บทที่ 4

แผนการและการดำเนินงานวิจัย

4.1 แผนการวิจัย

การศึกษาการนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังด้วยโรงทดลองนำร่องนี้ ในขั้นต้นได้ทำการออกแบบติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับโรงทดลองนำร่อง โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ (ดูบทที่ 3) น้ำเสียที่นำมาศึกษาเป็นน้ำเสียเฉพาะจากขั้นตอนการฟอกโครม ซึ่งบริเวณที่ทำการติดตั้งอยู่ใกล้บริเวณที่ตั้งของถังฟอกโครมในโรงงานบุรารักษ์จังหวัดสมุทรปราการ

การวางแผนการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ผลการทดลอง ในห้องปฏิบัติการที่ได้ทำไว้ก่อนหน้านี้ (ธงชัย และอรทัย, 2536) ซึ่งใช้น้ำเสียจากการฟอกโครม 2 ประเภท คือประเภทที่เติมสารช่วยตรึงโครเมียมของหนัง (มีชื่อทางการค้าว่า "เฟลิเดิร์ม ซีเอส") และประเภทที่ไม่เติม โดยมีขั้นตอนการศึกษา 3 ขั้นตอนเหมือนกัน คือ

1. การตกตะกอนผลึกโครเมียม
2. การแยกตะกอนผลึกโครเมียมออกจากน้ำส่วนบน (โดยการปล่อยให้จมตัว และ/หรือ การรีดน้ำด้วยเครื่องอัดกรอง)
3. การละลายตะกอนผลึกโครเมียมด้วยกรดซัลฟุริก เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่

ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 แผนภูมิการศึกษาการนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังด้วยโรงทดลองนำร่อง

4.2 การดำเนินการวิจัย

4.2.1 การรวบรวมน้ำเสียจากการฟอกโครม

ถ่ายน้ำเสียจากถังหมุนฟอกโครมลงในบ่อเก็บรวบรวมน้ำเสียโดยใช้ท่อพลาสติกอ่อน และกรองผ่านตะแกรงหยาบ (ตาถี่ 5 มิลลิเมตร) เพื่อดักเศษหนังที่มีขนาดใหญ่ออก

4.2.2 การเตรียมสารเคมี

ก) เติมน้ำสะอาดลงในถังสารเคมี 300 ลิตร(ถึงขีดบอกปริมาตรที่ทำเครื่องหมายไว้)

ข) เติม MgO 30 กก. หรือ Na_2CO_3 100 กก. แล้วแต่กรณี

ค) ผสมให้เข้ากัน สารเคมีที่ได้เป็นสต๊อก

4.2.3 การตกตะกอนผลิกโครเมียม

ก) สูบน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำเสียผ่านตะแกรงละเอียด (Hydroscreen) ชนิดตาถี่ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อดักเศษหนังที่มีขนาดเล็ก แล้วปล่อยไหลลงสู่ถังบำบัดโครเมียม วัดปริมาตร หรือเติมให้ได้ปริมาตรที่ต้องการ

ข) วิเคราะห์ พีเอช อุณหภูมิ และโครเมียมในภาคสนาม

ค) เก็บตัวอย่างน้ำเสียในขวดเก็บตัวอย่างขนาด 1 ลิตร 2 ขวด แล้วส่งวิเคราะห์ ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์คือ

ขวดที่ 1 วิเคราะห์โครเมียมและไนโตรเจนทั้งหมด

ขวดที่ 2 วิเคราะห์น้ำมันและไขมัน

ง) คำนวณปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมตามจำนวนเท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก* ของโครเมียมในน้ำเสีย (ดูบทที่ 2) ซึ่งปริมาณ MgO และ Na_2CO_3 ที่

ต้องการมีดังนี้

- น้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตกตะกอนโครเมียมใช้ MgO ปริมาณ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก (สต๊อก MgO 23.2 ลิตรต่อ 1 กก. Cr) หรือใช้ Na_2CO_3 ปริมาณ 2 เท่าของสตอยชิโอเมตริก (สต๊อก Na_2CO_3 18.4 ลิตรต่อ 1 กก.Cr)
- น้ำเสียที่มีสารช่วยตกตะกอนโครเมียมใช้ MgO ปริมาณ 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก (สต๊อก MgO 46.4 ลิตรต่อ 1 กก. Cr) หรือใช้ Na_2CO_3 ปริมาณ 3 เท่าของสตอยชิโอเมตริก (สต๊อก Na_2CO_3 27.6 ลิตรต่อ 1 กก.Cr)

จ) เติมสารเคมีในปริมาณที่คำนวณไว้ลงในถังบำบัดน้ำโครเมียม และกวนต่อเนื่องนาน 1 ชั่วโมง

ฉ) ตรวจวัดค่าพีเอช

ช) หยุดกวน และทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง ตรวจวัดปริมาณสลัดจ์ด้วยกรวยอิมฮอฟพ์เปรียบเทียบกับในถังตะกอน (หรือถังบำบัดโครเมียมนั่นเอง)

4.2.4 การแยกตะกอนผลึกโครเมียม

การแยกตะกอนผลึกโครเมียมโดยโรงทดลองนำร่องนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือโดยการปล่อยทิ้งให้จมตัวโดยแรงดึงดูดของโลก และโดยการผ่านเครื่องรีดน้ำชนิดอัดกรอง (filter press)

---

* ค่าสตอยชิโอเมตริกแสดงในภาคผนวก ก.

4.2.4.1 ปล่อยให้จมตัวโดยแรงดึงดูดของโลก

ก) แยกสลัดจ์ออกจากน้ำส่วนบน โดยอาศัยความต่างระดับของน้ำหรือเฮดสถิต (static head) ด้วยการเปิดวาล์วระบายสลัดจ์ไปที่ถังละลายโครเมียมเพื่อละลายสลัดจ์ เก็บตัวอย่างสลัดจ์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม พีเอช อุณหภูมิ และน้ำหนักแห้ง

ข) เก็บตัวอย่างน้ำส่วนบนในถังบำบัดโครเมียม วิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม พีเอช และอุณหภูมิ แล้วระบายทิ้งลงรางระบายน้ำเสีย

4.2.4.2 ผ่านเครื่องอัดกรอง (filter press)

ก) นำน้ำเสียหลังตกตะกอน 1 ชั่วโมง สูบผ่านเครื่องอัดกรองแยกกากตะกอนออก วิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม พีเอช อุณหภูมิ และน้ำหนักแห้งในกากตะกอน จากนั้นนำกากตะกอนชั่งน้ำหนักและใส่ในถังละลายโครเมียม แล้วเติมน้ำประปาปริมาณ 300 ลิตร กวนเป็นเวลา 15 นาที

ข) เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านเครื่องอัดกรอง วิเคราะห์ปริมาณโครเมียม พีเอช และอุณหภูมิ แล้วระบายทิ้งลงรางระบายน้ำเสีย

4.2.5 <u>การละลายตะกอนผลึกโครเมียม</u>

ก) คำนวณปริมาณกรดซัลฟุริก (1+1) ที่เหมาะสมตามค่าสตอยชิโอเมตริกเพื่อทราบปริมาณกรดโดยประมาณ (การใช้กรดซัลฟุริก 1+1 ในการเดินระบบ เนื่องจากไม่สามารถเติมกรดซัลฟุริกเข้มข้นอย่างช้า ๆ ได้เพราะเครื่องสูบสารเคมีมีอัตราคงที่ จึงจำเป็นต้องเจือจางก่อนเติม และเพื่อป้องกันการไหม้ของเศษหนัง อันเนื่องมาจากกรดเข้มข้นเกินไปด้วย) เติมกรดจำนวนนี้ลงในสลัดจ์หรือกากตะกอนโดยใช้เครื่องสูบสารเคมีใส่ในถังละลายโครเมียมกวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ควบคุมพีเอชให้

อยู่ในช่วง 2.5-2.8 เก็บตัวอย่างวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม ความหนาแน่น พีเอช อุณหภูมิ ไนโตรเจนทั้งหมด เหล็ก คลอไรด์ เบสิกซิตี และน้ำมันและไขมัน

(หมายเหตุ : เบสิกซิตีในกรณีนี้เป็นสภาพด่างตามเทคนิคของการฟอกหนัง ไม่ใช่สภาพด่างตามความหมายของวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม)

ข) คำนวณปริมาณโครเมียมที่นำกลับมาได้เป็นกิโลกรัม และปริมาณโครเมียม (ใหม่) ที่ต้องเติมเพิ่มในการฟอกหนังครั้งต่อไป

ค) สูบสารละลายโครเมียมที่ละลายได้ใส่ถังเก็บสารละลายโครเมียมเพื่อนำไปใช้ในถังฟอกโครมต่อไป

4.2.6 ขั้นตอนการทำงานประจำวัน

ตัวอย่างของขั้นตอนการทำงานประจำวันที่แสดงไว้ ณ ที่นี้ เป็นกระบวนการที่ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการตกตะกอนผลิกโครเมียมและปล่อยทิ้งให้ตกตะกอนโดยแรงดึงดูดของโลก ทั้งนี้ขั้นตอนของกระบวนการอื่น ๆ ก็อยู่ในลักษณะเดียวกัน เวลาการทำงานประจำวันมีดังนี้

วันที่ _____

เวลาการทำงาน	กิจกรรม
07:30 น.	ปล่อยน้ำเสียจากถังฟอกโครมไปบ่อเก็บรวบรวมน้ำเสียฟอกโครม
08:00 น.	สูบน้ำเสียจากบ่อเก็บรวบรวมน้ำเสียไปถังบำบัดโครเมียมโดยผ่านตะแกรงละเอียด
09:00 น.	เก็บตัวอย่างน้ำ วิเคราะห์โครเมียม พีเอช อุณหภูมิในสนาม และส่งตัวอย่างไปห้องปฏิบัติการจุฬาฯ (S1) เพื่อวิเคราะห์แบบละเอียด
09:30 น.	เติมแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) เปิดเครื่องกวน (1) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
10:30 น.	เก็บตัวอย่างใส่กรวยอิมฮอฟพ์, ปิดเครื่องกวน (1) ปล่อยให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง

11:30 น. เปิดสูบ (P2) ระบายสลัดจ์ไปถังละลายโครเมียม เก็บตัวอย่างส่วนบนและสลัดจ์ส่งห้องปฏิบัติการจุฬาฯ (S2)

12:00 น. เติมกรดซัลฟุริก (1+1) ลงในถังละลายโครเมียม เปิดเครื่องกวน (2) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ควบคุม พีเอช ให้อยู่ในช่วง 2.5-2.8

13:00 น. เก็บตัวอย่างน้ำที่ละลายได้ วิเคราะห์โครเมียม พีเอช อุณหภูมิ เบสิกซิตี ความหนาแน่น และส่งตัวอย่างไปห้องปฏิบัติการจุฬาฯ (S3)

14:00 น. เปิดสูบ (P2) สูบสารละลายที่ได้ในถังละลายโครเมียม ไปถังเก็บน้ำสารละลายโครเมียม

14:30 น. เปิดสูบ (P5) นำน้ำโครมที่ละลายได้ไปฟอกในถังฟอกโครม

16:00 น. ล้างเครื่องมือและอุปกรณ์

4.2.7 สรุปผลการทดลอง

นำผลการทดลองจากโรงทดลองนำร่องมาสรุปผลในหัวข้อต่อไปนี้

- ชนิดและปริมาณสารเคมีที่ควรใช้ในการตกตะกอนผลึกโครเมียม
- วิธีการแยกตะกอนออกจากน้ำส่วนบน
- ปริมาณกรดซัลฟุริกที่ใช้ในการละลายตะกอนโครเมียม
- วิธีการและขั้นตอนที่เหมาะสมในการเดินระบบนำกลับ
- คำนวณอัตราการนำกลับโครเมียม
- ประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

4.3 พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์

พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนการทดสอบเดินระบบโรงทดลองนำร่องและวิธีการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 พารามิเตอร์ วิธีวิเคราะห์และจุดตรวจวัดในการทดสอบเดินระบบโรงทดลองน้ำร่อง

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	จุดตรวจวัด
1. พีเอช	เครื่องวัดพีเอช	- ก่อนการตกตะกอนผลึกโครเมียม - ระหว่างการตกตะกอนผลึกโครเมียม - หลังการตกตะกอนผลึกโครเมียม - หลังการละลายตะกอนผลึกโครเมียม
2. อุณหภูมิ	เครื่องวัดอุณหภูมิ	เหมือนข้อ 1.
3. โครเมียม	การไทเทรต และเทียบสีด้วยตา เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปคโทรโฟโตมิเตอร์	- ก่อนการตกตะกอนผลึกโครเมียมในสลัดจ์ - หลังการตกตะกอนผลึกโครเมียมในสลัดจ์ น้ำส่วนบนหลังการตกตะกอน ผลึกโครเมียม
4. ความหนาแน่น	เครื่องไฮโดรมิเตอร์	หลังการละลายตะกอนผลึกโครเมียม
5. เบสิกซิตี	การรีฟลักซ์	หลังการละลายตะกอนผลึกโครเมียม
6. น้ำมันและไขมัน	การสกัดด้วยกรวยแยก	- ก่อนการตกตะกอนผลึกโครเมียม - หลังการละลายตะกอนผลึกโครเมียม
7. ไนโตรเจนทั้งหมด	ไมโครเจลดาลห์	- ก่อนการตกตะกอนผลึกโครเมียม - หลังการละลายตะกอนผลึกโครเมียม
8. เหล็ก	เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปคโทรโฟโตมิเตอร์	หลังการละลายตะกอนผลึกโครเมียม
9. คลอไรด์	การไทเทรต	หลังการละลายตะกอนผลึกโครเมียม