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้งหมด และโลหะหนักที่ละลาย



รูปที่ 4.5 แบบจำลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย

4.3 พารามิเตอร์

การทดลองดังกล่าวได้ศึกษาถึงอิทธิพลของพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

1. พารามิเตอร์อิสระ ได้แก่
   - ประเภทของน้ำเสีย ได้แก่ น้ำเสียทองแดง, นิกเกิล, โครเมียม และน้ำเสียรวม
   - ชนิดของสารเคมีที่ใช้ ได้แก่ NaOH, $Ca(OH)_2$, SBH, $NaHSO_3$ และโพลีเมอร์
   - ปริมาณสารเคมีที่ใช้
   - พีเอชเริ่มต้นของน้ำเสีย
2. พารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลง ได้แก่
   - ค่าพีเอช
   - ค่าโออาร์พี
   - ปริมาณโลหะหนักที่เหลืออยู่
   - เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน
   - ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นทั้งหมด
   - ตะกอนแขวนลอยทั้งหมดและในน้ำใส
   - เปอร์เซ็นต์โลหะหนักทั้งหมดในตะกอนอบแห้ง
   - ประเภทของสารประกอบโลหะหนักในตะกอนอบแห้ง
   - อุณหภูมิ
3. พารามิเตอร์คงที่ ได้แก่
   - ความเร็วรอบในการกวน
   - เวลาที่ใช้ในการกวน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 จำนวนชุดการทดลองในขั้นตอนที่ 2

- การทดลองที่ 2.1
  - น้ำเสียทองแดงแปรพีเอช 6 ค่า และปริมาณ SBH 4 ค่า 6 x 4 = 24 ปีกเกอร์
  - น้ำเสียนิกเกิลแปรพีเอช 6 ค่า และปริมาณ SBH 5 ค่า 6 x 5 = 30 ปีกเกอร์
  - กรณีใช้ $Ca(OH)_2$ ปรับพีเอช น้ำเสียทองแดง 4 ปีกเกอร์

  รวมทั้งหมด 24 + 30 + 4 = 58 ปีกเกอร์

- การทดลองที่ 2.2
  - น้ำเสียทองแดงแปรพีเอช 5 ค่า $NaHSO_3$ 2 ค่า SBH 4 ค่า 5 x 2 x 4= 40 ปีกเกอร์
  - น้ำเสียนิกเกิลแปรพีเอช 4 ค่า $NaHSO_3$ 4 ค่า SBH 4 ค่า 4 x 4 x 4 = 64 ปีกเกอร์
  - น้ำเสียโครเมียมแปร $NaHSO_3$ 5 ค่า SBH 4 ค่า 5 x 4 = 20 ปีกเกอร์
  - น้ำเสียรวม แปร $NaHSO_3$ 4 ค่า SBH 6 ค่า ปรับพีเอช 4 ค่า (4 x 6) + 4 = 28 ปีกเกอร์
  - กรณีใช้ $Ca(OH)_2$ ปรับพีเอช น้ำเสียทองแดง 16 ปีกเกอร์ น้ำเสียรวม 6 ปีกเกอร์

  รวมทั้งหมด 40 + 64 + 20 + 28 + 20 = 174 ปีกเกอร์

- การทดลองที่ 2.3

  น้ำเสีย 4 ประเภท แปรโพลีเมอร์ 2 ชนิดปริมาณชนิดละ 6 ค่า 2 x 4 x 2 x 6 = 96 ปีกเกอร์

  รวมมีชุดการทดลองขั้นตอนที่ 2 ทั้งหมด 58 + 174 + 96 = 328 ปีกเกอร์

4.5 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1) โซเดียมโบโรไฮไดรด์ เตรียมที่ 2 ความเข้มข้น ได้แก่

- $NaBH_4$ 1.2 % (w/w) ใน NaOH 4 % (w/w) สารละลายที่ได้มีค่าพีเอช 12.2-12.8 และโอ อาร์พี -1040 ถึง -1065 mV ใช้สำหรับทดลองกับน้ำเสียทองแดง นิกเกิล และน้ำเสียรวม
- $NaBH_4$ 12 % (w/w) ใน NaOH 40 % (w/w) สารละลายที่ได้มีค่าพีเอช 11.7-12 และโอ อาร์พี -1100 ถึง -1140 mV ใช้สำหรับทดลองกับน้ำเสียโครเมียม

2) โซเดียมไบซัลไฟต์ ($NaHSO_3$) หรือโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ($Na_2S_2O_5$) ใช้ในรูปแบบผง และสารละลาย

- แบบผง ใช้สำหรับทดลองกับน้ำเสียโครเมียมและน้ำเสียรวม เพื่อรีดิวซ์ Cr(VI) ให้เป็น Cr(III)
- แบบสารละลาย เตรียมที่ความเข้มข้น $NaHSO_3$ 10 % (w/w) ใน NaOH 0.5 N เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นในสภาวะที่เป็นกรด สารละลายที่ได้มีค่าพีเอช 6.1-6.3 และโออาร์พี -300 mV ใช้สำหรับทดลองกับน้ำเสียทองแดงและนิกเกิล

3) โพลีเมอร์

- โพลีเมอร์แบบประจุลบ ชนิดที่ใช้ KURITA C-3310 มีคุณสมบัติดังนี้
  - ช่วง pH การทำงาน 2-12
  - ชนิดประจุลบปานกลาง
  - ส่วนประกอบหลัก คือ hydrolyzed polyacrylamide
  - ลักษณะเป็นผงสีขาว
  - โพลีเมอร์ที่ความเข้มข้น 1 % จะมี pH 6.5-8.5
  - น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 14 ล้าน
- โพลีเมอร์แบบประจุบวก

4) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

5) แคลเซียมไฮดรอกไซด์

6) กรดซัลฟุริก

7) กรดไนตริก

4.6 วิธีวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ 4.2 วิธีวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการวิจัย

พารามิเตอร์	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
pH	เครื่องวัดพีเอช
โออาร์พี (mV)	เครื่องวัดโออาร์พี
ความเข้มข้นโลหะหนักในน้ำเสีย (มก./ล.)	atomic absorption spectrophotometer
ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นทั้งหมด (มล./มล. ของน้ำเสีย)	ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนในกระบอกตวง 500 มล.
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มก./ล.)	วิธี gravimetric
ของแข็งแขวนลอยในน้ำส่วนบน (มก./ล.)	วิธี gravimetric
ประเภทของสารประกอบโลหะหนักในตะกอนอบแห้ง	นำตะกอนมาล้างด้วยน้ำกลั่น 4-5 ครั้ง กรองด้วยกระดาษกรอง GF/C เก็บไว้ในเดสิกเคเตอร์ วัดด้วยวิธี X-Ray Diffraction
เปอร์เซ็นต์ของโลหะหนักในตะกอนอบแห้ง	วิธีNitric Acid-Sulfuric Acid Digestion ตาม Standard Method