บทที่ 3

แผนการทดลองและการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์

1. ถังปฏิกิริยาพลาสติกใสขนาดบรรจุ 15 ลิตร
2. เครื่องเป่าอากาศและหัวกระจายอากาศ
3. น้ำเสียสังเคราะห์
4. ตะกอนจุลชีพที่สมบูรณ์แข็งแรงและตกตะกอนได้ดี สำหรับใช้ในการเริ่มต้นระบบ จากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนดินแดง

3.1.2 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสีย

1. เครื่องวัดพีเอช รุ่น 744pHmeter ยี่ห้อ metrohm
2. โถทำแห้ง
3. ตู้อบที่ปรับอุณหภูมิได้ 103-105 องศาเซลเซียส
4. ตาชั่งละเอียด
5. กระดาษกรอง GF/C 0.45 ไมครอน เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 ซม.
6. ชุดกรองใช้กรวยกรองแบบบุชเนอร์
7. ฟอยล์อลูมิเนียม
8. ปากคีบ
9. เตาเผาแบบอุณหภูมิสูงที่ปรับอุณหภูมิได้ 550 ± 50 องศาเซลเซียส
10. กรวยอิมฮอฟฟ์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
11. บิวเรต
12. ขวดรูปกรวยขนาด 125 มิลลิลิตร
13. สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.1 N
14. สารละลายกรดซัลฟุริก
15. สารละลายเฟอร์โรอินดิเคเตอร์

16. สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไฮโดรเจนพธาเลต

17. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.1 N

18. กล้องจุลทรรศน์

19. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน รุ่น JSM – 5410LV ยี่ห้อ JEOL

3.1.3 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอน

ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอน สำหรับการทดลองนี้จะวัดเป็นความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน (Initial settling velocity) สารที่ใช้ในการดำเนินการทดลองต้องเป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ กับจุลชีพและน้ำเสีย มีขนาดอนุภาคเล็กแต่มีน้ำหนัก มีความสามารถที่จะเป็นเป้าสัมผัสให้แบคทีเรียเกาะตัว ซึ่งที่นี้จะใช้คำว่าวัสดุช่วยตกตะกอน (ballasting agent) โดยเป็นสารที่หาได้ง่ายทั่วไปตามท้องตลาด มีราคาถูก และมีความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สารที่นำมาใช้ได้แก่

1. ทาล, Talc หรือ Talcum (กรมควบคุมมลพิษ, ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์, 2544)

ทาล หรือ หินสบู่ มีสูตรทางเคมีคือ $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ มีลักษณะเป็นผงสีขาวถึงเทาอ่อน ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 18 ไมครอน ความถ่วงจำเพาะ 2.7-2.8 มีพีเอช 9.5 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส โดยเลือกซื้อทาลชนิด Purified Talc B.P. จากบริษัท วิทยาศรม จำกัด ซึ่งนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนนำมาหยิบใช้

2. ถ่านกัมมันต์ชนิดผง, Activated Carbon (บริษัท Carbokarn จำกัด, ม.ป.ป.)

ถ่านกัมมันต์ ชนิดผง ทำจากกะลามะพร้าว มีลักษณะเป็นผงสีดำ ขนาดเฉลี่ยประมาณ 44 ไมครอน ความถ่วงจำเพาะ 2.2 มีพีเอช 9 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ 800 มิลลิกรัมต่อกรัม และมีพื้นที่ผิว 800 ตารางเมตรต่อกรัม

3.1.4 น้ำเสียสังเคราะห์

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียสังเคราะห์ (Synthetic Wastewater) โดยใช้น้ำตาลทรายเป็นแหล่งสารอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon) ใช้ยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจน และมีธาตุต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ซึ่งมีส่วนประกอบดังได้แสดงในตารางที่ 3.1

เมื่อนำน้ำเสียสังเคราะห์ไปวิเคราะห์หาค่าซีโอดี ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสพบว่ามีค่าดังนี้

COD	550	มิลลิกรัม/ลิตร
TKN	35	มิลลิกรัม/ลิตร
Total-P	6	มิลลิกรัม/ลิตร
pH	7.3	
COD : N : P	100 : 6.36 : 1.09	

