

# Σαχινίδης Συμεών

## Επεξεργασία Αποβλήτων (υγρών)

Η ελάχιστη επεξεργασία αστικών υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει (μετά την προεπεξεργασία) πρωτοβάθμια επεξεργασία και χλωρίωση (απολύμανση). Η πρωτοβάθμια επεξεργασία στοχεύει κυρίως στην απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, αλλά επιτυγχάνει και μερική απομάκρυνση του οργανικού φορτίου, που ευρίσκεται σε αδιάλυτη μορφή. Η πρωτοβάθμια δεξαμενή καθίζησης αποτελεί το συνηθέστερο εξοπλισμό για πρωτοβάθμια επεξεργασία. Πρόκειται για καθίζηση τύπου II (παρεμποδιζόμενη καθίζηση) και επιτυγχάνει τυπικά μείωση κατά 50 - 70% των αιωρούμενων στερεών και του 25 - 40% του ΒΑΟ<sub>5</sub>. Η επίπλευση στηρίζεται στη χρήση ανερχόμενου αέρα υπό τη μορφή φυσαλίδων, οι οποίες δημιουργώντας συσσωματώματα με τα αιωρούμενα στερεά μειώνουν το αποτελεσματικό ειδικό βάρος των στερεών, προκαλώντας την άνοδο τους και τη συλλογή τους στην επιφάνεια της δεξαμενής. Η προσθήκη χημικών συσσωματώνει τα κολλοειδή και διευκολύνει (επιταχύνει) την καθίζηση, σε μία διεργασία η οποία ονομάζεται χημική κατακρήμνιση.

### Πρωτοβάθμια Καθίζηση

Η πρωτοβάθμια καθίζηση είναι καθίζηση τύπου II (παρεμποδιζόμενη), και απομακρύνει τα αιωρούμενα στερεά μεγέθους 0,1 έως 0,001 mm . Η απομάκρυνση αυτή οδηγεί σε μείωση και του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (ΒΑΟ), μια και αυτό εν μέρει οφείλεται σε αδιάλυτα οργανικά συστατικά. Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης τυπικά αφαιρούν το 50 - 70% των αιωρούμενων στερεών και το 25 - 40% ίου ΒΑΟ<sub>5</sub>.

Γενικά, διακρίνουμε δύο τύπους δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης, την ορθογώνια και την κυκλική . Η πιο συνηθισμένη είναι η κυκλική δεξαμενή. Η τροφοδοσία του αποβλήτου γίνεται κεντρικά. Τα αιωρούμενα στερεά καθιζάνουν στον πυθμένα, ο οποίος έχει κλίση και ξέστρο για διευκόλυνση της συλλογής της πρωτοβάθμιας ιλύος.

### Καθίζηση τύπου II

Το κύριο χαρακτηριστικό του τύπου αυτού καθίζησης είναι ότι τα σωματίδια συσσωματώνονται καθώς καθιζάνουν, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ταχύτητα  $\tau$  μια και αυξάνεται το μέγεθος τους (σύμφωνα με τον νόμο του Stoke). Ο σχεδιασμός βασίζεται σε πειράματα καθίζησης σε στήλη βάθους, ίσου με το βάθος της  $\pi$  σχεδιασμό δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης (συνήθως 3 m).

## Επίπλευση

Η βασική αρχή της επίπλευσης είναι η ακόλουθη. Φυσαλίδες αέρα συσσωματώνονται με τα στερεά σωματίδια μειώνοντας την πυκνότητα τους σε μία αποτελεσματική πυκνότητα κάτω από εκείνη του νερού, προκαλώντας έτσι επίπλευση (κίνηση προς τα πάνω), μια και η άνωση υπερβαίνει την βαρύτητα. Η επίπλευση επαυξάνει επίσης την ταχύτητα ανόδου σωματιδίων ελαφρότερων του νερού.

Διακρίνουμε τρία είδη επίπλευσης:

- (α) Επίπλευση αέρα: αερίωση σε ατμοσφαιρικές συνθήκες.
- (β) Επίπλευση διαλυμένου αέρα: αερίωση υπό πίεση, ακολουθούμενη από πτώση της πίεσης για δημιουργία φυσαλίδων, και
- γ) Επίπλευση κενού: αερίωση υπό ατμοσφαιρικές συνθήκες ακολουθούμενη από ελάττωση της πίεσης σε κάτω από μια ατμόσφαιρα για δημιουργία φυσαλίδων.

Η πιο αποτελεσματική είναι η δεύτερη. Το πλεονέκτημα που έχει η επίπλευση σε σχέση με την καθίζηση είναι ότι μπορεί σε μικρούς χρόνους να απομακρύνει ελαφρά σωματίδια, που θα απαιτούσαν μεγάλους χρόνους παραμονής για να απομακρυνθούν με καθίζηση. Υπάρχουν δύο γενικά διατάξεις, με ή χωρίς επανακυκλοφορία. Η επανακυκλοφορία (και αερισμός μόνο μέρους των απόνερων) ενδείκνυται, όταν τα σωματίδια είναι σχετικά εύθραυστα και δεν αντέχουν την συμπίεση.

## Σχεδιασμός επίπλευσης

Οι ιδιότητες της επίπλευσης ποικίλλουν από απόβλητο σε απόβλητο, και για αυτό συνήθως τα χαρακτηριστικά αναζητούνται πειραματικά, όπως και για την καθίζηση. Αρχικά, προσδιορίζεται πειραματικά η ταχύτητα ανόδου των στερεών.

