การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง

(Activated Sludge Process)

กลุ่มงานสารสนเทศสิ่งแวดล้อม
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11(นครราชสีมา)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูง ในการบำบัดน้ำเสียที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ ปัจจุบันมีการใช้บำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆเป็นจำนวนมาก และใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนบางแห่ง น้ำเสียจากโรงพยาบาล และอารสถานประกอบการต่างๆ เช่น โรงแรม ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น โดยใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายความสกปรกในน้ำเสีย ซึ่งต้องมีการควบคุมสภาวะที่เหมาะสมให้กับแบคทีเรียแบบใช้อากาศ ในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งให้มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น มีพารามิเตอร์ที่สำคัญในการควบคุมระบบดังนี้

1) ค่าอัตราส่วนอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ในระบบ(Food-to Microorganism ratios :F/M Ratios)

2)ระยะเวลาที่น้ำเสียอยู่ในถังเติมอากาศ (Hydroulic retention time,HRT)

3) อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Volumetric Loading ,VL)

4) อายุตะกอน

5) การควบคุมอัตราการทิ้งตะกอนส่วนเกิน

6. การตรวจสอบที่เห็นได้

1)วิธีควบคุมค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์

ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศที่จะทำงานได้ดีนั้น ต้องมีปริมาณอาหาร(สารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ)ที่พอเหมาะ ซึ่งจะควบคุมได้โดยการรักษาอัตราส่วนของน้ำหนักบีโอดีที่เข้าสู่ระบบต่อน้ำหนักของตะกอนจุลินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของตะกอนแขวนลอย((Mixed Liquor Suspended Solids: MLSS) หรือตะกอนแขวนลอยระเหย ((Mixed Liquor Volatile Suspended Solids: MLVSS)ให้มีค่าคงที่ตามที่ต้องการ และเรียกค่าที่ใช้ควบคุมนี้ว่า อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์(Food to Microorganism Ratio,:F/M) ซึ่งค่าF/M ratio สำหรับระบบตะกอนเร่งโดยทั่วไปมีค่าอยู่**ในช่วง 0.2-0.4 ต่อวัน**

$$\text{อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์} = \frac{\text{น้ำหนักของสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบต่อวัน}}{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ}}$$

$$= \frac{\text{น้ำหนักของบีโอดีที่เข้าระบบ (กิโลกรัม/วัน)}}{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ(กิโลกรัม)}}$$

$$= \frac{\text{BOD X Flow}}{\text{MLSS X V}}$$

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นของบีโอดี(มก./ล) ที่เข้าระบบx อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลบม./วัน)}}{\text{ปริมาตรถังเติมอากาศ(ลบม.) x ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ(MLSS)(มก./ล)}}$$

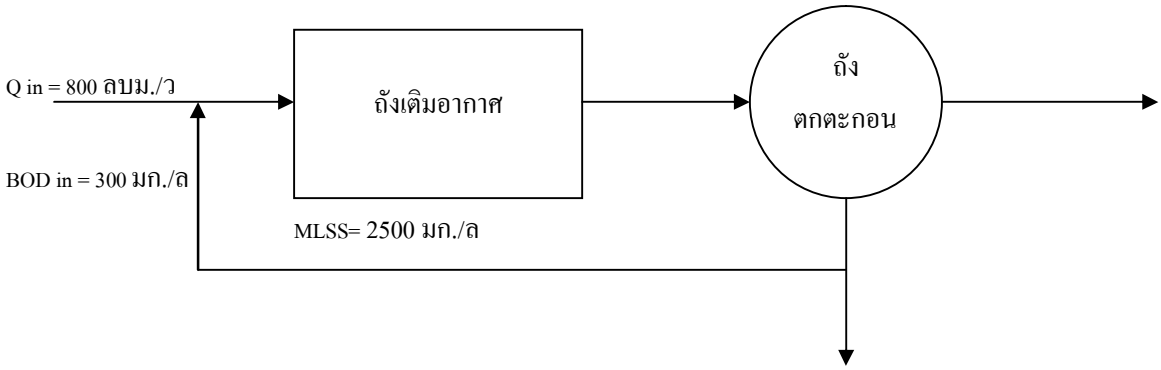
ตัวอย่างที่ 1 ให้คำนวณค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ตามข้อมูลต่อไปนี้

อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 800 ลบ.ม./วัน

ความเข้มข้นของบีโอดีที่เข้าสู่ระบบ เท่ากับ 300 มก./ล.

ค่าความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ(MLSS) เท่ากับ 2500 มก./ล

ปริมาตรถังเติมอากาศ เท่ากับ = 400 ลบม.



$$\text{อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์} = \frac{\text{น้ำหนักของสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบต่อวัน}}{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ}}$$

$$= \frac{\text{บีโอดี(มก./ล) x อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลบม./วัน)}}{\text{ปริมาตรถังเติมอากาศ(ลบม.) X ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ(MLSS)(มก./ล)}}$$

น้ำหนักของสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบต่อวันเท่ากับ = 800 ลบม./ว. x 300 มก./ล.x $\frac{1 \text{ กก.}}{10^6 \text{ มก.}}$ X $\frac{10^3 \text{ ล.}}{\text{ลบม.}}$

= 240 กก./ว

น้ำหนักของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ = 400 ลบม. x 2500 มก./ล x $\frac{1 \text{ กก.}}{10^6 \text{ มก.}}$ X $\frac{10^3 \text{ ล.}}{\text{ลบม.}}$ = 1,000 กก.

ดังนั้น F/M ratio = $\frac{240 \text{ กก./ว}}{1000 \text{ กก.}}$ = $\frac{0.24 \text{ กก. บีโอดี}}{\text{กก.MLSS -วัน}}$

หมายเหตุ การคำนวณค่า F/M ratio สามารถใช้ได้ทั้งค่า MLSS และ MLVSS โดย MLVSS/ MLSS หมายถึง อัตราส่วนของน้ำหนักจุลินทรีย์ต่อน้ำหนักของของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ โดยมีค่าประมาณ 0.8 ขึ้นกับผู้ออกแบบระบบจะกำหนดเป็นค่า MLVSS หรือ MLSS

2. ระยะเวลากักพักน้ำ (Hydraulic retention time ,HRT) ขนาดของถังเติมอากาศจะมีผลต่อระยะเวลากักพักน้ำ ระบบที่มีระยะเวลากักพักน้ำที่เหมาะสมจะช่วยให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้จนถึงที่สุด ถ้ามีระยะเวลากักพักน้ำสั้นเกินไป จะทำให้ค่าบีโอดีในน้ำทิ้งมีค่าสูง และหากระยะเวลากักพักน้ำมีระยะเวลานานเกินไป จะเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเติมอากาศ ค่าที่เหมาะสม **อยู่ในช่วง 6-12 ชั่วโมง** มีค่าเท่ากับ ปริมาตรของถังเติมอากาศ หารด้วยปริมาณของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบต่อวัน

$$HRT = \frac{\text{ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบม.)}}{\text{ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบต่อวัน(ลบม.วัน)}}$$

ตัวอย่างที่ 2 จากตัวอย่างที่ 1 ค่า HRT เท่ากับ $\frac{400 \text{ ลบม.}}{800 \text{ ลบม./วัน}} \times \frac{24 \text{ ชม.}}{\text{วัน}} = 12 \text{ ชม.}$

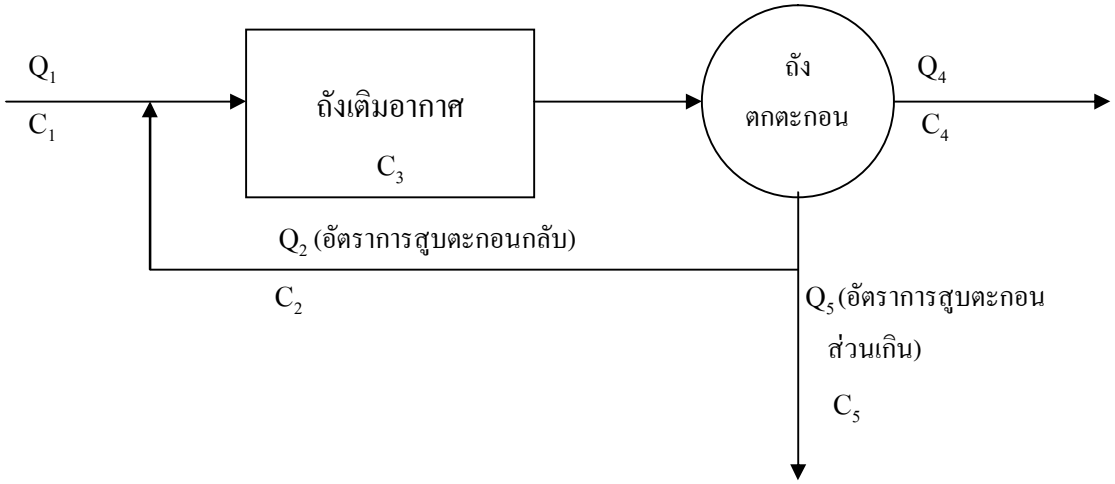
3. อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Volumetric Loading ,VL) หมายถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบต่อปริมาตรของถังเติมอากาศ โดยมีค่าที่เหมาะสมอยู่**ในช่วง 0.3-0.6 กก.บีโอดี/วัน/ลบม.**

$$\text{อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์} = \frac{\text{น้ำหนักของสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบ (กก./วัน)}}{\text{ปริมาตรของถังเติมอากาศ}}$$

ตัวอย่างที่ 3 จากตัวอย่างที่ 1 อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ = $\frac{240 \text{ กก/ว.}}{400 \text{ ลบม.}} = 0.6 \text{ กก.บีโอดี/วัน/ลบม.}$

4. อายุตะกอน หมายถึง ระยะเวลาที่จุลินทรีย์อยู่ในถังเติมอากาศ(Mean Cell Residence Time) สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนน้ำหนักของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศต่อน้ำหนักของแข็งแขวนลอยที่ระบายออกจากระบบในแต่ละวัน **ค่าอายุตะกอนควรมีค่าอยู่ในช่วง 5-15 วัน** ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{อายุตะกอน (วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ (กก.)}}{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยที่ออกจากระบบต่อวัน(กก./วัน}}$$



ค่าอายุตะกอน = $\frac{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ (กก.)}}{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยในท่อสูบตะกอนทิ้ง + ค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งจากระบบ}}$

$= \frac{C3 \times V}{(C5 \times Q5)+(C4 \times Q4)}$

โดย

C_3 = MLSS ในถังเติมอากาศ

V = ปริมาตรถังเติมอากาศ

C_1 = ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่เข้าระบบ

Q_1 = อัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบ

C_2 = ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยในท่อสูบตะกอนกลับ

Q_2 = อัตราการสูบตะกอนกลับ

Q_4 = อัตราไหลของน้ำทิ้งจากระบบ

C_5 = ความเข้าข้นของตะกอนส่วนเกิน

Q_5 = อัตราการสูบตะกอนส่วนเกิน

ตัวอย่างที่ 4 จงคำนวณค่าอายุตะกอนจากข้อมูลต่อไปนี้

อัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบ เท่ากับ	1,500 ลบ.ม./วัน(Q_1 และ Q_4)
ค่า MLSS ในถังเติมอากาศเท่ากับ	3,000 มก./ล.(C_3)
ค่า SS ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ เท่ากับ	30 มก./ล.(C_4)
ค่า SS ในท่อสูบตะกอนกลับ เท่ากับ	10,000 มก./ล.(C_2 และ C_5)
อัตราการสูบตะกอนกลับเท่ากับ	200 ลบ.ม.(Q_2)
อัตราการสูบตะกอนส่วนเกินไปทิ้งเท่ากับ	20 ลบ.ม./วัน(Q_5)
ปริมาตรถังเติมอากาศเท่ากับ	700 ลบ.ม.(V)

อายุตะกอน (วัน) = $\frac{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ (กก.)}}{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยที่ออกจากระบบต่อวัน(กก./วัน}}$

$= \frac{C_3 \times V}{(C_5 \times Q_5)+(C_4 \times Q_4)}$

อายุตะกอน (วัน) = $\frac{3{,}000 \text{ มก./ล. X } 700 \text{ ลบ.ม.}}{(10{,}000 \text{ มก./ล. X20 ลบ.ม./วัน})+(30 \text{ มก./ล.X1,500 ลบ.ม./วัน})}$

$$= \frac{3{,}000 \times 700}{(10{,}000 \times 20) + (30 \times 1{,}500)}$$

เท่ากับ 8.57 วัน

ดังนั้น อายุตะกอนเท่ากับ 9 วัน

5) การควบคุมอัตราการทิ้งตะกอน

การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์หรือตะกอนส่วนเกินของระบบสามารถคำนวณได้หลายวิธี

(1) คำนวณจากอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์

(2) คำนวณจากค่าอายุตะกอน

(3) คำนวณจากดุลมวลสาร(Mass Balance)

(1)การคำนวณจากอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ โดยท่าไประบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งในแต่ละแห่งผู้ออกแบบจะกำหนดค่าที่เหมาะสมไว้ ซึ่งสามารถคำนวณกลับหาค่า MLSS ได้ จากสูตร

F/M Ratios = BOD X Flow / MLSS X V

ดังนั้น MLSS = = BOD X Flow / F/M ratios X V

-กรณีพบว่า ค่า MLSS จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า ค่า MLSS ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอย (SS.)ในถังเติมอากาศ แสดงว่ามีสลัดจ์ หรือตะกอนส่วนเกิน

--กรณีพบว่า ค่า MLSS จากการคำนวณมีค่ามกกว่า ค่า MLSS ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอย (SS.)ในถังเติมอากาศ แสดงว่าไม่มีตะกอนส่วนเกิน โดยคำนวณได้ดังนี้

น้ำหนักตะกอนส่วนเกิน(กก.) = ผลต่าง MLSS X ปริมาตรถังเติมอากาศ

ถ้าต้องการคำนวณปริมาณของตะกอนส่วนเกินจากน้ำหนักดังกล่าวจะคำนวณได้จาก

$$\text{ปริมาณตะกอนส่วนเกิน} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนส่วนเกิน}}{\text{ความเข้มข้นของตะกอนในท่อสูบกลับ}}$$

ตัวอย่างที่ 5 จงคำนวณค่าอายุตะกอนจากข้อมูลต่อไปนี้

กำหนดค่า F/M เท่ากับ	0.2 กก.บีโอดี/กก.MLSS-วัน)
ค่า MLSS ในถังเติมอากาศเท่ากับ	2,500 มก./ล.
อัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบ เท่ากับ	1,000 ลบ.ม./วัน
ความเข้มข้นของบีโอดีที่เข้าสู่ระบบ เท่ากับ	200 มก./ล.
ค่า SS ในท่อสูบตะกอนกลับ เท่ากับ	10,000 มก./ล.
ปริมาตรถังเติมอากาศเท่ากับ	500 ลบ.ม.(V)

วิธีคำนวณ $F/M = \frac{\text{ค่าบีโอดีที่เข้าสู่ระบบต่อวัน}}{}$

ค่าของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ

$$0.2 = \frac{200 \text{ มก./ล x } 1000 \text{ ลบม./วัน}}{\text{MLSS (มก./ล.)x } 500 \text{ ลบ.ม.}}$$

ดังนั้น $$\text{MLSS (มก./ล.)} = \frac{200 \times 1000}{0.2 \times 500} = 2000 \text{ มก./ล}$$

จากโจทย์ค่า MLSS ในถังเติมอากาศ เท่ากับ 2500 มก./ล

ผลต่าง MLSS เท่ากับ 2500-2000 = 500 มก/ล

ดังนั้น น้ำหนักของ MLSS ที่ต้องทิ้ง = 500 มก/ล . x 500 ลบม./วัน x $\frac{\text{กก.}}{10^6 \text{ มก.}}$ X $\frac{10^3 \text{ ล.}}{\text{ลบม.}}$

= 250 กก.

ปริมาตรตะกอนที่ต้องทิ้ง $= \frac{250 \text{ กก.}}{\text{ค่า SS ในท่อสูบตะกอนกลับ}}$

เท่ากับ $\frac{250 \text{ กก.}}{10{,}000 \text{ มก./ล.}} \times \frac{10^6 \text{มก.}}{\text{กก.}} \text{ X } \frac{\text{ลบม.}}{10^3 \text{ ล.}} = 25 \text{ ลบม.}$

(2) คำนวณจากอายุตะกอน

จากสูตร ค่าอายุตะกอน $= \frac{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ (กก.)}}{\text{น้ำหนักของของแข็งแขวนลอยที่ออกจากระบบต่อวัน}}$

$= \frac{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ (กก.)}}{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยในท่อสูบตะกอนทิ้ง + ค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งจากระบบ}}$

ดังนั้น น้ำหนักของแข็งแขวนลอยที่ออกจากระบบต่อวัน = $\frac{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ}}{\text{อายุตะกอน}}$

น้ำหนักตะกอนส่วนเกิน = น้ำหนักของแข็งแขวนลอยที่ออกจากระบบ – ค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้ง

ปริมาณตะกอนส่วนเกิน $= \frac{\text{น้ำหนักตะกอนส่วนเกิน}}{\text{ความเข้มข้นตะกอนส่วนเกิน}}$

ตัวอย่างที่ 6 จงคำนวณปริมาณตะกอนส่วนเกินจากข้อมูลต่อไปนี้

ค่าอายุตะกอนเท่ากับ	10 วัน
อัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบ เท่ากับ	1,000 ลบ.ม./วัน
ค่า MLSS ในถังเติมอากาศเท่ากับ	2,500 มก./ล.

ค่า SS ตะกอนส่วนเกินในท่อสูบตะกอนกลับ เท่ากับ 10,000 มก./ล.

ค่า SS ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ เท่ากับ 30 มก./ล.

ปริมาตรถังเติมอากาศเท่ากับ 500 ลบ.ม.

$$\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอย(SS)ที่ออกจากระบบต่อวัน} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอย(SS)ในถังเติมอากาศ}}{\text{อายุตะกอน}}$$

$$\text{เท่ากับ} \quad \frac{2500 \text{ มก./ล X500 ลบม.}}{10 \text{ วัน}} \times \frac{\text{กก.}}{10^6 \text{ มก.}} \times \frac{10^3 \text{ ล.}}{\text{ลบม.}} = 125 \text{ กก./วัน}$$

น้ำหนักตะกอนส่วนเกิน = น้ำหนัก SS ออกจากระบบ – น้ำหนัก SSในน้ำทิ้งจากระบบ

$$= 125 \text{ กก./วัน} - \left(30 \text{ มก./ล} \times 1000 \text{ ลบม./วัน} \times \frac{\text{กก.}}{10^6 \text{ มก.}} \times \frac{10^3 \text{ ล.}}{\text{ลบม.}}\right)$$

$$= 125\text{-}30 \text{ กก./วัน} = 95 \text{ กก./วัน}$$

$$\text{ปริมาณตะกอนส่วนเกิน} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนส่วนเกิน}}{\text{ความเข้มข้นตะกอนส่วนเกิน}}$$

$$= \frac{95 \text{ กก./วัน}}{10000 \text{ มก./ล.}} \times \frac{10^6 \text{ มก.}}{\text{กก}} \times \frac{\text{ลบม}}{10^3 \text{ ล}} = 9.5 \text{ ลบม./วัน}$$

ดังนั้น ปริมาณตะกอนส่วนเกิน เท่ากับ 9.5 ลบ.ม./วัน

(3) คำนวณจากดุลมวลสาร

-ดุลมวลสารในถังเติมอากาศ

จากภาพ สมการดุลมวลสารในถังเติมอากาศ

มวลสารที่ออกจากถังเติมอากาศ = มวลสารทั้งหมดที่เข้าสู่ถังเติมอากาศ

$$(C_3 X Q_3) = (C_2 X Q_2) + (C_1 X Q_1)$$

โดย

C_1 = ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ

C_3 = ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกจากถังเติมอากาศ

Q_1 = ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ

Q_3 = อันตราน้ำล้นจากถังเติมอากาศ(Q_1+ Q_2)

C_2 = ความเข้มข้นของแขวนลอยในท่อสูบกลับ

Q_2 = อัตราการสูบตะกอนกลับไปยังถังเติมอากาศ

ตัวอย่างที่ 7 จงคำนวณอัตราการสูบตะกอนกลับจากข้อมูลต่อไปนี้

ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ	เท่ากับ 200 มก./ล.
MLSS ในถังถังเติมอากาศ	เท่ากับ 2,500 มก./ล
อัตราไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ	เท่ากับ 1,000 ลบม./วัน
ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยในท่อสูบกลับ	เท่ากับ 10,000 มก./ล
ปริมาตรถังเติมอากาศ	เท่ากับ 500 ลบ.ม.

จากสูตร $(C_3 X Q_3) = (C_2 X Q_2) + (C_1 X Q_1)$

แทนค่า 2500 มก./ล.X(1,000 ลบ.ม./วัน+Q_2) =(200 มก./ล. X 1,000 ลบม./วัน)+(10,000 มก./ล.X Q_2)

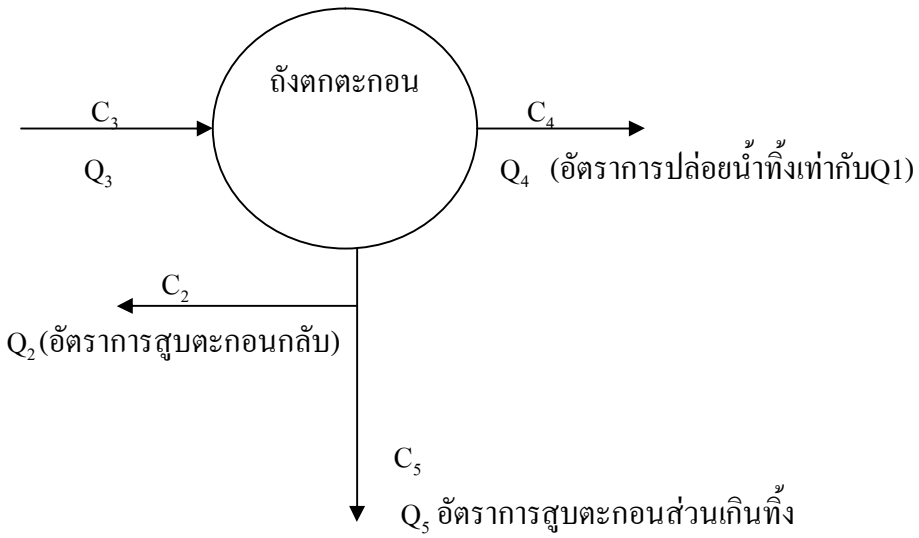
$$2.5\,(1000+Q_2) = 200 + 10Q2$$

$$7.5Q_2 = 2300$$

$$Q_2 = 306.67 \text{ ลบม./วัน}$$

ดังนั้น อัตราการสูบตะกอนกลับมายังถังเติมอากาศเท่ากับ 307 ลบม./วัน

-ดุลมวลสารในถังตกตะกอน



จากภาพ มวลสารที่ เข้าสู่ถังตกตะกอน = มวลสารทั้งหมดที่ออกจากถังตกตะกอน

$$(C_3 X Q_3) = (C_4 X Q_4) + (C_2 X Q_2) + (C_5 X Q_5)$$

โดย

C3 = ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกจากถังเติมอากาศซึ่ง= MLSS ในถังเติมอากาศ

Q_3 = อันตราน้ำล้นจากถังเติมอากาศ(Q_1+ Q_2)

C_4 = ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย(SS)ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ

Q_4 = ปริมาณน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ เท่ากับน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ (Q_1)

C_2 = ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยในท่อสูบกลับ

Q_2 = อัตราการสูบตะกอนกลับไปยังถังเติมอากาศ

C_5 = ความเข้มข้นของตะกอนส่วนเกินที่ระบายทิ้งจากระบบ

Q_3 = อัตราการสูบตะกอนส่วนเกิน

ตัวอย่างที่ 8 จงคำนวณอัตราการสูบตะกอนส่วนเกินจากข้อมูลต่อไปนี้

MLSS ในถังถังเติมอากาศ	เท่ากับ 2,500 มก./ล
SS ในน้ำปล่อยทิ้ง	เท่ากับ 30 มก./ล.
อัตราไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ	เท่ากับ 1,000 ลบม./วัน
ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยในท่อสูบกลับ	เท่ากับ 10,000 มก./ล
อัตราการสูบตะกอนกลับถังเติมอากาศ	เท่ากับ 307 ลบ.ม./วัน

วิธีทำ

$C_3 X Q_3$ = (2500 มก./ล.)x((Q_1+ Q_2) ลบ.ม./วัน

= (2500 มก./ล.)x(1,000 ลบม./วัน+ 307 ลบ.ม./วัน)

= 3,268 กก./วัน

$C_4 X Q_4$ = เท่ากับ 30 มก./ล.x Q1

= 30 มก./ล.x 1,000 ลบม./วัน

= 30 กก./วัน

$C_2 X Q_2$ = 10,000 มก./ล x 307 ลบ.ม./วัน

= 3,070 กก./วัน

$C_5 X Q_5$ = (10,000 มก./ล x Q_5)

จากสมการดุลมวลสารในถังตกตะกอน

$(C_3 X Q_3) = (C_4 X Q_4) + (C_2 X Q_2) + (C_5 X Q_5)$

แทนค่า 3,268 กก./วัน = 30 กก./วัน+ 3,070 กก./วัน +(10,000 มก./ล x Q_5)

$$Q5 = \frac{168 \text{ กก./วัน}}{10{,}000 \text{ มก./ล}} \times \frac{10^6 \text{ มก.}}{\text{กก.}} \times \frac{\text{ลบ.ม.}}{10^3 \text{ ล.}}$$

= 17 ลบม./วัน

จากตัวอย่างที่ 5-8 พบว่าอาจคำนวณอัตราการทิ้งตะกอนส่วนเกินของระบบตะกอนเร่งได้ 3 วิธีคือ คำนวณจากอัตาส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์(F/M) หรือคำนวณจากค่าอายุตะกอน รวมทั้งคำนวณจากดุลมวลสาร

ข้อเสนอแนะในการพิจารณาอัตราการทิ้งตะกอนส่วนเกิน ควรคำนวณจากดุลมวลสารซึ่งจะครอบคลุมถึงส่วนที่ได้หมุนเวียนตะกอนกลับไปแล้ว

6. การตรวจสอบดัชนีปริมาตรตะกอน(Sludge Volume index) เป็นค่าที่ใช้ในการวัดการตกตะกอนในระบบเอเอส คำนวณได้จากอัตราส่วนของปริมาตรตะกอนซึ่งตกตะกอนจากตัวอย่าง 1000 มิลลิลิตร ในเวลา 30 นาที หารด้วยความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย โดยมีหน่วย มล/ก สามารถเขียนเป็นสมการดังนี้

$$\text{ดัชนีปริมาตรตะกอน} = \frac{\text{ปริมาตรตะกอนที่ตกตะกอนในเวลา 30 นาที(มล./ล.)}}{\text{ความเข้มข้นของตะกอน(ก./ล.)}}$$

ตัวอย่างที่ 9 จากการนำน้ำจากถังเติมอากาศในระบบตะกอนเร่ง ปริมาณ 1000 มล. ใส่กรวยอิมฮอฟฟ์ ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที มีปริมาณของตะกอนเท่ากับ 300 มล. และเมื่อนำค่ามาวิเคราะห์ค่าความเข้าข้นของ SS เท่ากับ 2500 มก./ล. จงคำนวณดัชนีปริมาตรของตะกอน

$$\text{วิธีทำ ปริมาตรตะกอน} = \frac{300 \text{ มล./ล}}{2500 \text{ มก./ล}} \times \frac{10^3 \text{ มก.}}{\text{ก.}} = 120 \text{ มล/ก.}$$

โดยปกติ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งมีค่าดัชนีปริมาตรตะกอนอยู่ระหว่าง 80-120 มล./ก ถ้าค่าเกิน 200 มล./ก. จะตกตะกอนไม่ดี ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากแบคทีเรียแบบเส้นใยเกิดขึ้นในถังเติมอากาศ ต้องมีการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ควรมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-8.5

7. การตรวจสอบที่เห็นได้

7.1 สี สีของตะกอนเร่งในถังเติมอากาศควรเป็นสีน้ำน้ำตาลเข้มคล้ายสีของชอคโกแลต ถ้าตะกอนมีสีดำคล้ำ อาจมีการเติมอากาศไม่เพียงพอ ระดับของDO ในถังเติมอากาศไม่ควรน้อยกว่า 2.0 มก./ล.

7.2 กลิ่น ระบบที่ได้รับการดูแลที่ถูกต้องจะไม่มีกลิ่นเหม็น จะมีเพียงกลิ่นอับๆ ถ้าตะกอนมีสีดำ และมีกิลิ่นเน่าอาจเกิดจากการเติมอากาศไม่เพียงพอ

7.3 ฟอง ถ้าเกิดฟองสีขาวที่ผิวน้ำในบ่อเติมอากาศ แสดงว่า ค่าตะกอนแขวนลอย(MLSS) ในบ่อเติมอากาศอาจน้อยเกินไป ควรต้องปรับอัตราการสูบตะกอนกลับเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้ามีฟองสีน้ำตาลมากแสดงว่าค่าอายุตะกอนมีอายุมากเกินไป ต้องนำตะกอนส่วนเกินไปทิ้งให้มากขึ้น

7.4 ค่าความเข้มข้นของของแข็งแวนลอยในถังเติมอากาศ(Mixed Liquor e Suspended Solids: MLSS) โดยทั่วไปมีค่าอยู่ในช่วง 1500-3000 มก./ล

7.5 อัตราการสูบตะกอนกลับเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบจะอยู่ในช่วง ร้อยละ 15-75

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม สุวิทย์ ชุมนุมศิริวัฒน์ ตำราบำบัดมลพิษทางน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สุรพล สายพานิช พื้นฐานการควบคุมการทำงานของกระบวนการตะกอนเร่ง