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในงานวิจัย

ส่วนประกอบ	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร)
น้ำตาลทราย	500
ยูเรีย	75
$NaHCO_3$	60
$CaCl_2.2H_2O$	20
$FeCl_3.6H_2O$	5
K_2HPO_4	10
$MgSO_4.7H_2O$	3

ที่มา: สุรไชย ทักษิณวราจาร, 2526

3.2 การดำเนินการทดลอง

การวิจัยนี้ ดำเนินการ ณ ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยกำหนดแผนการวิจัยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

การทดลองแบ่งออกเป็นการทดลองย่อยดังนี้

1. การทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพของการตกตะกอนด้วยวัสดุช่วยตกตะกอนที่มีชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการตกตะกอนด้วยวัสดุช่วยตกตะกอน ในแง่ของการออกแบบ

3.3 ส่วนประกอบและการติดตั้งถังปฏิกิริยา

ในการทดลองของงานวิจัยนี้ใช้ระบบเอเอสแบบ Conventional Activated Sludge ถังปฏิกิริยาที่ใช้เป็นแบบต่อเนื่องที่มีการเวียนตะกอนกลับ

3.3.1 ถังปฏิกิริยา

ใช้ถังปฏิกิริยาเป็นพลาสติกใสมีขีดบอกปริมาตรสำหรับการเลี้ยงตะกอนจุลชีพร่วมกับวัสดุช่วยตกตะกอนขนาด 15 ลิตร 4 ถัง ติดตั้งหัวเติมอากาศครบทุกถัง

3.3.2 เครื่องสูบน้ำเสีย

เป็นเครื่องสูบน้ำแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Pump) โดยมีอัตราการสูบที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ และตั้งอัตราการสูบไว้ที่ 13.6 ลิตรต่อวัน

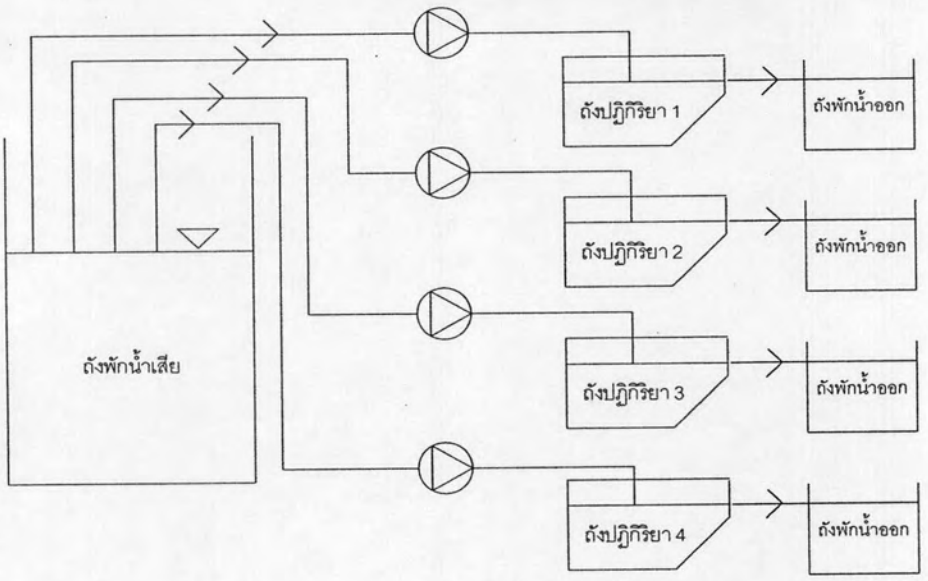
3.3.3 ถังพักน้ำเสียเข้าระบบ

เป็นถังพลาสติกมีปริมาตร 80 ลิตร สามารถเก็บน้ำเสียไว้ได้อย่างน้อย 1 วัน และมีขีดบอกปริมาตรน้ำทุกๆ 1 ลิตร เพื่อใช้ในการตรวจสอบอัตราการสูบน้ำเสียเข้าสู่ระบบ

