

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยจัดแบ่งขั้นตอนไว้ดังนี้คือ

1. ศึกษาสำรวจ และรวบรวมข้อมูลในการวิเคราะห์ค่าซีไอดี ของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ
 2. ศึกษาขั้นตอน และวิธีการที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียซีไอดี ด้วยสารเคมีทั้ง 4 ชุด โดยการทดลองจาร์เทสต์ (Jar Test) (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก)
 3. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลการทดลอง
 4. วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียซีไอดี
- ดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 3.1

3.1 การสำรวจ และรวบรวมข้อมูล

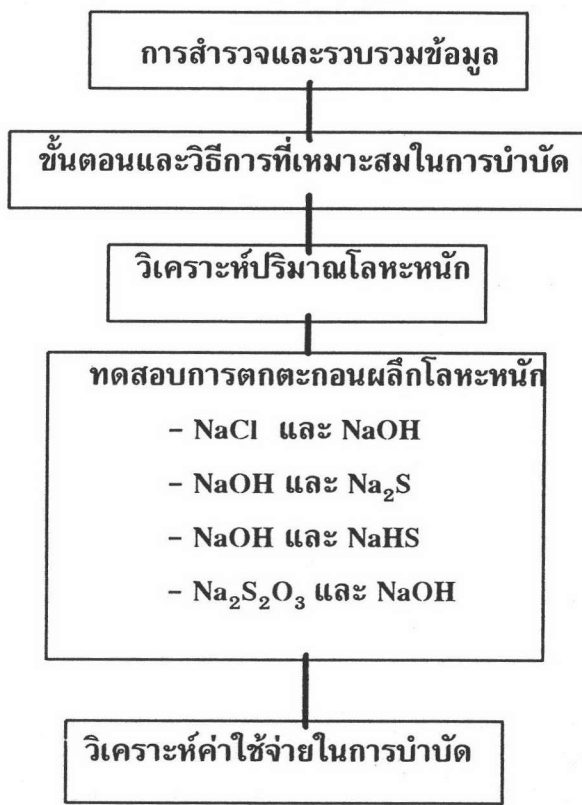
3.1.1 การสำรวจข้อมูลทั่วไปในการวิเคราะห์ซีไอดี

การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น โดยการสัมภาษณ์จะพิจารณาในแง่ของ

- 1.) แหล่งที่มาของน้ำเสียที่นำมาทำการวิเคราะห์ซีไอดี
- 2.) วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ซีไอดี ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณของสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ และปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละตัวอย่าง
- 3.) จำนวนตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ในแต่ละเดือน เพื่อทราบถึงแนวโน้มของปริมาณน้ำเสียซีไอดีที่เกิดขึ้นในอนาคต
- 4.) อัตราค่าวิเคราะห์ตัวอย่าง เพื่อทราบถึงความสามารถที่จะจ่ายในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ซีไอดี
- 5.) วิธีการในการบำบัดน้ำเสียหลังการวิเคราะห์ซีไอดีแล้วของห้องปฏิบัติการทั้ง 10 ห้องปฏิบัติการ

3.1.2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียซีไอดี

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียซีไอดี จากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ 10 แห่ง ซึ่งประกอบด้วยห้องปฏิบัติการของรัฐ 2 แห่ง ห้องปฏิบัติการเอกชน 6 แห่ง และห้องปฏิบัติการของโรงงาน 2 แห่ง รายชื่อของห้องปฏิบัติการทั้ง 10 แห่งแสดงในตารางที่ 3.1 นำน้ำที่เก็บรวบรวมทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ โครเมียม โปรท เงินและเหล็ก รวมถึงพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่มีผลต่อการทดสอบ คือ ค่าพีเอช ปริมาณสารแขวนลอย สภาพความนำไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 3.1 รายชื่อห้องปฏิบัติการทั้ง 10 แห่ง

| รายชื่อห้องปฏิบัติการ | ที่อยู่ |
|--|---|
| ห้องปฏิบัติของรัฐ 1. กรมวิทยาศาสตร์บริการ 2. สำนักระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร | ถ. พระรามหก พญาไท กทม. ถ.มิตรไมตรี ดินแดง กทม. |
| ห้องปฏิบัติการของเอกชน 1. บ. แชนอี 68 2. บ. วอเตอร์ ทริท แอนด์ เทคโนโลยี 3. บ. โมเดิร์น เทคโนโลยี แอนด์ เทคโนโลยี 4. บ. ยูไนเท็ด แอนทาลิสต์ 5. บ. เทสท์เทคโนโลยี 6. บ. ไอ คิว เอ | 769/27-28 ถ. ประชาชื่น ดุสิต กทม. โทร 5878486-7 99/200 ซ. พหลโยธิน 50 หมู่บ้านอยู่เจริญ ซ. 4 ถ. พหลโยธิน กรุงเทพมหานคร โทร 5525485 288/10 ถ. สุรวงศ์ บางรัก กทม. 17 ถ. โยธา สัมพันธวงศ์ กทม โทร 2334027, 2355485 99/26-28 หมู่ 1 ซ. อนามัยงามเจริญ ถ. พระราม 2 บางขุนเทียน กทม. โทร 4165117 2096/5 อาคารจิตต์อุทัย ถ. รามคำแหง หัวหมาก บางกระปิ กทม. โทร 3749845-6 |
| ห้องปฏิบัติการของโรงงาน 1. บ. ที่ดินอุตสาหกรรม สระบุรี 2. บ. โกชู เคมีคอล | 111 ม.7 ถ. หนองปลากระดี หนองแค สระบุรี 460 ม.17 นิคมอุตสาหกรรมบางพลี บางพลี สมุทรปราการ โทร 3152300 |

3.2 วิธีการศึกษาการบำบัดน้ำเสียซีไอดี

ทำการทดลองบำบัดน้ำเสีย จากการวิเคราะห์ซีไอดี ที่ห้องปฏิบัติการศูนย์ฝึกรวมกลาง การประปาแห่งชาติ โดยน้ำเสียที่นำมาทำการทดลองในครั้งนี้ได้จากห้องปฏิบัติการของบริษัทที่ ดินอุตสาหกรรม สระบุรี และห้องปฏิบัติการบริษัท ยูไนเท็ด แอนทาลิสต์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ซีไอดี แบบเปิด จากนั้นนำน้ำเสียจากการวิเคราะห์ซีไอดีมาทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำก่อน ทำการตกตะกอนโลหะด้วยสารเคมี โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer) สำหรับวิเคราะห์โลหะโครเมียม เงินและเหล็ก และใช้

เครื่องเมอร์คิวรีแอนนาไลเซอร์ (Automated Mercury Analyzer) ในการวัดโลหะปรอท ที่ห้องปฏิบัติการทางด้านสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ในการบำบัดน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีมีขั้นตอน ดังนี้คือ

3.2.1. การทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะด้วยโซเดียมคลอไรด์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์

3.2.1.1. ทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะขั้นต้น ด้วยโซเดียมคลอไรด์

- 1.) นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการวิเคราะห์โลหะหนัก แล้วมา 500 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ปริมาตร 1 ลิตร จำนวน 6 บีกเกอร์
- 2.) คำนวณปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ สำหรับการตกตะกอนเป็นจำนวนเท่าปริมาณทางทฤษฎี (Stoichiometric) (ดูรายละเอียดวิธีการคำนวณในภาคผนวก ค.) โดยแปรความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้เติมไว้ ดังนี้คือ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 2.0 , 3.0 , 4.0 เท่าของปริมาณทางทฤษฎี
- 3.) ใช้เครื่องจาร์ทดสอบความเร็ว ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที นาน 3 นาที และกวนช้า ที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที นาน 40 นาที
- 4.) ตั้งทิ้งไว้ให้ตะกอนผลึกจมตัว แยกน้ำออกจากตะกอนผลึก แล้วนำไปทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่เหลือ (โดยวิธีเตรียมตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์ ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ง)

3.2.1.2. ทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะขั้นสุดท้าย ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

- 1.) นำน้ำที่ผ่านการตกตะกอน ด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสม มาใส่บีกเกอร์ เพื่อปรับพีเอชด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์
- 2.) นำบีกเกอร์ที่เตรียมไว้เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำการกวนตลอดเวลาจนได้พีเอช 5-9 และกวนเร็ว โดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็กเป็นเวลา 3 นาที และกวนช้า เป็นเวลา 40 นาที
- 3.) ตั้งทิ้งไว้ให้ตะกอนผลึกจมตัว แล้วแยกน้ำออกจากตะกอนผลึก นำน้ำไปทำการวิเคราะห์โลหะ ดังมีรายละเอียดในรูปที่ 3.2

3.2.2. ทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะ ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมซัลไฟด์

3.2.3.1 ทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะขั้นต้น ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

- 1.) นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการวิเคราะห์โลหะหนักแล้วมา 500 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ปริมาตร 1 ลิตร จำนวน 6 บีกเกอร์

2.) นำบีกเกอร์ที่เตรียมไว้เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำการกวนตลอด เวลาจนได้พีเอช 5 ทั้ง 6 บีกเกอร์ ตั้งทิ้งให้ตะกอนผลึกจมตัว แยกน้ำออกไปทำการทดสอบต่อ ด้วยโซเดียมซัลไฟด์

3.) ทำการทดลองซ้ำ โดยปรับพีเอชของสารละลายเพิ่มเป็น 6 7 8 และ 9 ทีละ 6 บีกเกอร์ ตามลำดับเหมือนข้อ 2 และตั้งทิ้งให้ตะกอนผลึกจมตัว แยกน้ำออกไปทำการ ทดสอบต่อด้วยโซเดียมซัลไฟด์

3.2.2.2 ทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะ ด้วยโซเดียมซัลไฟด์

1.) นำน้ำที่เตรียมไว้มาทำการตกตะกอนผลึกโลหะ ต่อด้วยโซเดียม ซัลไฟด์

2.) กำหนดปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ที่ใช้ สำหรับการตกตะกอน เป็นเท่า ของปริมาณทางทฤษฎี (Stoichiometric) (ดูรายละเอียดวิธีการคำนวณในภาคผนวก ค.) โดย แปรความเข้มข้นของโซเดียมซัลไฟด์ที่ใช้เติมไว้ ดังนี้คือ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 2.0 , 3.0 , 4.0 เท่า ปริมาณทางทฤษฎี จากนั้นเติมโซเดียมซัลไฟด์ ลงในบีกเกอร์เรียงตามปริมาณเท่าทางทฤษฎี

3.) ใช้เครื่องจาร์เทสต์กวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที นาน 3 นาที และกวนช้าที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที นาน 40 นาที

4. ตั้งทิ้งไว้ให้ตะกอนผลึกจมตัว แล้วแยกน้ำออกจากตะกอนผลึก แล้ว นำน้ำไปทำการวิเคราะห์โลหะ ดังมีรายละเอียดในรูปที่ 3.3

3.2.3. ทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะ ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮโดรเจน ซัลไฟด์

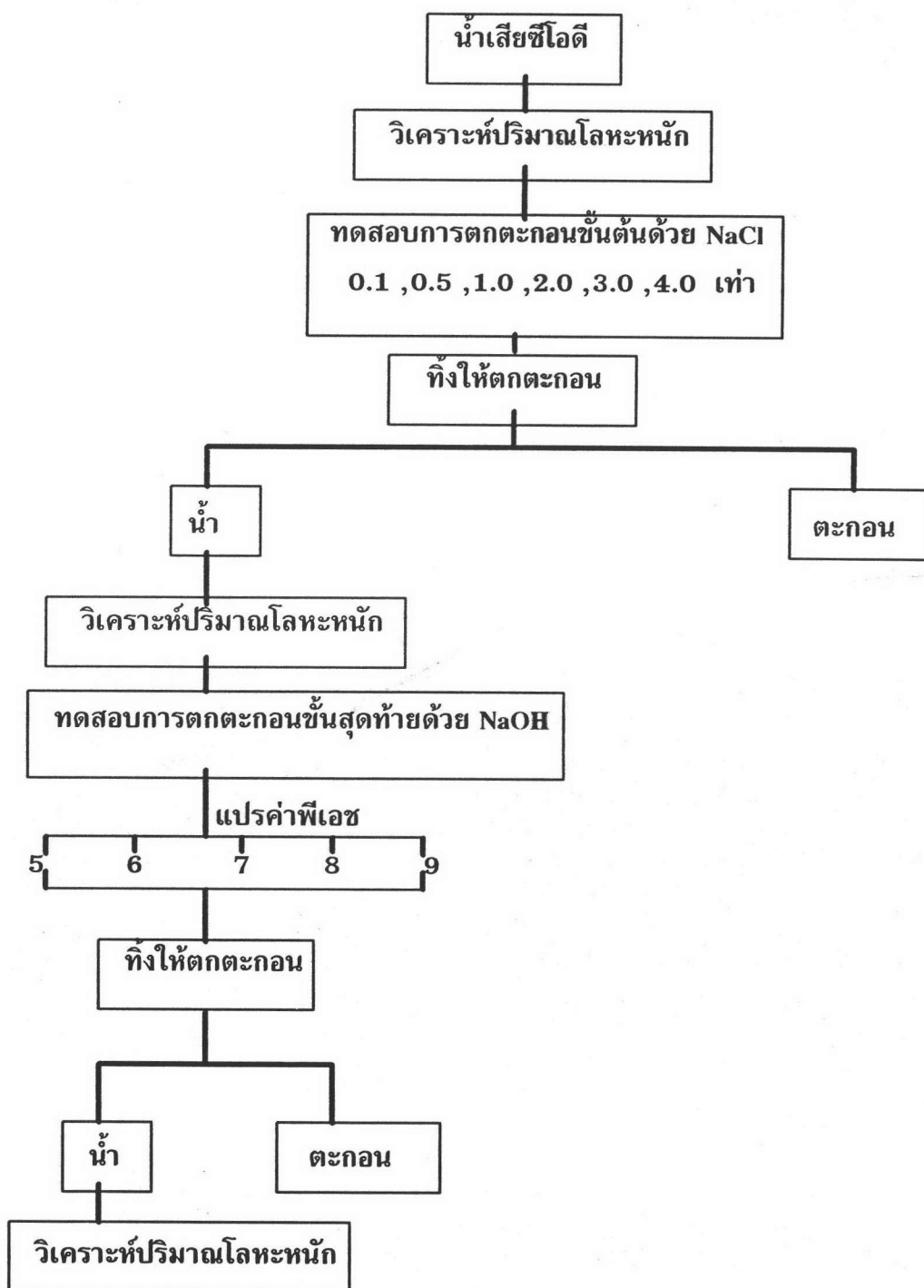
ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.2.2 แต่เปลี่ยนตัวตกตะกอนขั้นสุดท้าย เป็นโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์ ดังรายละเอียดในรูปที่ 3.3

