

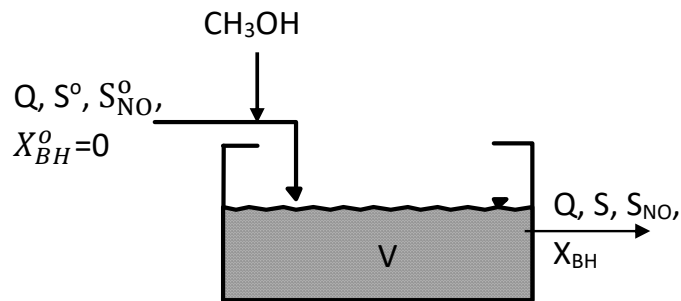
ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ - ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ #6

ΑΣΚΗΣΗ 1

Η απορροή από μια μονάδα επεξεργασίας είναι $Q = 20000 \text{ m}^3/\text{d}$ και έχει $S_0=20 \text{ mg/L}$ και νιτρικό άζωτο $S_{NO} = 40\text{mg/L}$. Να βρεθεί ο απαιτούμενος όγκος και η απαραίτητη προσθήκη μεθανόλης για δεξαμενή απονιτροποίησης, έτσι ώστε να επιτευχθεί μείωση του αζώτου και του COD σε συγκεντρώσεις κάτω από 5 mg/L και 15 mg/L αντίστοιχα.

Δίνονται: $\mu_H' = 4.2 \text{ d}^{-1}$, $K_S = 20\text{mg/L}$, $K_{NO} = 0.5 \text{ mg/L}$, $b_H = 0,5 \text{ d}^{-1}$, $Y_H = 0.67 \text{ mg COD κυτ./mg COD}$, $Y_H' = 5.8 \text{ mg COD κυτ./mg-N}$.

Λύση



Το ισοζύγιο μάζας για την ετερότροφη βιομάζα (X_{BH}) είναι:

$$V \frac{dX_{BH}}{dt} = \cancel{Q X_{BH}^0} - Q X_{BH} + \mu_H' \frac{S}{K_S + S} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} X_{BH} V - b_H X_{BH} V \xrightarrow[\text{και } \theta = \frac{V}{Q}]{\text{διαιρώ με } V}$$

$$\frac{dX_{BH}}{dt} = -\frac{X_{BH}}{\theta} + \mu_H' \frac{S}{K_S + S} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} X_{BH} - b_H X_{BH} \quad (I)$$

Το ισοζύγιο μάζας για το υπόστρωμα (S) είναι:

$$V \frac{dS}{dt} = QS^0 - QS - \frac{1}{Y_H} \mu_H' \frac{S}{K_S + S} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} X_{BH} V \xrightarrow[\text{και } \theta = \frac{V}{Q}]{\text{διαιρώ με } V}$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{(S^0 - S)}{\theta} - \frac{1}{Y_H} \mu_H' \frac{S}{K_S + S} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} X_{BH} \quad (II)$$

Το ισοζύγιο μάζας για το υπόστρωμα (S_{NO}) είναι:

$$V \frac{dS_{NO}}{dt} = Q S_{NO}^o - Q S_{NO} - \frac{1}{Y'_H} \mu'_H \frac{S}{K_S + S} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} X_{BH} V \xrightarrow{\text{διαιρώ με } V \text{ και } \theta = \frac{V}{Q}}$$

$$\frac{dS_{NO}}{dt} = \frac{(S_{NO}^o - S_{NO})}{\theta} - \frac{1}{Y'_H} \mu'_H \frac{S}{K_S + S} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} X_{BH} \quad (III)$$

Σε μόνιμη κατάσταση : $\frac{dX_{BH}}{dt} = \frac{dS}{dt} = \frac{dS_{NO}}{dt} = 0$

Από (II) κ (III) προκύπτει :

$$Y_H(S^o - S) = Y'_H(S_{NO}^o - S_{NO}) \Rightarrow S = S^o - \frac{Y'_H}{Y_H} (S_{NO}^o - S_{NO})$$

Αντικαθιστούμε τιμές δεδομένων :

$$S = S^o - \frac{5.8}{0.67} (40 - 5) = S^o - 303 \quad (IV)$$

Προσοχή : η (IV) είναι γενική και $S^o \neq 20 \text{ mg/L}$ γιατί γίνεται προσθήκη μεθανόλης.