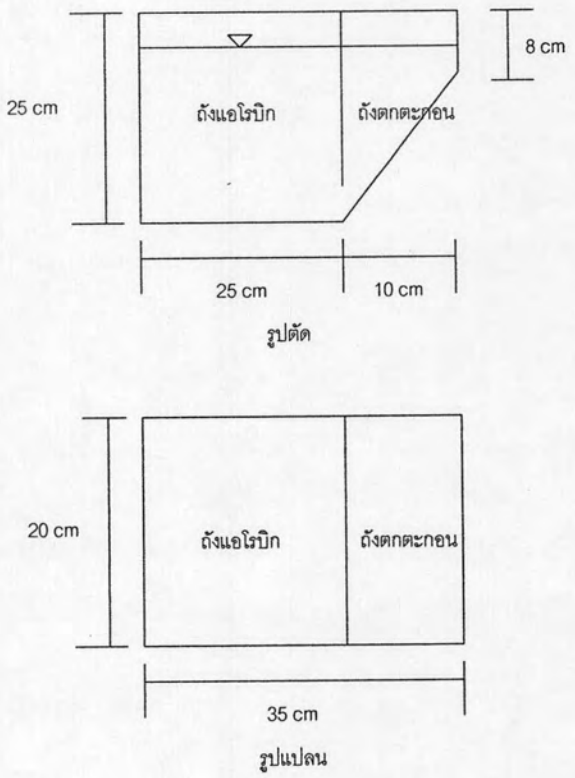
3.3.4 ถังพักน้ำออก

เป็นถังพลาสติกมีปริมาตร 20 ลิตร 4 ถัง สามารถเก็บน้ำออกไว้ได้อย่างน้อย 1 วัน และมีขีดบอกปริมาตรน้ำทุกๆ 1 ลิตร เพื่อใช้ในการตรวจสอบอัตราการสูบน้ำเสียออก

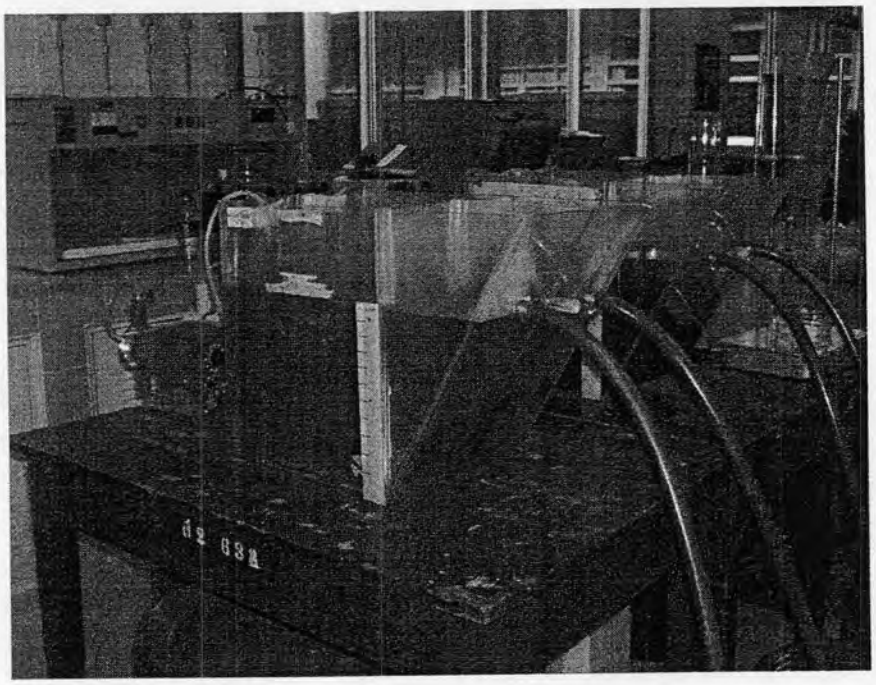
พลสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



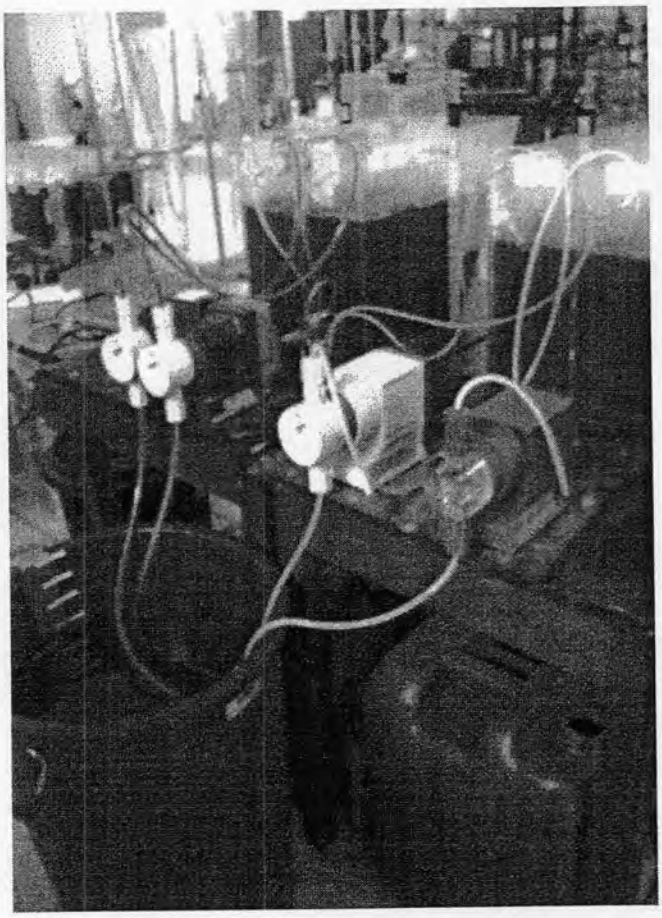
รูปที่ 3.1 การติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่ 3.2 รายละเอียดของถังปฏิกิริยา



รูปที่ 3.3 การวางถังปฏิกิริยาในการทดลอง



รูปที่ 3.4 การวางเครื่องสูบน้ำเสีย และถังพักน้ำเสียเข้าระบบ

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพของการตกตะกอนด้วยวัสดุช่วยตกตะกอนที่มีชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

3.4.1.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองตอนที่ 1

ตัวแปรอิสระ	ค่าที่ใช้ในการทดลอง
1. ชนิดของวัสดุช่วยตกตะกอน	- ตามชุดของการทดลอง
2. ความเข้มข้นของวัสดุช่วยตกตะกอนแต่ละชนิด	- ตามชุดของการทดลอง
ตัวแปรควบคุม	ค่าที่ใช้ในการทดลอง
1. อัตราการไหลของน้ำเสียสังเคราะห์	- 68 ลิตรต่อวัน
2. ความเข้มข้นของน้ำเสียในรูปซีโอดี	- 550 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. เวลากักน้ำ	- 17.56 ชั่วโมง
4. อายุสลัดจ์	- 10 วัน
ตัวแปรตาม	การวิเคราะห์
1. ซีโอดี	- Dichromate Close Reflux Method (AWWA 508 A.)
2. เอ็มแอลเอสเอส	- Total residual dried at 103 -105 C (AWWA 209 D.)
3. เอ็มแอลวีเอสเอส	- Total Volatile and Fixed residual at 500 C (AWWA 209 D.)
4. พีเอช	- Electronic pH meter with glass electrode method (AWWA 423.)
6. เอสวี30	- Settle Volume Method (AWWA 213 B.)
7. เอสวีไอ	- Settle Volume Method (AWWA 213 C.)
8. ลักษณะการเกาะตัวของตะกอนกับวัสดุ ช่วยตกตะกอน	- ส่องกล้องจุลทรรศน์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำการถ่ายรูปเก็บข้อมูล

ในงานวิจัยตอนที่ 1 การทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพของการตกตะกอนด้วยวัสดุช่วยตกตะกอนที่มีชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน มีตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษาเพียง 2 ตัวคือ ชนิดและปริมาณของวัสดุช่วยตกตะกอน แผนการทดลองทั้งหมดจึงเป็นการเปลี่ยนชนิดและความเข้มข้นของวัสดุช่วยตกตะกอน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ดังนี้

- การทดลองชุดที่ 1

ใช้ทาลเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพและใส่ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ค่า ใน 3 ถังปฏิกิริยาคือ 20%, 50%, 80% (W/W) และถังที่ใช้ควบคุมเปรียบเทียบไม่ใส่ทาล (0% W/W)

- การทดลองชุดที่ 2

ใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดผงเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพและใส่ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ค่า ใน 3 ถังปฏิกิริยาคือ 20%, 50%, 80% (W/W) และถังที่ใช้ควบคุมเปรียบเทียบไม่ใส่ถ่านกัมมันต์ชนิดผง (0% W/W)

3.4.1.2 รายละเอียดการทดลองตอนที่ 1

การทดลองในตอนที่ 1 นี้ เพื่อตอบสมมติฐานสำคัญคือ

1. การใส่วัสดุช่วยตกตะกอน จะสามารถช่วยให้การตกตะกอนดีขึ้น โดยวัสดุช่วยตกตะกอนที่มีน้ำหนักจะเป็นเป้าสัมผัสซึ่งรวบรวมเอาฟล็อกของตะกอนจุลชีพ มารวมตัวกันให้เกิดเป็นฟล็อกจุลชีพที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนัก สามารถตกตะกอนได้เร็วขึ้น

2. การใส่วัสดุช่วยตกตะกอนที่มีชนิดแตกต่างกันจะสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการตกตะกอนได้ว่า วัสดุช่วยตกตะกอนชนิดใดที่มีความสามารถช่วยในการตกตะกอนได้สูงสุดและรองลงมาตามลำดับ

3. การใส่วัสดุช่วยตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน เพื่อทำการเปรียบเทียบว่า ที่ความเข้มข้นต่างกัน ยิ่งใส่วัสดุช่วยตกตะกอนที่ความเข้มข้นสูง จะยิ่งสามารถช่วยให้ตกตะกอนได้ดีขึ้น โดยจะใช้ค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน (ISV) เป็นหลักในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการตกตะกอน

การทดลองศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการตกตะกอนด้วยวัสดุช่วยตกตะกอนที่มีชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ดำเนินการ ดังนี้

1. เริ่มการเลี้ยงตะกอนจุลชีพจาก หัวเชื้อจากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนดินแดง ซึ่งมีลักษณะที่คงตัว สามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้โดยไม่ต้องทำการเริ่มเดินระบบใหม่ (start up)

2. เดินระบบโดยใช้ถังปฏิกิริยาทั้งหมด 4 ถัง คือ ใช้สำหรับการเติมปริมาณวัสดุช่วยตกตะกอนตามชุดการทดลอง 3 ถัง และถังสำหรับเปรียบเทียบ โดยเป็นถังปฏิกิริยาที่ไม่มีการเติมวัสดุช่วยตกตะกอน แต่เติมน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากันกับทุกๆ ถัง เพื่อใช้ในการเทียบลักษณะตะกอนจุลชีพ ลักษณะตะกอน และความเร็วในการตกตะกอน

3. ทำการเติมวัสดุช่วยตกตะกอนในชนิด และปริมาณตามชุดการทดลอง ตั้งแต่วันแรกที่มีการเดินระบบ

4. ทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว เพื่อวัตถุประสงค์สำคัญ คือ

- เพื่อพิสูจน์ความเข้ากันได้ของฟล็อกจุลชีพกับวัสดุช่วยตกตะกอนโดยการวัดค่าซีโอดี, เอ็มแอลเอสเอส, เอ็มแอลวีเอสเอส, พีเอช, เอสวี30, เอสวีไอ และทำการส่องกล้องจุลทรรศน์และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เพื่อสังเกตลักษณะการเกาะตัวกันของฟล็อกกับวัสดุช่วยตกตะกอน

- เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการตกตะกอน โดยการวัดค่า เอ็มแอลเอสเอส, เอสวี30, เอสวีไอ และความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน ซึ่งจะให้ความสำคัญกับการวัดค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน (ISV) ในการบ่งชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการตกตะกอนได้อย่างชัดเจน โดยจะทำการวัดค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอนทุกๆ 10 วันนับจากวันที่มีการเริ่มต้นเดินระบบ

3.4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการตกตะกอนด้วยวัสดุช่วยตกตะกอนในแง่ของการออกแบบ

3.4.2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรอิสระ

Settling flux จากการเติมทาล

จากการเติมถ่านกัมมันต์ชนิดผง

จากเกณฑ์การออกแบบถังตกตะกอนในโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนดินแดง

ตัวแปรควบคุม

อัตราเร็วของสลัดจ์ที่ระบายออกจากก้นถังตกตะกอน

ตัวแปรตาม

ขนาดของถังตกตะกอน

3.4.2.2 รายละเอียดการทดลองตอนที่ 2

ในการทดลองตอนที่ 2 นี้ เป็นการทดลองเพื่อคำนวณขนาดของถังตกตะกอนขั้นที่ 2 ด้วยวิธีโซลิตฟลักซ์ ดังที่เคยกล่าววิธีการออกแบบไว้ในหัวข้อ 2.2.4 และคำนวณด้วยอัตราน้ำล้นผิว (Surface Loading Rate) ตลอดจนการคำนวณตรวจสอบด้วยอัตราภาระของแข็ง (Solids Loading Rate)

ทำการออกแบบโดยใช้ค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน จากการทดลองตอนที่ 1 ทั้ง 3 ชุดการทดลอง มาคำนวณหาค่า Settling flux, G_g จากนั้นนำไปหาปริมาตรของถังตกตะกอน และเปรียบเทียบกับกับปริมาตรของถังตกตะกอนที่ไม่ได้มีการเติมวัสดุช่วยตกตะกอน

3.4.3 การเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอสที่ใช้ในการทดลอง

3.4.3.1 การเริ่มเดินระบบ (Start up)

ระบบเอเอสจะสามารถทำงานได้ดี มีประสิทธิภาพสูง จะต้องมีการเริ่มเดินระบบ (Start up) ที่ถูกต้อง การเริ่มต้นเดินระบบในงานวิจัยนี้ใช้หัวเชื้อ (Seed) ที่มาจาก โรงบำบัดน้ำเสียชุมชนดินแดง ซึ่งเป็นโรงบำบัดที่เก็บน้ำเสียมาใช้และยังเป็นระบบการบำบัดแบบเอเอสเหมือนกัน โดยตำแหน่งที่เก็บหัวเชื้อ (Seed) มาใช้คือ ก๊อกเก็บตัวอย่าง ที่ท่อหมุนเวียนตะกอนของโรงบำบัด

การเริ่มเดินระบบมีขั้นตอนวิธีทำดังนี้

1. นำหัวเชื้อที่เก็บมาตรวจสอบด้วยการส่องกล้องจุลทรรศน์ คัดเลือกหัวเชื้อที่จะนำมาใช้กับระบบให้มีลักษณะที่ดีคือ มีลักษณะการตกตะกอนที่ดี ไม่มีจุลชีพแบบเส้นใย เป็นต้น

2. หาปริมาณตะกอนแขวนลอยในรูปเอ็มแอลเอสเอส หรือเอ็มแอลวีเอสเอสของหัวเชื้อที่เก็บมา

3. คำนวณหาปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ต้องการในระบบจากสมการที่ 4.1 ซึ่งจะได้ปริมาณตะกอนแขวนลอยโดยประมาณในระบบ แล้วใส่หัวเชื้อเข้าสู่ระบบตามปริมาณตะกอนแขวนลอยในระบบ ที่คำนวณได้ ทั้งนี้สมการที่ 4.1 มีดังนี้

$$\frac{F}{M} = \frac{S}{(X\tau)} \qquad (4.1)$$

เมื่อ F / M คือ ค่าอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ในระบบ, ต่อวัน

S คือ ซีโอดีที่เข้าสู่ระบบ, มิลลิกรัมต่อลิตร

X คือ ค่าตะกอนแขวนลอยในระบบ, มิลลิกรัมต่อลิตร

τ คือ เวลากักน้ำของระบบ, วัน

4. ใส่น้ำเสียที่เตรียมไว้เข้าสู่ระบบ แล้วเริ่มเดินระบบแบบต่อเนื่อง (Continuous)

3.4.3.2 การเริ่มเดินระบบแบบต่อเนื่อง

จะเริ่มเดินระบบต่อเนื่องต่อจากการเริ่มเดินระบบ โดยใช้เครื่องสูบน้ำเสียสูบน้ำเสียอย่างต่อเนื่องถังละ 13.6 ลิตรต่อวัน รวมเป็น 54.4 ลิตรต่อวัน และมีการหมุนเวียนตะกอนแขวนลอยด้วยอัตราถังละ 1 ลิตรต่อวัน รวมเป็น 4 ลิตรต่อวัน ซึ่งในการเดินระบบแบบต่อเนื่องต้องทำการดูแลรักษาและควบคุมอายุตะกอนของระบบด้วย ทั้งนี้การดูแลรักษาและควบคุมอายุตะกอนของระบบ จะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

3.4.3.3 การดูแลรักษาและควบคุมระบบ

การดูแลรักษาระบบนั้น ประกอบด้วยการดูแลรักษาความสะอาดของถังปฏิกิริยาตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่สะอาด เพื่อป้องกันมิให้เชื้อชนิดอื่นๆ เช่น เชื้อรา เกิดขึ้นภายในระบบ เนื่องจากเชื้ออื่นๆ เหล่านี้ อาจขัดขวางการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ในระบบได้ นอกจากนี้ยังต้องรักษาความสะอาดในถังปฏิกิริยาไม่ให้มีเมือกจุลินทรีย์ (Slime) เกาะติดอยู่ข้างถังปฏิกิริยา ใบพัด หัวเติมอากาศ และภายในท่อตะกอนหมุนเวียน โดยใช้แปรงขัดที่บริเวณถังปฏิกิริยา หัวเติมอากาศ 1-2 ครั้งทุกๆ วัน

นอกจากในถังปฏิกิริยาและท่อตะกอนหมุนเวียนแล้ว ภายในถังพักน้ำเสียต้องล้างถังทุกๆ ครั้งที่มีการเติมน้ำเสียใหม่ เพื่อป้องกันการตกค้างของตะกอนชิ้นใหญ่ นอกจากนี้ท่อสูบน้ำเสียจะต้องเปลี่ยนทุกๆ 4-7 วัน เช่นเดียวกับท่อตะกอนหมุนเวียน

การควบคุมระบบนั้น ประกอบด้วยการควบคุมหลายๆ ด้าน ดังต่อไปนี้

1. การควบคุมการไหล

อัตราการไหลที่ต้องควบคุมประกอบด้วย อัตราการไหลเข้าสู่ระบบของน้ำเสียและอัตราการหมุนเวียนตะกอน ซึ่งเท่ากับ 13.6 ลิตรต่อวัน และ 1 ลิตรต่อวัน ตามลำดับ การควบคุมอัตรา

การไหลของน้ำเสีย ทำได้โดยการสังเกตอัตราการลดลงของน้ำเสียในถังพักน้ำเสียเทียบกับเวลา 1 วัน ว่าได้ 13.6 ลิตรตามที่ตั้งเครื่องสูบน้ำไว้หรือไม่ ถ้าอัตราการไหลลดลงผิดไปจาก 13.6 ลิตรมาก ให้ทำการตั้งเครื่องสูบน้ำใหม่

2. การควบคุมอายุสลัดจ์

การควบคุมอายุสลัดจ์ให้ได้ 10 วันตามที่กำหนดไว้นั้น สำคัญต่อระบบมาก วิธีควบคุมอายุสลัดจ์ ทำได้โดยการระบายน้ำและตะกอนแขวนลอยออกจากถังปฏิกิริยาโดยตรง ปริมาณน้ำและตะกอนแขวนลอยที่ทิ้งออกในแต่ละวันสามารถคำนวณได้ดังนี้

สูตร $$F_w = \frac{\left(XV/\left(\theta_C - F_0 X_e\right)\right)}{\left(X - X_e\right)} \qquad (4.2)$$

เมื่อ F_w = ปริมาณของน้ำและตะกอนแขวนลอยที่ทิ้งออกจากระบบ, ลิตรต่อวัน

F_0 = อัตราการสูบน้ำเสียเข้าสู่ระบบ, ลิตรต่อวัน

θ_C = ค่าอายุสลัดจ์ เท่ากับ 10 วัน

X = ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในระบบ, มก./ล.

X_e = ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่หลุดไปกับน้ำออก, มก./ล.

V = ปริมาตรรวมของทั้งปฏิกิริยา, ลิตร

จากสมการที่ 4.2 เห็นได้ว่า ถ้า X_e มีค่าน้อยมากๆ เมื่อเทียบกับ X สมการ 4.2 จะสามารถลดรูปเป็นอย่างง่ายได้ดังนี้

$$F_w = \frac{XV/\theta_C}{X}$$

$$= \frac{V}{\theta_C} \qquad (4.3)$$

และโดยที่ปริมาตร เท่ากับ 40 ลิตร และอายุสลัดจ์เท่ากับ 10 วัน ดังนั้น F_w จะได้เท่ากับ 1 ลิตรต่อวัน ดังนั้นการควบคุมอายุตะกอนของระบบ จึงทำได้โดยการระบายน้ำออกจากถังปฏิกิริยาโดยตรง 1 ลิตรต่อวัน

3.4.4 การวัดค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอนในงานวิจัยชิ้นนี้

การหาค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน (ISV) ของงานวิจัยนี้ ทำการทดลองด้วยกระบอกตวงปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร มีขีดบอกระยะทางของการตกตะกอน ซึ่งจะมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. คำนวณปริมาณความเข้มข้นของสลัดจ์ที่อยู่ในรูปเอ็มแอลเอสเอส ทั้งหมดในถังปฏิกิริยา เพื่อเตรียมไว้สำหรับคำนวณความเข้มข้นของสลัดจ์ที่จะใช้ในการวัดค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน

2. นำค่าความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังปฏิกิริยา มาคำนวณเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของสลัดจ์ที่ต้องการใช้ด้วยการเทียบบัญญัติไตรยาง เพื่อทำการแปรเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของสลัดจ์เป็นหลายความเข้มข้น เช่น 1,000, 2,000, และ 3ม000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น เพื่อที่ให้ได้ค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอนที่จะสามารถเห็นการตกตะกอนแบบแบ่งชั้นได้อย่างชัดเจน และมีความเข้มข้นที่เหมาะสมไม่สูงมากเกินความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังปฏิกิริยา

3. เตรียมสลัดจ์ตามปริมาตรที่คำนวณไว้ แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรรวมครบ 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นจึงเทลงสู่กระบอกตวง

4. ทิ้งให้ตะกอนสลัดจ์มีลักษณะที่นิ่ง แล้วจึงเริ่มจับเวลา วัดระยะทางที่ตกตะกอนจากขีดบอกระยะ โดยเริ่มสังเกตจากลักษณะที่เกิดชั้นสลัดจ์กับชั้นน้ำใส (Interface) แยกชั้นกัน ทำการบันทึกเวลาเมื่อชั้นน้ำใสเคลื่อนลงมาถึงขีดบอกระยะตามระยะต่างๆ ที่ได้ขีดเส้นไว้ จนกระทั่งการตกตะกอนแบบแบ่งชั้นจบลง หรือสลัดจ์ไม่สามารถตกตะกอนได้อีก แล้วจึงนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟเปรียบเทียบระหว่างระยะทางกับเวลาของการตกตะกอน

5. จากกราฟที่ได้ ทำการวิเคราะห์ค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน โดยที่การตกตะกอนในช่วงแรกของการทดลองจะมีค่าความเร็วที่สูงและคงที่ ซึ่งจะมีลักษณะของเส้นกราฟเป็นเส้นตรง ค่าความชันของกราฟในช่วงแรกดังกล่าวก็คือค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน หรือ ISV