

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA XÂY DỰNG – BM HỆ THỐNG & KỸ THUẬT NGÂM

ĐÁP ÁN
ĐỀ THI HỌC KỲ II (2025–2026)

Môn: Hệ thống xử lý nước thải

Câu 1. Đề xuất và thuyết minh sơ đồ công nghệ xử lý nước thải thủy sản đạt cột A

Đặc điểm nước thải đầu vào có dầu mỡ, SS, COD, BOD, amoni, nitơ, photpho và coliform đều cao. Vì vậy dây chuyền xử lý cần kết hợp cơ học, hóa lý, sinh học và khử trùng để bảo đảm nước sau xử lý đạt yêu cầu cột A.

Sơ đồ công nghệ đề xuất

Song chắn rác thô → song chắn rác tinh → bể tách cát → bể tách mỡ → bể điều hòa có sục khí → bể keo tụ – tạo bông → bể tuyển nổi DAF → bể trung gian → bể kỵ khí UASB → bể thiếu khí Anoxic → bể hiếu khí Aerotank/MBBR (dòng tuần hoàn nước về anoxic) → bể lắng II (dòng tuần hoàn bùn về bể Anoxic) → khử phospho hóa học (hệ keo tụ tạo bông bậc 2) + lọc → khử trùng → xả thải

Thuyết minh

- **Song chắn rác thô, song chắn rác tinh hoặc rây quay:** loại bỏ rác thô, đầu cá, vảy, thịt vụn và các cặn lớn.
- **Bể tách cát:** loại bỏ cát và các hạt vô cơ nặng, tránh mài mòn thiết bị.
- **Bể tách mỡ:** loại bỏ dầu mỡ tự do, đặc biệt cần thiết vì dầu mỡ đầu vào rất cao.
- **Bể điều hòa có sục khí:** cân bằng lưu lượng và nồng độ, hạn chế sốc tải cho các công trình phía sau.
- **Keo tụ – tạo bông và tuyển nổi DAF:** tách hiệu quả SS, dầu mỡ, đồng thời giảm một phần COD, BOD và phospho.
- **Bể UASB:** giảm tải hữu cơ cao trong điều kiện kỵ khí, phù hợp với nước thải thủy sản do có khả năng phân hủy sinh học tốt.
- **Bể Anoxic và Aerotank/MBBR:** xử lý BOD, COD còn lại; thực hiện nitrat hóa – khử nitơ để giảm amoni và tổng nitơ.
- **Bể lắng II:** tách bùn hoạt tính khỏi nước sau xử lý sinh học.
- **Khử phospho hóa học và lọc:** xử lý hoàn thiện, đánh bóng nước, giảm thêm TP và SS.
- **Khử trùng:** loại bỏ vi sinh gây bệnh, đưa coliform về giới hạn cho phép.

Kết luận

Sơ đồ trên là hợp lý vì vừa loại bỏ được dầu mỡ và SS cao bằng khâu hóa lý, vừa xử lý tải hữu cơ lớn bằng sinh học, đồng thời có khả năng xử lý nitơ, photpho và coliform để đáp ứng QCVN 40:2025/BTNMT, cột A.

Câu 2. Bùn hoạt tính và các sự cố trong bể bùn hoạt tính

Bùn hoạt tính là Bùn hoạt tính là khối quần thể vi sinh vật hoạt tính có khả năng ổn định chất hữu cơ hiếu khí.

Các sự cố thường gặp và biện pháp xử lý

- **Bùn nở (bulking):** Dấu hiệu: bùn lắng chậm, chỉ số SVI cao, nước ra đục. Nguyên nhân thường do DO thấp, vi khuẩn sợi phát triển mạnh, thiếu dinh dưỡng hoặc tải thấp kéo dài. Biện pháp: tăng sục khí, điều chỉnh tải hữu cơ, bổ sung dinh dưỡng và tăng xả bùn già.
- **Bùn nổi ở bể lắng II:** Dấu hiệu: bùn nổi thành từng mảng trên mặt bể. Nguyên nhân do khử nitrat trong bể lắng hoặc lưu bùn quá lâu. Biện pháp: tăng thu bùn, giảm thời gian lưu bùn trong bể lắng, điều chỉnh tuần hoàn bùn.
- **Tạo bọt và váng:** Nguyên nhân do dầu mỡ cao, bùn quá già hoặc vi khuẩn dạng sợi. Biện pháp: tăng hiệu quả tách mỡ ở đầu nguồn, vớt váng, điều chỉnh tuổi bùn và DO.
- **Bùn phân tán, pin floc:** Dấu hiệu: bông bùn nhỏ, khó lắng, nước ra nhiều SS. Nguyên nhân do sốc tải, thiếu dinh dưỡng hoặc có độc chất. Biện pháp: điều hòa nước thải tốt hơn, kiểm tra pH và độc tính, bổ sung dinh dưỡng nếu cần.
- **Thiếu oxy hòa tan:** Dấu hiệu: hiệu quả xử lý BOD giảm, nước có mùi, màu bùn sẫm. Biện pháp: tăng cường sục khí, kiểm tra máy thổi khí và hệ thống phân phối khí.
- **Bùn quá non hoặc quá già:** Bùn non thường bông nhỏ, khó lắng; bùn già có hoạt tính kém. Biện pháp: điều chỉnh lưu lượng bùn thải để duy trì tuổi bùn thích hợp.

