

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

การศึกษากการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียอุตสาหกรรมฟอกหนังได้ใช้น้ำเสียจากการฟอกโครม ซึ่งในปัจจุบันน้ำฟอกโครมแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ก) ใสสารช่วยตรึงโครเมียม ข) ไม่ใสสารช่วยตรึงโครเมียม ซึ่งสารช่วยตรึงโครเมียมที่เดิมมีชื่อการค้าว่าเฟลิเดิร์ม (Feliderm CS.) เติมลงในกระบวนการฟอกโครมเพื่อช่วยให้โครเมียมดูดติดกับหนังได้ดียิ่งขึ้น การพิจารณาเลือกโรงงานฟอกหนังซึ่งเป็นตัวแทนในการศึกษาคั้งนี้ 2 โรงงาน คือ

- 1) โรงงานไพโรจน์เป็นตัวแทนโรงงานที่มีน้ำเสียจากการฟอกโครมชนิดไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม
- 2) โรงงานบุรารักษ์ เป็นตัวแทนโรงงานที่มีน้ำเสียจากการฟอกโครมชนิดมีสารช่วยตรึงโครเมียม

การศึกษากการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมนี้ จะศึกษาในน้ำเสียจากทั้ง 2 โรงงาน สรุปเป็นแผนภูมิดังรูปที่ 3.1

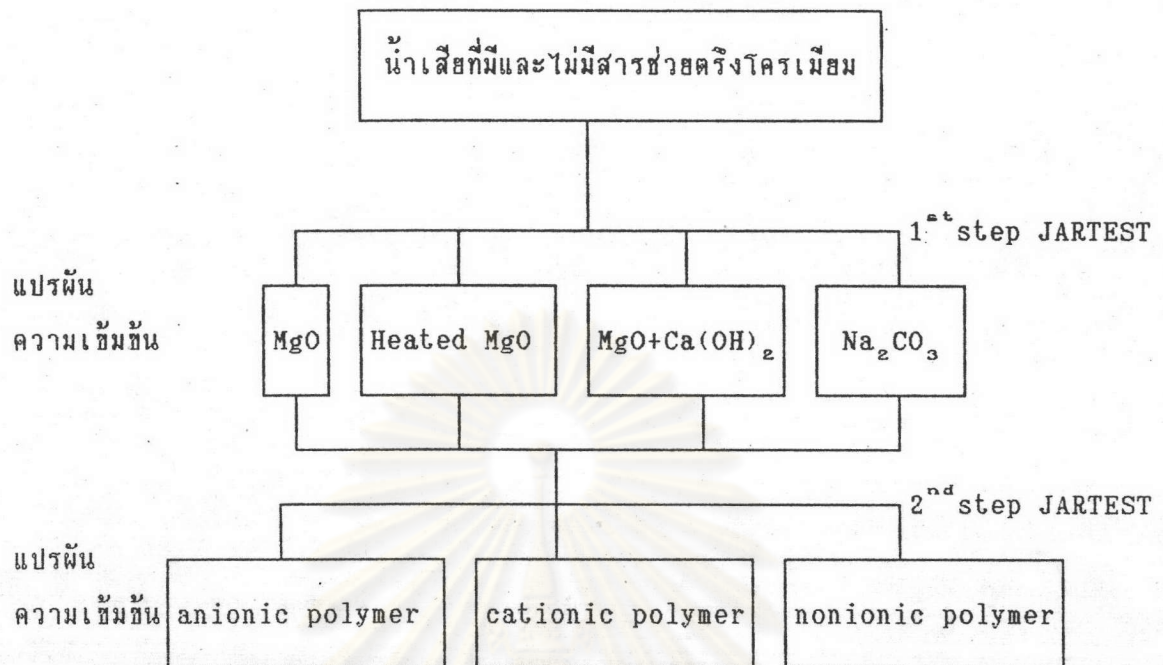
3.1 การตกตะกอนผลึกโครเมียม

3.1.1 การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนการทดสอบ

นำน้ำเสียจากการฟอกโครมมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำทางฟิสิกส์ และเคมีทันทีที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์มีดังนี้ คือ

พีเอช	สภาพเป็นกรด	รีดอกซ์
สภาพการนำไฟฟ้า	ของแข็งทั้งหมด	ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด
ของแข็งละลายทั้งหมด	ของแข็งระเหยง่ายทั้งหมด	ของแข็งตกตะกอน
คลอไรด์	แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	แคลเซียม
โครเมียมทั้งหมด	โครเมียมละลาย	ซีโอดี

โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตาม Standard Methods ของ APHA ยกเว้นโครเมียมละลาย และโครเมียมทั้งหมด (ดูภาคผนวก ก) ส่วนการวิเคราะห์ซีโอดี เนื่องจากน้ำเสียมีปริมาณคลอไรด์สูง จะต้องกำจัดออกก่อนโดยใช้ปรอทซัลเฟตในปริมาณ 1.2 กรัม และใช้น้ำตัวอย่างไม่เกิน 10 มิลลิลิตร



รูปที่ 3.1 แผนภูมิการศึกษาการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียพอกหนึ่ง

3.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำ และสารเคมี

นำน้ำเสียจากการฟอกโครมมากรองผ่านตะแกรงหยาบในลักษณะกระชอนที่ทำด้วยพลาสติก เพื่อแยกเศษหนึ่งออกจากตัวอย่างน้ำ แล้วนำน้ำที่ผ่านการกรองมาทดสอบการตกตะกอนผลึกโครเมียม โดยใช้สารตกตะกอนผลึก (precipitation reagent) และสารรวมตะกอน (flocculation agent) ต่าง ๆ ดังนี้คือ

ก) สารตกตะกอนผลึก : 3 ชนิดคือ โซเดียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว โดยการใช้แมกนีเซียมออกไซด์จะใช้สารละลายแมกนีเซียมออกไซด์ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิร้อนที่ 40-50 °C

ข) สารรวมตะกอน : ใช้โพลีเมอร์ 3 ชนิด คือ

- anionic polymer : DIAFLOC AP-825 ชนิดโพลีอะคริลาไมด์ (polyacrylamide type) น้ำหนักโมเลกุล $1,100 * 10^4$ ความหนาแน่น 0.55-0.65 ช่วงพีเอชที่มีผล 3-12 ความเข้มข้นที่ควรใช้ 0.1-0.2 %

- cationic polymer : QEMIFLOC SC2001 ลักษณะทางกายภาพเป็นผงสีขาววุ่น ความเข้มข้นน้อยกว่า 1 % สามารถละลายได้สมบูรณ์ ความเข้มข้นที่ควรใช้ 1 %

- nonionic polymer : QEMIFLOC 720 ลักษณะทางกายภาพเป็นผงสี

ขาวร่วน ความหนืด 0.5 % สารละลาย 78 ซีพีเอส ความหนาแน่นประมาณ 0.8 กก./ล.
ความเข้มข้นที่ควรใช้ 1-2 %

โดยมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้คือ

การเตรียมสารละลายของสารเคมีต่าง ๆ

3.2.1 การเตรียมสารละลายแมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) หรือ 59.09 กรัมของน้ำหนักแมกนีเซียมต่อลิตรเป็นสารละลายสต็อก โดยชั่งแมกนีเซียมออกไซด์ผง (ความบริสุทธิ์ 98 %) ปริมาณ 100 กรัมละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรจนได้ 1 ลิตร โดยเตรียมทิ้งไว้ข้ามคืนก่อนใช้ ส่วนสารละลายแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นที่ 40-50 °C ให้อุ่นในเตาอบที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 45 °C

3.2.2 การเตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 300 กรัมต่อลิตร (300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) หรือ 56.34 กรัมของน้ำหนักคาร์บอเนตต่อลิตรเป็นสารละลายสต็อก โดยชั่ง โซเดียมคาร์บอเนตผง (ความบริสุทธิ์ 99.5 %) ปริมาณ 300 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรจนได้ 1 ลิตร ใช้ได้ทันทีหลังเตรียม

3.2.3 การเตรียมสารละลายปูนขาวความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) หรือ 51.94 กรัมของน้ำหนักแคลเซียมต่อลิตร เป็นสารละลายสต็อก โดยชั่งปูนขาวผง (ความบริสุทธิ์ 96 %) ปริมาณ 100 กรัมละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรจนได้ 1 ลิตร

3.2.4 สารละลายโพลีเมอร์ประจุลบ ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็นสารละลายสต็อก โดยชั่งสาร DIAFLOC AP-825 หนัก 1 กรัมละลายน้ำกลั่น 1 ลิตร

3.2.5 สารละลายโพลีเมอร์ประจุบวก ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็นสารละลายสต็อก โดยชั่งสาร QEMFLOC SC2001 หนัก 1 กรัมละลายน้ำกลั่น 1 ลิตร