Από την (I) σε μόνιμη κατάσταση :

$$0 = -\frac{X_{BH}}{\theta} + \mu'_H \frac{S}{K_S + S} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} X_{BH} - b_H X_{BH} \xrightarrow{\text{διαιρώ με } X_{BH} \neq 0} \quad (IV)$$

$$\mu'_H \frac{S^o - 303}{K_S + S^o - 303} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} = b_H + \frac{1}{\theta} \Rightarrow$$

$$4.2 \frac{S^o - 303}{20 + S^o - 303} \frac{5}{0.5 + 5} = 0.5 + \frac{1}{\theta} \quad (V)$$

Θέλουμε : $N < 5 \text{ mg/L}$ και $\text{COD} < 15 \text{ mg/L}$. Οπότε :

Για $\theta = 0.5 \text{ d}$ λύνουμε την (V) ως προς S^o , άρα $S^o = 341 \text{ mg/L}$

Από (IV) : $S = 341 - 303 = 38 > 15 \text{ mg/L}$ (απορρίπτεται)

Για $\theta = 1 \text{ d}$ λύνουμε την (V) ως προς S^o , άρα $S^o = 315.9 \text{ mg/L}$

Από (IV) : $S = 315.9 - 303 = 12.9 < 15 \text{ mg/L}$ (δεκτό)

Άρα ο απαιτούμενος όγκος της ανοξικής δεξαμενής είναι:

$$V = Q * \theta = 20000 \text{ m}^3/\text{d} * 1 \text{ d} = \boxed{20000 \text{ m}^3}$$

Οργανική φόρτιση στην είσοδο της δεξαμενής :

$$Q * S^{\circ}_{\text{TOTAL}} = 20000 \text{ m}^3/\text{d} * 315.9 \text{ mg /L} * 10^{-6} \text{ kg/mg} * 10^3 \text{ L/m}^3 = 6318 \text{ kg COD/L}$$

Οργανική φόρτιση στο εισερχόμενο απόβλητο (απορροή) στην είσοδο της δεξαμενής :

$$Q * S = 20000 \text{ m}^3/\text{d} * 20 \text{ mg /L} * 10^{-6} \text{ kg/mg} * 10^3 \text{ L/m}^3 = 400 \text{ kg COD/L}$$

Αρα προσθήκη μεθανόλης :

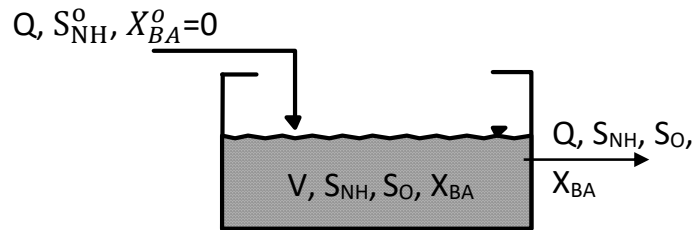
$$6318 \text{ kg COD/L} - 400 \text{ kg COD/L} = \mathbf{5918 \text{ kg COD/L}}$$

ΑΣΚΗΣΗ 2

Να βρεθεί ο μέγιστος ρυθμός αραίωσης για συντήρηση νιτροποιητικών βακτηρίων σε δεξαμενή που δέχεται απόνερα περιεκτικότητας 20 mg/L σε αμμωνιακό άζωτο στους 18°C. Υποθέστε ότι η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στη δεξαμενή είναι 6 mg/L.

Δίνονται: $\mu_A = 0.4 \text{ d}^{-1}$, $K_{NH} = 0.2 \text{ mg/L}$, $K_{OA} = 0.4 \text{ mg/L}$, $b_A = 0 \text{ d}^{-1}$

Λύση



Το ισοζύγιο μάζας για την αυτότροφη βιομάζα (X_{BA}) είναι:

$$V \frac{dX_{BA}}{dt} = \cancel{Q X_{BA}^o} - Q X_{BA} + \mu_A \frac{S_O}{K_{OA} + S_O} \frac{S_{NH}}{K_{NH} + S_{NH}} X_{BA} V - b_A X_{BA} V \xrightarrow[\text{και } D = \frac{Q}{V}]{\text{διαιρώ με } V}$$

$$\frac{dX_{BA}}{dt} = -DX_{BA} + \mu_A \frac{S_O}{K_{OA} + S_O} \frac{S_{NH}}{K_{NH} + S_{NH}} X_{BA} - b_A X_{BA} \xrightarrow{\text{Μόνιμη Κατάσταση, διαιρώ με } X_{BA}}$$

$$D = \mu_A \frac{S_O}{K_{OA} + S_O} \frac{S_{NH}}{K_{NH} + S_{NH}} - b_A \quad (I)$$

Ο μέγιστος ρυθμός αραίωσης είναι $D_{\max} = D_w$

Οπότε αντικαθιστώντας στην (I) έχουμε:

$$D_w = 0.4 \frac{6}{0.4+6} \frac{20}{0.2+20} = \boxed{0.371 \text{ d}^{-1}}$$

ΑΣΚΗΣΗ 3

Υπολογίστε την ποσότητα υγρού θειικού αργιλίου που απαιτείται για την κατακρήμνιση φωσφόρου από υγρά απόβλητα που περιέχουν 8 mg P/L. Επίσης υπολογίστε την απαιτούμενη χωρητικότητα αποθήκευσης θειικού αργιλίου για να εξασφαλιστεί η λειτουργία της μονάδας για 30 ημέρες. Με βάση εργαστηριακές δοκιμές απαιτούνται 1.5 mole Al για κάθε mole P. Η παροχή των αποβλήτων είναι 12000 m³/d. Δίνονται επίσης τα ακόλουθα στοιχεία για το θειικό αργίλιο :

- i. Χημικός τύπος του υγρού θειικού αργιλίου : Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O
- ii. Συγκέντρωση θειικού αργιλίου : 48%
- iii. Πυκνότητα του διαλύματος του υγρού θειικού αργιλίου : 1.2 kg/L

Λύση

Υπολογίζουμε το βάρος του διαθέσιμου αργιλίου (Al) σε κάθε λίτρο υγρού θειικού αργιλίου:

$$\text{Θειικό αργίλιο} : 48\% * 1.2 \text{ kg/L} = 0.576 \text{ kg/L}$$

$$\text{Η μάζα του αργιλίου ανά λίτρο είναι} : \frac{2 * 26.98}{666.5} * 0.58 \text{ kg/L} = 0.0466 \text{ kg Al/L } \delta/\text{τος}$$

Υπολογίζουμε την ποσότητα του διαλύματος θειικού αργιλίου που απαιτείται ανά kg P :

$$\text{Δόση θειικού αργιλίου} : 1.5 \frac{\text{mole Al}}{\text{mole P}} * 26.98 \frac{\text{g Al}}{\text{mole Al}} * \frac{1 \text{ mole P}}{30.97 \text{ g P}} * \frac{1 \text{ L } \delta/\text{τος}}{0.0466 \text{ kg Al}} = 28 \text{ L } \delta/\text{τος} / \text{kg P}$$

Υπολογίζουμε την ποσότητα του διαλύματος θειικού αργιλίου που απαιτείται ανά ημέρα (d) :

$$12000 \text{ m}^3/\text{d} * 8 \text{ g P/m}^3 * 10^{-3} \text{ kg/g} * 28 \text{ L/kg P} = \mathbf{2688 \text{ L } \delta/\text{τος θειικού αργιλίου} / \text{d}}$$

Υπολογίζουμε τον απαιτούμενο χώρο για την αποθήκευση του διαλύματος θειικού αργιλίου για 30 ημέρες λειτουργίας της μονάδας :

$$2688 \text{ L } \delta/\text{τος θειικού αργιλίου} / \text{d} * 30 \text{ d} = 80640 \text{ L} = \mathbf{80.6 \text{ m}^3}$$