การบำรุงรักษาระบบกำจัดตะกอนแบบ Aerobic digestion ของโรงงานปรับปรุงคุณภาพน้ำทุ่งสองห้อง 2

ทัศนี สุชินพงศ์ *

การบำรุงรักษาระบบกำจัดตะกอน (sludge disposal) หมายถึงการควบคุม ดูแล ติดตาม ตรวจสอบ สภาพการทำงานของระบบกำจัดตะกอน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดปัญหา แล้วจัดการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ระบบกำจัดตะกอนสามารถเดินระบบได้อย่างต่อเนื่อง ราบรื่น และมีประสิทธิภาพ การที่จะให้ระบบกำจัดตะกอนสามารถเดินระบบได้อย่างต่อเนื่องและราบรื่นก็ต้องมีการบำรุงรักษาระบบกำจัดตะกอน ส่วนการที่จะให้ระบบกำจัดตะกอนสามารถเดินระบบได้อย่างมี ประสิทธิภาพและมีสัมฤทธิผลคือ ใช้งานได้ตามเป้าหมายนั้น ผู้ควบคุมดูแลระบบกำจัดตะกอนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการเดินระบบกำจัดตะกอน

ดังนั้นการติดตาม ควบคุม ดูแล ตรวจสอบ สภาพการทำงานของระบบกำจัดตะกอนสามารถสังเกตได้จาก

การสังเกตทางกายภาพ (การสังเกตด้วยตา) คือการดู สี กลิ่น ฟอง ลักษณะการเติมอากาศ ลักษณะของตะกอน ความเข้มข้นของตะกอน และการตกตะกอน เป็นต้น

การสังเกตทางเคมี (การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ) คือการวิเคราะห์หา ออกซิเจนละลายน้ำ (DO), ของแข็งแขวนลอย (SS), pH, Temperature และระยะเวลาเก็บกัก เป็นต้น

ตะกอนหรือตะกอนจุลินทรีย์ (Sludge) เป็นส่วนที่จมตัวลงในถังตกตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสีย ตะกอนนี้มีความสำคัญอยู่ในตัวของมันเอง เพราะมีผลกระทบต่อการทำงานของระบบบำบัดทางชีววิทยาทุกประเภทและเมื่อมีการผลิตตะกอนออกมาแล้วก็ต้องมีมาตรการในการกำจัดตะกอนนี้ออกจากระบบฯ ต่อไป

ลักษณะและปริมาณของตะกอน ตะกอนที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียจะมีส่วนประกอบของของแข็งประมาณร้อยละ 0.25-12 ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการกำจัดตะกอน ในการบำบัดน้ำเสียเพื่อแยกเอาส่วนของของแข็งและสารอินทรีย์ออกจากน้ำเสียก่อนปล่อยน้ำหลังผ่านระบบบำบัดทิ้งไป ตะกอนส่วนที่ได้จำเป็นต้องมีการกำจัด จึงควรที่จะทราบลักษณะของตะกอนที่จะกำจัดด้วย

ลักษณะของตะกอน

- ตะกอนจากถังตกตะกอนขั้นแรก (Primary Sedimentation) จะมีสีเทา เป็นเมือก มีกลิ่นเหม็นมาก สามารถย่อยสลายได้โดยง่าย

- ตะกอนจากการใช้สารเคมี (Chemical-precipitation) มักจะมีสีดำหรือสีแดง ถ้ามีเหล็กอยู่มากเป็นเมือกวุ้น มีกลิ่นเหม็น หากทิ้งไว้จะย่อยสลายอย่างช้า ๆ และมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

- ตะกอนจากการย่อยสลายแบบใช้อากาศ (Digested Aerobic Sludge) มีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นเหม็นของการหมัก แยกตัวจากน้ำได้ง่าย

- ตะกอนจากถังย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ (Digested Anaerobic Sludge) มีสีน้ำตาลแก่ปนดำจนถึงสีดำ มี gas มาก หากย่อยสลายจนเต็มที่แล้วจะมีกลิ่นเพียงจาง ๆ คล้ายกลิ่นยาง แยกตัวจากน้ำได้ง่าย

- ตะกอนกระตุ้น (Activated Sludge) มีสีน้ำตาลจับรวมตัวกันเป็นก้อน ไม่มีกลิ่น ถ้าเป็นสีดำแสดงว่าจะกลายสภาพเป็นสภาวะไร้ออกซิเจน แต่หากเป็นสีน้ำตาลอ่อน ๆ แสดงว่าระบบมีการเติมอากาศน้อยไป ซึ่งจะมีแนวโน้มว่าของแข็งจะตกตะกอนช้า ๆ

- ตะกอนจากถังเกรอะ (Septage) มีสีดำ มีกลิ่นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และก๊าซอื่นๆ

* วิศวกรสุขาภิบาล 7 ว หัวหน้ากลุ่มงานปฏิบัติการ 3 (หนองแขม) สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ

หลักการกำจัดตะกอน

การกำจัดตะกอนนับว่าเป็นปัญหาที่ค่อนข้างยุ่งยากในระบบบำบัดน้ำเสีย ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง และอาจส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรงได้ หากไม่ได้รับการบำบัดอย่างถูกวิธี วัตถุประสงค์หลักของการกำจัดตะกอน ได้แก่ การลดปริมาณน้ำและสารอินทรีย์ในตะกอน ก่อนที่จะทำการกำจัดในขั้นสุดท้าย เช่น การฝังกลบ ดังนั้นการกำจัดตะกอนจึงมีขั้นตอนต่อไปนี้

การทำให้สารอินทรีย์เปลี่ยนสภาพ (Sludge Stabilization)

เนื่องจากตะกอนซึ่งมีสารอินทรีย์ที่เน่าเปื่อยและย่อยสลายได้จะส่งกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารังเกียจ การทำให้ตะกอนสารอินทรีย์เปลี่ยนสภาพเป็นสารที่ไม่ย่อยสลายต่อไปอีก มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- ลดเชื้อโรค
- กำจัดกลิ่น
- ยับยั้งและลดการเน่าเปื่อยของตะกอน

กรรมวิธีที่ใช้ในการทำให้สารอินทรีย์เปลี่ยนสภาพเป็นสารที่ไม่ย่อยสลายต่อไปอีก ได้แก่

- การออกซิไดซ์ด้วยคลอรีน
- การเปลี่ยนสภาพด้วยปูนขาว
- การใช้ความร้อน
- การย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ
- การย่อยสลายแบบใช้อากาศ

การทำให้ตะกอนแห้ง (Sludge Dewatering) คือ การทำให้ตะกอนแห้งหรือเป็นการดึงน้ำออกจากตะกอนจนกระทั่งมีลักษณะเป็นกากของแข็งเป็นแผ่นหรือเรียกว่า Sludge Cake ซึ่งจะมีความชื้นอยู่เพียง 70-80% เท่านั้น ต่อจากนั้นจึงนำ Sludge Cake ไปกำจัด โดยวิธีการฝัง เผา หรือทำปุ๋ยต่อไป การทำให้ตะกอนแห้งมีหลายวิธี คือ

การใช้ลานตากตะกอน (Sand Drying Bed)

การใช้เครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum Filtation)

การใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugation)

การใช้เครื่องกรองใช้แรงอัด (Filter Press)

การใช้เครื่องรีดตะกอน (Belt Press)

การกำจัดตะกอนขั้นสุดท้าย (Ultimate Sludge Disposal)

ขั้นตอนสุดท้ายในการกำจัดตะกอน ก็คือการกำจัดกากตะกอนที่เหลืออยู่ ซึ่งขบวนการกำจัดตะกอนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

การนำไปปรับปรุงคุณภาพดิน (Soil Conditioning)

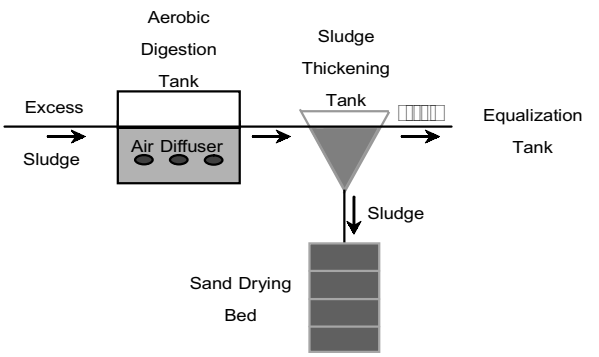
การฝังกลบ (Land Filling)

การเผา (Incineration)

การหมักทำปุ๋ย (Composting)

การบำรุงรักษาระบบกำจัดตะกอนของโรงงานปรับปรุงคุณภาพน้ำทุ่งสองห้อง 2

โรงงานปรับปรุงคุณภาพน้ำทุ่งสองห้อง 2 มีระบบกำจัดตะกอนเป็นแบบ Aerobic Digestion และมีลานตากตะกอนในการทำให้ตะกอนแห้ง (Sludge Dewatering) ดังภาพที่ 1 Flow diagram แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบกำจัดตะกอนแบบ Aerobic Digestion ซึ่งประกอบด้วยหน่วยบำบัดย่อยหลายๆ หน่วยต่อเนื่องกัน คือ



ภาพที่ 1

Flow diagram แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบกำจัดตะกอนแบบ Aerobic Digestion

1. Aerobic Digestion Tank (บ่อย่อยสลายตะกอนแบบใช้อากาศ)

การย่อยสลายตะกอนแบบใช้อากาศ (Aerobic Digestion) ตะกอนจะถูกนำมาหมักและย่อยสลายโดย bacteria ชนิดที่ใช้ออกซิเจน ดังนั้น บ่อหมักชนิดนี้จะต้องมีการเติมอากาศอยู่ตลอดเวลา ดังแสดงในภาพที่ 2 Aerobic Digestion Tank ระบบนี้จึงคล้ายคลึงกับการบำบัดน้ำเสียโดยระบบ activated sludge ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบชนิดนี้จะค่อนข้างสูง เนื่องจากเสียค่าไฟฟ้าสำหรับการเดินเครื่องเติมอากาศ แต่มีข้อดีคือ

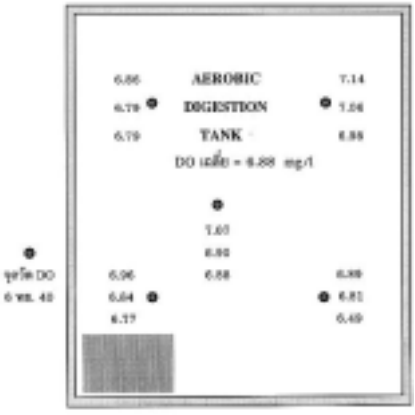
- ระบบนี้จะไม่มีกลิ่นเหม็น
- การลดของตะกอนระเหยใกล้เคียงกับวิธีไม่ใช้อากาศ
- สารภายหลังการเปลี่ยนสภาพจะไม่มีกลิ่น และคล้ายฮิวมัสทำให้การทิ้งง่าย
- ค่า BOD ในน้ำใสส่วนบนมีค่าต่ำกว่า
- ตะกอนที่ได้มีลักษณะสมบัติที่เหมาะต่อการแยกน้ำออกต่อไป
- คืนสภาพคุณสมบัติของการเป็นสารปรับสภาพดินของตะกอน
- ปัญหาในการเดินระบบน้อยกว่า และค่าลงทุนระดับต่ำ

ภาพที่ 2 Aerobic Digestion Tank

เนื่องจากบ่อ Aerobic Digestion จะต้องมีการเติมอากาศตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทุกวัน เพื่ออาศัย bacteria ชนิดที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายตะกอน ดังนั้นการย่อยสลายตะกอนจะเกิดขึ้นได้ดี มีประสิทธิภาพจะต้องมีระบบเติมอากาศที่ดี

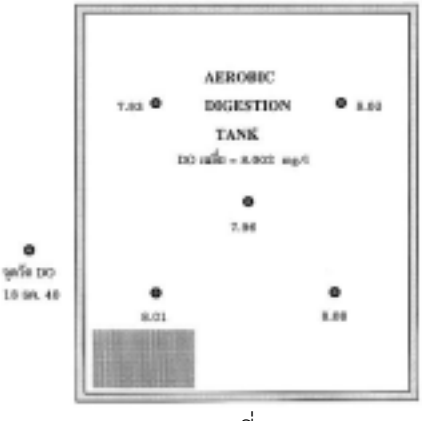
การตรวจสอบ และการบำรุงรักษาระบบเติมอากาศของ Air Diffuser ใน Aerobic Digestion Tank

การตรวจสอบระบบเติมอากาศอาศัยการวัด Dissolved Oxygen (DO) ด้วยเครื่อง DO-meter โดยวัด 5 จุด และแต่ละจุดวัด 3 ระดับ คือที่ระดับก้นบ่อ ระดับครึ่งบ่อ และระดับต่ำกว่าระดับผิวน้ำ 50 เซนติเมตร ทำการตรวจวัด DO ทุกสัปดาห์ ผลการตรวจวัด DO ในแต่ละจุด ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งแสดงถึง ประสิทธิภาพของ Air Diffuser ที่มีความสามารถ ในการให้ออกซิเจนได้ทั่ว ตลอดทั้งบ่อ (Complete mix) และให้ปริมาณออกซิเจนได้มากเกินพอ DO เฉลี่ย 6.88 mg/l ซึ่งตามปกติ DO = 1-3 mg/l ก็เพียงพอแล้ว เพื่อเป็นการประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าจึงลดการใช้ไฟฟ้าลงด้วยการเปิด Air Diffuser เพียงด้านเดียว (ในบ่อ Aerobic Digestion Tank นั้นมี Air Diffuser ทั้งหมด 6 หัว โดยมีด้านละ 3 หัว) ผลการตรวจวัด DO ในแต่ละจุด ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งยังคงให้ออกซิเจนได้ทั่วตลอดทั้งบ่อ (Complete mix) ให้ DO เฉลี่ย 8.0 mg/l เพื่อเป็นการบำรุงรักษา Air Diffuser และ Air Pump 2 ตัว จึงได้กำหนดเป็นหลักเกณฑ์ ในการควบคุมการทำงานของ Air Diffuser แก่เจ้าหน้าที่ โดยให้เปิด Air Diffuser สลับด้านทุกวัน และเปิด Air Pump ตัวละ 12 ชั่วโมงสลับกัน เนื่องจากระบบเติมอากาศจะต้องเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ทุกวัน



ภาพที่ 3

แสดงจุดวัด DO ในบ่อ Aerobic Digestion (Sludge Digestion Tank) โดยวัด 5 จุด และแต่ละจุดวัด 3 ระดับ คือที่ระดับก้นบ่อ ระดับครึ่งบ่อและระดับต่ำกว่าระดับผิวน้ำ 50 เซนติเมตร เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2540



ภาพที่ 4

แสดงจุดวัด DO ในบ่อ Aerobic Digestion ซึ่งเปิด Air Diffuser เพียงด้านเดียว (3 หัว) เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2540

2. Sludge Thickening Tank (บ่อเพิ่มความเข้มข้นของตะกอน)

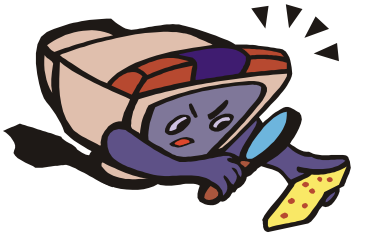
การเพิ่มความเข้มข้นของตะกอน (Sludge Thickening) คือการทำให้ตะกอนมีปริมาตรน้อยลง โดยการแยกน้ำออก เช่น การทำให้ตะกอนเดิมมีความเข้มข้นของของแข็งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้จะสามารถลดปริมาตรของตะกอนลงได้ ซึ่งจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนของการทำให้ตะกอนแห้ง ดังแสดงในภาพที่ 5 Sludge Thickening Tank (บ่อเพิ่มความเข้มข้นของตะกอน)

ภาพที่ 5

Sludge Thickening Tank (บ่อเพิ่มความเข้มข้นของตะกอน)

3. ลานตากตะกอน (Sand Drying Bed)

ลานตากตะกอน ดังแสดงในภาพที่ 6 ลานตากตะกอน (Sand Drying Bed) ใช้ในการแยกน้ำจากตะกอนที่ย่อยสลายแล้ว ตะกอนจะถูกปล่อยเข้าในลานตากตะกอนหนา 20-30 เซนติเมตร จำนวน 2 ลานต่อครั้ง แล้วปล่อยให้แห้งซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 อาทิตย์ เมื่อแห้งแล้วตักตะกอนแห้งออกไปทิ้ง หรือใช้เป็นตัวปรับสภาพดิน หรือนำไปฝังกลบ หรือนำไปหมักทำปุ๋ย



การจะสังเกตดูว่าเมื่อใดจะเริ่มต้นสูบตะกอนเข้าสู่ลานตากตะกอนให้ทำการตรวจสอบโดยการตักน้ำตะกอนใน aerobic digestion tank จำนวน 1 ลิตร ใส่กรวยอิมฮอฟใบหนึ่งแล้วตั้งปล่อยทิ้งไว้บนที่ตั้งกรวย 30 นาที จะมีตะกอนบางส่วนเกาะรวมตัวกันตกลงสู่พื้นปลายแหลมของกรวย อ่านปริมาณตะกอนนั้น จากขีดแบ่งปริมาณที่ผิวกรวย ถ้าปริมาณตะกอนเกิน 400 มิลลิลิตร ก็แสดงว่าเริ่มสูบตะกอนบางส่วนจาก sludge thickener tank เข้าสู่ลานตากตะกอนได้ ทั้งนี้ตะกอนจะต้องมีสภาพรวมตัวเกาะกันได้ดี แต่ถ้าตะกอนในกรวยเบาและไม่จับตัวกันตกลงสู่พื้น จะถือว่ามีปริมาณตะกอนเกิน 400 มิลลิลิตรไม่ได้ และจะรีบสูบตะกอนบางส่วนเข้าสู่ลานตากตะกอนไม่ได้ ในทางตรงกันข้ามกลับแสดงให้เห็นว่าระบบทำงานได้ไม่ดี อาจเกิดปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งที่จำเป็นจะต้องดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยด่วน

ภาพที่ 6

ลานตากตะกอน (Sand Drying Bed)