

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องกวนจาร์เทสต์ (Satuart Scientific flocculator SW1)
2. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Hitashi รุ่น U-2800)
3. เครื่องวัดค่าพีเอช (Denver Instrument Model 215)
4. เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด 4 ตำแหน่ง (Denver Instrument)
5. เครื่องเหวี่ยง (Hettich Universal)
6. เครื่องแก้วต่างๆ เช่น บีกเกอร์ ปิเปต ฯลฯ
7. โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) ชนิด Analytical Grade บริษัท Merck
8. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) หรือ ปูนขาว ชนิด Commercial Grade
9. อลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14(\text{H}_2\text{O})$) หรือ สารส้ม ชนิด Commercial Grade
10. โซเดียม-2-(พาราซัลโฟนิลอะโซ)-1,8-ไดไฮดรอกซี-3,6-แนฟทาไลน์ไดซัลโฟเนต (Sodium-2-(parasulphenylazo)-1,8-dihydroxy-3,6-naphthaenedisulfonate (SPADNS); $\text{C}_{16}\text{H}_9\text{Na}_3\text{O}_{11}\text{S}_{13}$) ชนิด Analytical Grade บริษัท Fluka
11. เซอร์โคนิลคลอไรด์ออกตะไฮเดรต (Zirconyl chloride octahydrate; $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) ชนิด Analytical Grade บริษัท Fluka
12. โซเดียม อาเซไนต์ (Soduim arsenite; NaAsO_3) ชนิด Analytical Grade บริษัท Fluka
13. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 37% (HCl conc.) ชนิด Analytical Grade บริษัท Merck
14. น้ำกลั่นปราศจากไอออน

วิธีการ

1. การหาความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำเสียตัวอย่างสังเคราะห์

- 1) นำน้ำตัวอย่างฟลูออไรด์สังเคราะห์เข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้มีค่า 7 ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แต่ละใบ
- 2) เติมน้ำปูนขาวเข้มข้น 150 กรัม/ลิตร ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์แต่ละใบ
- 3) ทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องกวนจาร์เทสต์ ด้วยความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้าด้วยความเร็ว 20 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที แล้วทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที
- 4) นำไปเข้าเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) แล้วดูดส่วนใสไปตรวจวัดหาปริมาณฟลูออไรด์ด้วยวิธี SPADNS (Sodium-2-(parasulphenylazo)-1,8-dihydroxy-3,6-naphthaenedisulfonate)
- 5) ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1)- 4) แต่เปลี่ยนความเร็วรอบในการกวนช้าจาก 20 รอบ/นาที เป็น 30 และ 40 รอบ/นาที ตามลำดับ กวนนาน 30 นาที
- 6) ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1)-5) แต่เปลี่ยนระยะเวลาในการกวนช้าจาก 30 นาที เป็น 60 นาที
- 7) ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ แสดงดังแผนภาพที่ 3

2. การหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำตัวอย่างสังเคราะห์

- 1) นำน้ำตัวอย่างฟลูออไรด์สังเคราะห์เข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ
- 2) ปรับค่าพีเอชในบีกเกอร์แต่ละใบให้มีค่า 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 ตามลำดับ
- 3) เติมน้ำปูนขาวเข้มข้น 150 กรัม/ลิตร ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์แต่ละใบ
- 4) ทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องกวนจาร์เทสต์ ด้วยความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้าด้วยความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมตามผลการทดลองข้อ 1 แล้วทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที
- 5) นำไปเข้าเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) แล้วดูดส่วนใสไปตรวจวัดหาปริมาณฟลูออไรด์ด้วยวิธี SPADNS
- 6) ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ แสดงดังแผนภาพที่ 4

3. การหาปริมาณน้ำปฏินิวาที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำตัวอย่างสังเคราะห์ และน้ำเสียจากโรงงานสกัดแทนทาลัม เมื่อน้ำประปาเตรียมน้ำปฏินิวา

3.1 การหาปริมาณน้ำปฏินิวาที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำตัวอย่างสังเคราะห์

3.1.1 เมื่อน้ำตัวอย่างฟลูออไรด์สังเคราะห์ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร

- 1) นำน้ำตัวอย่างฟลูออไรด์สังเคราะห์เข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้เหมาะสมตามผลการทดลองข้อ 2 ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ
- 2) เติมน้ำปฏินิวาเข้มข้น 150 กรัม/ลิตร ปริมาตร 5, 15, 30, 40, 50 และ 60 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์แต่ละใบ
- 3) ทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องกวนจาร์เทสต์ ด้วยความเร็วรอบ 100 รอบ/นาทิต เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้าด้วยความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมตามผลการทดลองข้อ 1 แล้วทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที
- 4) นำไปเข้าเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) แล้วดูดส่วนใสไปตรวจวัดหาปริมาณฟลูออไรด์ด้วยวิธี SPADNS
- 5) ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ แสดงดังแผนภาพที่ 5