Câu 3. Tính năng lượng khuấy, công suất cần thiết và lượng PAC

Dữ liệu sử dụng trong lời giải

Thông số	Giá trị
Lưu lượng Q	2500 m ³ /ngày.đêm
Thời gian lưu t	60 s
Gradient vận tốc khuấy G	800 s ⁻¹
Độ nhớt động lực μ	$1,0 \times 10^{-3}$ N.s/m ²
Hiệu suất truyền động η	0,80
PAC	Liều giả sử 200 mg/L; dung dịch PAC pha 10%

Bước 1. Đổi lưu lượng và tính thể tích bể trộn

$$Q = 2500 / 86400 = 0,02894 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = Q \times t = 0,02894 \times 60 = 1,736 \text{ m}^3$$

Vậy thể tích bể trộn là 1,736 m³.

Bước 2. Tính năng lượng khuấy trộn vào nước

$$P = \mu \times G^2 \times V$$

$$P = 1,0 \times 10^{-3} \times 800^2 \times 1,736 = 1111,1 \text{ W} \approx 1,11 \text{ kW}$$

Công suất khuấy truyền vào nước là khoảng 1,11 kW.

Bước 4. Tính công suất động cơ cần thiết

$$N = P / \eta = 1111,1 / 0,80 = 1388,9 \text{ W} \approx 1,39 \text{ kW}$$

Công suất động cơ cần chọn xấp xỉ 1,39 kW.

Bước 5. Tính lượng PAC cần dùng

$$mPAC = 200 \text{ mg/L} \times 2,5 \times 10^6 \text{ L/ngày} = 5,0 \times 10^8 \text{ mg/ngày} = 500 \text{ kg/ngày}$$

$$mdd = 500 / 0,10 = 5000 \text{ kg/ngày}$$

$$Vdd = 5000 / 1000 = 5,0 \text{ m}^3/\text{ngày} = 5000 \text{ L/ngày}$$

Lượng PAC nguyên chất cần dùng là 500 kg/ngày. Tương ứng cần khoảng 5,0 m³/ngày dung dịch PAC 10%.

Kết quả Câu 3

Đại lượng	Kết quả
-----------	---------

Thể tích bể trộn	1,736 m ³
Năng lượng khuấy	1,11 kW
Công suất động cơ	1,39 kW
PAC nguyên chất	500 kg/ngày
Dung dịch PAC 10%	5,0 m ³ /ngày = 5000 L/ngày

Câu 4. Tính toán bể bùn hoạt tính hiếu khí xáo trộn hoàn toàn

Dữ liệu

Thông số	Giá trị
Lưu lượng Q	1500 m ³ /ngày
BOD _s sau lắng I	S ₀ = 5AA mg/L = (500 + 11A) mg/L
BOD _s sau xử lý sinh học	S = 20 mg/L
SS sau xử lý	X _e = 22 mg/L
MLSS	3500 mg/L
MLVSS/MLSS	0,7 → X _v = 2450 mg/L
Các hệ số thiết kế	X _r = 15000 mg/L; θ _c = 8 ngày; Y = 0,8; k _d = 0,06 ngày ⁻¹ ; μ = 0,5 h ⁻¹

1) Thể tích bể

$$V = [\theta_c \times Y \times Q \times (S_0 - S)] / [X_v \times (1 + k_d \times \theta_c)]$$
$$V = [8 \times 0,8 \times 1500 \times ((500 + 11A) - 20)] / [2450 \times (1 + 0,06 \times 8)]$$
$$V = 1270,82 + 29,12A \text{ (m}^3\text{)}$$

Nếu A = 5 thì V = 1270,82 + 29,12 × 5 = 1416,4 m³.

2) Lưu lượng bùn thải

$$Q_w = [V \times X / \theta_c - Q_e \times X_e] / X_r$$

Lấy Q_e ≈ Q = 1500 m³/ngày; X = 3500 mg/L

$$Q_w = 34,87 + 0,85A \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

Nếu A = 5 thì Q_w = 34,87 + 0,85 × 5 = 39,1 m³/ngày.

3) Tỷ số bùn tuần hoàn

$$Q_r / Q = (X - X_e) / (X_r - X)$$

4) Tỷ số F/M

$$F/M = (Q \times S_0) / (V \times X_v)$$
$$F/M = [1500 \times (500 + 11A)] / [2450 \times (1270,82 + 29,12A)]$$

Nếu A = 5 thì F/M = (1500 × 555) / (1416,4 × 2450) ≈ 0,24 kgBOD_s/kgMLVSS.ngày.

5) Thời gian tăng sinh khối gấp đôi

$$t_d = \ln 2 / \mu = 0,693 / 0,5 = 1,386 \text{ h}$$

Vậy thời gian tăng sinh khối gấp đôi xấp xỉ 1,39 giờ.

s