Η απόδοση των συστημάτων επίπλευσης κυρίως εξαρτάται από το λόγο της παρεχόμενης μάζας αέρα/ μάζα στερεών ( $A/\Sigma$ ).

Τυπικές τιμές  $A/\Sigma$  είναι 0,005-0,060..

## Χημική Κατακρήμιση

Η χημική κατακρήμιση χρησιμοποιείται:

(α) για βελτίωση απόδοσης δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης. Έτσι, τυπικά επιτυγχάνονται βελτιωμένες αποδόσεις στην απομάκρυνση ΑΣ, στη μείωση του ΒΑ0<sub>5</sub> και των βακτηρίων:

80 - 90% ΑΣ	έναντι	50 - 70% ΑΣ χωρίς χημικά
70 - 80% ΒΑ0 <sub>5</sub>	έναντι	25 - 40% ΒΑ0 <sub>5</sub> χωρίς χημικά
80 - 90% βακτήρια	έναντι	25 - 75% βακτήρια χωρίς χημικά

(β) ως ανεξάρτητο στάδιο φυσικοχημικής επεξεργασίας και

(γ) για απομάκρυνση φωσφόρου (τριτοβάθμια επεξεργασία).

Συνήθη χημικά που χρησιμοποιούνται είναι: (α) θεικό αλουμίνιο  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ , (β) θειικός σίδηρος II  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  (γ) υδροξείδιο του ασβεστίου  $Ca(OH)_2$ , (δ) γλωριούχος σίδηρος  $FeCl_3$  και (ε) θειικός σίδηρος III  $Fe_2(SO_4)_3$ .

## Βασική αρχή

Η χημική κατακρήμιση συνίσταται στην υπέρβαση των απωστικών ηλεκτρικών δυνάμεων μεταξύ των κολλοειδών, οδηγώντας τα σε συσσωμάτωση και κροκίδωση, ώστε να βελτιώνεται η κατακρήμιση

Τα κολλοειδή είναι υλικά (στερεά, υγρά και αέρια) που έχουν διαχυθεί σ' ένα μέσο στη μορφή λεπτών σωματιδίων (-200 nm). Τα κολλοειδή είναι υδρόφιλα ή υδρόφοβα και στα απόβλητα είναι συνήθως αρνητικά φορτισμένα εξαιτίας:

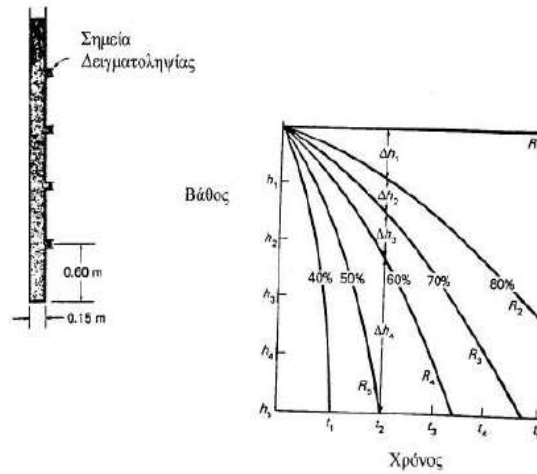
(α) επιλεκτικής προσρόφησης ανιόντων (κυρίως υδροξείδια),

(β) ιονισμού καρβοξυλομάδων και αμινομάδων πρωτεϊνών και

(γ) ισόμορφη αντικατάσταση ιόντων.

**Κατακάθιση αιωρούμένων στερεών (Κατηγορία 2: Κροκιδώματα).**

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα που προέρχονται από εργαστηριακά πειράματα με σωλήνη κατακάθισης και δίνονται στο παρακάτω διάγραμμα, να υπολογιστεί η συνολική εκατοστιαία απομάκρυνση των στερεών, για χρόνο παραμονής  $t_2$  και για βάθος δεξαμενής  $h_5$ .  
(Απάντηση: 65,7%)



**Υπόδειξη:** Το ζητούμενο ποσοστό απομάκρυνσης θα δίνεται από την ακόλουθη σχέση (άρθροισμα επιμέρους ποσοστών απομάκρυνσης):

$$\text{Ποσοστό (\%)} = \frac{\Delta h_1}{h_5} \cdot \frac{R_1 + R_2}{2} + \frac{\Delta h_2}{h_5} \cdot \frac{R_2 + R_3}{2} + \frac{\Delta h_3}{h_5} \cdot \frac{R_3 + R_4}{2} + \frac{\Delta h_4}{h_5} \cdot \frac{R_4 + R_5}{2}$$

Από τις αντίστοιχες καμπύλες του Σχήματος που δίνεται, προκύπτει (αντίστοιχα) ότι:

$$\text{Ποσοστό (\%)} = 0,20 \cdot \frac{100 + 80}{2} + 0,11 \cdot \frac{80 + 70}{2} + 0,15 \cdot \frac{70 + 60}{2} + 0,54 \cdot \frac{60 + 50}{2} =$$

$$= 18 + 8,25 + 9,75 + 29,70 = 65,70$$

(Σημειώνεται επίσης ότι:  $0,20 + 0,11 + 0,15 + 0,54 = 1,00$ )

**Διαστασιολόγηση δεξαμενής δευτεροβάθμιας κατακάθισης (ενεργοποιημένης λάσπης) Σε** εργαστηριακά πειράματα κατακάθισης ενεργοποιημένης λάσπης, χρησιμοποιήθηκε ένας κύλινδρος ύψους 0,4 m και ελήφθησαν τα αποτελέσματα που φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.