3.2.4. ทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะ ด้วยโซเดียมไฮโอซัลเฟตและโซเดียมไฮดรอก ซิด

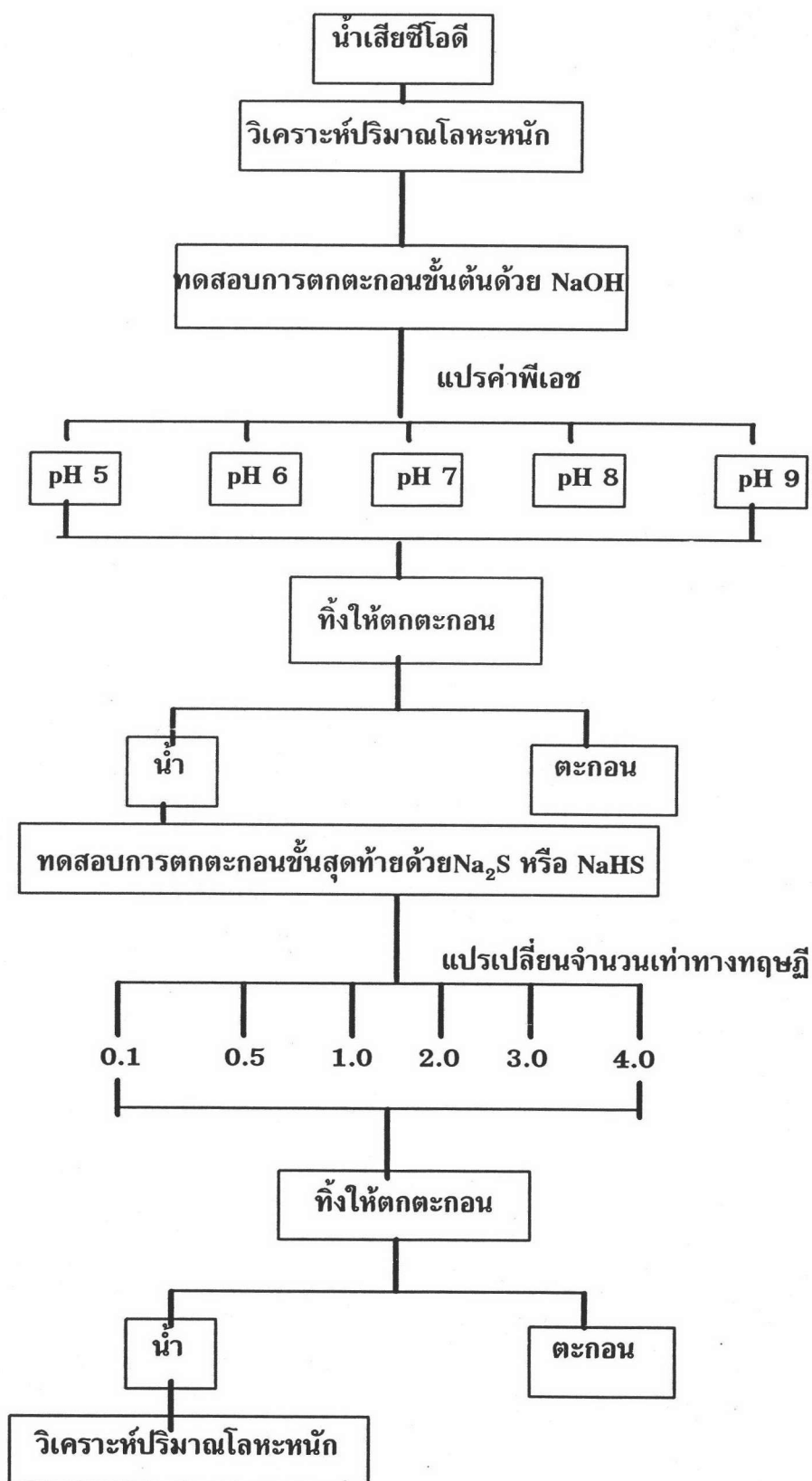
3.2.4.1. ทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะขั้นต้น ด้วยโซเดียมไฮโอซัลไฟด์

1.) นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการวิเคราะห์โลหะหนัก แล้วมา 500 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ปริมาตร 1 ลิตรจำนวน 6 บีกเกอร์

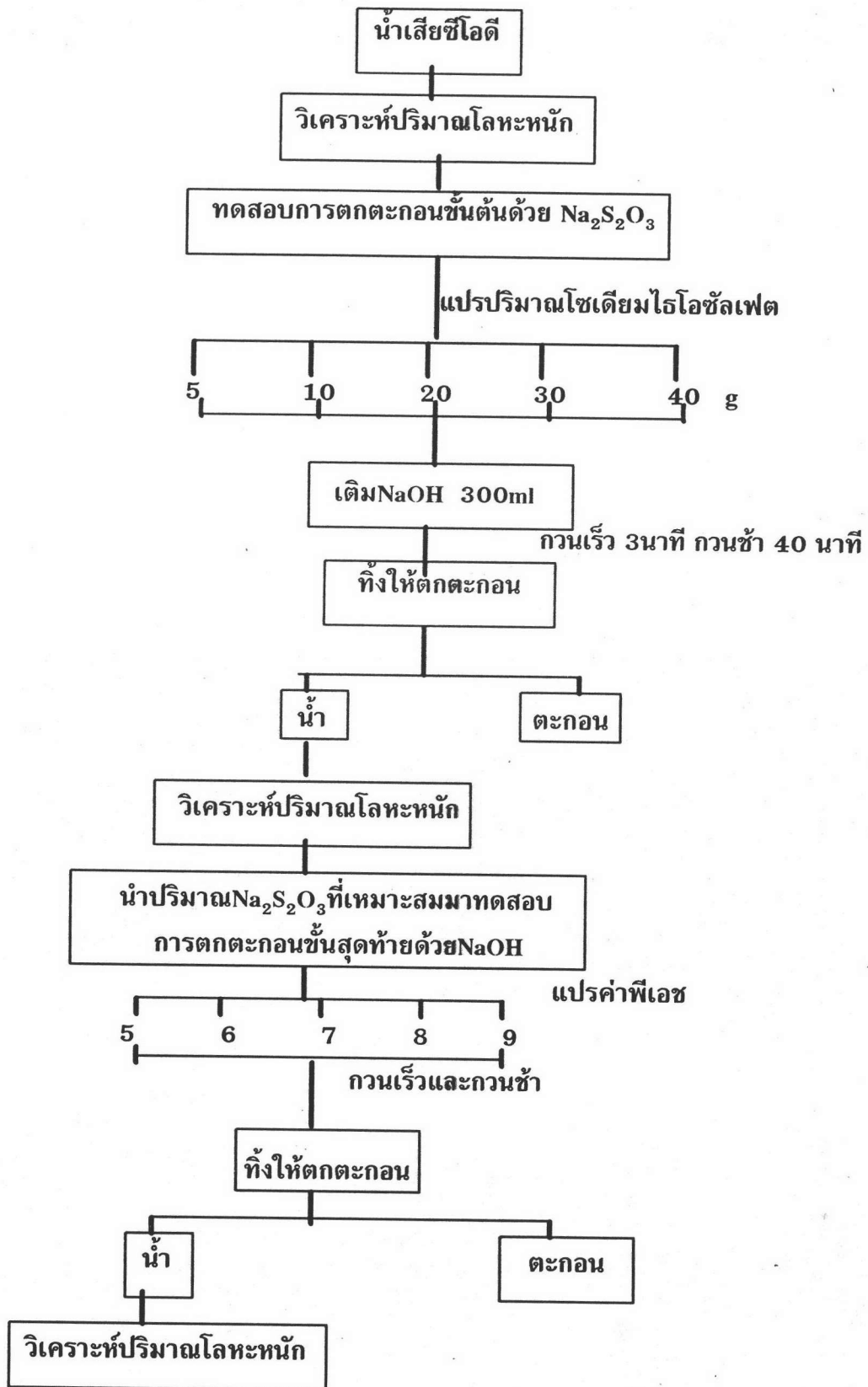
2.) นำบีกเกอร์ที่เตรียมไว้เติมโซเดียมไฮโอซัลเฟต โดยแปรปริมาณ โซเดียมไฮโอซัลเฟตที่เติมในแต่ละบีกเกอร์ ดังนี้คือ 5 , 10 , 20 , 30 , 40 กรัม ตามลำดับและ เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เข้มข้น 30% น้ำหนักโดยปริมาตร ในปริมาตร 300 มิลลิลิตร ลงในทั้ง



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียซีโอติด้วย NaCl และ NaOH



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียซีโอติด้วย NaOH และ Na_2S และ NaOH และ NaHS



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียซีไอดีด้วย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ และNaOH

6 บีกเกอร์ ทำการกวนตลอดเวลา และกวนด้วยความเร็ว 300 รอบต่อนาที โดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็กเป็นเวลา 3 นาที เปลี่ยนเป็นกวนช้าด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 40 นาที

3.) ตั้งทิ้งให้ตะกอนผลึกจมตัว แล้วแยกน้ำออกจากตะกอนผลึก แล้วนำไปทำการวิเคราะห์โลหะ

3.2.4.2 ทดสอบการตกตะกอนผลึกโลหะขั้นสุดท้าย ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

1.) นำน้ำที่ผ่านการตกตะกอนขั้นต้น แล้วมาเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ และปรับพีเอชตั้งแต่ 5-9 ทำการกวนเร็ว และกวนช้า

2.) ตั้งทิ้งให้ตะกอนผลึกจมตัว แล้วแยกน้ำออกจากตะกอนผลึก แล้วนำไปทำการวิเคราะห์โลหะ รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.4

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer) แวเรียน รุ่น 20 plus
2. เครื่องจาร์เทสต์ (Jar Test)
3. เครื่องกวน และแท่งแม่เหล็ก
4. กรวยบुकเนอร์
5. กระจาขกรองวอทแมน GF/C ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร
6. บีกเกอร์ ขนาด 1 ลิตร
7. เครื่องชั่งสารแบบละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
8. เครื่องวัดพีเอช
9. นาฬิกาจับเวลา
10. อุปกรณ์การกรอง ด้วยสุญญากาศ
11. ตู้ดูดควัน
12. ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 103-105 องศาเซลเซียส

สารเคมีที่ใช้

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
2. โซเดียมซัลไฟด์ (Na₂S)
3. โซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์ (NaHS)
4. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
5. โซเดียมไฮโอซัลเฟต (Na₂S₂O₃)
6. กรดไนตริก (HNO₃)
7. สารละลายมาตรฐาน สำหรับการวิเคราะห์โลหะหนัก โครเมียม เงิน โปรท และเหล็ก

3.3 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการบำบัด

การศึกษานี้จะพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดี โดยคำนึงถึงราคาสารเคมี และปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งจะเปรียบเทียบปริมาตรตะกอนผลึก และการนำตะกอนผลึกไปกำจัด โดยใช้บริการของศูนย์บริการกำจัดกากของแสมดำ โดยมีขั้นตอนของการศึกษาคือ เมื่อทำการตกตะกอนโลหะด้วยสารเคมี ได้สภาวะที่มีความเหมาะสมในแต่ละการทดลอง นำสภาวะที่เหมาะสมนี้มาคำนวณค่าสารเคมีที่ต้องใช้ นำตะกอนที่เกิดขึ้นจากการทดลองที่เหมาะสมมาคำนวณค่าใช้จ่ายในการบำบัดกากตะกอน และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการบำบัดเมื่อใช้สารเคมีต่างกัน นำผลการทดลองที่ได้สรุปวิธีการที่มีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้สำหรับห้องปฏิบัติการจริง