3.1.2 เมื่อน้ำตัวอย่างฟลูออไรด์สังเคราะห์ความเข้มข้น 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร

- 1) นำน้ำตัวอย่างฟลูออไรด์สังเคราะห์เข้มข้น 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้เหมาะสมตามผลการทดลองข้อ 2 จำนวน 12 ใบ
- 2) เติมน้ำปฏินิวาเข้มข้น 150 กรัม/ลิตร ปริมาตร 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 และ 130 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์แต่ละใบ
- 3) ทำเช่นเดียวกับข้อ 3)–5) ในข้อ 3.1.1 แสดงดังแผนภาพที่ 6

3.1.3 น้ำตัวอย่างฟลูออไรด์สังเคราะห์ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร

- 1) ตวงน้ำตัวอย่างฟลูออไรด์สังเคราะห์ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้เหมาะสมตามการทดลองข้อ 2 ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- 2) เติมน้ำปูนขาวเข้มข้น 150 กรัม/ลิตร ปริมาตร 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 และ 150 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์แต่ละใบ
- 3) ทำเช่นเดียวกับข้อ 3)–5) ในข้อ 3.1.1 แสดงดังแผนภาพที่ 7

3.2 การหาปริมาณน้ำปูนขาวที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำเสียโรงงานสกัดแร่แทนทาลัม

- 1) ศึกษาคุณลักษณะของน้ำเสียโรงงานสกัดแร่แทนทาลัมก่อนการบำบัด นำน้ำเสียจากโรงงานมาทำการศึกษาหาค่าประกอบต่างๆ ได้แก่ ค่าพีเอช ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ และองค์ประกอบอื่นๆ ในน้ำเสีย เช่น คลอไรด์ ไนเตรต เซลีนัม โซเดียม
- 2) นำน้ำเสียจากโรงงานมาเตรียมให้มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์คือ 1,000 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร
- 3) ทำการหาปริมาณน้ำปูนขาวที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำเสียจากโรงงานสกัดแร่แทนทาลัม ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.1 แสดงดังแผนภาพที่ 5-7

4. การหาความเข้มข้นของน้ำเสีย Low fluoride ที่เหมาะสมในการนำมาเตรียมน้ำปูนขาวเพื่อใช้บำบัดฟลูออไรด์ออกจากน้ำเสียโรงงานสกัดแร่แทนทาลัม

- 1) นำน้ำเสีย low fluoride ที่มีความเข้มข้น 1,000 2,000 และ 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร มาใช้เตรียมน้ำปูนขาว
- 2) ตวงน้ำเสียโรงงานที่ต้องการบำบัดความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ
- 3) เติมน้ำปูนขาวที่เตรียมจากข้อ 1) ในปริมาณที่เหมาะสมตามผลการทดลองข้อ 3.2 ลงในบีกเกอร์น้ำเสียแต่ละใบ

4) ทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องกวนจาร์เทสต์ ด้วยความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้าด้วยความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมตามการทดลองข้อ 1 แล้วทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที

5) นำไปเข้าเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) แล้วดูดส่วนใสไปตรวจวัดหาปริมาณฟลูออไรด์ด้วยวิธี SPADNS

6) ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ แสดงดังแผนภาพที่ 8

5. การหาปริมาณน้ำปูนขาวที่เหมาะสมที่เตรียมจากน้ำเสีย Low fluoride เพื่อใช้บำบัดฟลูออไรด์ออกจากน้ำเสียโรงงานสกัดแร่แทนทาลัม

1) นำน้ำเสีย low fluoride ความเข้มข้นที่เหมาะสมตามผลการทดลองข้อ 4 มาใช้เตรียมน้ำปูนขาว

2) ตวงน้ำเสียโรงงานความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 300 มิลลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิตร จำนวน 13 ใบ

3) เติมน้ำปูนขาวที่เตรียมจากข้อ 1) ในปริมาตร 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 130, 140, 150 และ 160 มิลลิตร ลงในบีกเกอร์น้ำเสียแต่ละใบ

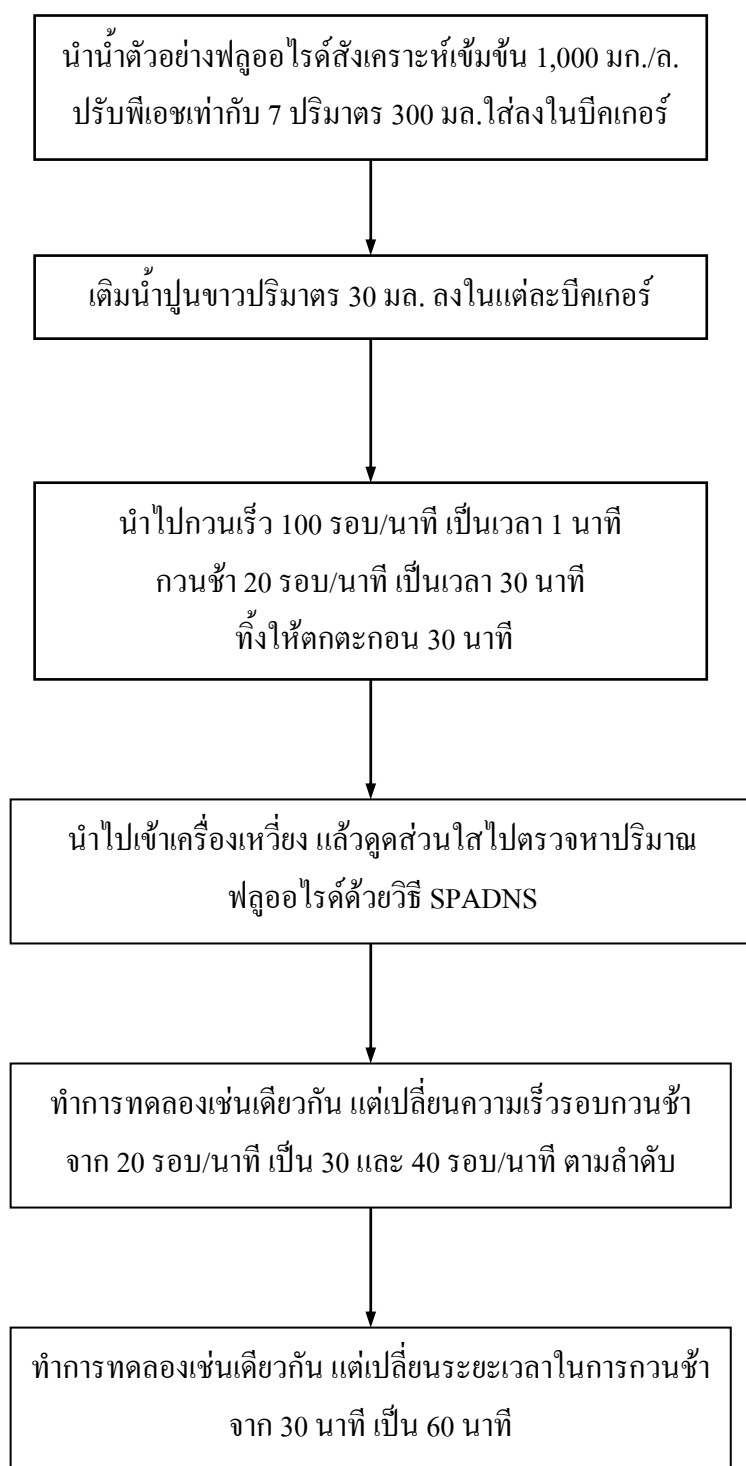
4) ทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องกวนจาร์เทสต์ ด้วยความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้าด้วยความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมตามการทดลองข้อ 1 แล้วทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที

5) นำไปเข้าเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) แล้วดูดส่วนใสไปตรวจวัดหาปริมาณฟลูออไรด์ด้วยวิธี SPADNS

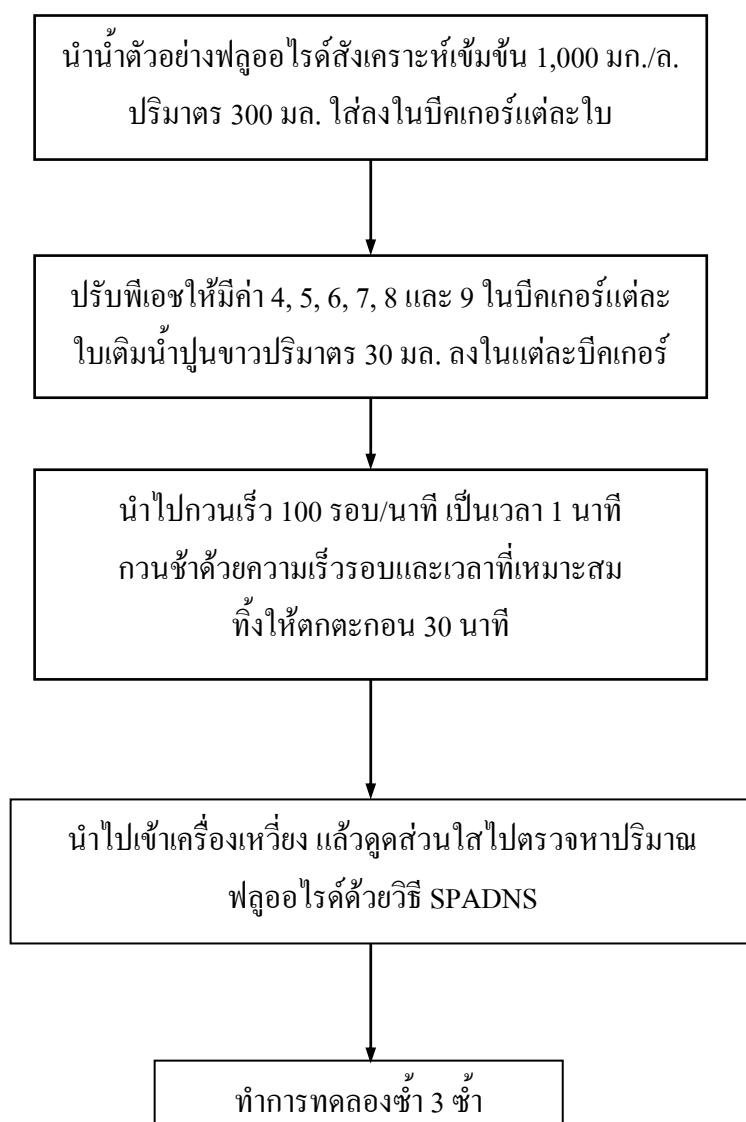
6) ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ แสดงดังแผนภาพที่ 9

6. การหาปริมาณของสารส้มที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์หลังจากผ่านการบำบัดด้วยปูนขาวแล้ว

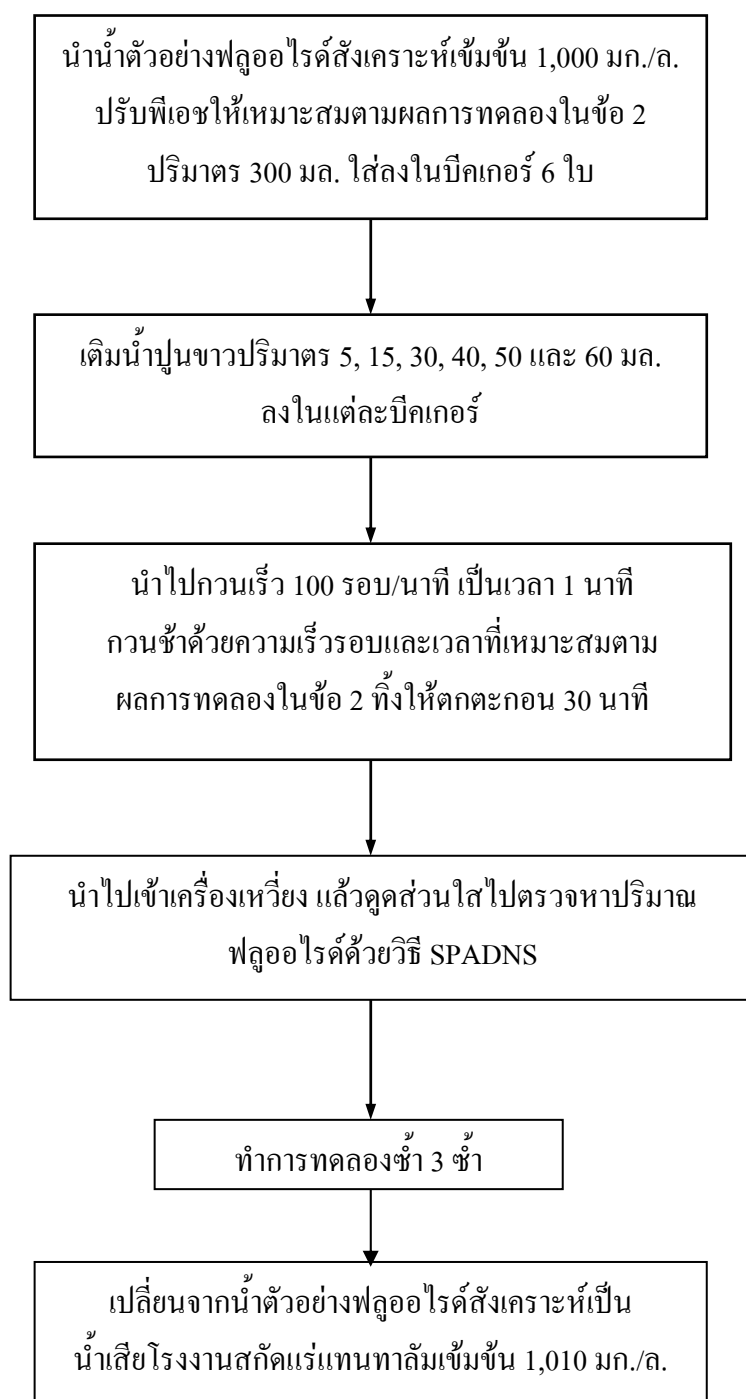
- 1) นำน้ำเสียโรงงานความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ผ่านการบำบัดด้วยปูนขาวแล้ว ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 8 ใบ
- 2) เติมน้ำสารส้มเข้มข้น 120 กรัม/ลิตร ปริมาตร 100, 150, 180, 190, 200, 210, 220 และ 240 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์น้ำเสียแต่ละใบ
- 3) ทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องกวนจาร์เทสต์ ด้วยความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้าด้วยความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมตามการทดลองข้อ 1 แล้วทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที
- 4) นำไปเข้าเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) แล้วดูดส่วนใสไปตรวจวัดหาปริมาณฟลูออไรด์ด้วยวิธี SPADNS
- 5) ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ แสดงดังแผนภาพที่ 10



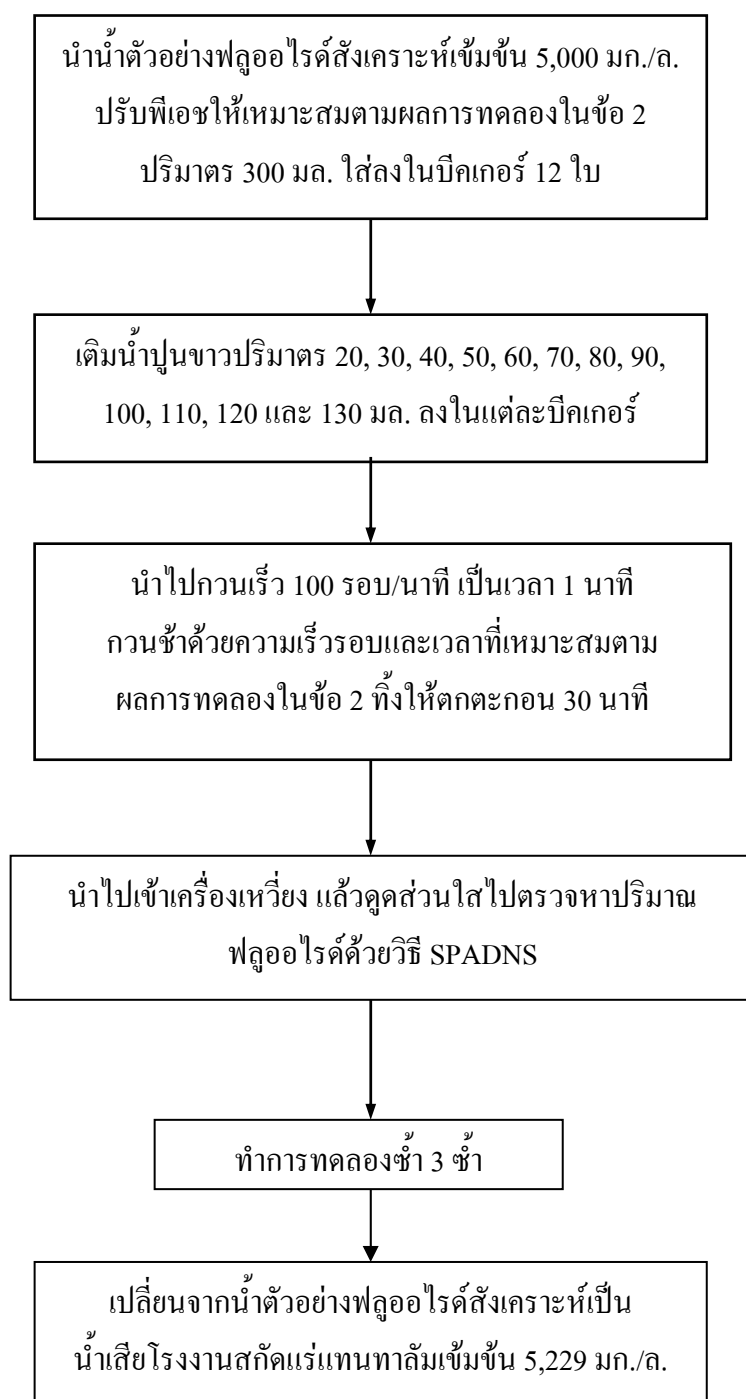
ภาพที่ 3 แสดงภาพการหาความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำเสีย
ตัวอย่างสังเคราะห์



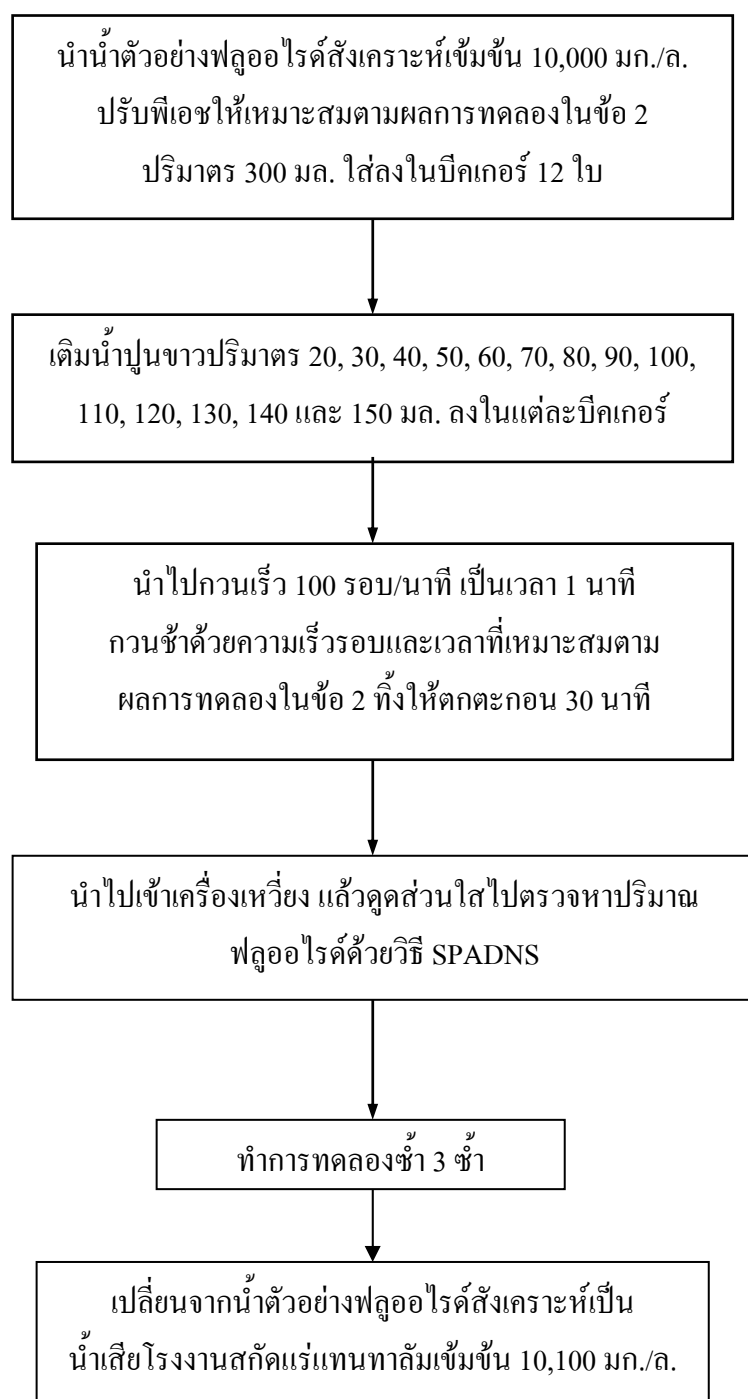
ภาพที่ 4 แสดงภาพการหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำตัวอย่างสังเคราะห์



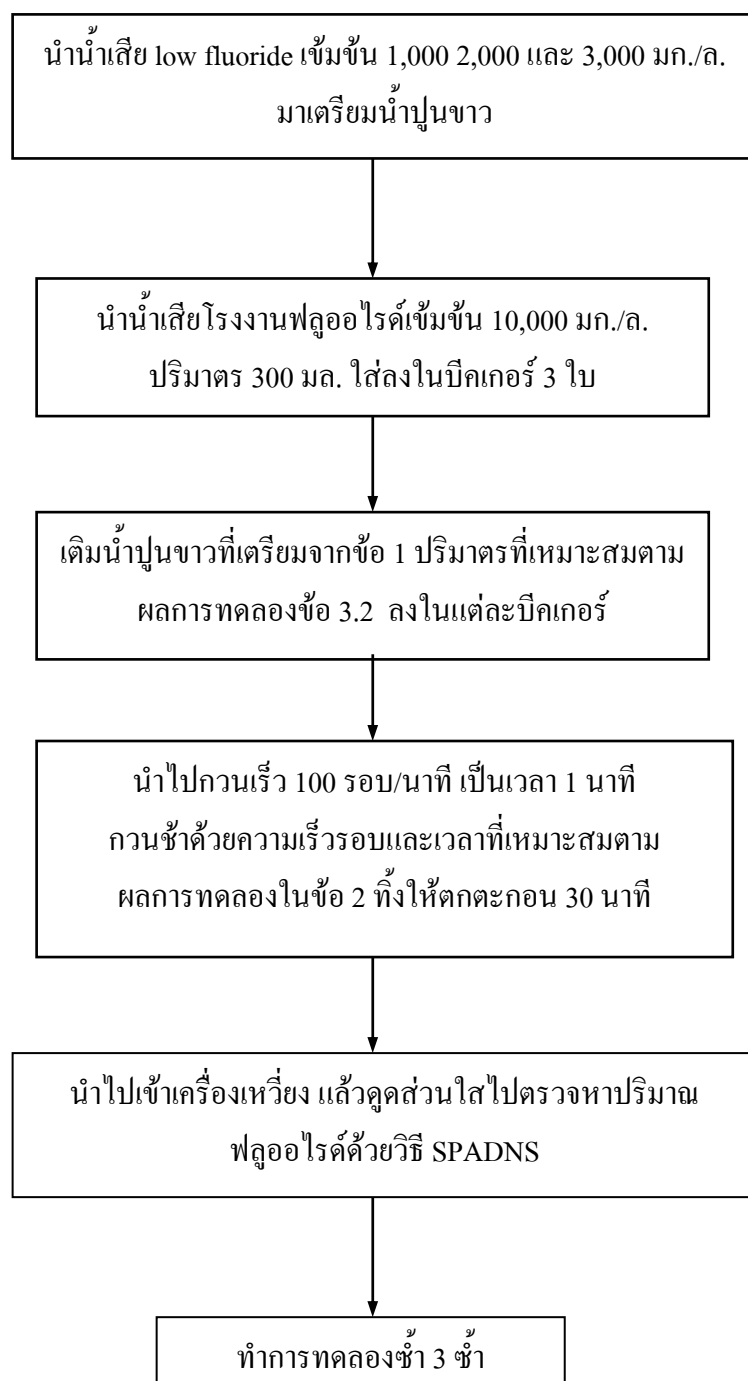
ภาพที่ 5 แสดงภาพการหาปริมาณน้ำปูนขาวที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำตัวอย่าง
สังเคราะห์เข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม และน้ำเสียโรงงานสกัดแร่แทนทาลัมเข้มข้น 1,010
มิลลิกรัม/ลิตร



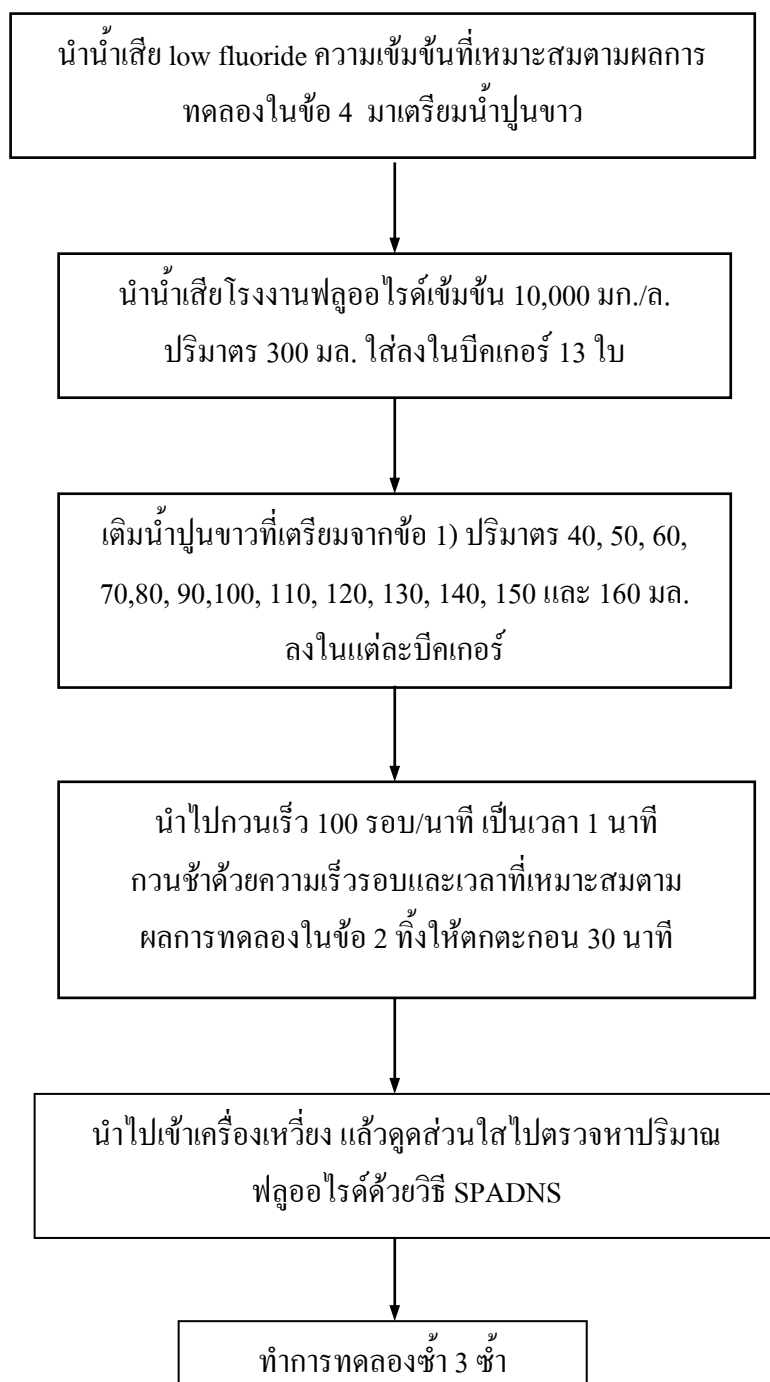
ภาพที่ 6 แสดงภาพการหาปริมาณน้ำปูนขาวที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำตัวอย่างสังเคราะห์เข้มข้น 5,000 มิลลิกรัม และน้ำเสียโรงงานสกัดแร่แทนทาลัมเข้มข้น 5,229 มิลลิกรัม/ลิตร



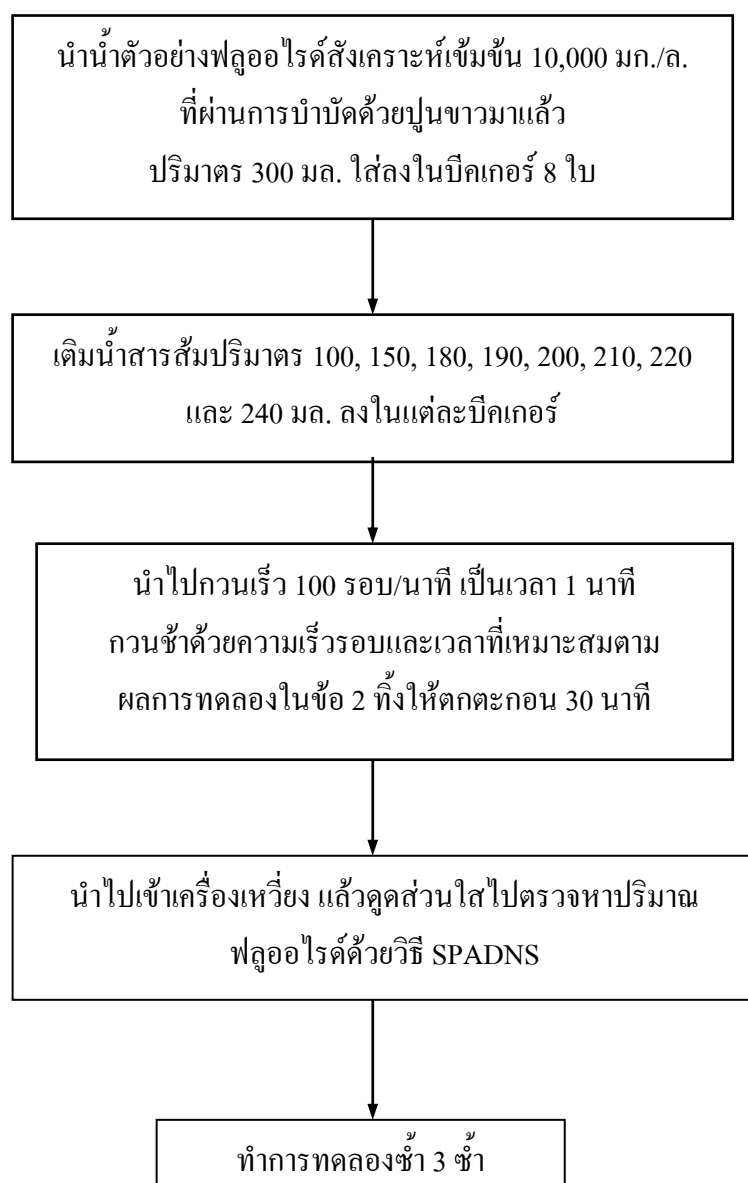
ภาพที่ 7 แสดงภาพการหาปริมาณน้ำปูนขาวที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ในน้ำตัวอย่าง
สังเคราะห์เข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม และน้ำเสียโรงงานสกัดแร่แทนทาลัมเข้มข้น 10,100
มิลลิกรัม/ลิตร



ภาพที่ 8 แสดงภาพการหาความเข้มข้นของน้ำเสีย Low fluoride ที่เหมาะสมในการนำมาเตรียมน้ำปูนขาวเพื่อใช้บำบัดฟลูออไรด์ออกจากน้ำเสียโรงงานสกัดแร่แทนทาลัม



ภาพที่ 9 แสดงภาพการหาปริมาณน้ำปูนขาวที่เหมาะสมที่เตรียมจากน้ำเสีย Low fluoride เพื่อใช้บำบัดฟลูออไรด์ออกจากน้ำเสียโรงงานสกัดแร่แทนทาลัม



ภาพที่ 10 แสดงภาพการหาปริมาณของสารส้มที่เหมาะสมในการบำบัดฟลูออไรด์ภายหลังจากผ่าน
การบำบัดด้วยปูนขาวแล้ว

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

1. สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยตั้งแต่ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549

แหล่งทุนสนับสนุน

ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการสนับสนุนของโรงงานสกัดแร่แทนทาลัม นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง