

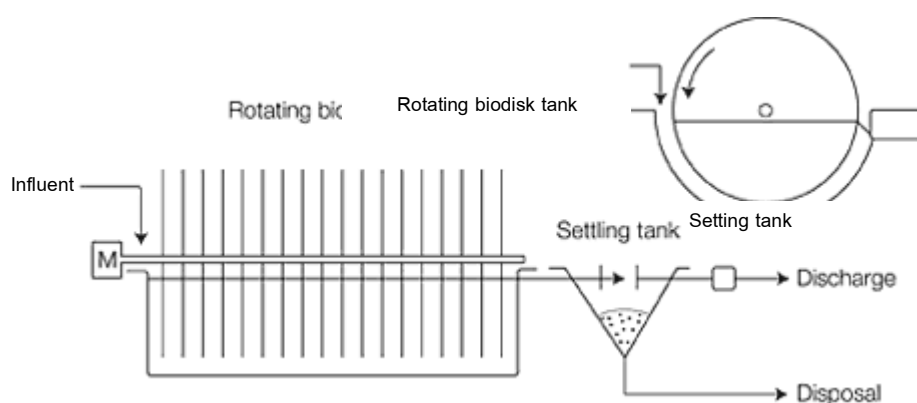
บทที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ

1.1 หลักการทำงาน

ระบบจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้จุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนแบบฟิล์มชีวภาพ ประกอบด้วย แผ่นจานรูปทรงกลมที่ขนานกันหลายๆ อัน ยึดติดตั้งฉากอยู่ด้วยแกนหมุน ณ จุดกึ่งกลางของจาน ส่วนประกอบทั้งหมดวางอยู่ในถังที่มีแกนหมุนซึ่งอยู่เหนือระดับน้ำในถังเล็กน้อย โดยมีส่วนของจานจมน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 40 จุลินทรีย์จะขยายพันธุ์และเกาะอยู่บนผิวของแผ่นจานที่หมุนอยู่ การหมุนของแกนหมุนทำให้จุลินทรีย์สัมผัสน้ำเสียและเกิดการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย การกำจัดสารอินทรีย์ส่งผลให้ฟิล์มชีวภาพบนแผ่นจานหมุนมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันการหมุนของแผ่นจานจะทำให้เกิดแรงเฉือนและทำให้ฟิล์มชีวภาพหลุดออกจากแผ่นจาน ดังนั้น การหมุนของแผ่นจานจึงเป็นทั้งการสร้างฟิล์มชีวภาพและการลดความหนาของฟิล์มไปด้วยกัน นอกจากนี้ การหมุนของแผ่นจานขึ้นมาเหนือผิวน้ำยังเป็นการถ่ายเทออกซิเจนในอากาศจากภายนอกเข้าไปสู่ระบบอีกด้วย

1.2 ส่วนประกอบของระบบ

ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ จะประกอบด้วย แผ่นจานรูปทรงกลมที่ขนานกันหลายๆ อัน ยึดติดตั้งฉากอยู่ด้วยแกนหมุน ณ จุดกึ่งกลางของแผ่นจาน ส่วนประกอบทั้งหมดวางอยู่ในถังที่มีแกนหมุน ดังภาพประกอบ



1.3 เกณฑ์การออกแบบ

เกณฑ์การออกแบบระบบ สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบระบบให้ทำงานตามเป้าหมายที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ได้ เกณฑ์การออกแบบระบบประกอบด้วยเกณฑ์ของส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1.3.1 อัตราการไหลของน้ำเสีย

ตารางแสดงอัตราการไหลออกแบบสำหรับกระบวนการต่างๆของระบบบำบัดน้ำเสีย

หน่วยกระบวนการ	ค่าอัตราการไหล	
	ออกแบบ	ตรวจสอบ
1. รางน้ำหรือท่อน้ำระหว่างหน่วยกระบวนการ	Qmax.h	Qmin.h
2. หน่วยกระบวนการขึ้นเตรียมการ	Qmax.h	Qmin.h
3. บ่อผันน้ำ บ่อปรับสภาพหรือบ่อแบ่งน้ำ	Qmax.h	Qmin.h
4. หน่วยกระบวนการขึ้นต้น	Qmax.d	Qmax.h
5. บ่อเติมอากาศสำหรับระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ	Qmax.d	-
6. บ่อดักตะกอน	Qmax.d	Qmax.h
7. หน่วยกระบวนการฆ่าเชื้อโรค (บ่อสัมผัสคลอรีน)	Qmax.h	Qmin.h

หมายเหตุ: Qmin.h หมายถึง อัตราการไหลรายชั่วโมงต่ำสุด

Qmax.h หมายถึง อัตราการไหลรายชั่วโมงสูงสุด

Qmax.d หมายถึง อัตราการไหลรายวันสูงสุด

1.3.2 ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ

ตารางแสดงค่ากำหนดการออกแบบสำหรับระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ

รายการ	ระดับการบำบัดที่ต้องการ		
	กำจัดบีโอดี	กำจัดบีโอดีและ เกิดไนทรีฟเคชั่น	ไนทรีฟเคชั่นแยก จากการกำจัดบีโอดี
ภาระปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร-วัน)	0.08-0.16	0.03-0.08	0.04-0.1
อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	8-20	5-16	1-2
อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด (กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	24-30	24-30	-
สำหรับขั้นที่ 1 ของระบบ			
ภาระแอมโมเนีย (กรัมไนโตรเจน/ตารางเมตร-วัน)	-	0.75-1.5	-
เวลากักน้ำ (ชั่วโมง)	0.7-1.5	1.5-4	1.2-3
บีโอดีในน้ำทิ้ง (มิลลิกรัม/ลิตร)	15-30	7-15	7-15
แอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำทิ้ง (มิลลิกรัม/ลิตร)	-	น้อยกว่า 2	1-2

ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Organic loading) หรือค่าภาระบรรทุกไนโตรเจน สามารถคำนวณได้จากสูตรคล้ายคลึงกัน โดยสามารถยกตัวอย่างการคำนวณได้ต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์} &= \frac{\text{น้ำหนักสารอินทรีย์ที่เข้าระบบต่อวัน}}{\text{พื้นที่ผิวของจานหมุนชีวภาพ}} \\
 &= \frac{\text{น้ำหนักของบีโอดีที่เข้าระบบ (กิโลกรัม/วัน)}}{\text{พื้นที่ผิวของจานหมุนชีวภาพ (ตารางเมตร)}} \\
 &= \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน)} \times \text{บีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)}}{\text{พื้นที่ผิวของจานหมุนชีวภาพ (ตารางเมตร)}}
 \end{aligned}$$

1.3.3 บ่อตกตะกอน

ตารางแสดงค่ากำหนดการออกแบบบ่อตกตะกอน

ค่าที่ใช้ในการออกแบบ	ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ	
	อัตราไหลเฉลี่ย	อัตราไหลสูงสุด
อัตราน้ำล้น (ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร-วัน)	16-33	40-60
อัตราการระเหยของแข็ง (ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร-วัน)	72-144	240

หมายเหตุ : อัตราน้ำล้น คำนวณโดยนำอัตราไหลของน้ำเข้าหารด้วยพื้นที่ผิวของถังตกตะกอน

อัตราการระเหยของแข็ง คำนวณโดยนำปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เข้าสู่ถังตกตะกอนหารด้วยพื้นที่ผิวถัง

ตารางแสดงค่ากำหนดการออกแบบบ่อตกตะกอนสำหรับระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพด้านกายภาพ

รายการ	ช่วงค่า	ค่าทั่วไป
บ่อแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า		
ความลึกน้ำ ^๑ , เมตร	3.0-3.6	
อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง	มากกว่า 3	
อัตราส่วนความกว้างต่อความลึก	1-2.25	
ความชันของพื้นที่ด้านล่างของบ่อ, ร้อยละ		1
ความเร็วของใบกวาดตะกอน, เมตร/นาที	0.6-1.2	0.9
บ่อแบบกลม		
ความลึกน้ำที่ขอบบ่อ ^๑ , เมตร	3-4	
เส้นผ่านศูนย์กลาง, เมตร	3-60	12-45
ความชันของพื้นที่ด้านล่างของบ่อ, ร้อยละ	6-17	8
อัตราเร็วที่ปลายสุดของใบกวาดตะกอน, เมตร/นาที	0.6-1.2	

- a หมายถึง** ความลึกสำหรับบ่อตกตะกอนแบบกลมเป็นการวัดที่ผนังหรือขอบบ่อ ส่วนบ่อแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นการวัดที่ผนังด้านทางน้ำออก

1.3.4 การฆ่าเชื้อโรค

สำหรับน้ำเสียชุมชน โดยปกติการฆ่าเชื้อโรคจะใช้คลอรีน ค่ากำหนดการออกแบบสำหรับถังสัมผัสคลอรีนแสดงได้ดังนี้

รายการ	คำแนะนำ
ความยาวต่อความกว้างของราง	มากกว่า 40:1 (72:1)
ความสูงต่อความกว้างของพื้นที่หน้าตัดเปียก	มากกว่า 2:1
เวลาสัมผัส, นาที	
อัตราไหลเฉลี่ย	30
อัตราไหลสูงสุด	10
ความเข้มข้นคลอรีนที่ต้องการ, มิลลิกรัม/ลิตร	2-15
คลอรีนคงเหลือทั้งหมด, มิลลิกรัม/ลิตร	
ขั้นต่ำ	0.3
ขั้นสูง	2.0

1.4 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ในการควบคุมดูแลระบบมักประสบปัญหาที่ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยสามารถสรุปปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขสำหรับระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ ได้ดังนี้

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
อัตราภาระ บรรทุก สารอินทรีย์ ไม่เหมาะสม	อัตราการหมุน ของเพลาดำกลาง ไม่เหมาะสม ขนาดถังเล็ก เกินไป จำนวน แผ่นจานและ พื้นที่ผิวไม่ พอเพียง	- ขนาดถังและพื้นที่ แผ่นจานหมุนชีวภาพ ไม่เหมาะสม	- ทำการตรวจสอบและคำนวณปริมาณ สารอินทรีย์จากอัตราน้ำเสียและค่าบีโอดี เพื่อให้ได้ปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าถังแผ่นจาน หมุนชีวภาพ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม นำค่า ปริมาตรของถังและพื้นที่ทั้งหมดของแผ่น ไปหาอัตราส่วนค่าบีโอดีต่อปริมาตรถังและ ค่าบีโอดีต่อพื้นที่แผ่น ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ ค่ามาตรฐานแล้วจะทราบทันทีว่า ระบบที่ ออกแบบไว้เหมาะสมหรือไม่
		- อัตราการหมุนของ เพลากลางไม่เหมาะสม	- ปรับอัตราการหมุนของเพลาดำกลาง ให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มอัตราการย่อยสลาย อัตราการเติมอากาศ และอัตราการกวนน้ำเสีย ในถังบำบัด ซึ่งโดยปกติอัตราการหมุนเท่ากับ 1-2 รอบ/นาที แต่บางครั้งอาจสูงถึง 3 รอบ/นาที ซึ่งประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับ การสังเกตและการ วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
ทิศทางการไหลเข้าของน้ำเสียไม่เหมาะสม	การไหลเข้าของน้ำเสียถูกออกแบบให้ไหลเข้าในทิศขนานกับแนวแกนของแผ่นจานหมุน	การเกิดตะกอนเกาะตัวบนแผ่นจานหมุนไม่สม่ำเสมอ จะมีตะกอนเกาะตัวมากในช่วงแผ่นแรกๆ ที่น้ำเสียไหลเข้า เนื่องจากน้ำเสียมีความเข้มข้นสูง ทำให้น้ำหนักบนเพลาล้นไม่สม่ำเสมอ เกิดแรงบิดที่เยื้องศูนย์ของแกนเพลาล้น	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบการกระจายน้ำเข้าในแนวตั้งฉากกับแนวแกนหมุนและควรกระจายการไหลเข้าของน้ำให้สม่ำเสมอตลอดแนว - ตรวจสอบบำรุงรักษาชุดลูกปืนแกนเพลาลอยอย่างสม่ำเสมอ
การควบคุมดูแลและการบำรุงรักษา	เฟืองหรือเพลาล้นไม่สามารถรับแรงเหวี่ยง และแรงบิดที่เยื้องศูนย์ได้	แรงบิดที่เยื้องศูนย์ของแกนเพลาล้น	เมื่อแผ่นจานหมุนชีวภาพหยุดดำเนินการเป็นระยะเวลานาน ก่อนทำการเดินเครื่องใหม่ ควรทำความสะอาดตะไคร่น้ำที่เกาะบนผิวจาน เพราะจะทำให้เกิดแรงบิด ทำให้เพลากลางเกิดความเสียหายได้จากความไม่สมดุลจากน้ำหนักบนแผ่น