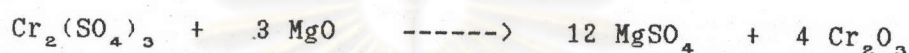
3.2.6 สารละลายโพลีเมอร์ไร้ประจุ ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็นสารละลายสต็อก โดยชั่งสาร QEMIFLOC 720 หนัก 1 กรัมละลายน้ำกลั่น 1 ลิตร

3.3 การทดสอบการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยสารเคมี

- 1) การตกตะกอนผลึกโครเมียมโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์
 - นำตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการกรองดังกล่าวแล้วมาตวงใส่บีกเกอร์ปริมาตร 1 ลิตร จำนวน 6 บีกเกอร์ วัดพีเอชเริ่มต้น
 - คำนวณปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่ใช้ในการตกตะกอนผลึก โดยคิดความ

เข้มข้นของแมกนีเซียมออกไซด์ เป็นจำนวนเท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกของปริมาณโครเมียมในน้ำฟอกโครมเป็น 1.5, 2.0, 2.2, 2.4, 2.5 และ 2.6 เท่าตามลำดับ เพราะอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (หมายเหตุ : ได้ทดลองขั้นต้นแล้ว พบว่าการใช้สารเคมี 1-6 เท่าไม่จำเป็น) แล้วคำนวณปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่ต้องเติมไปในตัวอย่างน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม สำหรับตัวอย่างน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมให้ใช้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมออกไซด์เป็นจำนวนเท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก เป็น 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 เท่าตามลำดับ เพราะอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (หมายเหตุ : ได้ทดลองขั้นต้นแล้ว พบว่าการใช้สารเคมี 1-6 เท่าไม่จำเป็น)

ค่าสตอยชิโอเมตริก คำนวณจากสมการเคมี ดังนี้คือ



ค่าสตอยชิโอเมตริก = 1.16

หมายความว่าโครเมียม 1 กรัม จะทำปฏิกิริยาพอดีกับแมกนีเซียมออกไซด์ 1.16 กรัม

- ผสมเร็ว (100 รอบต่อนาที) นาน 3 นาที ผสมช้า (40 รอบต่อนาที) เป็นเวลา 120 นาที

- วัดพีเอชหลังผสมช้า ทั้งให้ตกตะกอนผลึกในกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร ตรวจวัดและบันทึกปริมาณตะกอนผลึกที่เวลาต่าง ๆ นำไปพล็อตกราฟเพื่อหารูปแบบการตกตะกอน (sedimentation pattern) แล้วหาเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอน (sedimentation time) และปริมาตรสลัดจ์ (sludge volume)

- หลังจากตกตะกอนผลึก 1 ชั่วโมง นำน้ำส่วนบน (supernatant) ไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม ส่วนตะกอนผลึกนำไปซึ่งน้ำหนักและอบแห้งที่ 105 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักแห้งของตะกอนผลึก แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในตะกอน

- คำนวณค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการตกตะกอนผลึกต่อปริมาตรน้ำเสียเพื่อหาปริมาณของสารเคมีที่เหมาะสม

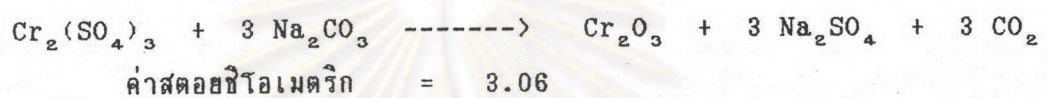
- นำน้ำส่วนบนจากความเข้มข้นสารเคมีที่เลือกในข้างต้น มาวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ เหมือนข้อ 3.1

2) การตกตะกอนผลึกโครเมียมโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุณหภูมิ 40-50 °C ทำตามขั้นตอนเช่นเดียวกับข้อ 3.3

3) การตกตะกอนผลึกโครเมียมโดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต

ทำตามขั้นตอนเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่คำนวณปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตที่ใช้ในการตกตะกอนผลึกเป็นจำนวนเท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกของโครเมียมเป็น 1.5, 2.0, 2.2, 2.4, 2.6 และ 2.8 เท่าตามลำดับ (หมายเหตุ : ได้ทำการทดลองขั้นต้นแล้ว พบว่าความเข้มข้น 1-3.5 เท่าไม่จำเป็น) สำหรับน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม ส่วนน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมใช้ความเข้มข้น 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 และ 5.5 เท่าตามลำดับ (หมายเหตุ : ได้ทำการทดลองขั้นต้นแล้ว พบว่าความเข้มข้น 1-6 เท่าไม่จำเป็น) คำนวณปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตที่ต้องเติมลงในน้ำเสีย แล้วเติมโซเดียมคาร์บอเนตปริมาตรที่ต้องการลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำเสียตามลำดับ

ค่าสตอยชิโอเมตริกคำนวณจากสมการเคมี ดังนี้คือ

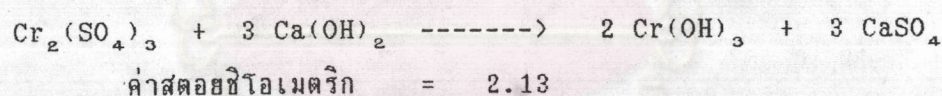


หมายความว่าโครเมียม 1 กรัม จะทำปฏิกิริยาพอดีกับโซเดียมคาร์บอเนต 3.06 กรัม

4) การตกตะกอนผลึกโครเมียมโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว

จากข้อ 3.3 ข้อ 1) เมื่อได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมของแมกนีเซียมออกไซด์แล้ว จะลดปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วใช้ปูนขาวร่วมด้วยในความเข้มข้นต่างๆ เช่นกัน เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ในการตกตะกอนผลึกโครเมียม

ค่าสตอยชิโอเมตริกของปูนขาวคำนวณจากสมการเคมี ดังนี้คือ



หมายความว่าโครเมียม 1 กรัม จะทำปฏิกิริยาพอดีกับปูนขาว 2.13 กรัม

ขั้นตอนในการทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 3.3 ข้อ 1)

3.4 การทดสอบการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยสารเคมีร่วมกับสารรวมตะกอน

1) การตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ 3 ชนิด

ก) ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ

- นำตัวอย่างน้ำเสียจากการฟอกโครมที่ผ่านการกรองหยาบแล้ววางใส่บีกเกอร์ 1 ลิตร จำนวน 6 บีกเกอร์ วัดพีเอชเริ่มต้น

- หาปริมาณโครเมียมในน้ำเสียแล้วคำนวณปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่ใช้ในการตกตะกอนผลึกที่เหมาะสม ซึ่งเป็นปริมาณที่หาได้จากการทดสอบในข้อ 3.3 ข้อ 1) แล้ววางปริมาตรสารละลายสต็อกที่ต้องการใส่ลงในตัวอย่างน้ำทั้ง 6 บีกเกอร์ ผสมเร็ว (100

รอบต่อนาที) นาน 3 นาที

- เติมสารละลายสต็อกของสารละลายโพลีเมอร์ประจุลบ (ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร) ความเข้มข้นเท่ากับ 0 , 0.2 , 0.4 , 0.6 , 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตรลงในน้ำเสี้ยวตามลำดับ ขณะผสมช้า (40 รอบต่อนาที) ใช้เวลาผสมช้า 120 นาที

- แล้วทำตามขั้นตอนทุกอย่างเหมือนข้อ 3.3

ข) ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ทำทุกขั้นตอนเหมือนข้อ ก) แต่เติมสารละลายสต็อกของสารละลายโพลีเมอร์ประจุบวก

ค) ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ ทำทุกขั้นตอนเหมือนข้อ ก) แต่เติมสารละลายสต็อกของสารละลายโพลีเมอร์ไม่มีประจุ

2) การตกตะกอนฟลิกโคโรเมียมด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุณหภูมิ 40-50 °C ร่วมกับโพลีเมอร์ 3 ชนิด ทำตามทุกขั้นตอนเหมือนข้อ 3.4

3) การตกตะกอนฟลิกโคโรเมียมด้วยโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับโพลีเมอร์ 3 ชนิด ทำตามทุกขั้นตอนเหมือนข้อ 3.4

4) การตกตะกอนฟลิกโคโรเมียมด้วยแมกนีเซียมออกไซด์และปูนขาวร่วมกับโพลีเมอร์ 3 ชนิด ทำตามทุกขั้นตอนเหมือนข้อ 3.4

3.5 เปรียบเทียบผลการทดลองการตกตะกอนฟลิกโคโรเมียมโดยใส่สารเคมีชนิดต่างๆ และการใช้สารเคมีร่วมกับสารรวมตะกอน 3 ชนิด และสรุปผลในหัวข้อต่อไปนี้

- สารเคมีที่ใช้ตกตะกอนฟลิกโคโรเมียมที่เหมาะสมที่สุด
- การใช้สารตกตะกอนฟลิกโคโรเมียมร่วมกับสารรวมตะกอน
- ปริมาณสารตกตะกอนฟลิกโคโรเมียม
- เวลาที่ใช้ในการผสม
- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอนฟลิกโคโรเมียม
- พีเอชที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา