บทที่ 4

แผนการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อหาแนวทางการจัดการน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่าชีโอดี ในเขตกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การสำรวจและรวบรวมข้อมูล
2. การทดลองในห้องปฏิบัติการ
3. การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์
4. แนวทางในจัดการน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่าชีโอดี ในกรุงเทพมหานคร

โดยนำเสนอในรูปที่ 4.1

การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลของน้ำเสียที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าชีโอดี ได้จัดทำขึ้นโดยใช้แบบสัมภาษณ์ เพื่อหาข้อมูลของน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์ขั้นต้น 1 ชุด และแบบสัมภาษณ์ค่าใช้จ่าย 1 ชุด (ภาคผนวก ข.)

แบบสัมภาษณ์ขั้นต้น จัดทำเพื่อทราบข้อมูลเบื้องต้นของน้ำเสียนี้ของแต่ละห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อหลักที่นำมาพิจารณา ได้แก่

1. ที่ตั้งของแหล่งน้ำเสีย โดยหาระยะทางจากแหล่งที่ตั้งของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แต่ละแห่งกับศูนย์บำบัดน้ำเสีย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อนำมาคิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำเสียจากแหล่งน้ำเสียถึงศูนย์บำบัดน้ำเสีย

2. ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยสอบถามถึงวิธีการในการวิเคราะห์ค่าชีโอดีและปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องปฏิบัติการ เพื่อดูว่าปริมาณน้ำเสียโดยรวมของกรุงเทพมหานครมีปริมาณเท่าไรและแนวโน้มในการเกิดน้ำเสียในอนาคตว่า เหมาะสมในการตั้งระบบเพื่อบำบัดน้ำเสียส่วนนี้หรือไม่

3. การบำบัดน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่าชีโอดี เพื่อพิจารณาถึงวิธีการที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่าชีโอดี ว่ามีวิธีการอย่างไรก่อนที่จะนำไปทิ้ง เช่น ทำการบำบัดน้ำเสีย ทำให้เป็นกลางก่อนระบายทิ้ง หรือ ทิ้งลงอ่างระบายน้ำเลย รวมถึงการสอบถามความคิดเห็นในการนำน้ำเสียส่วนนี้ไปบำบัดน้ำเสีย

4. อัตราค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียที่แต่ละห้องปฏิบัติการสามารถจ่ายได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อนำไปกำหนดอัตราค่าบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

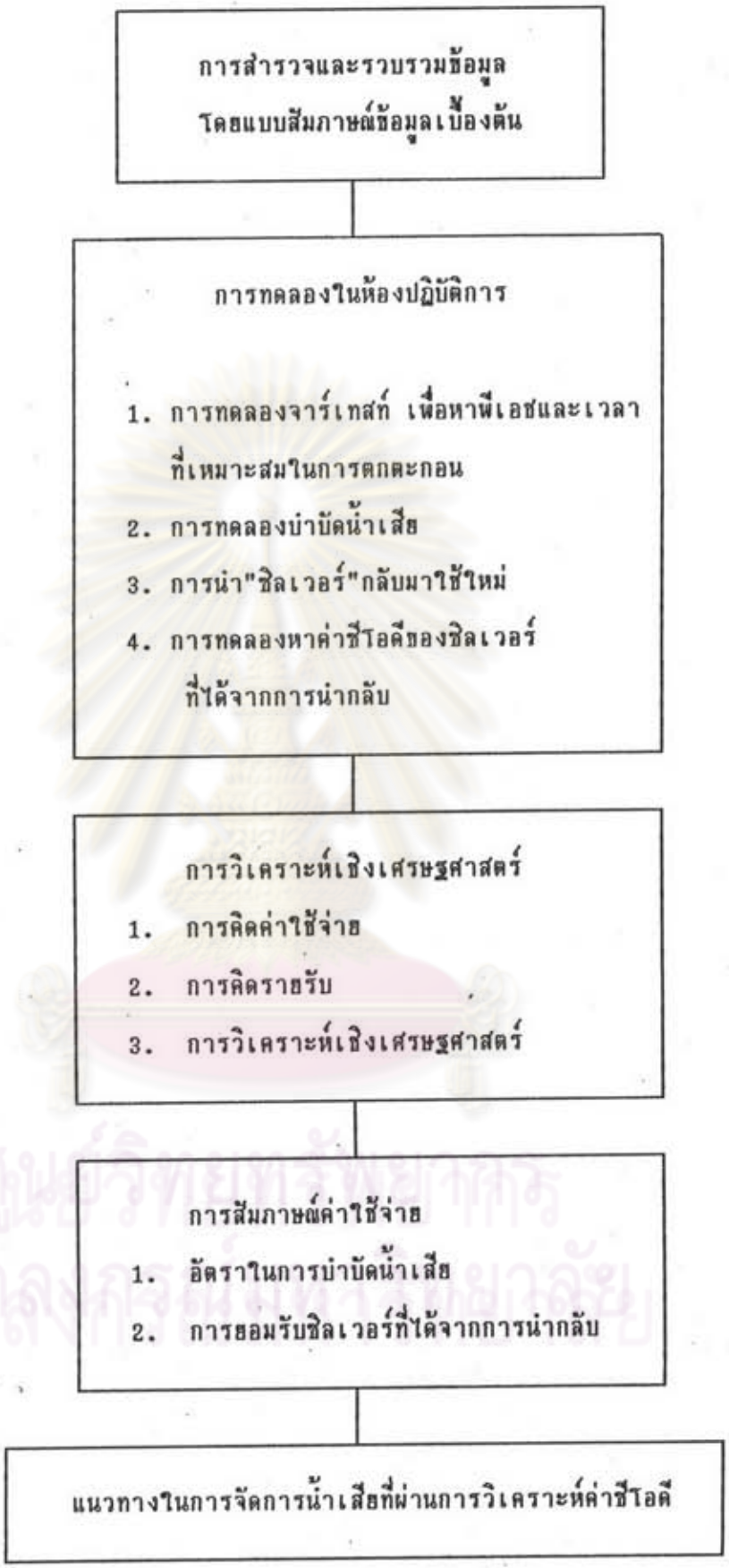
5. ช่วงเวลาในการรับน้ำเสีย เพื่อทราบปริมาณน้ำเสียที่เข้ามาในศูนย์บำบัดในแต่ละเดือน และนำไปใช้ในการหาขนาดของบ่อเก็บกักน้ำเสีย

แบบสัมภาษณ์ค่าใช้จ่าย จัดทำขึ้นหลังจากได้ทดลองบำบัดน้ำเสีย และคิดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียในรูปของบาทต่อน้ำเสีย 1 ลิตร โดยมีหัวข้อหลักในการสัมภาษณ์ ได้แก่

1. ราคาบำบัดน้ำเสียที่แต่ละห้องปฏิบัติการยอมรับได้ โดยราคานี้ได้จากค่าใช้จ่ายในการจัดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย ค่าสารเคมี ค่ากำจัดตะกอนโลหะหนัก และค่าใช้จ่ายอื่นๆ โดยในการกำจัดตะกอนโลหะหนัก ได้เลือกวิธีการส่งตะกอนโลหะหนักไปกำจัดยังศูนย์กำจัดกากแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

2. การยอมรับในการใช้ซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับ ไปใช้ในการทดลองหาค่าชีโอดี โดยเสนอผลการวิจัยในการนำกลับซิลเวอร์ รวมทั้งผลการทดลองค่าชีโอดีจากการใช้ซิลเวอร์ที่เป็นรีเอเจนต์เกรด และการใช้ซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับ

ในการวิจัยนี้ได้สำรวจข้อมูลจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของทางเอกชน และหน่วยงานราชการทั้งสิ้น 20 แห่ง โดยเป็นห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำของหน่วยงานเอกชน ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 13 แห่งจากทั้งหมด 15 แห่ง และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของหน่วยงานราชการ 7 แห่ง โดยประมาณได้ว่าห้องปฏิบัติการทั้ง 20 แห่งนี้ สามารถเป็นตัวแทนห้องปฏิบัติการทั้งหมดในการประเมินหาแนวทางในการบำบัดน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่าชีโอดี ในเขตกรุงเทพมหานครได้



รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

การศึกษาการบำบัดน้ำเสียและการนำกลับซิลเวอร์

การศึกษาการบำบัดน้ำเสียและการนำกลับซิลเวอร์ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัยเป็นน้ำเสียจากการวิเคราะห์บีโอดี โดยนำมาจาก 3 แหล่ง คือ

1. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

โดยได้นำน้ำเสียทั้ง 3 แหล่ง มาผสมให้รวมกันเพื่อให้น้ำเสียมีลักษณะสมบัติเดียวกัน ขั้นตอนในการศึกษาการบำบัดน้ำเสียและการนำกลับซิลเวอร์ มีรายละเอียด ดังนี้

1. การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียและการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย
2. การตกตะกอนผลึกซิลเวอร์
3. การทดสอบจาร์เทสท์
4. การบำบัดน้ำเสียโดยใช้แบบจำลอง
5. การนำกลับซิลเวอร์

1. การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียและการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียทำโดยนำน้ำเสียจาก 3 แหล่ง มาผสมรวมกันให้เป็นเนื้อเดียวให้เพียงพอกับการใช้ในการทดสอบทั้งหมด จากนั้นเก็บไว้ในขวดแก้วเพื่อป้องกันการดูดซับโลหะต่างๆ ก่อนที่จะนำไปทดสอบขั้นต่อไป

ลักษณะสมบัติที่วิเคราะห์มีดังนี้

ลักษณะทางกายภาพ : พีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณของแข็งละลาย

ลักษณะทางเคมี : สภาพเป็นกรด ปริมาณความเข้มข้นเมอร์คิวรี ซิลเวอร์ โครเมียม เหล็ก โปตัสเซียม ซัลเฟต แอมโมเนียม

วิธีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติต่างๆ ใช้ตามวิธีในหนังสือ " Standard Method for the Examination of Water and Wastewater " (APHA, AWWA and WPCF, 1989)

2. การตกตะกอนผลึกซิลเวอร์

น้ำเสียก่อนที่นำไปบำบัด ต้องนำซิลเวอร์ออกจากน้ำเสียก่อน เพื่อนำไปใช้ในการนำกลับ โดยต้องศึกษาอัตราการเติมโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ตะกอนซิลเวอร์มากที่สุด

การเตรียมสารเคมี

การเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร เป็นสารละลายสต็อก โดยชั่งโซเดียมคลอไรด์ผงปริมาณ 100 กรัมละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรจนได้ 1 ลิตร

ขั้นตอนการตกตะกอนผลึกซิลเวอร์ มีดังนี้

2.1 นำน้ำเสียมาใส่บีกเกอร์ปริมาตร 1 ลิตร จำนวน 6 บีกเกอร์

2.2 คำนวณปริมาณสารสร้างตะกอนผลึกที่ต้องใช้ ซึ่งในการทดลองนี้คือ โซเดียมคลอไรด์ โดยหาจากจำนวนเท่าที่เหมาะสมของค่าความต้องการทางทฤษฎี โดยค่าความต้องการทางทฤษฎีในการตกตะกอนผลึกซิลเวอร์เป็น 0.542 มล. ต่อซิลเวอร์ 1 กรัม เติมโซเดียมคลอไรด์ในจำนวน 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เท่าของค่าความต้องการทางทฤษฎี

2.3 ใช้เครื่องจาร์เทสต์ กวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที นาน 3 นาที กวนช้าที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที เป็นเวลา 40 นาที

2.4 ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน และแยกตะกอนซิลเวอร์ออกจากน้ำเสีย โดยใช้สายยางระบายน้ำเสียส่วนบนออกจากบีกเกอร์แบบกาลักน้ำ น้ำเสียส่วนนี้จะนำไปบำบัดน้ำเสีย ส่วนตะกอนนำมากรองผ่านผ้ากรองด้วยแรงดันสูญญากาศโดยใช้กรวยบุคเนอร์ จากนั้นเก็บตะกอนเพื่อใช้ในการทดลองนำกลับซิลเวอร์ต่อไป

3. การทดสอบจาร์เทสท์

น้ำเสียที่นำมาทดสอบเป็นน้ำเสียที่ได้ผ่านการตกตะกอนผลิกซิลเวอร์แล้ว จากนั้นนำมาทดสอบจาร์เทสท์ เพื่อหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนผลิก

การเตรียมสารเคมี

3.1 การเตรียมสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร เป็นสารละลายสต๊อก โดยชั่งแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผง (ความบริสุทธิ์ 93 %) ปริมาณ 100 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรจนได้ 1 ลิตร

3.2 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 500 กรัมต่อลิตร เป็นสารละลายสต๊อก โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 500 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรจนได้ 1 ลิตร

การทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการกวนช้า

จากการทดสอบขั้นต้น (pre-test) พบว่าขณะทดสอบจาร์เทสท์ หลังจากการกวนเร็วและกวนช้าแล้ว ค่าพีเอชที่ได้มีค่าไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่มีการกวนช้า ซึ่งแสดงว่า เวลาในการกวนช้า 40 นาที ไม่เพียงพอต่อการทำปฏิกิริยา จึงต้องมีการทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการกวนช้า เพื่อใช้ในการทดสอบจาร์เทสท์ต่อไป

ขั้นตอนการทดสอบหาเวลากวนช้า

1. นำน้ำเสียใส่ในบีกเกอร์ 1 ลิตร ปริมาณ 500 มล. จำนวน 2 บีกเกอร์

2. เติมสารสร้างตะกอนผลิก คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในบีกเกอร์ที่ 1 และโซเดียมไฮดรอกไซด์ในบีกเกอร์ที่ 2 เติมสารเคมีจนกระทั่งพีเอชทั้งสองบีกเกอร์ได้ 9.50

3. ใช้เครื่องจาร์เทสท์ กวนเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 3 นาที และกวนช้า 40 รอบต่อนาที

4. หลังจากการปรับพีเอชที่ 9.50 วัดค่าพีเอชทุกๆ 10 นาที จนกระทั่งได้ค่าพีเอชที่คงที่ บันทึกค่าพีเอชที่ได้

5. ช่วงเวลาในการกวนช้านับจากเวลาเริ่มต้นที่ปรับพีเอช 9.50 จนกระทั่งพีเอชคงที่ จะได้เวลาที่เหมาะสมในการกวนช้าของสารเคมีทั้ง 2 ชนิด

ขั้นตอนการทดสอบจาร์เทสท์โดยใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์

1. นำน้ำเสียมาใส่ในบีกเกอร์ 1 ลิตร ปริมาณ 500 มล. จำนวน 6 บีกเกอร์

2. เติมสารสร้างตะกอนผลึก ซึ่งในการทดสอบนี้คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ในน้ำเสีย จนได้ค่าพีเอชเป็น 8.0. 8.5, 9.0, 9.5, 10.0 และ 10.5 ตามลำดับ

3. ใช้เครื่องจาร์เทสท์กวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลานาน 3 นาที กวนช้าที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ตามเวลาที่ได้จากการทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในกวนช้า

4. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นตรวจวัดค่าพีเอช บันทึกปริมาตรตะกอนผลึก จากนั้นใช้สายยางระบายน้ำส่วนบนออก เก็บตัวอย่างน้ำส่วนบนไว้เพื่อใช้ในการวัดค่าโลหะหนักในน้ำ หลังจากนั้นนำน้ำในบีกเกอร์ที่เหลือตั้งทิ้งไว้ 60 และ 90 นาที และทำตามขั้นตอนเดิม

5. เมื่อน้ำในบีกเกอร์ครบ 90 นาที ระบายน้ำส่วนบนออกและเก็บตะกอนโลหะหนักไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าโลหะหนักในตะกอน ได้แก่ เมอร์คิวรี และโครเมียม

ฉ) บันทึกค่าพีเอชหลังการทดลอง ปริมาตรตะกอนผลึก ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดและปริมาณโลหะละลายของเมอร์คิวรี และโครเมียม ของแต่ละค่าพีเอชและแต่ละเวลาในการตกตะกอน น้ำส่วนบนให้เติมกรดซัลฟิวริคเพื่อปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง บันทึกปริมาณกรดซัลฟิวริคที่ใช้

พิจารณาค่าพีเอชและเวลาในการตกตะกอนที่เหมาะสมโดยดูจากพีเอชและเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนที่สามารถกำจัดโลหะหนักออกได้มากที่สุดเป็นเกณฑ์

ขั้นตอนการทดสอบจาร์เทสท์โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์

ทำการทดสอบเหมือนกับการการทดสอบข้างต้น โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารเคมีแทนแคลเซียมไฮดรอกไซด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16995934

4. การบำบัดน้ำเสียโดยใช้แบบจำลอง

การบำบัดน้ำเสียนี้ได้ใช้ผลการทดสอบในข้อ 2. และ 3. คือ ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการตกตะกอนผลิกซิลเวอร ค่าพีเอช และเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอนผลิกโลหะหนัก มาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

แบบจำลองที่ใช้ประกอบด้วย

ก) ถังผสม เป็นถังที่ใช้ในการเติมสารเคมีแล้วทำการกวนเร็วและกวนช้า เพื่อให้สารเคมีผสมเข้ากันกับน้ำเสีย ประกอบด้วยถังกวน 2 ชุด คือใช้ในการตกตะกอนผลิกซิลเวอร์และตกตะกอนผลิกโลหะหนัก

ข) ถังตกตะกอน เป็นถังที่ใช้ในการตกตะกอนผลิก ประกอบด้วยถังตกตะกอน 2 ชุด คือ ใช้ในการตกตะกอนผลิกซิลเวอร์ และตกตะกอนผลิกโลหะหนัก

รูปแบบของแบบจำลองที่ใช้แสดงในรูปที่ 4.2

4.1 ถังผสม 1 (ใช้ในการตกตะกอนผลิกซิลเวอร์)

ลักษณะ : เป็นถังแก้วกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม.

ปริมาตร : 8 ลิตร

เครื่องกวน : เป็นเครื่องกวนที่ใช้ในการกวนเร็วและกวนช้า โดยใช้อุปกรณ์ปรับกระแสไฟฟ้า (deamer) เพื่อใช้ในการปรับกระแสไฟฟ้าที่เข้ามอเตอร์ เพื่อให้รอบของมอเตอร์ในการกวนลดลง

4.2 ถังผสม 2 (ใช้ในการตกตะกอนผลิกซิลเวอร์)

ลักษณะ : เป็นถังแก้วกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 22 ซม.

ปริมาตร : 12 ลิตร

เครื่องกวน : เป็นเครื่องกวนที่ใช้ในการกวนเร็วและกวนช้า โดยใช้อุปกรณ์ปรับกระแสไฟฟ้า (deamer) เหมือนกับถังผสม 1

4.3 ถังตกตะกอน 1 (ใช้ในการตกตะกอนผลึกซิลเวอร์)

ลักษณะ : เป็นถังพลาสติกกลม ด้านล่างเป็นกรวยแหลม ทนอุณหภูมิความร้อนได้มากที่สุด 60 C เป็นถังตกตะกอนที่มีอยู่เดิมในห้องปฏิบัติการ

ปริมาตร : 10 ลิตร

4.4 ถังตกตะกอน 2 (ใช้ในการตกตะกอนผลึกโลหะหนัก)

ลักษณะ : เป็นถังพลาสติกกลม ด้านล่างเป็นกรวยแหลม ทนอุณหภูมิความร้อนได้มากที่สุด 60 C เป็นถังตกตะกอนที่มีอยู่เดิมในห้องปฏิบัติการ

ปริมาตร : 20 ลิตร

ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียโดยใช้แบบจำลอง

1. นำน้ำเสียมา 5 ลิตร ใส่ในถังผสมใบที่ 1

2. คำนวณปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ต้องใช้ ตามจำนวนเท่าที่ได้จากการทดลอง 2.

3. ใช้เครื่องกวน กวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที นาน 3 นาที และกวนช้าที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที เป็นเวลา 40 นาที

4. ปล่อยน้ำสู่ถังตกตะกอน 1 ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ระบายน้ำส่วนบนออก และระบายตะกอนซิลเวอร์ออกจากน้ำเสียทางด้านล่างของถัง เก็บตะกอนไว้ในทดลองในการนำกลับซิลเวอร์ต่อไป

5. น้ำส่วนบนที่ได้ นำมาใส่ในถังผสมใบที่ 2 เติมสารสร้างตะกอนผลึก (โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมในการเป็นสารสร้างตะกอนผลึกมากที่สุด ซึ่งได้จากผลการทดลอง 3. เติมจนได้พีเอชตามค่าที่เหมาะสมใช้เครื่องจาร์เทสท์กวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที และกวนช้าที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที

6. นำน้ำเสียลงสู่ถังตกตะกอนใบที่ 2 และตั้งทิ้งไว้ตามเวลาในการตกตะกอนที่เหมาะสม วัดพีเอชและระบายน้ำส่วนบนออก จากนั้นนำไปเติมกรดซัลฟิวริคเพื่อปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง บันทึกปริมาณกรดซัลฟิวริคที่ใช้ ส่วนตะกอนให้ระบายตะกอนโลหะหนักเก็บไว้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นโลหะหนักแต่ละชนิดในตะกอนต่อไป

5. การนำกลับซิลเวอร์

การนำกลับซิลเวอร์ทำได้โดยนำตะกอนซิลเวอร์ที่ได้จากตะกอนตกผลึกมาทดลอง โดยประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ

5.1 การแยกเมอร์คิวรีออกจากซิลเวอร์

5.2 การนำกลับซิลเวอร์

5.3 การหาสารปนเปื้อนในซิลเวอร์ที่ได้

5.4 การทดสอบประสิทธิภาพซิลเวอร์ที่ได้

5.1 การแยกเมอร์คิวรีออกจากซิลเวอร์

ตะกอนผลึกซิลเวอร์ที่ได้จากการทดสอบจะมีเมอร์คิวรีปนอยู่ เนื่องจากการเติมโซเดียมคลอไรด์ลงในน้ำเสีย เมอร์คิวรีจะตกตะกอนผลึกปนอยู่กับซิลเวอร์ ในลักษณะตะกอนสีขาวเหมือนกัน จึงต้องมีการแยกเมอร์คิวรีออกจากซิลเวอร์ก่อนที่ทำการนำกลับ เพื่อให้ซิลเวอร์ที่ได้มีสารมลทินน้อย

การแยกเมอร์คิวรีออกจากซิลเวอร์ ทำได้โดยการเติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ โดยเมอร์คิวรีตกตะกอนเป็นสีดำ ส่วนซิลเวอร์จะละลายเป็นสารละลายซิลเวอร์อามีน คอมเพล็กซ์ การทดลองนี้จึงขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ ปริมาณแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ และเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

5.1.1 การทดสอบเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

ขั้นตอนในการทดสอบ

1. นำตะกอนผลึกซิลเวอร์ 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 150 มล. จำนวน 6 บีกเกอร์ 2 ชุด

2. คำนวณปริมาณสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 30 % ที่ต้องใช้ โดยค่าความต้องการทางทฤษฎีของสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เป็น 1.946 มล./ตะกอนซิลเวอร์ 1 กรัม นำบีกเกอร์ชุดแรกจำนวน 6 บีกเกอร์ เติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ในจำนวน 2.0 เท่าของค่าความต้องการทางทฤษฎี ส่วนบีกเกอร์อีกชุด เติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ในจำนวน 2.5 เท่าของค่าความต้องการทางทฤษฎี

3. ผสมสารละลายในแต่ละบีกเกอร์ให้เข้ากัน นำบีกเกอร์ทั้ง 2 ชุด ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที ตามลำดับ

4. เมื่อครบกำหนดเวลาในการทำปฏิกิริยาแล้ว นำสารละลายมากรองเพื่อกำจัดเมอร์คิวรีซึ่งเป็นตะกอนสีดำออก ส่วนสารละลายซึ่งมีซิลเวอร์อยู่นำไปวัดหาค่าความเข้มข้น และนำมาวาดกราฟเพื่อหาเวลาในการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม

5.1.2 การทดสอบหาปริมาณสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

ขั้นตอนในการทดสอบ

1. นำตะกอนผลึกซิลเวอร์ 10 กรัมใส่ในบีกเกอร์ขนาด 150 มล. จำนวน 6 บีกเกอร์

2. เติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เป็นจำนวน 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 เท่าของค่าความต้องการทางทฤษฎี

3. ผสมสารละลายในแต่ละบีกเกอร์ให้เท่ากัน ตั้งทิ้งไว้ตามเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาที่ได้จากข้อ 5.1.1

4. เมื่อครบกำหนดเวลาในการทำปฏิกิริยาแล้ว นำสารละลายมากรองเพื่อกำจัดเมอร์คิวรีซึ่งเป็นตะกอนสีดำออก ส่วนสารละลายซึ่งมีซิลเวอร์อยู่นำไปหาค่าความเข้มข้น และนำมาวาดกราฟเพื่อหาปริมาณสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา

5.2 <u>การนำกลับซิลเวอร์</u>

ซิลเวอร์ที่ได้หลังจากการแยกเมอร์คิวรีออกไปแล้วอยู่ในรูปของสารละลายซิลเวอร์-อามีน ซึ่งต้องนำมาทำให้อยู่ในรูปของผงซิลเวอร์ (Ag°) โดยการเติมโลหะคอปเปอร์ลงไปในสารละลาย เพื่อให้เกิดสารละลายคอปเปอร์-อามีน และซิลเวอร์ในรูป Ag° การทำปฏิกิริยานี้ขึ้นอยู่กับเวลาในการทำปฏิกิริยา และปริมาณคอปเปอร์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

5.2.1 การทดสอบเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

ขั้นตอนในการทดสอบ

1. นำตะกอนผลึกซิลเวอร์ 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 150 มล. จำนวน 6 บีกเกอร์ 2 ชุด

2. คำนวณปริมาณคอปเปอร์ที่ต้องใช้ โดยค่าความต้องการทางทฤษฎีเป็น 0.338 กรัมต่อน้ำเสียเริ่มต้น 1 ลิตร (หรือ 0.338 กรัมต่อกากตะกอน 1.3 กรัม) ดูรายการคำนวณ ภาคผนวก ค. นำบีกเกอร์ชุดแรกจำนวน 6 บีกเกอร์ เติมคอปเปอร์ในจำนวน 1.0 ของค่าความต้องการทางทฤษฎี ส่วนบีกเกอร์อีกชุดเติมคอปเปอร์ในจำนวน 1.5 เท่าของค่าความต้องการทางทฤษฎี

3. ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 5, 10 , 20, 30, 40 และ 50 ชั่วโมง ตามลำดับ

4. เมื่อครบกำหนดเวลาในการทำปฏิกิริยาแล้ว กรองผงซิลเวอร์สีเทาดำ ออกจากสารละลายคอปเปอร์-อามีนแล้ว ชะด้วยน้ำเพื่อให้ผงซิลเวอร์แยกออกจากโลหะคอปเปอร์ แยกผงซิลเวอร์ออกมา จากนั้นนำไปย่อยสลาย (digest) และหาค่าความเข้มข้นซิลเวอร์ที่ได้

5.2.2 การทดสอบปริมาณคอปเปอร์ที่เหมาะสม

ขั้นตอนในการทดสอบ

1. นำตะกอนซิลเวอร์ 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 150 มล. จำนวน 5 บีกเกอร์

2. เติมคอปเปอร์เป็นจำนวน 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เท่าของค่าความต้องการทางทฤษฎี

3. ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการทำปฏิกิริยา ตามเวลาที่ได้ในการทดสอบที่ 5.2.1

4. เมื่อครบกำหนดเวลาในการทำปฏิกิริยาแล้ว กรองผงซิลเวอร์ออกจากสารละลายคอปเปอร์-อามีน สีฟ้า ชะด้วยน้ำเพื่อให้ผงซิลเวอร์แยกออกจากโลหะคอปเปอร์ นำซิลเวอร์ที่ได้ไปย่อยสลาย (digest) หาค่าความเข้มข้นซิลเวอร์ที่ได้

5.3 การหาสารปนเปื้อนในซิลเวอร์ที่ได้

ขั้นตอนในการทดสอบ

1. นำผงซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับมาย่อยสลาย (digest)โดยใช้กรดไนตริก เพื่อให้ซิลเวอร์เป็นสารละลาย

2. นำซิลเวอร์ในรูปสารละลายไปวัดค่าความเข้มข้นของซิลเวอร์,คอปเปอร์ และเมอร์คิวรี โดยใช้เครื่องมืออะตอมมิค แอบซอร์บแบนส์ สเปคโตรเมตรี

3. วัดค่าความเข้มข้นของโลหะที่ได้ จากนั้นคำนวณกลับมาเป็นปริมาณโลหะนั้นในผงซิลเวอร์ 1 กรัม และเทียบเป็นเปอร์เซนต์ของโลหะแต่ละชนิด

5.4 การทดสอบประสิทธิภาพของซิลเวอร์ที่ได้

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับ ได้ใช้การหาค่าซีโอดีของสารละลายมาตรฐาน และค่าซีโอดีของน้ำเสียมาเป็นการทดสอบ โดยเปรียบเทียบค่าความถูกต้องในการหาค่าซีโอดีระหว่าง ซิลเวอร์ที่เป็นรีเอเจนต์เกรด และซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับ

การเตรียมสารเคมี

5.4.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส โดยมีค่าซีโอดี 100 มก./ล. ทำโดยละลายกลูโคส 93.72 มก.ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจาง 1 ลิตร จะได้กลูโคสที่มีค่าซีโอดี 100 มก./ล.

5.4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส โดยมีค่าซีโอดี 300 มก./ล. ทำโดยละลายกลูโคส 281.16 มก.ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจาง 1 ลิตร จะได้กลูโคสที่มีค่าซีโอดี 300 มก./ล.

5.4.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส โดยมีค่าซีโอดี 500 มก./ล. ทำโดยละลายกลูโคส 468.6 มก.ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจาง 1 ลิตร จะได้กลูโคสที่มีค่าซีโอดี 500 มก./ล.

ขั้นตอนการทดสอบ

1. คำนวณหาอัตราส่วนในการใช้ซิลเวอร์ที่มีอยู่ในซิลเวอร์ซัลเฟต เติมลงในกรดซัลฟิวริค โดยทั่วไปใช้ซิลเวอร์ซัลเฟต 22 กรัมซึ่งมีซิลเวอร์อยู่ในปริมาณ 15.2 กรัมต่อกรดซัลฟิวริค 2.5 ลิตร ในการใช้ซิลเวอร์จากการนำกลับได้ใช้ซิลเวอร์ในอัตราส่วนเดียวกับซิลเวอร์รีเอเจนต์เกรด ในการเติมลงไปในกรดซัลฟิวริค

2. หาค่าซีโอดีโดยใช้วิธีรีฟลักซ์แบบปิด และรีฟลักซ์แบบเปิด ตาม " Standard Method for the Examination of Water and Wastewater "(APHA, AWWA and WPCF, 1989) โดยแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้ซิลเวอร์รีเอเจนต์เกรด และชุดที่สองใช้ซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับ เพื่อนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพของซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับ

3. น้ำตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ค่าซีโอดี ได้แก่

สารละลายมาตรฐาน กลูโคส ค่าซีโอดี 100 มก./ล. จำนวน 3 ตัวอย่าง

สารละลายมาตรฐาน กลูโคส ค่าซีโอดี 300 มก./ล. จำนวน 3 ตัวอย่าง

สารละลายมาตรฐาน กลูโคส ค่าซีโอดี 500 มก./ล. จำนวน 3 ตัวอย่าง

น้ำเสียจากโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 3 ตัวอย่าง

น้ำเสียจากรางระบายน้ำเสีย คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 3 ตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. การคิดค่าใช้จ่าย โดยแบ่งเป็น

1.1 ค่าใช้จ่ายจากการจัดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นระบบที่มีการบำบัดเป็นคราวๆแบบไม่ต่อเนื่อง (batch process) โดยขนาดของระบบหาได้จากปริมาณน้ำเสียที่ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลของแต่ละห้องปฏิบัติการ

1.2 ค่าใช้จ่ายจากการดำเนินงาน โดยพิจารณาค่าบำรุงรักษา ค่าสารเคมี ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าแรงงาน ค่าบำบัดกากตะกอน และดอกเบี้ย

1.3 ค่าขนส่งน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการมายังศูนย์บำบัดน้ำเสีย ซึ่งกำหนดให้ศูนย์บำบัดน้ำเสียอยู่ที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การคิดรายรับ โดยพิจารณาจากอัตราที่ห้องปฏิบัติการสามารถยอมรับได้

3. การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ โดยการหาอัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) มูลค่าเทียบปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) เพื่อหาความเหมาะสมในการเลือกใช้อัตราค่าบำบัดน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย