

ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ Ε/Υ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΩΝ
ΒΕΣΚΟΥΚΗ ΜΑΡΘΑ ΞΟΥΡΙΔΑ ΦΩΤΕΙΝΗ
με θέμα:

**ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΑΤΡΩΝ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Κ. ΠΑΣΧΟΣ

ΠΑΤΡΑ
1994



ΑΡΙΘΜΟΣ
ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

1562

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΓΕΝΙΚΑ -ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	2
1.2 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	2
1.3 ΟΡΙΣΜΟΙ.....	3
2. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	5
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	5
2.2 ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	5
Α. ΒΙΟΧΗΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΜΗΣΗ.....	5
Β. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ.....	6
ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ.....	6
ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (COD).....	7
Γ. ΑΛΛΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΦΡΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ	7
2.3 ΣΤΕΡΕΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	7
2.4 ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	8
3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ.....	9
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	9
3.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	9
3.3 ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ.....	10
3.4 ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	11
3.5 ΠΑΡΟΧΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	11
4. ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ.....	13
4.1 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	13
ΣΧΑΡΑ (<i>bar racks</i>).....	13
4.2. ΑΜΜΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ (GRIT CHAMBER)	16
4.3. ΛΙΠΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ-ΕΞΑΦΡΙΣΤΗΡΑΣ (SKIMMING TANK).....	16
4.4. ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ.....	19
<i>Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης(Primary sedimentation tank)</i>	19
<i>Σηπτική Δεξαμενή (Septic Tank)</i>	23
<i>Δεξαμενή Καθίζησης Imhoff</i>	24
4.5. ΕΠΙΠΛΕΥΣΗ (FLOTATION)	26
<i>Εφαρμογή</i>	26
<i>Είδη</i>	27
5. ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	28
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	28
5.2 ΡΥΘΜΟΣ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΕΩΣ	28
5.3 ΕΙΔΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	29
5.4 ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	30
6. ΜΟΝΑΔΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	32
6.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	32
6.2 ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΛΑΣΠΗ.....	32
6.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	41
7. ΚΑΘΙΖΗΣΗ	46
7.1 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΣ.....	46

8. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΕΩΣ	49
8.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	49
8.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ	50
9. ΧΗΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	54
9.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	54
9.2 ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗ (CHEMICAL PRECIPITATION)	55
10. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ (DISINFECTION).....	58
10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	58
10.2 ΜΕΣΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΕΩΣ	58
10.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΕΩΣ	59
11. ΧΛΩΡΙΩΣΗ.....	60
11.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	60
11.2 ΧΗΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ.....	60
12. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΑΣΠΗΣ	61
12.1 ΓΕΝΙΚΑ	61
12.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΕΩΣ	61
13. ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΑΣΠΗΣ.....	63
13.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ) ΛΑΣΠΗΣ	63
13.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ	65
13.3 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΛΑΣΠΗΣ	65
13.4 ΑΕΡΟΒΙΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ.....	66
13.5 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ.....	67
13.6 ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΞΗΡΑΝΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ	67
13.7 ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ	69
13.8 ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ	69
14. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	70
14.1 ΓΕΝΙΚΑ	70
14.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	71
14.3 ΜΕΤΡΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	71
15. ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΑΤΡΑΣ	74
15.1 ΓΕΝΙΚΑ	74
15.2 ΣΧΑΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΗ ΠΑΡΟΧΗΣ.	74
15.3 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΤΩΝ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΩΝ	75
15.4 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ.....	75
15.5 ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΥΔΡΑΣΒΕΣΤΟΥ.	76
15.6 ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΥΠΟΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥ ΚΡΟΚΙ- ...	76
ΔΩΣΕΩΣ (ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ)	76
15.7 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ - ΚΡΟΚΙΔΩΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ.	77
15.8 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΡΟΚΙΔΩΣΕΩΣ.....	77
15.9 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΣ ΜΕ ΞΕΣΤΡΟ ΙΛΥΟΣ.....	77
15.10 ΔΙΑΤΑΞΗ ΡΥΘΜΙΣΕΩΣ ΤΟΥ ΡΗ.	78
15.11 ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΛΩΡΙΩΣΕΩΣ ΜΕ ΔΙΑΛΥΜΑ ΥΠΟΧΛΩΡΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ.....	78
15.13 ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΕΩΣ ΙΛΥΟΣ.	79
15.14 ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ.....	80
15.15 ΛΟΓΟΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	80

1. ΓΕΝΙΚΑ -ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιστημονική έρευνα και η τεχνολογία έχουν προσφέρει λύσεις σε πολλά προβλήματα που σχετίζονται με βελτίωση του επιπέδου ζωής των ανθρώπων. Ο άνθρωπος, στην ιστορική του πορεία και στον παντοτινό του αγώνα για ένα καλύτερο μέλλον, κατόρθωσε να δημιουργεί γνώσεις που αυξάνονται με γεωμετρική πρόοδο .

Παράλληλα, όμως, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας δημιουργήθηκαν προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος, με πολλές έντονες αρνητικές επιπτώσεις σε ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς. Γιατί έχει αποδειχθεί ότι περιβάλλον και ζωή είναι δύο έννοιες απόλυτα συνυφασμένες.

Σαν ρύπανση του περιβάλλοντος νοείται η άμεση ή έμμεση εκπομπή σε αυτό ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενεργείας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια τέτοια που να προκαλεί βλάβες στην υγεία, υλικές ζημιές, δυσμενείς επιπτώσεις στους ζωντανούς οργανισμούς ή στα οικοσυστήματα, ή να καταστήσει το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις τους.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος οφείλεται τόσο σε φυσικές διεργασίες (έδαφος, ηφαίστεια, πυρκαγιές, βιολογικές, δραστηριότητες κ.ά.), όσο και σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανία, θέρμανση, αυτοκίνητα, παραγωγή ενέργειας κ.α.)

Σε ό,τι αφορά τη ρύπανση που προέρχεται από φυσικές πηγές, έχει αποκατασταθεί δια μέσου των αιώνων μια ισορροπία ανάμεσα στους μηχανισμούς αντιρύπανσης. Στις περιόδους αναπροσαρμογής των περιβαλλοντικών συνθηκών, όσοι από τους οργανισμούς φυτικούς ή ζωικούς δεν μπόρεσαν να προσαρμοσθούν, έχουν εξαφανισθεί από την επιφάνεια της γης.

Τα νέα στοιχεία που βίαια εισάγονται στα διάφορα οικοσυστήματα θεωρούμε ότι αναφέρονται στη ρύπανση του περιβάλλοντος από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες αυτές αυξάνονται και σε πολλές περιπτώσεις έχουν προκαλέσει σημαντικές αλλοιώσεις στο περιβάλλον. Σ' αυτό συντελεί και το γεγονός ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι άνισα κατανεμημένες και κατά κανόνα συγκεντρώνονται σε μικρές επιφάνειες, σε σχέση με τη συνολική επιφάνεια της γης.

Παραξενεύει όμως το γεγονός ότι, ενώ οι ανθρώπινες δραστηριότητες στοχεύουν σε μια καλύτερη ποιότητα ζωής, πολλές φορές το συνολικό αποτέλεσμά τους είναι αντίθετο. Αυτό γίνεται φανερό αν αναλογισθούμε ότι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος είναι πιο έντονη στις ανεπτυγμένες βιομηχανικά χώρες, σε σχέση με τις υπό ανάπτυξη χώρες. Βέβαια δεν θα πρέπει να ταυτίσουμε την βιομηχανική ανάπτυξη με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος,

γιατί τα αγαθά που απολαμβάνουν οι άνθρωποι στις βιομηχανικές χώρες είναι πολύ περισσότερα από τις υπό ανάπτυξη. Παράλληλα η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι αμελητέα όταν γίνεται σωστή εκμετάλλευση των γνώσεων και λαμβάνεται υπόψη η ποιότητα ζωής στο σχεδιασμό της βιομηχανικής ανάπτυξης.

1.1 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος που οφείλονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες είναι πάρα πολλές. Παράκατω αναφέρονται οι κυριότερες κατηγορίες ανθρωπογενών πηγών ρύπανσης.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ. Συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Τα βιομηχανικά απόβλητα (αέρια, στερεά και υγρά) έχουν σε πολλές περιπτώσεις δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στην υγιεινή διαβίωση των ανθρώπων και έχουν προκαλέσει καταστροφές σε μικρά ή μεγάλα οικοσυστήματα.

ΑΣΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ. Τα αστικά λύματα και τα στερεά απορρίματα δημιουργούν σοβαρά προβλήματα ρύπανσης, που αυξάνονται όσο μεγαλύτερο είναι το αστικό κέντρο. Μαζί με τα λύματα, διοχετεύονται στο περιβάλλον και μη αποικοδομήσιμα προϊόντα, όπως π.χ. απορρυπαντικά, ορυκτέλαια, φάρμακα κ.ά.

ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑ - ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ. Οι πηγές αυτές προκαλούν κυρίως ρύπανση της ατμόσφαιρας και επειδή είναι συγκεντρωμένες σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, προσβάλλουν άμεσα την υγεία των κατοίκων.

ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ. Λιπάσματα, βελτιωτικά εδάφους, παρασιτοκτόνα, εντομοκτόνα κ.ά. προκαλούν έντονα προβλήματα ρύπανσης στους υδάτινους αποδέκτες.

ΤΥΧΑΙΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ. Είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος από π.χ. εκρήξεις ή ναυάγια δεξαμενοπλοίων που μεταφέρουν πετρέλαιο, ατυχήματα σε βιομηχανίες ή εργοστάσια.

1.2 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Με τον όρο προστασία του περιβάλλοντος εννοούμε το σύνολο των μέτρων και των δραστηριοτήτων που αποσκοπούν στην πρόληψη και καταστολή της ρύπανσης, έτσι ώστε να βελτιώνεται η ποιότητα ζωής και να διατηρείται η ισοροπία στα μικρά και μεγάλα οικοσυστήματα.

Από τον ορισμό αυτό προκύπτει ότι η προστασία του περιβάλλοντος είναι υπόθεση όλων των ανθρώπων, είτε στο πλαίσιο της συλλογικής είτε στο πλαίσιο της ατομικής τους

δράσης. Παράλληλα η συμμετοχή του Κράτους, με το συντονισμό των μέτρων και δραστηριοτήτων (κρατικά όργανα - οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης, κοινωνικές, επαγγελματικές και επιστημονικές οργανώσεις) πρέπει να είναι αποφασιστική.

Η προστασία του περιβάλλοντος περιλαμβάνει πολλούς επιστημονικούς κλάδους, που ο καθένας αντιμετωπίζει και επιλύει διαφορετικά προβλήματα, όπως π.χ.

- διατήρηση της καθαρότητας του νερού, του αέρα και του εδάφους
- καθαρισμός βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων
- απομάκρυνση και αξιοποίηση απορριμάτων
- διατήρηση του τοπιού και προστασία της φύσης
- προστασία από το θόρυβο
- προστασία από τις ακτινοβολίες
- προστασία από τις μολύνσεις, κ.ά.

Οι ελλείψεις όμως, σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, είναι ακόμα μεγάλες και δυστυχώς για τους περισσότερους, το περιβάλλον είναι μια έννοια ασαφής και οι εκκλήσεις που γίνονται για τη διατήρηση των οικολογικών ισορροπιών πολλές φορές δε βρίσκουν κατανόηση.

Πάντως από τη στιγμή που έγινε αντιληπτός ο κίνδυνος από τη ρύπανση του περιβάλλοντος, ο άνθρωπος άρχισε να παίρνει και τα πρώτα μέτρα για την προστασία του. Έτσι αναπτύχθηκαν και διάφοροι εξειδικευμένοι επιστημονικοί κλάδοι με αντικείμενο τον έλεγχο της ρύπανσης του περιβάλλοντος και την ανάπτυξη μεθόδων αντιρύπανσης. Ένας από τους κυριότερους κλάδους είναι και Βιολογικός Καθαρισμός Υγρών Αποβλήτων. Είναι ο κλάδος που εξετάζει, μελετάει και αναπτύσσει μεθόδους και τεχνικές για την προστασία του περιβάλλοντος από τα υγρά απόβλητα (βιομηχανικά, αστικά κ.ά.).

1.3 ΟΡΙΣΜΟΙ

Κρίνεται σκόπιμο να αποσαφηνισθούν οι κυριώτεροι όροι, που χρησιμοποιούνται, σύμφωνα με ό,τι έχει επικρατήσει ή αναφέρονται σε διάφορες διατάξεις, για να γίνει πιο κατανοητή η εργασία.

α. "Υγρά απόβλητα" ονομάζονται γενικά τα υγρά και οι λάσπες, που ρέουν εύκολα και αποβάλλονται ύστερα από χρησιμοποίηση, από κατοικίες, ιδρύματα, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μεταφορικά μέσα ή μονάδες επεξεργασίας και γενικά από οποιοδήποτε εγκαταστάσεις μιας περιοχής.

β. "Λύματα" ονομάζονται ειδικότερα τα υγρά απόβλητα, που προέρχονται από χώρους υγιεινής, μαγειρεία, πλυντήρια και γενικά από την καθαριότητα κατοικιών, γραφείων, καταστημάτων, ιδρυμάτων, βιομηχανιών, τουριστικών εγκαταστάσεων, μέσων μεταφοράς κλπ.

γ. "Βιομηχανικά ή γεωργικά απόβλητα" ονομάζονται τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία και

μπορεί να περιέχουν υπολείμματα των υλών που χρησιμοποιούνται, καθώς και των πτηνο-κτηνοτροφικών, ιχθυοτροφικών ή γεωργικών εγκαταστάσεων, εκτός από τα λύματα του προσωπικού.

δ. **"Επεξεργασία καθαρισμού"** ή επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ονομάζεται κάθε τεχνική χειρισμού, που απομακρύνει ή τροποποιεί κατάλληλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, ώστε να εξαλείφονται ή ελαττώνονται οι δυσμενείς συνέπειες από τη διάθεσή τους στο περιβάλλον.

ε. **"Αποδέκτες"** υγρών αποβλήτων ονομάζονται οι φυσικοί υποδοχείς, όπου καταλήγουν τα απόβλητα μετά από επεξεργασία ή όχι για τελική διάθεση, όπως επιφανειακά ή υπόγεια νερά, έδαφος ή υπέδαφος.

στ. **"Ρύπανση"** ονομάζεται η ανεπιθύμητη μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού (φυσικών, χημικών, ραδιολογικών, βιολογικών - μικροβιολογικών), εξαιτίας κυρίως των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, σε βαθμό που μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο για την υγεία και να υποβαθμίσει την ποιότητα ζωής του ανθρώπου, να προκαλέσει βλάβη στα φυσικά οικοσυστήματα ή να παρεμποδίσει τις επιθυμητές χρήσεις των υδάτινων πόρων.

ζ. **"Μόλυνση"** ονομάζεται η παρουσία στο νερό παθογόνων μικροοργανισμών, εξαιτίας κυρίως των ανθρώπινων δραστηριοτήτων ή και δεικτών, που υποδηλώνουν τη δυνατότητα παρουσίας τους:

η. **"Υγεία"** με την ευρύτερη έννοια θεωρείται η κατάσταση πλήρους φυσικής, πνευματικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι μόνο η έλλειψη αρρώστιας ή αναπηρίας.

Β. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

Ι. ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

Το στοιχειακό οξυγόνο, που χρειάζεται για τη βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών των λυμάτων από αερόβιους μικροοργανισμούς, ονομάζεται Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΟΑ ή αγγλικά ΒΟD) και αποτελεί μέτρο για την εκτίμηση της "πυκνότητας" των λυμάτων από την πλευρά των ενοχλήσεων, που μπορεί να προκαλέσει το οργανικό φορτίο τους στο περιβάλλον.

Πρώτος ο Frankland το 1868 χρησιμοποίησε ένα είδος ΒΟD στην ελέγχου προσπάθειά του να εκτιμήσει το ρυπαντικό φορτίο του ποταμού Τάμεση, αλλά η καταναλωση διαλυμένου οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς επροτάθηκε αργότερα, το 1884, ενώ η συστηματική χρήση του ΒΟD έγινε το 1912-13 από ειδική Βρετανική Επιτροπή (British Royal Commission on Sewage Disposal).

Ο ρυθμός της βιοχημικής αποδομήσεως εξαρτάται μεταξύ άλλων και από τη θερμοκρασία. Για συνήθη αστικά λύματα σε 20 °C χρειάζεται χρονικό διάστημα αρκετών ημερών (ίσως 70-90) για την πλήρη αποδόμηση. Η οξειδωση αυτή των οργανικών ουσιών γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο αποδομούνται κυρίως οι ενώσεις του άνθρακα, ενώ στο δεύτερο, που αρχίζει γύρω στη 10η μέρα (σε 20C), όταν έχουν πια αναπτυχθεί αρκετά τα νιτροβακτήρια, οξειδώνονται οι αζωτούχες ενώσεις (νιτροποίηση), που έχουν κυρίως απομείνει παράλληλα με τα υπολείμματα του άνθρακα.

Σαν μέτρο χρησιμοποιείται το απαιτούμενο οξυγόνο των πρώτων 5 ημερών σε 20 °C ΒΟD₅, που αντιπροσωπεύει τα 2/3 περίπου (68%) του απαιτούμενου συνολικά (τελικό) για την 1η φάση (ενώσεις του άνθρακα) και εκφράζεται, είτε σαν συγκέντρωση (π.χ. σε mg/l=g/m³), είτε σαν φορτίο (π.χ. σε gr ή kg ή t/ημ.).

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Για ένα ορισμένο δείγμα λυμάτων η μεταβολή της θερμοκρασίας επηρεάζει τόσο την τιμή του ολικού ΒΟD (L) (οξειδωσιμότητα των οργανικών ουσιών), όσο και το ρυθμό της αντιδράσεως k.

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Η μέση τιμή του ΒΟD₅ για κάθε άτομο εκτιμάται περίπου σε ΒΟD₅=54gr/άτ.ημ.(Ευρώπη).

Σε άλλες περιοχές (πόλεις ΗΠΑ) υπολογίζεται σε:

ΒΟD₅=60gr/άτ.ημ. (χωριστικό σύστημα αποχετεύσεως)

ΒΟD₅=80gr/άτ.ημ. (κύμανση 75-90, παντοροϊκό σύστημα χωρίς διάθεση αλεσμένων απορριμμάτων).

Αν διαιρεθεί το ολικό ΒΟD₅/ημ. μιας πηγής ρυπάνσεως (βιομηχανία, κτηνοτροφική μονάδα κλπ.) με το ποσό, που αντιστοιχεί σε κάθε άτομο

(54g/άτ.ημ.), λαμβάνεται το πληθυσμιακό ισοδύναμο της πηγής (population equivalent, P.E.), από άποψη οργανικού φορτίου.

II. ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (COD)

Αν στα απόβλητα υπάρχουν ουσίες, που αποδομούνται δύσκολα βιολογικά (π.χ. κυτταρίνη) ή είναι απαγορευτικές για την ανάπτυξη των σαπροφυτικών οργανισμών ή ακόμη τοξικές, το BOD₅ παρουσιάζεται μειωμένο, παρότι υπάρχουν οργανικές ουσίες, όπως μπορεί να συμβεί με τα βιομηχανικά απόβλητα.

Για την εκτίμηση του απαιτούμενου οξυγόνου, ανεξάρτητα από τη βιοαποδομησιμότητα των αποβλήτων, γίνεται χημική οξειδωση των οργανικών ουσιών.

Η ποσότητα του οξειδωτικού παράγοντα, που χρειάζεται για την οξειδωση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων με εργαστηριακά μέσα, ονομάζεται χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (ΧΑΟ, ή αγγλικά COD).

Συνήθως χρησιμοποιείται σαν οξειδωτικό μέσο το διχρωμικό κάλι σε θερμοκρασία βρασμού για 2 ώρες με παρουσία καταλύτη (θειούχος άργυρος).

Ο έλεγχος του COD αναπτύχθηκε πρώτα από το Forchamer το 1849 με χρησιμοποίηση υπερμαγγανικού καλίου σαν οξειδωτικού παράγοντα.

Η σχέση του BOD₅/COD για οικιακά λύματα κυμαίνεται από 1:1,25 έως 1:2,5 (Αθήνα 1:2,5), αλλά για τα βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να φτάσει 1:10 ή και περισσότερο.

Γ. ΑΛΛΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΦΡΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Εκτός από το BOD₅ και COD, το οργανικό φορτίο των αποβλήτων μπορεί να εκφρασθεί και με άλλες παραμέτρους, όπως:

- Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο (Th.OD)
- Συνολικά απαιτούμενο οξυγόνο (TOD)
- Θεωρητικός οργανικός άνθρακας (Th.OC)
- Συνολικός οργανικός άνθρακας (TOC)

Για οικιακά λύματα η σχέση BOD/TOC κυμαίνεται συνήθως από 1:1 έως 1:1,25.

2.3 ΣΤΕΡΕΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Η φυσική εμφάνιση των λυμάτων (βολότητα, χρώμα) εξαρτάται από τις περιεχόμενες ουσίες, αιωρούμενες και διαλυμένες.

Ειδικότερα:

α. Το σύνολο των περιεχομένων στερεών ουσιών (συνολικά στερεά, total solids, TTS) προσδιορίζεται με εξάτμιση (σε 103 °C) και ζύγισμα (ορισμένες πτητικές ουσίες φεύγουν με την εξάτμιση).

β. Με καύση (πύρωση) του στερεού υπολείμματος (σε 550 °C) προσδιορίζονται τα σταθερά και τα πτητικά συνολικά στερεά (fixed and volatile solids). Κατά την πύρωση οξειδώνονται πρακτικά όλες οι οργανικές ουσίες, επομένως η απώλεια σε καύση, που προσδιορίζει τα πτητικά στερεά, αποτελεί μέτρο των οργανικών

ουσιών. Πάντως με την καύση φεύγουν σαν πτητικά και ορισμένα ανόργανα συστατικά.

γ. Τα περιεχόμενα στα λύματα στερεά (ανόργανα και οργανικά) διακρίνονται σε αιωρούμενα και διαλυμένα (suspended and dissolved solids, SS, DS).

Σαν αιωρούμενα στερεά ορίζονται, όσα συγκρατούνται με διύλιση από ορισμένο ηθμό. Η διαφορά μεταξύ συνολικών και αιωρουμένων δίνει τα διαλυμένα (TTS-SS=DS).

δ. Τα αιωρούμενα στερεά διακρίνονται σε καθιζάνοντα και μη καθιζάνοντα (settleable and non settleable solids).

Σαν καθιζάνοντα ορίζονται τα αιωρούμενα, που καθιζάνουν σε ορισμένο χρόνο (π.χ. 60'). Η διαφορά των καθιζανόντων από τα αιωρούμενα δίνει τα μη καθιζάνοντα.

Τα αιωρούμενα στερεά είναι το κύριο αίτιο της θολότητας (αντιαισθητική εμφάνιση), ενώ τα καθιζάνοντα αντιπροσωπεύουν το τμήμα των αιωρουμένων, που απομακρύνεται εύκολα με απλή καθίζηση και επομένως δίνουν μια ένδειξη της δυνατότητας καθαρισμού.

Τα διαλυμένα στερεά αποτελούνται από τα κολλοειδή και τα πραγματικά διαλύματα.

Τα ενδεικτικά μεγέθη των διαφόρων κατηγοριών στερεών είναι:

-Αιωρούμενα διαμ. $D \geq 0,1-1,0\mu$. (μικρό)

-Κολλοειδή διαμ. $D \geq 1\mu - (0,1-1,0)\mu$.

-Διαλυμένα διαμ. $D \geq (0,2-0,3)\mu - 1\mu$

($1\mu = 1/1000\mu = 10^{-7} \text{ cm} = 10 \text{ \AA}$)

2.4 ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Οι τοξικές ουσίες των λυμάτων προέρχονται κυρίως από τις διάφορες βιομηχανίες, που αποχετεύονται στο δικτύο υπονόμων (χαλκός, μόλυβδος, άργυρος, χρώμιο, αρσενικό, βόριο, νικέλιο, κάδμιο, υδράργυρος, κυανιούχα, φαινόλες, πετροχημικά, DDT, PCB's κλπ.).

Επηρεάζουν δυσμενώς τη ζωή στους αποδέκτες (επιφανειακά νερά, έδαφος) και με την τροφική αλυσίδα μπορεί να φθάσουν μέχρι τα ανώτερα ζώα και τον άνθρωπο με επιβλαβείς συνέπειες για τη δημόσια υγεία (νόσος Minamata από υδράργυρο). Η εξουδετέρωση των τοξικών ουσιών πρέπει κατά κανόνα να γίνει στην πηγή τους (βιομηχανία).

3. ΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η επεξεργασία καθαρισμού των λυμάτων αποβλέπει στην απομάκρυνση, εξουδετέρωση ή κατάλληλη τροποποίηση των επιβλαβών χαρακτηριστικών τους, ώστε να εξαλειφθούν ή να ελαττωθούν σε αποδεκτό επίπεδο οι δυσμενείς για τον τελικό αποδέκτη (έδαφος, επιφανειακά νερά κ.λ.π.) συνέπειες.

Τα αστικά λύματα, αν δεν περιέχουν μεγάλο ποσοστό βιομηχανικών αποβλήτων, είναι σχετικά σταθερής ποιότητας και μπορούν να υποβληθούν σε τυποποιημένες μεθόδους επεξεργασίας καθαρισμού με δοκιμασμένα ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Αντίθετα τα βιομηχανικά απόβλητα παρουσιάζουν ιδιάζοντα χαρακτήρα και ποικιλία ποιοτήτων. Περιέχουν πολλές φορές δύσκολα βιοαποδομήσιμες ή τοξικές ουσίες, που παρεμποδίζουν την κανονική ανάπτυξη του βιολογικού παράγοντα. Γι'αυτό είναι πολλές φορές απαραίτητο τα βιομηχανικά απόβλητα, προτού οδηγηθούν στο γενικό συλλογή, να υποστούν μέσα στο εργοστάσιο ειδική προεπεξεργασία για την απομάκρυνση ή εξουδετέρωση των ανεπιθύμητων ειδικών χαρακτηριστικών.

3.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι διάφορες μέθοδοι καθαρισμού των λυμάτων (εκτός από τις καθαρά χημικές) αποτελούν απομίμηση με ελεγχόμενες ευνοϊκές συνθήκες των διαφόρων διεργασιών, που γίνονται στη φύση, όταν διατεθούν υγρά απόβλητα.

Οι πιο συνηθισμένες διαδικασίες καθαρισμού, που εμφανίζονται, είναι:

- Σχάρισμα ή άλεση : για τα χοντρά υλικά.
- Αμμοσυλλογή : για τα βαριά, κυρίως αδρανή, υλικά (άμμος, χαλίκια, σπόροι).
- Ξάφρισμα - λιποσυλλογή : για τα επιπλέοντα υλικά (λάδια, λίπη, λεπτά υλικά κλπ.).
- Καθίζηση : για την απομάκρυνση μέρους των αιωρούμενων λεπτών στερεών. Η καθίζηση διακρίνεται συνήθως σε απλή (πρωτοβάθμια), με χημική υποστήριξη (κροκύδωση), μετά από βιολογική επεξεργασία (δευτεροβάθμια).
- Διύλιση : είναι μηχανική κατ' αρχήν επεξεργασία, που εφαρμόζεται σε ορισμένες περιπτώσεις (άρδευση, αμμοδιυλιστήριο) για τα πολύ λεπτά υλικά, αλλά συνδυάζεται ταυτόχρονα με βιολογική αποδόμηση των οργανικών με τη βοήθεια του εδαφικού οξυγόνου.
- Κροκύδωση (χημική) : για τα κολλοειδή υλικά (οργανικά και ανόργανα).
- Βιολογική επεξεργασία : για τα πολύ λεπτά ή διαλυμένα οργανικά υλικά.
- Χημική επεξεργασία : για τα διαλυμένα ανόργανα συστατικά (οξέα, άλατα).
- Απολύμανση : για τους παθογόνους παράγοντες.

Διευκρινίζεται ότι σε κάθε περίπτωση καθαρισμού αποβλήτων δεν εφαρμόζονται ταυτόχρονα όλες οι πιο πάνω επεξεργασίες, αλλά ο πιο κατάλληλος για την υπόψη

περίπτωση συνδυασμός, που η εκλογή του γίνεται από τον ειδικό μελετητή με βάση την εκτίμηση και ανάλογα με την ποιότητα και ποσότητα των αποβλήτων, την αφομοιωτική ικανότητα και τις επιθυμητές χρήσεις του αποδέκτη της τελικής απορροής, την οικονομικότητα, τις τοπικές συνθήκες και την ακολουθούμενη γενικά τοπική πολιτική για το περιβάλλον κλπ. και πάντα μέσα στα πλαίσια διασφάλισης της δημόσιας υγείας και γενικότερα της προστασίας του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής.

3.3 ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Από την πρακτική εφαρμογή των διαφόρων συνδυασμών των διαδικασιών επεξεργασίας των αστικών λυμάτων έχουν διαμορφωθεί τρία κυρίως βασικά στάδια καθαρισμού, που εκφράζουν φραστικά το βαθμό της καθαρότητας της τελικής απορροής:

α. Πρωτοβάθμιος ή μηχανικός καθαρισμός.

Περιλαμβάνει συνήθως σχάρισμα, αφαίρεση άμμου και ενδεχόμενα επιπλεόντων υλικών (προκαταρκτική επεξεργασία) και βασικά πρωτοβάθμια καθίζηση με απαραίτητο συμπλήρωμα την επεξεργασία της λάσπης (π.χ. αναερόβια χώνευση κλπ.), που δεν είναι πάντως εξολοκλήρου "μηχανική" επεξεργασία.

Ο μηχανικός καθαρισμός μπορεί να ελαττώσει το ρυπαντικό φορτίο (οργανικά, στερεά, μικρόβια), κατά μέσον όρο, 35-50% περίπου.

β. Δευτεροβάθμιος καθαρισμός.

Εάν οι συνθήκες του αποδέκτη απαιτούν ψηλότερο βαθμό καθαρισμού, ακολουθεί δευτεροβάθμια επεξεργασία για την απομάκρυνση κατά το δυνατό των πολύ λεπτών και διαλυμένων ουσιών. Η επεξεργασία αυτή αποτελείται, είτε από βιολογική αποδόμηση των οργανικών ουσιών και στη συνέχεια απομάκρυνση των σχηματιζόμενων αιωρημάτων με δευτεροβάθμια καθίζηση, είτε από χημική υποστήριξη της αρχικής απλής καθιζήσεως με κροκύδωση σε συνδυασμό με άλλες χημικές διεργασίες κυρίως για τα βιομηχανικά απόβλητα.

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία και ειδικότερα η βιολογική, που δίνει σε σημαντικό βαθμό οξειδωμένα προϊόντα (NO_3 κλπ.), αποτελεί συνήθως το τελικό στάδιο και χαρακτηρίζεται συμβατικά σαν "πλήρης". Παρότι και σήμερα εξακολουθεί να θεωρείται αρκετή σαν τελικό στάδιο, σε ειδικές περιπτώσεις γίνεται πιο προχωρημένος καθαρισμός (τριτοβάθμιος).

Η ελάττωση του ρυπαντικού φορτίου (BOD_5 , αιωρούμενα στερεά, κολοβακτηριοειδή) κατά το δευτεροβάθμιο καθαρισμό (σε συνδυασμό με τον πρωτοβάθμιο) είναι κατά μέσον όρο της τάξεως του 80-90%.

γ. Τριτοβάθμιος ή προχωρημένος καθαρισμός. Ακολουθεί τα προηγούμενα στάδια και συμπληρώνεται με την απομάκρυνση κυρίως του αζώτου (με τη μορφή της αμμωνίας, NH_3 ή των νιτρικών, NO_3) και του φωσφόρου (PO_4), είτε για την αντιμετώπιση των κινδύνων ευτροφισμού του τελικού αποδέκτη (λίμνη, θάλασσα), είτε και για επαναχρησιμοποίηση της τελικής

απορροής για δευτερεύουσες χρήσεις ή ακόμη και για ύδρευση, ύστερα από πιο πέρα επεξεργασία (ενεργό άνθρακα, απολύμανση κλπ.).

Οι εφαρμοζόμενες διαδικασίες είναι φυσικές (π.χ. αερισμός για NH_3 ή αντίστροφη ώσμωση για NO_3 και PO_4) ή χημικές (ιζηματοποίηση για PO_4) ή βιολογικές (ανάπτυξη μικροφυκών, απονιτροποίηση).

Και στα τρία στάδια καθαρισμού μπορεί να εφαρμοσθεί μόνιμα ή περιοδικά απολύμανση της τελικής απορροής, συνήθως με χλωρίωση, αν κριθεί απαραίτητη, λόγω της φύσεως των αποβλήτων (νοσοκομειακά) ή των ειδικών χρήσεων του αποδέκτη (ύδρευση, αλιεία οστρακοδέρμων κολύμβηση, άρδευση κλπ.).

Η χλωρίωση ελαττώνει μερικά τις οργανικές ουσίες (BOD) και κυρίως το μικροβιακό φορτίο (μέχρι 99%).

3.4 ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Οι συμβατικές εγκαταστάσεις καθαρισμού των λυμάτων, εφόσον μελετηθούν και κατασκευασθούν σωστά και γίνεται κανονική παρακολούθηση της λειτουργίας από υπεύθυνο και έμπειρο προσωπικό με τακτικό εργαστηριακό έλεγχο των διαφόρων σταδίων επεξεργασίας, έχουν ικανοποιητική απόδοση στην ελάττωση του ρυπαντικού φορτίου, χωρίς πάντως αυτό να παρερμηνεύεται και να σημαίνει, ότι έχουν εξουδετερωθεί τελείως όλοι οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον γενικότερα.

Σαν παράμετροι αναφοράς για τον έλεγχο της αποδόσεως, λαμβάνονται συνήθως οι οργανικές ουσίες (BOD_5), που σχετίζονται κυρίως με την ενόχληση λόγω δυσοσμίας - αν αποδομηθούν αναερόβια - τα αιωρούμενα στερεά (SS), που επηρεάζουν τη θολότητα και την αισθητική εμφάνιση και τα κολοβακτηριοειδή, που αποτελούν δείκτες μόλυνσεως και σχετίζονται άμεσα με τη δημόσια υγεία.

3.5 ΠΑΡΟΧΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Οι υπόνομοι ακαθάρτων αποχετεύουν τρεις κυρίως κατηγορίες υγρών:

-Λύματα

-Βιομηχανικά απόβλητα

-Διηθήσεις υπογείων νερών, που μπαίνουν στο δίκτυο από ατέλειες των συνδέσεων ή ρήγματα αγωγών.

Για τον υπολογισμό της παροχής πρέπει να εκτιμηθούν οι τρεις αυτές παράμετροι.

α. ΛΥΜΑΤΑ

Η παροχή των λυμάτων μιας κατοικημένης περιοχής δεν είναι χρονικά σταθερή. Μεταβάλλεται περιοδικά στη διάρκεια του 24ώρου, της εβδομάδας και του χρόνου, εκτός από τη συνεχή αύξηση με την πάροδο των ετών.

Η μέγιστη ημερήσια παροχή στη διάρκεια του χρόνου παρατηρείται το καλοκαίρι.

β.ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση και ποικιλία σε ποσότητα και ποιότητα ανάλογα κυρίως με το είδος των πρώτων υλών και τη διαδικασία παραγωγής. Επειδή πολύ μικρό ποσοστό του νερού ενσωματώνεται στα τελικά προϊόντα, ο κύριος όγκος, που καταναλώνεται, επιστρέφει σαν βιομηχανικά απόβλητα. Τα απόβλητα αυτά μπορεί να περιέχουν τοξικά μέταλλα, χημικά, όξινα-αλκαλικά, οργανικά, βιολογικούς μολυσματικούς παράγοντες, εύφλεκτα, εκρηκτικά και ακόμη ραδιενεργά υλικά. Για το λόγο αυτό η επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων απαιτεί κατά κανόνα άκρως εξειδικευμένη μελέτη.

Προκειμένου τα βιομηχανικά απόβλητα να φθάσουν με το δίκτυο υπονόμων ή απ'ευθείας στην αστική εγκατάσταση για επεξεργασία, πρέπει να γίνει συστηματική ποσοτική και ποιοτική απογραφή κυρίως για τις υδροβόρες λεγόμενες βιομηχανικές με επισήμανση της χρονικής κατανομής της παροχής στη διάρκεια της ημέρας και εβδομάδας.

Συμπληρωματικά (στους υπολογισμούς) λαμβάνεται υπόψη η περίπτωση περιοδικής εκκενώσεως δεξαμενών ορισμένη ώρα την ημέρα ή την εβδομάδα για το ωριαίο φορτίο.

γ.ΔΙΗΘΗΣΗ (INFILTRATION)

Η ποσότητα των υπόγειων νερών, που εισδύουν στο δίκτυο υπονόμων, εξαρτάται γενικά από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα και τη στεγανότητα της κατασκευής. Η ποσότητα αυτή ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες μπορεί να κυμαίνεται συνήθως αρκετά από 2-100m³/ημ.κm μήκους υπονόμων και ιδιωτικών παροχετεύσεων, ενώ κατά τη διάρκεια δυνατών βροχών, οπότε εισρέουν νερά, τόσο από τα καλύμματα των φρεατίων, όσο και απ'ευθείας με διήθηση, μπορεί να περάσει τα 250m³/ημ.κm.

Ο μελετητής θα πρέπει να εξετάζει τις πραγματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή (στάθμη υπόγειων νερών) και την κατάσταση του δικτύου αποχετεύσεως (υπάρχον και προβλεπόμενο), από πλευρά βάθους τοποθέτησεως και βαθμού στεγανότητας για να αποφύγει σοβαρές αποκλίσεις στους υπολογισμούς.

Σ'αντίθεση με τη διήθηση θα πρέπει να σημειωθεί, ότι σε στεγνά και διαπερατά εδάφη το δίκτυο υπονόμων μπορεί να έχει απώλειες λόγω διαρροών.

4. ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

4.1 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΑΡΑ (bar racks)

Σκοπός της σχάρας είναι να συγκατήσει τα παρασυρόμενα σχετικά μεγάλα υλικά, για να προφυλάξει τις επόμενες εγκαταστάσεις από μηχανικές εμφράξεις και φθορές.

Οι σχάρες αποτελούνται συνήθως από παράλληλες σιδερένιες ράβδους με διάκενα και διακρίνονται σε:

-Χοντρές με καθαρά ανοίγματα 40-150mm

-Μέσες με καθαρά ανοίγματα 20-40mm

-Λεπτές με καθαρά ανοίγματα 5-20mm

Η ταχύτητα προσεγγίσεως των λυμάτων στις σχάρες πρέπει να μην είναι μικρότερη των 0,3-0,5m/sec, ενώ η ταχύτητα διελεύσεως μέσα από τα κενά μεγαλύτερη από 0,7-1,0m/sec.

Οι σχάρες είτε καθαρίζονται με τσουγκράνα (σχ.4.1 α), οπότε η κλίση τους είναι περίπου 30 με το έδαφος, είτε αυτόματα (μηχανικά), οπότε είναι σχεδόν κατακόρυφες (σχ.4.1 β).

Η διάθεση των σχαρισμάτων γίνεται με ταφή, χώνευση, καύση, διάθεση με τα απορρίμματα ή με άλεση.

Πολτοποίηση

Σαν συμπλήρωμα του απλού σχαρισμού χρησιμοποιείται πολλές φορές η άλεση, που τεμαχίζει μηχανικά τα σχαρίσματα και ακολουθούν την πορεία των λυμάτων και έτσι δεν υπάρχει πρόβλημα διαθέσεως (σχ.4.1 γ).

Λεπτό κοσκίνισμα

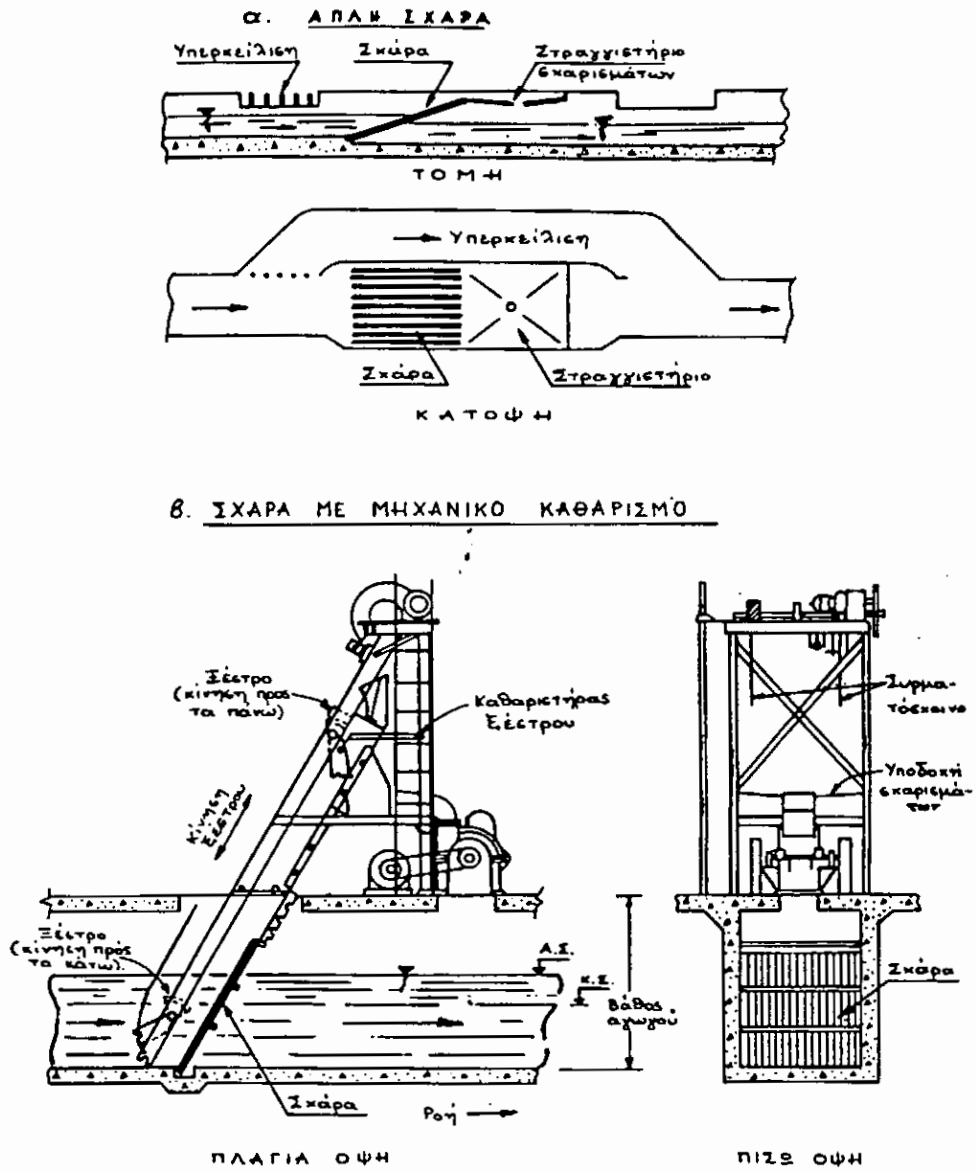
Στη θέση της σχάρας έχει χρησιμοποιηθεί παλιότερα (1920) για πρωτοβάθμια επεξεργασία είδος κοσκίνου με μορφή κεκλιμένου δίσκου ή τυμπάνου από χάλκινο ή ορειχάλκινο φύλλο με σχισμές 0,8-3mm περίπου.

Τα νεώτερα κόσκινα με μορφή δίσκου ή τυμπάνου αποτελούνται από πλέγμα από ανοξείδωτο σύρμα ή νήμα με ανοίγματα 0,23-3,3mm.

Τοποθετούνται μισοβυθισμένα στα απόβλητα και περιστρέφονται αργά (4στρ./1') γύρω από οριζόντιο άξονα. Τα σχαρίσματα, που προσκολλώνται στην επιφάνεια, απομακρύνονται με εξακόντιση νερού ή επεξεργασμένων αποβλήτων (σχ.4.1 δ). Έχουν χρησιμοποιηθεί πολύ για βιομηχανικά απόβλητα.

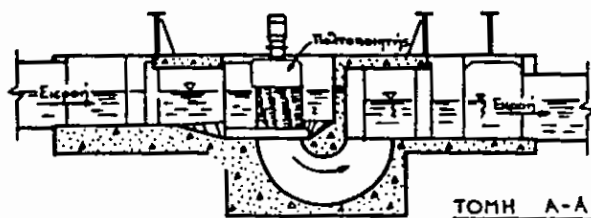
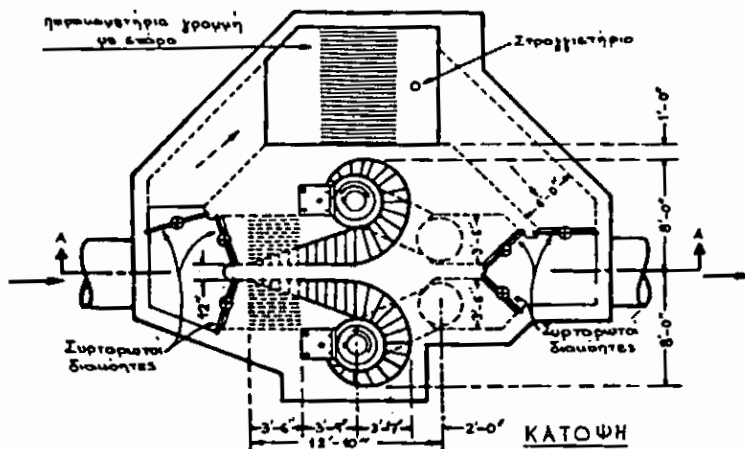
Οι σχάρες, όπως και κάθε άλλη μονάδα, συμπληρώνονται με παρακαμπτήρια γραμμή για περίπτωση εμφράξεως ή συντηρήσεως.

ΣΧ. 4.1 ΣΧΑΡΕΣ

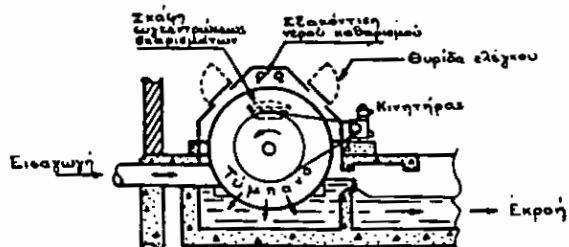


ΣΧ. 4.1 ΣΧΑΡΕΣ

γ ΠΟΛΤΟΠΟΙΗΤΗΣ (όλεση εκαισιμάτων)



δ. ΛΕΠΤΟ ΚΟΣΚΙΝΟ



4.2. ΑΜΜΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ (grit chamber)

Σκοπός του αμμοσυλλέκτη είναι να συγκρατήσει τα παρασυρόμενα υλικά με μεγάλο ειδικό βάρος διαμετρήματος συνήθως πάνω από 0,15-0,2mm, κυρίως ανόργανα (άμμος, σπόροι κλπ.) για την προστασία των εγκαταστάσεων, που ακολουθούν από μηχανικές φθορές (αντλίες) ή εμφράξεις (σωληνώσεις) και κυρίως την αποφυγή του συχνού καθαρισμού της δεξαμενής χωνεύσεως από τα αδρανή ιζήματα.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αμμοσυλλεκτών, οι οριζόντιοι και οι αεριζόμενοι (σχ.4.2 α,β).

Οι οριζόντιοι αποτελούνται από ευθύγραμμο αυλάκι με οριζόντια ροή, όπου η αντίστοιχη ταχύτητα διατηρείται σταθερή, ανεξάρτητα από την παροχή και τη στάθμη πληρώσεως, με κατάλληλη μορφή της διατομής και τοποθέτηση στην έξοδο ειδικού εκχειλιστού. Για το σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεταξύ άλλων είτε ορθογωνικό αυλάκι με αναλογικό εκχειλιστή, είτε παραβολικό αυλάκι με ορθογωνικό εκχειλιστή. Στη δεύτερη περίπτωση για διευκόλυνση της κατασκευής το αυλάκι μπορεί να διαμορφωθεί με παραπλήσια τραπεζοειδή διατομή. Για την αποτελεσματική λειτουργία του αμμοσυλλέκτη παίζει σημαντικό ρόλο η προβλεπόμενη (σταθερή) οριζόντια και κατακόρυφη ταχύτητα των μορίων.

Οι αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες δημιουργούν με την κατάλληλη διάταξη του αερισμού ελικοειδή ροή των λυμάτων και μπορούν να εξασφαλίσουν με τη ρύθμιση του αέρα σχεδόν πλήρη απομάκρυνση της άμμου, που ταυτόχρονα πλένεται καλά και απαλλάσσεται από τις οργανικές προσμίξεις.

Ο χρόνος παραμονής είναι συνήθως 3 λεπτά για τη μέγιστη παροχή. Η ποσότητα της άμμου στους αμμοσυλλέκτες μπορεί να κυμαίνεται από 7,5-90 lit/1000m³ (μέση 30 1/1000m³) ή 5-15 lit/ατ.χρ..

Η άμμος, που συλλέγεται στους οριζόντιους αμμοσυλλέκτες, περιέχει πολλά οργανικά υλικά (50% και περισσότερο), γι'αυτό πρέπει να πλένεται προτού διατεθεί, εκτός αν ενταφιασθεί και σκεπασθεί αμέσως.

4.3. ΛΙΠΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ-ΕΞΑΦΡΙΣΤΗΡΑΣ (skimming tank)

Ο λιποσυλλέκτης διαμορφώνεται σαν παγίδα για την συγκράτηση των επιπλεόντων γενικά υλικών και ουσιών, μεταξύ των οποίων λίπη και λάδια (σχ.4.3). Δεν είναι πάντα απαραίτητος, αν δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα επιπλεόντων και η δεξαμενή καθιζήσεως έχει κατάλληλο μηχανισμό για τον εξαφρισμό. Πάντως σε μονάδες με σχετικά μεγάλες ποσότητες λίπους (εστιατόρια, σφαγεία, βιομηχανίες λιπαρών τροφίμων κλπ.) τοποθετούνται συνήθως λιποσυλλέκτες αμέσως μετά την εγκατάσταση. Η χωρητικότητά τους υπολογίζεται με χρόνο παραμονής 3-5 λεπτά και με δυναμικότητα αποθηκεύσεως 40 lit λίπους ανά lit/sec παροχής. Η θερμοκρασία στην έξοδο πρέπει να είναι μικρότερη από 35 °C. Η απόδοση φθάνει τα 80-90% στη συγκράτηση του λίπους, που πρέπει να απομακρύνεται τακτικά.

4.2. ΑΜΜΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ (grit chamber)

Σκοπός του αμμοσυλλέκτη είναι να συγκρατήσει τα παρασυρόμενα υλικά με μεγάλο ειδικό βάρος διαμετρήματος συνήθως πάνω από 0,15-0,2mm, κυρίως ανόργανα (άμμος, σπόροι κλπ.) για την προστασία των εγκαταστάσεων, που ακολουθούν από μηχανικές φθορές (αντλίες) ή εμφράξεις (σωληνώσεις) και κυρίως την αποφυγή του συχνού καθαρισμού της δεξαμενής χωνεύσεως από τα αδρανή ιζήματα.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αμμοσυλλεκτών, οι οριζόντιοι και οι αεριζόμενοι (σχ.4.2 α,β).

Οι οριζόντιοι αποτελούνται από ευθύγραμμο αυλάκι με οριζόντια ροή, όπου η αντίστοιχη ταχύτητα διατηρείται σταθερή, ανεξάρτητα από την παροχή και τη στάθμη πληρώσεως, με κατάλληλη μορφή της διατομής και τοποθέτηση στην έξοδο ειδικού εκχειλιστού. Για το σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεταξύ άλλων είτε ορθογωνικό αυλάκι με αναλογικό εκχειλιστή, είτε παραβολικό αυλάκι με ορθογωνικό εκχειλιστή. Στη δεύτερη περίπτωση για διευκόλυνση της κατασκευής το αυλάκι μπορεί να διαμορφωθεί με παραπλήσια τραπεζοειδή διατομή. Για την αποτελεσματική λειτουργία του αμμοσυλλέκτη παίζει σημαντικό ρόλο η προβλεπόμενη (σταθερή) οριζόντια και κατακόρυφη ταχύτητα των μορίων.

Οι αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες δημιουργούν με την κατάλληλη διάταξη του αερισμού ελικοειδή ροή των λυμάτων και μπορούν να εξασφαλίσουν με τη ρύθμιση του αέρα σχεδόν πλήρη απομάκρυνση της άμμου, που ταυτόχρονα πλένεται καλά και απαλλάσσεται από τις οργανικές προσμίξεις.

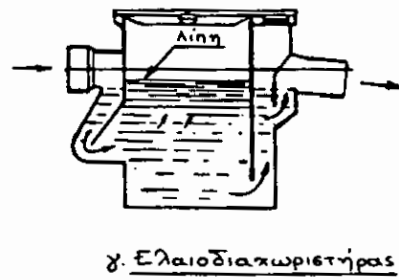
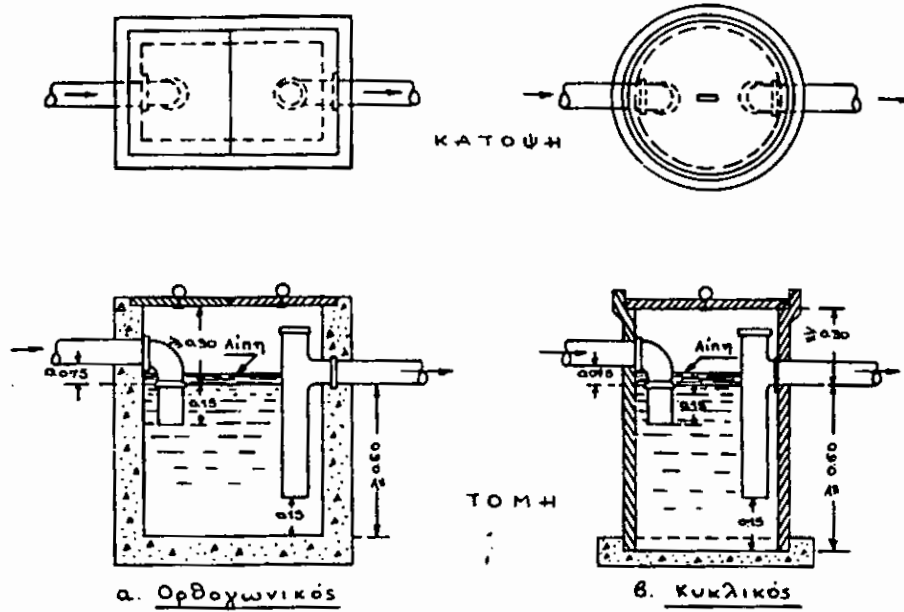
Ο χρόνος παραμονής είναι συνήθως 3 λεπτά για τη μέγιστη παροχή. Η ποσότητα της άμμου στους αμμοσυλλέκτες μπορεί να κυμαίνεται από 7,5-90 lit/1000m³ (μέση 30 1/1000m³) ή 5-15 lit/ατ.χρ..

Η άμμος, που συλλέγεται στους οριζόντιους αμμοσυλλέκτες, περιέχει πολλά οργανικά υλικά (50% και περισσότερο), γι'αυτό πρέπει να πλένεται προτού διατεθεί, εκτός αν ενταφιασθεί και σκεπασθεί αμέσως.

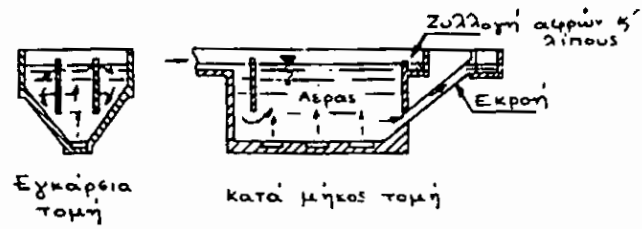
4.3. ΛΙΠΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ-ΕΞΑΦΡΙΣΤΗΡΑΣ (skimming tank)

Ο λιποσυλλέκτης διαμορφώνεται σαν παγίδα για την συγκράτηση των επιπλεόντων γενικά υλικών και ουσιών, μεταξύ των οποίων λίπη και λάδια (σχ.4.3). Δεν είναι πάντα απαραίτητος, αν δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα επιπλεόντων και η δεξαμενή καθιζήσεως έχει κατάλληλο μηχανισμό για τον εξαφρισμό. Πάντως σε μονάδες με σχετικά μεγάλες ποσότητες λίπους (εστιατόρια, σφαγεία, βιομηχανίες λιπαρών τροφίμων κλπ.) τοποθετούνται συνήθως λιποσυλλέκτες αμέσως μετά την εγκατάσταση. Η χωρητικότητά τους υπολογίζεται με χρόνο παραμονής 3-5 λεπτά και με δυναμικότητα αποθηκεύσεως 40 lit λίπους ανά lit/sec παροχής. Η θερμοκρασία στην έξοδο πρέπει να είναι μικρότερη από 35 °C. Η απόδοση φθάνει τα 80-90% στη συγκράτηση του λίπους, που πρέπει να απομακρύνεται τακτικά.

Σχ. 4.3 ΛΙΠΟΣΥΛΛΕΚΤΕΣ



δ. Αεριζόμενος Εξαεριστήρας



Σε εγκαταστάσεις με λάδια ή εύφλεκτα υγρά (σταθμοί αυτοκινήτων, καθαριστήρια διύλιστήρια πετρελαίου κλπ.) χρησιμοποιούνται ειδικοί ελαιοδιαχωριστήρες.

Τέλος, σε μεγάλες μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αεριζόμενος εξαφριστήρας, που εξασφαλίζει μαζί με την καλύτερη απομάκρυνση των επιπλεόντων και είδος προαερισμού των αποβλήτων.

Παλαιότερα ο χρόνος προαερισμού ήταν 3-5 λεπτά με κατανάλωση αέρα 220 lit/m³ λυμάτων, τώρα όμως κυμαίνεται από 10'-45' με κατανάλωση αέρα 0,75-3,0 lit/m³ λυμάτων.

Ο όγκος των εξαφρισμάτων των αστικών λυμάτων κυμαίνεται από 0,1-5 lit/ατ.χρ.

4.4. ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ

Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθιζήσεως (Primary sedimentation tank)

α. Αρχή Λειτουργίας

Η δεξαμενή καθιζήσεως αποτελεί την πρώτη βασική μονάδα καθαρισμού ύστερα από την προκαταρκτική επεξεργασία στις προηγούμενες εγκαταστάσεις. Η αρχή λειτουργίας της στηρίζεται στη σημαντική ελάττωση της ταχύτητας ροής των λυμάτων, οπότε ελαττώνεται και η συρπτική ικανότητα, με αποτέλεσμα τα μεγαλύτερα και βαρύτερα αιωρούμενα (όχι διαλυμένα) υλικά να καθιζάνουν στον πυθμένα.

β. Μορφή και Διαστάσεις

Οι δεξαμενές καθιζήσεως έχουν συνήθως μορφή, είτε ορθογωνική με ροή των υγρών κατά μήκος της μεγάλης πλευράς, είτε κυκλική με ακτινωτή ροή από το κέντρο στην περιφέρεια, είτε τέλος ανεστραμμένη κωνική με λοξή ροή από την κορυφή προς τα πάνω και έξω (Σχ.4.4).

Οι ορθογωνικές δεξαμενές κατασκευάζονται με μήκη μέχρι 90m (συνήθως 30m) και πλάτος μέχρι 25m, ενώ οι κυκλικές με διάμετρο μέχρι 60m (συνήθως 12-30m). Τα βάθη εκλέγονται συνήθως 2-4(-5)m.

Στις ορθογωνικές δεξαμενές ισχύουν οι σχέσεις:

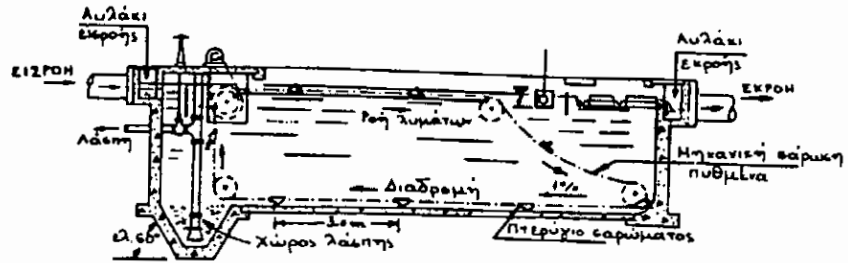
μήκος/πλάτος= $l/d=4/1-8/1$ και μήκος/βάθος= $l/b=11,5/1$.

Ο πυθμένας κατασκευάζεται με κλίση περίπου 1% για τις ορθογωνικές και 8-12% για τις κυκλικές.

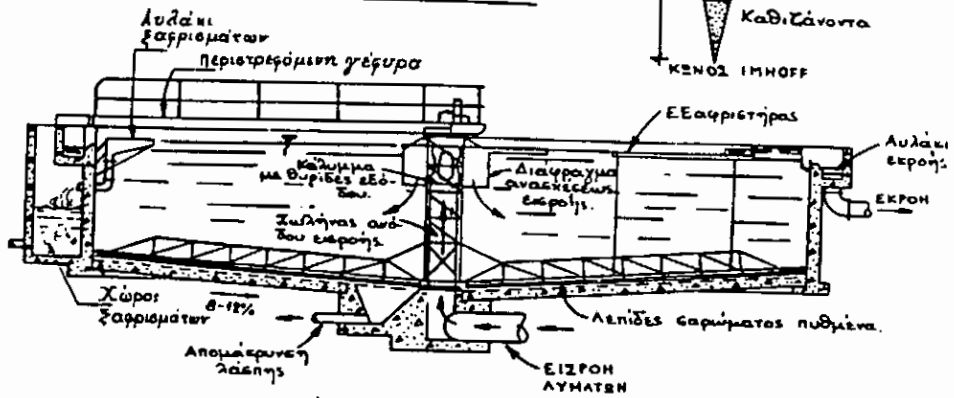
Ο χώρος συγκεντρώσεως της λάσπης έχει κλίση πλευρών, κατ.:οριζ. =1,2:1-2:1.

Σχ. 4.4 ΤΥΠΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΣ

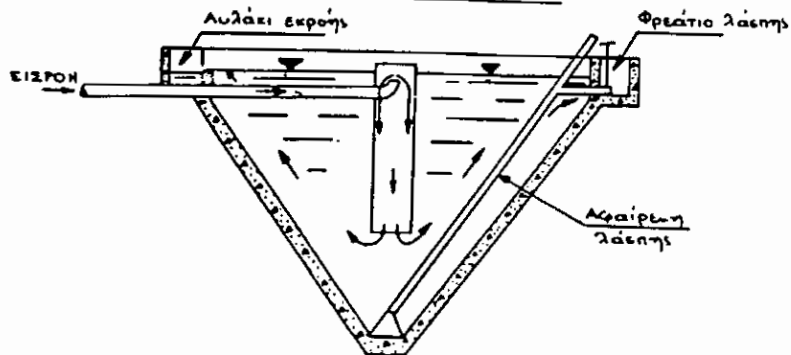
α. Ορθογωνική δεξαμενή



β. Κυκλική δεξαμενή



γ. Κωνική δεξαμενή



γ. Απόδοση, Χρόνος Συγκρατήσεως

Εφόσον η δεξαμενή μελετηθεί καλά και λειτουργεί κανονικά, απομακρύνει σημαντικό ποσοστό από τα αιωρούμενα στερεά (40-70%) και ελαττώνει αρκετά το BOD₅ (25-40%, με συνηθισμένο ποσοστό 35%) ανάλογα με το χρόνο συγκρατήσεως.

Ο χρόνος αυτός εκλέγεται συνήθως $t=V/Q=1,5-3,5(h)$, όπου Q η μέγιστη παροχή. Αν ακολουθεί βιολογική επεξεργασία, μπορεί να ελαττωθεί (π.χ. 1h), αλλά η δευτεροβάθμια δεξαμενή πρέπει να έχει τουλάχιστο $t=1,5h$.

δ. Απομάκρυνση της λάσπης

Η λάσπη, που καθιζάνει στον πυθμένα, έχει σημαντικό οργανικό φορτίο, γι'αυτό πρέπει να απομακρύνεται συνεχώς με μηχανικό σάρωθρο (αλυσίδα με ξέστα) ή με άλλον αποτελεσματικό τρόπο, γιατί αν παραμένει, μετά από λίγες ώρες (3-4 το καλοκαίρι) θα αρχίσει η αναερόβια αποδόμηση και η δημιουργία σοβαρών δυσοσμίων. Το σάρωμα της λάσπης γίνεται αντίθετα στη ροή των υγρών και συνήθως με ταχύτητα 1-2cm/sec, αν και έχει χρησιμοποιηθεί ταχύτητα 0,5cm/sec σε εγκαταστάσεις δραστικής λάσπης.

Ταυτόχρονα με τη λάσπη ο ίδιος μηχανισμός αφαίρει συνήθως και τα επιπλέοντα υλικά από τη δεξαμενή (ξάφρισμα). Η είσοδος και έξοδος των υγρών στη δεξαμενή πρέπει να γίνεται ομοιόμορφα με εγκάρσιο αυλάκι αρκετού μήκους, ώστε να εξασφαλίζεται μικρή ταχύτητα υπέρχειλίσσεως.

ε. Επιφανειακή Φόρτιση

Ιδεατή Δεξαμενή

Σε μια ιδεατή δεξαμενή καθιζήσεως διακρίνονται οι ζώνες εισόδου, καθιζήσεως, λάσπης (ιζήματος) και εξόδου. Το επιφανειακό μόριο M, που κατά τη διάρκεια του χρόνου συγκρατήσεως t καθιζάνει στο τέρμα της διαδρομής, έχει ταχύτητα καθιζήσεως: $U_k = Q / F$.

Η ταχύτητα αυτή εκφράζει την επιφανειακή φόρτιση ή την ταχύτητα υπέρχειλίσσεως της δεξαμενής.

Θεωρητικά όλα τα μόρια της ζώνης καθιζήσεως, που έχουν ταχύτητα $U > U_k$, ανεξάρτητα από το ύψος εισόδου, καθιζάνουν τελικά στον πυθμένα. Τα μόρια όμως μ, με ταχύτητα καθιζήσεως $U_m < U_k$, μπορούν να απομακρυνθούν μόνο αν βρίσκονται σε αρχικό ύψος $h \leq U_m \cdot t_0$.

Για κάθε μέγεθος μορίων (και για ανεμπόδιστη καθίζηση) η αποδοτικότητα της ιδεατής δεξαμενής (ποσοστό καθιζήσεως) είναι συνάρτηση μόνο της ταχύτητας καθιζήσεως των μορίων και της επιφανειακής φορτίσεως (Q/F) και δεν επηρεάζεται από το βάθος της δεξαμενής και την οριζόντια ταχύτητα (χρόνος συγκρατήσεως). Οποσδήποτε όμως η οριζόντια ταχύτητα δεν πρέπει να φθάσει την κρίσιμη τιμή της συρτικής ταχύτητας U_s .

Συμπληρωματικά προκύπτει, ότι όλα τα μόρια με ταχύτητα $U_m < U_k$ μπορεί να συγκρατηθούν, αν παρεμβληθούν ψευδοπυθμένες ή δίσκοι στη δεξαμενή. Όσο

μεγαλώνει ο αριθμός των δίσκων, τόσο μπορεί να μικραίνει η ταχύτητα καθιζήσεως. Πάντως κατασκευαστικοί περιορισμοί δεν επιτρέπουν πύκνωση των δίσκων.

Σημειώνεται ότι τα διυλιστήρια αποτελούν κατά κάποιο τρόπο δεξαμενή καθιζήσεως με μεγάλο αριθμό στοιχειωδών δίσκων. Επομένως δεν λειτουργούν μόνο σαν ηθμοί, αλλά και σαν μονάδες καθιζήσεως στους κόκκους του υλικού πληρώσεως (άμμου κλπ.).

Στην ιδεατή δεξαμενή τα μόρια θεωρούνται μεμονωμένα χωρίς αλληλοεπιδράσεις κατά την καθίζηση (π.χ. συνένωση λόγω κροκυδώσεως), με αποτέλεσμα να κινούνται με σταθερή τελική ταχύτητα καθιζήσεως μέχρι τον πυθμένα. Η ταχύτητα αυτή για μικρές τιμές του αριθμού Reynolds ($Re < 0,3-0,5$) υπολογίζεται, σύμφωνα με το νόμο του Stokes.

Τύποι Καθιζήσεως

Στην πράξη ο τρόπος καθιζήσεως της ιδεατής δεξαμενής ισχύει μόνο στην περίπτωση αιωρημάτων με ξεχωριστά μεταξύ τους μόρια χωρίς φαινόμενα συνεννώσεως και αλληλεπιδράσεως. Με βάση τη συγκέντρωση και την τάση των μορίων να αντιδρούν μεταξύ τους διακρίνονται γενικά τέσσερις τύποι καθιζήσεως που απαντούν χωριστά ή όλοι μαζί.

-ΤΥΠΟΣ 1. Απαντά σε αιωρήματα με μικρή συγκέντρωση στερεών, που καθιζάνουν σαν ξεχωριστά μόρια χωρίς αξιόλογη αλληλεπίδραση, όπως στην περίπτωση αραιού αδρανούς αιωρήματος σε ιδεατή δεξαμενή.

-ΤΥΠΟΣ 2. Ανταποκρίνεται σε κολλοειδή διαλύματα, που συναυξάνονται και κροκυδώνονται, με αποτέλεσμα να αυξάνει προοδευτικά η ταχύτητα καθιζήσεως με το βάθος.

-ΤΥΠΟΣ 3. Παρατηρείται σε κολλοειδή διαλύματα ενδιάμεσης συγκεντρώσεως (συνήθως 500mg/lit για δραστική λάσπη), όπου τα μόρια διατηρούν λόγω αλληλοεπιδράσεων σταθερές θέσεις μεταξύ τους (καθολική συσσωμάτωση) και το αιώρημα καθιζάνει σαν ενιαία μάζα με σχετικά σταθερή ταχύτητα.

-ΤΥΠΟΣ 4. Η μορφή αυτή παρατηρείται, όταν τα μόρια λόγω μεγάλης συγκεντρώσεως διαμορφώνονται σε σχηματισμό, που για να καθιζήσει περισσότερο πρέπει να συμπιεσθεί.

Υπολογισμός της συνολικής καθιζήσεως

Σε μια ιδεατή δεξαμενή το τυπικό αιώρημα των μορίων περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία μεγεθών, που καθιζάνουν με διαφορετικές ταχύτητες. Επομένως για τον προσδιορισμό της αποδόσεως της δεξαμενής και τον υπολογισμό της συνολικής καθιζήσεως, πρέπει να ληφθεί υπόψη το σύνολο των ταχυτήτων καθιζήσεως που παρατηρούνται στο σύστημα. Ο υπολογισμός των ταχυτήτων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Είτε με κοκκομετρική ανάλυση για τον προσδιορισμό του ποσοστού (σε βάρος) των μορίων διαφόρων διαμέτρων και με υπολογισμό της οριακής ταχύτητας για κάθε διάμετρο, είτε με χρησιμοποίηση στήλης καθιζήσεως (settling

column). Με τον τρόπο αυτό υπολογίζεται και σχεδιάζεται η καμπύλη των διαφόρων ταχυτήτων καθιζήσεως, σε αντιστοιχία με το κλάσμα (ποσοστό) των μορίων, που έχουν μικρότερη ταχύτητα από τη σημειωμένη στον οριζόντιο άξονα.

στ. Επεξεργασία Λάσπης

Η λάσπη που συλλέγεται στη δεξαμενή καθιζήσεως (πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια), περιέχει σημαντικό οργανικό φορτίο και γι'αυτό πρέπει έγκαιρα να απομακρύνεται για την αποφυγή δημιουργίας αναερόβιων ζυμώσεων με αποτέλεσμα δυσοσμίες και χειροτέρευση της ποιότητας της τελικής απορροής.

Η απομάκρυνση της λάσπης από τον ειδικό χώρο συγκεντρώσεως της δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθιζήσεως πρέπει να γίνεται τουλάχιστο μια φορά σε κάθε βάρδια (3 φορές το 24ωρο) και οπωσδήποτε συχνότερα τις θερμές εποχές. Η λάσπη υποβάλλεται συνήθως σε κατάλληλη επεξεργασία ανοργανοποίησης και αφυδατώσεως πριν από την τελική της διάθεση.

Σηπτική Δεξαμενή (Septic Tank)

α. Χρήση και μορφή

Η σηπτική δεξαμενή (ή σηπτικός βόθρος) χρησιμοποιείται κυρίως στα μικρά (ιδιωτικά) συστήματα αποχετεύσεως (κατοικίες, ιδρύματα κλπ.) για την επεξεργασία των λυμάτων πριν από την τελική διάθεσή τους στο υπέδαφος (απορροφητικό βόθρο, υπεδάφιο απορροφητικό πεδίο κλπ.) ή στο τυχόν ελαττωματικό δίκτυο αποχετεύσεως για τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου.

Αποτελείται από μονοθάλαμη ή συνήθως διθάλαμη ορθογωνική δεξαμενή (Σχ. 4.4.1a), στην οποία γίνεται καθίζηση μέρους των αιωρούμενων στερεών και ταυτόχρονα αναερόβια χώνευση της λάσπης στον πυθμένα, όπου προβλέπεται ο απαραίτητος όγκος.

Τα διερχόμενα από πάνω λύματα, ενώ απαλλάσσονται από μέρος των αιωρούμενων στερεών και ταυτόχρονα αναερόβια χώνευση της λάσπης στον πυθμένα, όπου προβλέπεται ο απαραίτητος όγκος.

Τα διερχόμενα από πάνω λύματα, ενώ απαλλάσσονται από μέρος των αιωρούμενων στερεών, εμπλουτίζονται ταυτόχρονα με τεμάχια σηπόμενης λάσπης -που παρασύρονται στην επιφάνεια με τις φυσαλλίδες- και με τα δύσοσμα αέρια της αποσυνθέσεως (H_2S , NH_3 , CH_4). Έτσι, ενώ η απορροή της σηπτικής δεξαμενής είναι βελτιωμένη από την καθίζηση, έχει επιβαρυνθεί με σηπτική χλωρίδα και αναδίδει δυσοσμία και γι'αυτό δεν μπορεί να διατεθεί επιφανειακά.

β. Χωρητικότητα και διαστάσεις

Για τον υπολογισμό της χωρητικότητας της σηπτικής δεξαμενής λαμβάνονται υπόψη:

-Η μέση ημερήσια παροχή λυμάτων.

-Ο χρόνος συγκρατήσεως, που λαμβάνεται συνήθως 24 ώρες για κατοικίες και μικρές εγκαταστάσεις, ενώ για μεγάλες μονάδες μπορεί να περιορισθεί σε 12 ή και 8 ώρες.

-Ο όγκος για τη συγκέντρωση και χώνευση της λάσπης, που λαμβάνεται ίσος με 100 λίτρα το άτομο το χρόνο.

Σαν ελάχιστη χωρητικότητα της μονοθάλαμης δεξαμενής ορίζονται τα 2,0m³, ενώ σε περίπτωση δεξαμενής με περισσότερα διαμερίσματα η χωρητικότητά του πρώτου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τα 2/3 της ολικής χωρητικότητας ή των 2,0m³.

Από απόψεως διαστάσεων το μήκος της δεξαμενής πρέπει να είναι 2-3 φορές το πλάτος και το βάθος τουλάχιστο 1,2m με ελεύθερο από πάνω χώρο 0,3m.

Η σηπτική δεξαμενή πρέπει να αερίζεται καλά για την ανεμπόδιστη απομάκρυνση των δύσσομων και εύλεκτων αερίων της αποσυνθέσεως και να έχει κατάλληλα φρεάτια επιθεωρήσεως στην είσοδο και έξοδο των υγρών.

γ. Θέση

Η σηπτική δεξαμενή συνίσταται να τοποθετείται κατά το δυνατό μακριά και προς τα κάτω από οποιαδήποτε πηγή υδρεύσεως. Ελάχιστη απόσταση ασφαλείας τουλάχιστο 15m από πηγή ή πηγάδι υδρεύσεως και 1,0m από τα όρια οικοπέδου ή θεμέλια κτιρίου.

Κατά την αφαίρεση της λάσπης συνίσταται να αφήνεται μικρή ποσότητα σαν ζύμη.

Δεξαμενή Καθιζήσεως Imhoff

α. Χρήση και μορφή

Η δεξαμενή αυτή χρησιμοποιείται για μεγαλύτερες ιδιωτικές εγκαταστάσεις και η τελική απορροή μπορεί να διατεθεί τόσο στο υπέδαφος, όσο και σε επιφανειακές εγκαταστάσεις, γιατί διατηρείται νωπή και άσηπτη.

Μορφολογικά αποτελείται από επάλληλα διαμερίσματα (Σχ. 4.4.1β): το θάλαμο καθιζήσεως και το θάλαμο χωνεύσεως, που επικοινωνούν με στενή σχισμή διαμορφωμένη ώστε να περνούν κάτω τα ιζήματα, χωρίς όμως να επηρεάζονται τα διερχόμενα λύματα από τις ανερχόμενες φυσαλλίδες με μικρά τεμάχια της σηπόμενης λάσπης, που οδηγούνται στους αεριοαγωγούς. Έτσι τα λύματα βγαίνουν από τη δεξαμενή μετά από 2-6 ώρες καθιζήση χωρίς σηπτική επιβάρυνση (όπως συμβαίνει στη σηπτική δεξαμενή) και σχετικά διαυγή και άοσμα.

Η δεξαμενή IMHOFF κατασκευάζεται συνήθως ορθογωνική ή και κυκλική σε κάτοψη. Το άνοιγμα της σχισμής πρέπει να είναι τουλάχιστο 12,5-15 εκ. και η οριζόντια επικάλυψη των άκρων της τουλάχιστο 10 ή προτιμότερο 15 εκ.. Η οριζόντια επιφάνεια των αεριοαγωγών πρέπει να είναι τουλάχιστο 20% ή κατά προτίμηση 25% της ολικής επιφάνειας της δεξαμενής.

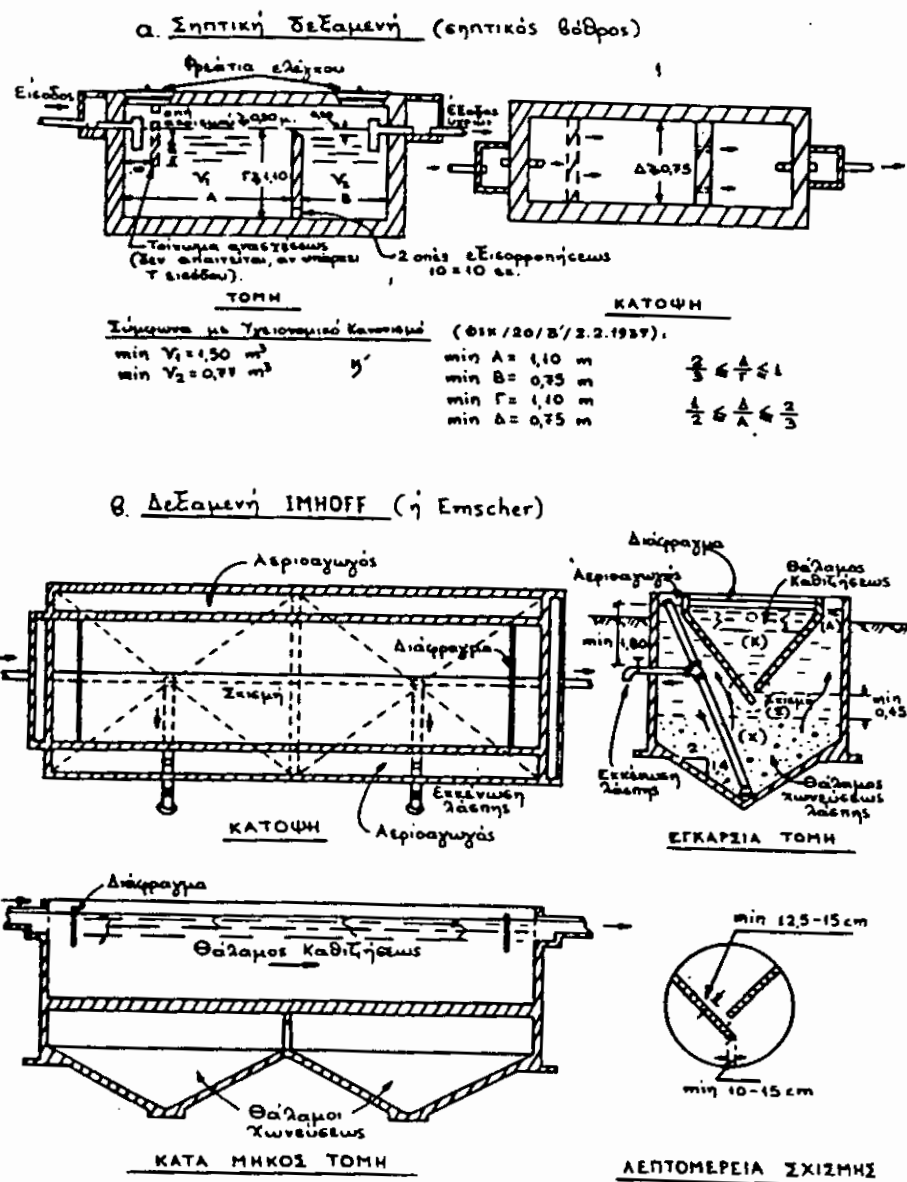
β. Χωρητικότητα

Για τον υπολογισμό του θαλάμου καθιζήσεως λαμβάνεται υπόψη η μέση ημερήσια παροχή λυμάτων και ο χρόνος καθιζήσεως $t=2-3$ ώρες για μεγάλες δεξαμενές (εξυπηρέτηση πάνω από 500 άτομα) ή $t=5-6$ ώρες για μικρές με επιφανειακή φόρτιση συνήθως $1\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ για τη μέση παροχή.

Η χωρητικότητα του θαλάμου χωνεύσεως μετριέται 0,4 m κάτω από τη σχισμή και υπολογίζεται τουλάχιστο για 100 λιτ./άτ..

Για τη θέση ισχύουν τα ίδια με τη σηπτική δεξαμενή.

Σχ. 4.4.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ
(ΚΑΘΙΖΗΣΗ - ΧΩΝΕΥΣΗ)



γ. Συντήρηση

Οι ακαθαρσίες και τα λίπη, που συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του θαλάμου καθιζήσεως, πρέπει να αφαιρούνται τακτικά. Κάθε εβδομάδα πρέπει να ελέγχεται η σχισμή και να καταστρέφεται ή απομακρύνεται ο επίπαγος, που σχηματίζεται στους αεριοαγωγούς, για να μην παρεμποδίζεται η έξοδος των αερίων.

Η λάσπη θα αφαιρείται από το θάλαμο χωνεύσεως, όταν φθάσει 0,45m κάτω από τη σχισμή. Κάθε φορά συνιστάται να αφαιρείται η μισή περίπου ποσότητα λάσπης, έτσι ώστε να παραμένει αρκετή ποσότητα για εμολιασμό.

4.5. ΕΠΙΠΛΕΥΣΗ (FLOTATION)

Εφαρμογή

Η επίπλευση χρησιμοποιείται πρωτίστως για την επεξεργασία ακάθαρτων υγρών με μεγάλη ποσότητα βιομηχανικών αποβλήτων, που μεταφέρουν σημαντικό φορτίο από λεπτά αιωρούμενα υλικά και λίπη (βυρσοδεψεία, διϋλιστήρια πετρελαίου, κονσερβοποιεία τροφίμων, σφαγεία, πλυντήρια κλπ.). Επίσης είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για απόβλητα, που δημιουργούν αφρό.

Γενικά τα αιωρούμενα στερεά με ειδικό βάρος λίγο μεγαλύτερο από 1,0, που θα απαιτούσαν ιδιαίτερα μακροχρόνια καθίζηση, μπορεί να απομακρυνθούν σε πολύ συντομώτερο χρόνο με την επίπλευση.

Η επίπλευση συνίσταται στην εισαγωγή λεπτών φυσαλλίδων -συνήθως ατμοσφαιρικού- αέρα στα απόβλητα, που προσκολλώνται στα αιωρούμενα σωματίδια και δημιουργούν, σαν πλωτήρες, αρκετή άνωση, ώστε να τα ανεβάσουν στην επιφάνεια. Έτσι μπορεί να ανέβουν μόρια με ειδικό βάρος μεγαλύτερο από το υγρό, αλλά επίσης να επιταχυνθεί η άνοδος μορίων με μικρότερο ειδικό βάρος (π.χ. λίπη).

Είδη

Η επίπλευση, που εφαρμόζεται στην επεξεργασία των αποβλήτων, εισάγει τις φυσαλλίδες του αέρα με τρεις μεθόδους:

-Αερισμός με ατμοσφαιρική πίεση (επίπλευση αέρα).

-Εισαγωγή αέρα στο υγρό, που βρίσκεται υπό πίεση και έχει αυξημένη δυνατότητα διαλύσεως και στη συνέχεια διακοπή της πίεσεως και διαφυγή του υπερκορεσμένου διαλυμένου αέρα (επίπλευση διαλυμένου αέρα).

-Κορεσμός με αέρα σε ατμοσφαιρική πίεση και στη συνέχεια εφαρμογή κενού στο υγρό (επίπλευση κενού).

Σε όλα τα συστήματα επιπλεύσεως η απομάκρυνση των αιωρουμένων μπορεί να βελτιωθεί με τη χρησιμοποίηση διαφόρων χημικών προσθετικών, που αυξάνουν την επιφάνεια ή αλλάζουν τη δομή, ώστε να απορροφώνται ή παγιδεύονται εύκολα οι φυσαλλίδες αέρα (π.χ. άλατα αργιλίου ή σιδήρου).

α. Επίπλευση αέρα (air flotation)

Στο σύστημα αυτό δημιουργούνται φυσαλλίδες με την εισαγωγή αέρα στα υγρά απόβλητα μέσω περιστρεφόμενης έλικας ή με σύστημα διαχύσεως. Ο αερισμός αυτός για σύντομο διάστημα δεν είναι αποτελεσματικός για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, εκτός για απόβλητα που δημιουργούν αφρό.

β. Επίπλευση διαλυμένου αέρα (dissolved-air flotation)

Στο σύστημα αυτό διαλύεται ο ατμοσφαιρικός αέρας στα υγρά απόβλητα, που βρίσκεται υπό πίεση αρκετών ατμοσφαιρών και στη συνέχεια η πίεση διακόπτεται απότομα, οπότε ο πρόσθετος διαλυμένος αέρας (υπερκορεσμένος) ελευθερώνεται με μορφή μικροσκοπικών φυσαλλίδων.

Σε μικρές μονάδες ολόκληρη η ποσότητα των αποβλήτων συμπιέζεται σε 3,7-4,5kg/cm² σε κλειστό δοχείο με αέρα, που εισάγεται από την αναρρόφηση της αντλίας για λίγα λεπτά, ώστε να διαλυθεί ο αέρας. Μετά ανοίγεται η δικλείδα ελαττώσεως της πίεσεως, που οδηγεί στη δεξαμενή επιπλεύσεως, όπου δημιουργούνται μικροσκοπικές φυσαλλίδες σ'ολόκληρη τη μάζα του υγρού.

Σε μεγαλύτερες μονάδες συμπιέζεται σε 8-3kg/cm², με αέρα μέρος συνήθως των υγρών (10-30%), που λαμβάνονται από την τελική απορροή και οδηγούνται με ανακυκλοφορία μετά τη διακοπή της πίεσεως στην είσοδο της δεξαμενής. Η κατανάλωση αέρα κυμαίνεται από 15-50 κανονικά (normal) λίτρα ανά m³ επεξεργαζομένων αποβλήτων.

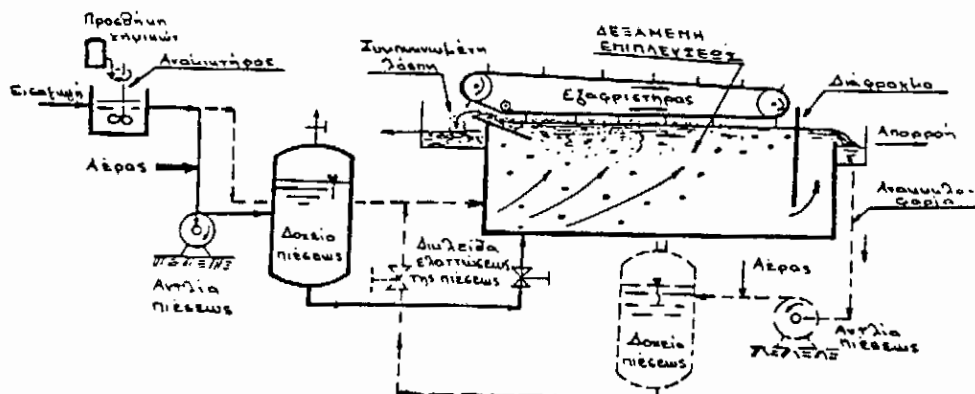
Η λειτουργία του συστήματος εξαρτάται από το λόγο του βάρους του αέρα και των στερεών, για να επιτευχθεί ορισμένος βαθμός καθαρισμού, που συνήθως προσδιορίζεται πειραματικά.

γ. Επίπλευση κενού (vacuum flotation)

Η επίπλευση κενού γίνεται σε δεξαμενές με βάθος υγρών συνήθως 3,0m και κενό 0,3kg/cm². Για κατάλληλη επίπλευση απαιτείται συνήθως ποσότητα αέρα 0,185-0,375m³/m² λυμάτων.

Η επιφανειακή φόρτιση κυμαίνεται από 8,5-17,0m³/m²ημέρα.

Σχ. 4.5 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΙΠΛΕΥΣΕΩΣ



5. ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι οργανικές ουσίες, που παραμένουν μετά την πρωτοβάθμια καθίζηση στα λύματα, βρίσκονται σε λεπτό καταμερισμό ή είναι διαλυμένες. Για να διευκολυνθεί η αποδόμηση και απομάκρυνσή τους, δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη σαπροφυτικών οργανισμών, που χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων το οργανικό υπόστρωμα των λυμάτων για σύνθεση νέων κυττάρων και παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας. Οι σχετικές χημικές διεργασίες διευκολύνονται και επιταχύνονται με την έκκριση από τους οργανισμούς διαφόρων ενζύμων μέσα ή έξω από το κύτταρο (ενδο- ή εξω-ένζυμα), που δρουν καταλυτικά και εξασφαλίζουν τη διάσπαση και μεταβολισμό των ουσιών.

Στην πράξη εφαρμόζεται κατά κανόνα η αερόβια βιοαποδόμηση, αλλά σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες και η αναερόβια διαδικασία.

5.2 ΡΥΘΜΟΣ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΕΩΣ

Στην αερόβια βιοαποδόμηση ελευθερώνεται σημαντική ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα υποστρώματος από τη μετατροπή του οργανικού άνθρακα, με αποτέλεσμα να προωθείται η σύνθεση κυτταρικού υλικού και η ανάπτυξη πολυάριθμων μικροοργανισμών, που επιταχύνουν το ρυθμό της βιοαποδομήσεως.

Αντίθετα στην αναερόβια αποδόμηση ελευθερώνεται λίγη ενέργεια ανά μονάδα υποστρώματος εξαιτίας της μερικής μόνο αποδομήσεως των οργανικών ουσιών, λόγω ελλείψεως δεκτών υδρογόνου. Σημαντική ποσότητα ενέργειας παραμένει στα τελικά προϊόντα (π.χ. μεθάνιο CH_4), με αποτέλεσμα ο ρυθμός της βιοαποδομήσεως να επιβραδύνεται.

Τέλος στην αυτότροφη ανάπτυξη σημαντική ποσότητα ενέργειας καταναλίσκεται για τη διάσπαση του CO_2 και χρησιμοποίηση του άνθρακα (C) στη σύνθεση του κυτταρικού υλικού, με αποτέλεσμα την ελαττωμένη ανάπτυξη οργανισμών.

5.3 ΕΙΔΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΩΝ

Οι βιολογικές επεξεργασίες, που αποτελούν τη συνηθέστερη μορφή του δευτεροβάθμιου καθαρισμού για τα αστικά και τα παρόμοια λύματα, στηρίζονται στη βιομηχανική αποδόμηση και μετατροπή των πολύ λεπτών και διαλυμένων οργανικών ουσιών σε συσσωματώματα, που αφαιρούνται στη συνέχεια με καθίζηση (δευτεροβάθμια). Οι επεξεργασίες αυτές εφαρμόζονται συνήθως στις συμβατικές εγκαταστάσεις ύστερα από πρωτοβάθμιο καθαρισμό, που απομακρύνει τα σχετικά χοντρά υλικά, ενώ η βιολογική επεξεργασία αφαιρεί τις οργανικές ουσίες, που είναι διαλυμένες, κολλοειδείς ή σε πολύ λεπτή μορφή.

Οι βιολογικές επεξεργασίες διακρίνονται ανάλογα με τους μικροοργανισμούς, που είναι υπεύθυνοι για τη διάσπαση και σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών, σε αερόβιες,

αναερόβιες και αερόβιες-αναερόβιες. Στην αερόβια επεξεργασία η σταθεροποίηση γίνεται από αερόβιους και επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς, στην αναερόβια από αναερόβιους και επαμφοτερίζοντες, ενώ στην αερόβια-αναερόβια λαμβάνουν μέρος και τα τρία είδη των οργανισμών.

α. Αερόβια επεξεργασία

Η αερόβια επεξεργασία, που γίνεται με παρουσία στοιχειακού οξυγόνου, είναι πολύ ταχύτερη από την αναερόβια με κύρια τελικά προϊόντα CO₂, H₂O και NO₃ και με ορισμένα μη διασπάσιμα οργανικά υλικά, καθώς και με υπολειμματικό (οργανικό) κυτταρικό υλικό.

Η επεξεργασία αυτή εφαρμόζεται κυρίως στο σύστημα του χαλικοδιύλιστηρίου, τη μέθοδο της δραστηκής λάσπης, τις αερόβιες ή αεριζόμενες δεξαμενές σταθεροποίησης, καθώς και σε πολλές άλλες παρεμφερείς μονάδες.

Η συμβατική μέθοδος της δραστηκής λάσπης χρησιμοποιείται κατά κανόνα στις μεγάλες πόλεις, το χαλικοδιύλιστήριο σε μικρότερες πόλεις και συχνά για πολύ πυκνά βιομηχανικά απόβλητα, ενώ οι αερόβιες δεξαμενές σταθεροποίησης χρησιμοποιούνται σε μικρές εγκαταστάσεις, εφόσον υπάρχει διαθέσιμη αρκετή εδαφική έκταση.

β. Αναερόβια επεξεργασία

Κατά την αναερόβια επεξεργασία η αποδόμηση των οργανικών ουσιών γίνεται με απουσία στοιχειακού οξυγόνου.

Η κυριώτερη εφαρμογή της επεξεργασίας αυτής γίνεται για τη χώνευση της λάσπης από τα συστήματα καθιζήσεως και για την επεξεργασία ορισμένων πυκνών βιομηχανικών ή άλλων αποβλήτων σε αναερόβιες δεξαμενές.

Η διαδικασία είναι βραδύρρυθμη και ο χρόνος συγκρατήσεως είναι συνήθως 10-30 μέρες ή και περισσότερο.

Η διαδικασία της αποδομήσεως των οργανικών ουσιών γίνεται κυρίως σε δύο στάδια από ξεχωριστές ομάδες μικροοργανισμών. Στο πρώτο στάδιο γίνεται υδρόλυση και ζύμωση των σύνθετων οργανικών ενώσεων με παραγωγή απλών οργανικών οξέων από επαμφοτερίζοντα και αναερόβια βακτήρια ("οξεοπαράγωγα"). Στο δεύτερο στάδιο μεταρτέπονται τα οργανικά οξέα σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα από αναερόβια βακτήρια ("μεθανοπαράγωγα").

Παράλληλα πολλές άλλες ομάδες αναερόβιων βακτηρίων παράγουν άλλες αναγωγικές ενώσεις (H₂S, NH₃, κλπ.).

Για να εξασφαλισθεί η αποδοτική λειτουργία του συστήματος, πρέπει και οι δύο βασικές ομάδες βακτηρίων να βρίσκονται σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας. Αυτό προϋποθέτει στον αντιδραστήρα:

-Απουσία διαλυμένου οξυγόνου.

-Έλλειψη απαγορευτικών συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων ή άλλων ουσιών.

- pH από 6,6-7,6, με αρκετή αλκαλικότητα, ώστε το σύστημα να μην πέσει κάτω από 6,2 (όριο δράσεως των μεθανοβακτηρίων).
- Επάρκεια θρεπτικών υλικών (N,P,κλπ.)
- Κατάλληλη θερμοκρασία.

γ. Αερόβια-Αναερόβια Επεξεργασία

Η μικτή αυτή επεξεργασία γίνεται συνήθως σε δεξαμενές σταθεροποίησης με αρκετό βάθος, όπου στο ανώτερο στρώμα διατηρούνται αερόβιες συνθήκες με οξυγόνο από την ατμόσφαιρα ή με παραγόμενο από τα φύκη με το μηχανισμό της φωτοσυνθέσεως, ενώ στο κατώτερο στρώμα, που δεν διεισδύει αρκετό φως, επικρατούν αναερόβιες συνθήκες.

5.4 ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η αερόβια βιολογική επεξεργασία συνίσταται βασικά στη σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών με τη μεταβολική δράση των διαφόρων οργανισμών σύμφωνα με το ακόλουθο απλουστευμένο σχήμα:

Οργανικές ουσίες + μικρόβια + O₂ (+θρεπτικά άλατα) σύνθεση νέων κυττάρων + H₂O + CO₂ + NO₃ + ενέργεια.

Το σχήμα αυτό μεταφράζεται σε τεχνικούς όρους: (βιολογική)

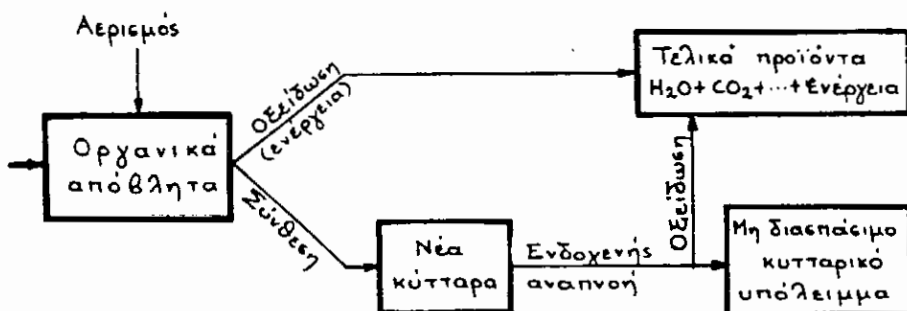
Λύματα + λάσπη + αέρας => περισσεύουσα λάσπη + τελικά προϊόντα.

Στην αρχή παράγονται νέα κύτταρα, αλλά όσο συνεχίζεται ο αερισμός, ένα μέρος αυτών των κυττάρων καταστρέφονται κατά την ενδογενή αναπνοή, δηλαδή μέρος από τη βιολογική μάζα υφίσταται αυτο-οξειδωση για την παραγωγή απαιτούμενης ενέργειας (Σχ 5.4).

Χαρακτηριστική παράμετρος υπολογισμού για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας είναι ο λόγος U της "τροφής" (F), δηλαδή των οργανικών ουσιών και των "μικροοργανισμών" (M), δηλαδή U=F/M.

Στην πράξη η σχέση αυτή παριστάνεται αριθμητικά με το λόγο BOD των εισερχομένων λυμάτων, που εκφράζει τις οργανικές ουσίες, (τροφή) με τα αιωρούμενα ή τα πτητικά στερεά του μικτού υγρού των δεξαμενών αερισμού (MLSS ή MLVSS) στη μονάδα του χρόνου (ημέρα), που σχετίζονται έμμεσα με τα μικρόβια.

ΣΧ. 5.4 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ



Σημειώνεται ότι δεν είναι δυνατή η ακριβής εκτίμηση του αριθμού ή της μάζας των δραστικών μικροοργανισμών στις δεξαμενές αερισμού. Γι'αυτό απλουστευτικά λαμβάνεται σαν έμμεση τιμή της μάζας των μικροοργανισμών η ποσότητα των αιωρούμενων στερεών (MLSS) ή των πτητικών στερεών (MLVSS) του μικτού υγρού της μονάδας αερισμού.

Τα πτητικά στερεά του μικτού υγρού (MLVSS) παριστάνουν κατά βάση τα οργανικά στερεά και επομένως εκφράζουν καλύτερα τη μάζα των μικροοργανισμών, γιατί τα αιωρούμενα περιλαμβάνουν ανόργανα και οργανικά στερεά.

Οι μονάδες αερισμού λειτουργούν αποδοτικά μέσα σε ορισμένα όρια τιμών του λόγου F/M, που ρυθμίζονται με την παροχή της τροφής (BOD).

Σε ψηλούς ρυθμούς φορτίσεως (τροφοδοτήσεως) η λάσπη, που περιέχει πολλά οργανικά, δεν έχει καλά χαρακτηριστικά καθιζήσεως και γι'αυτό στην πράξη δεν εφαρμόζονται πολύ ψηλές τιμές F/M.

Επίδραση της Θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία ασκεί αποφασιστική επίδραση στο ρυθμό της βιοχημικής δράσεως, που διπλασιάζεται γενικά για κάθε αύξηση κατά 10C. Αυτό σημαίνει ότι για ορισμένη ποσότητα αιωρούμενων στερεών στο μικτό υγρό (MLSS) η αύξηση της θερμοκρασίας επιτρέπει μεγαλύτερο οργανικό φορτίο, χωρίς να αλλάξει η ποιότητα της λάσπης. Πάντως μέχρι τη συνηθισμένη τιμή του λόγου F/M περίπου ίση με 0,7 δεν υπάρχει ουσιαστική επίδραση στην απόδοση, γιατί η έλλειψη τροφής (F) αποτελεί τον ανασταλτικό παράγοντα, παρά η θερμοκρασία.

Παραγωγή Λάσπης

Το καθαρό υπόλοιπο των παραγομένων πτητικών αιωρούμενων στερεών (VSS) στον αντιδραστήρα ισούται με τα στερεά, που συντίθεται μείον τα στερεά που καταναλίσκονται:

Καθαρή παραγωγή πτητικών στερεών = στερεά που συντίθεται, στερεά που καταστρέφονται με την ενδογενή αναπνοή ή $VSS = \alpha \cdot (BOD \text{ που απομακρύνεται}) - \beta \cdot (MLVSS \text{ στο σύστημα})$ όπου

α : συντελεστής παραγωγής λάσπης (πτητικά στερεά, που συντίθενται, ανά μονάδα BOD, που απομακρύνεται)

β : σταθερά του ρυθμού ενδογενούς αναπνοής (βιοαποδομήσιμα στερεά, που καταστρέφονται κάθε μέρα, ανά μονάδα MLVSS). Περιλαμβάνει και τις απώλειες λόγω των αρπακτικών.

Οι τιμές των παραμέτρων α και β εξαρτώνται από το είδος των αποβλήτων και επηρεάζονται από τη θερμοκρασία. Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μεγαλύτερη αύξηση της ταχύτητας των οξειδωτικών αντιδράσεων από την ταχύτητα της συνθέσεως με αποτέλεσμα να ελαττώνονται τα παραγόμενα καθαρά στερεά. Επίσης ο ρυθμός της ενδογενούς αναπνοής είναι πιθανό να διπλασιάζεται για κάθε 10 °C αύξηση της θερμοκρασίας (μέσα σε ορισμένα όρια).

6. ΜΟΝΑΔΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι βιολογικές διεργασίες αποδομήσεως των οργανικών ουσιών και γενικότερα η μεταβολική δράση των κυττάρων γίνεται συνήθως σε κατάλληλο τεχνητό περιβάλλον με ευνοϊκές συνθήκες (τροφή, θερμοκρασία κλπ.) για τη μεγιστοποίηση της αποδόσεως, με ελάττωση του χρόνου και μείωση της απαιτούμενης εκτάσεως, σε συνδυασμό με τη θεώρηση της συνολικής οικονομικότητας της επεξεργασίας.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κατάλληλες τεχνικές διατάξεις, οι μονάδες λειτουργίας (unit operations), που αποτελούν κατά βάση τεχνικά έργα κατάλληλα μελετημένα και προσαρμοσμένα στις αρχές και κανόνες της υγειονομικής μηχανής.

Οι πιο συνηθισμένες μονάδες επεξεργασίας είναι το χαλικοδιύλιστήριο, η μέθοδος της δραστικής λάσπης με πολλές παραλλαγές, οι δεξαμενές στεθεροποιήσεως, η μέθοδος της αρδεύσεως (με μερική ή ολική τελική διάθεση), η επεξεργασία της λάσπης και πολλές ειδικές μονάδες, που στηρίζονται σε κατάλληλο συνδυασμό των βασικών μεθόδων.

Εμάς θα μας απασχολήσει η μέθοδος της δραστικής λάσπης, την οποία χρησιμοποιεί η μονάδα βιολογικού καθαρισμού της Πάτρας.

6.2 ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΛΑΣΠΗ

Περιγραφή

Η μέθοδος της δραστικής λάσπης (activated sludge) αναπτύχθηκε στην Αγγλία το 1914 από τους Arden & Lockett και ονομάστηκε έτσι, λόγω της παραγωγής δραστικής μάζας (λάσπης) από μικροοργανισμούς, που έχει την ικανότητα της αερόβιας σταθεροποιήσεως των αποβλήτων.

Κατά τη μέθοδο αυτή τα απόβλητα οδηγούνται, μετά την πρωτοβάθμια συνήθως καθίζηση, σε αντιδραστήρα (δεξαμενή), όπου υποβάλλονται σε αερόβια σταθεροποίηση με τη συνεχή παροχή αέρα (οξυγόνου), είτε από αεραντλίες (διάχυση), είτε με μηχανική επιφανειακή ανάδευση.

Το περιεχόμενο του αντιδραστήρα, που ονομάζεται μικτό υγρό (mixed liquor), εμπλουτίζεται με τη δράση κυρίως των βακτηρίων με βιολογικές κροκύδες, που αποτελούν τους δραστικούς πυρήνες προσροφήσεως, αφομοιώσεως και αποδομήσεως των οργανικών ουσιών. Οι κροκύδες αυτές, που πρέπει να διατηρούνται πάντα σε αιώρηση μέσα στον αντιδραστήρα, με τη βοήθεια των φυσαλλίδων αέρα ή την ανάμιξη διαχωρίζονται και απομακρύνονται από το μικτό υγρό στη δεξαμενή καθίζεσεως, που ακολουθεί τη βιολογική επεξεργασία, προτού η τελική απορροή διατεθεί στον αποδέκτη.

Για την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος παίζει αποφασιστικό ρόλο η ελεγχόμενη παρουσία των σαπροφυτικών μικροοργανισμών κατά την επεξεργασία.

Με την απομάκρυνση της δραστικής λάσπης ελαττώνεται ο μικροβιακός πληθυσμός στον αντιδραστήρα, ενώ τα νεοεισερχόμενα σ' αυτόν λύματα δεν έχουν ακόμη εμπλουτισθεί και ενεργοποιηθεί.

Για τον άμεσο εμβολιασμό των εισερχομένων λυμάτων και την εξασφάλιση του επιθυμητού μικροβιακού πληθυσμού στο μικτό υγρό γίνεται πάντοτε ανακυκλοφορία δραστικής λάσπης, είτε από τη (2η) καθίζηση, είτε από τη γραμμή αποροής της δεξαμενής αερισμού, με ρυθμό συνήθως 25-50% της παροχής ή και περισσότερο (μέχρι 100-150%), ανάλογα με τις συνθήκες που επιδιώκεται να εξασφαλισθούν στη σχέση τροφής (F) και μικροβίων (M) ($U=F/M$). Η περίσσια λάσπη είτε αφαιρείται μαζί με την ιβάνια, είτε επαναφέρεται στην 1η καθίζηση.

Η ανακυκλοφορία αυξάνει το μέσο χρόνο συγκρατήσεως της δραστικής λάσπης και την αντίστοιχη συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών του μικτού υγρού (MLSS) στον αντιδραστήρα.

Αυτό ισοδυναμεί με αύξηση του μέσου χρόνου παραμονής των μικροβίων ή της ηλικίας της λάσπης, που σχετίζεται άμεσα με τη δημιουργία εξωτερικά του κυττάρου ζελατινώδους υμένα και το σχηματισμό βιολογικών κροκύδων. Για τα οικιακά λύματα ο απαιτούμενος χρόνος είναι 3-4 μέρες.

Εκτός από την αποδόμηση των οργανικών ουσιών, που είναι η κύρια επιδίωξη της βιολογικής επεξεργασίας, συχνά είναι επίσης επιθυμητό να σταθεροποιηθούν ορισμένες ανόργανες ενώσεις, όπως π.χ. η αμμωνία και τα νιτρώδη (NH_3 , NO_2), που μπορεί να δεσμεύσουν το διαλυμένο οξυγόνο στον υδάτινο αποδέκτη με τη διαδικασία της νιτροποίησης (παραγωγή NO_3).

Για τη διαδικασία αυτή χρειάζεται πρόσθετο οξυγόνο και επιμήκυνση του χρόνου συγκρατήσεως, γιατί τα νιτροβακτήρια, που είναι υπεύθυνα γι' αυτή την οξειδωση, είναι αυτότροφα και έχουν πολύ βραδύτερο χρόνο αναπτύξεως από τα ετερότροφα, που ζουν σε βάρσος οργανικών ουσιών. Για οικιακά λύματα, που υποβάλλονται σε επεξεργασία δραστικής λάσπης σε θερμοκρασία 21-22°C, βρέθηκε ότι απαιτείται μέσος χρόνος παραμονής των μικροβίων τουλάχιστο 10 μέρες.

Τύποι διεργασιών και τροποποιήσεις

Η μέθοδος της δραστικής λάσπης παρουσιάζει μεγάλη ευλυγισία και δυνατότητα προσαρμογής, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη πολλών τύπων διεργασιών και τροποποιήσεων, για την αντιμετώπιση των ποικίλων προβλημάτων της βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων.

α. Συμβατική μέθοδος (Conventional)

Αποτελείται από τη δεξαμενή αερισμού, τη δεύτερη καθίζηση και τη γραμμή επιστροφής της δραστικής λάσπης, από την οποία ένα μέρος επανακυκλοφορεί

συνεχώς στο σύστημα (25-50% της παροχής), ενώ η περίσσια οδηγείται συνήθως στη δεξαμενή χωνεύσεως, γιατί περιέχει ακόμη σημαντική ποσότητα οργανικών (και ανόργανων ασταθών) ουσιών.

Η ροή στη δεξαμενή (αντιδραστήρα) είναι περίπου μορφή βύσματος. Τα λύματα (μετά την 1η καθίζηση) και η λάσπη από την ανακυκλοφορία εισάγονται στην αρχή της δεξαμενής, όπου αναμιγνύονται και αερίζονται σταθερά και ομοιόμορφα για 4-8 ώρες, με φυσαλλίδες αέρα ή με αναμικτήρα σ'όλη τη διαδρομή. Κατά την περίοδο αυτή λαμβάνει χώρα βιολογική κροκύδωση, προσφόρηση, αφομοίωση και οξειδωση (αποδόμηση) των οργανικών ουσιών, που απομακρύνονται τελικά με τη μορφή δραστικής λάσπης στη 2η καθίζηση.

Μειονέκτημα της συμβατικής μεθόδου, από άποψη αερισμού, είναι ότι η παροχή αέρα (O_2) είναι σταθερή σ'όλο το μήκος της δεξαμενής, ενώ η ζήτηση από τους οργανισμούς ελαττώνεται, καθώς λιγοστεύει η τροφή.

β. Μειούμενος αερισμός (Tapered-aeration)

Η μέθοδος αυτή είναι τροποποίηση της συμβατικής, με σκοπό να προσαρμόσει τον αερισμό (παροχή O_2) στις ανάγκες της ζήτησεως κατά μήκος της δεξαμενής.

Κατασκευαστικά συνίσταται στην προοδευτική αραίωση του συστήματος αερισμού από την αρχή προς το τέλος της δεξαμενής.

γ. Καθολική ανάμιξη (complete-mix)

Κατά τη μέθοδο αυτή επιδιώκεται η ομοιόμορφη εισαγωγή του μίγματος των λυμάτων και της λάσπης σ'όλο το μήκος της δεξαμενής και η αντίστοιχη εκροή τους, αφού υποβληθούν σε σταθερό αερισμό. Με τον τρόπο αυτό το οργανικό φορτίο και η ζήτηση οξυγόνου είναι σταθερά σ'όλο το μήκος της δεξαμενής αντίστοιχα με την παροχή του αέρα (O_2), πράγμα που επιτρέπει το διπλασιασμό σχεδόν του φορτίου έναντι της συμβατικής μεθόδου.

Το μικτό υγρό υφίσταται ομοιόμορφη καθολική ανάμιξη, καθώς κινείται από το κεντρικό αυλάκι εισαγωγής στα αυλάκια εκροής στις δύο πλευρές της δεξαμενής, από το διάχυτο αερισμό ή τους αναμικτήρες.

δ. Τμηματικός αερισμός (Step-aeration)

Η εισαγωγή των λυμάτων, αντί να γίνει στην αρχή της δεξαμενής, διαμοιράζεται σε περισσότερα σημεία και έτσι κατανέμεται πιο ομοιόμορφα η ζήτηση οξυγόνου, με αποτέλεσμα να αξιοποιείται καλύτερα η σταθερή προσφορά του από το σύστημα αερισμού.

ε.Επαφή - σταθεροποίηση (Contact - stabilization)

Η μέθοδος αυτή αποβλέπει στην εκμετάλλευση της προσροφητικής ικανότητας της δραστικής λάσπης.

Όπως είναι παραδεκτό, η απομάκρυνση του BOD κατά τη μέθοδο της δραστηκής λάσπης γίνεται σε δύο στάδια. Κατά το πρώτο, που διαρκεί 20-40 λεπτά, τα περισσότερα από τα λεπτά αιωρούμενα, τα κολλοειδή και τα διαλυμένα οργανικά προσροφώνται από τη δραστηκή λάσπη, ενώ κατά το δεύτερο στάδιο αφομοιώνονται και οξειδώνονται.

Στη συμβατική μέθοδο τα δύο αυτά στάδια γίνονται στην ίδια δεξαμενή, ενώ στην επαφή-σταθεροποίηση οι δύο φάσεις ξεχωρίζονται και γίνεται σε διαφορετικές δεξαμενές.

Τα λύματα, μετά από ενδεχόμενη 1η καθίζηση, αναμιγνύονται με την επιστρέφουσα λάσπη και αερίζονται σε δεξαμενή επαφής για 30-90 λεπτά. Κατά την περίοδο αυτή τα οργανικά προσροφώνται από τις κροκύδες της λάσπης. Στη συνέχεια η εμπλουτισμένη με οργανικά λάσπη διαχωρίζεται με καθίζηση από τα λύματα και αερίζεται για 3-6 ώρες σε ειδική δεξαμενή σταθεροποίησης. Κατά την περίοδο αυτή τα οργανικά χρησιμοποιούνται από τους οργανισμούς για ενέργεια και παραγωγή νέων κυττάρων. Μέρος της λάσπης (περίσσια) απομακρύνεται για τη διατήρηση σταθερής συγκεντρώσεως πτητικών αιωρουμένων στερεών του μικτού υγρού στις δύο δεξαμενές.

Με τη μέθοδο αυτή ο απαιτούμενος όγκος αερισμού είναι περίπου 50% της συμβατικής και είναι δυνατός ο διπλασιασμός της ικανότητας υφιστάμενης μονάδας, εάν μετασκευασθεί σε εγκατάσταση επαφής-σταθεροποίησης με μικρές σχετικά τροποποιήσεις κυρίως στο σύστημα των σωληνώσεων.

Η μέθοδος αυτή έχει αποδειχθεί πολύ ικανοποιητική για αστικά λύματα, προκειμένου όμως για βιομηχανικά απόβλητα πρέπει να προηγηθεί εργαστηριακός έλεγχος. Γενικά η απόδοση της είναι πολύ περιορισμένη για απόβλητα με διαλυτά κυρίως οργανικά.

στ. Ψηλός ρυθμός (high-rate)

Η παραλλαγή αυτή της συμβατικής μεθόδου αποτελεί συνδυασμό μεγάλου υδραυλικού (και οργανικού) φορτίου (περίπου τριπλάσιο του συμβατικού) και ψηλής συγκεντρώσεως αιωρουμένων στερεών στο μικτό υγρό (MLSS). Ο συνδυασμός αυτός επιτρέπει τελικά ψηλές τιμές της σχέσης $U=F/M$ (0,4-1,5) με μεγάλο διάστημα παραμονής των μικροβίων (ηλικία λάσπης) και περιορισμένο χρόνο συγκρατήσεως των υγρών (0,5-2 ώρες), ώστε να μην αυξάνει πολύ ο όγκος της δεξαμενής αερισμού.

Η μέθοδος απαιτεί έντονη ανάμιξη στον αντιδραστήρα για τη μεταφορά του οξυγόνου και τον έλεγχο του μεγέθους των κροκύδων. Πάντως το μικτό υγρό βρίσκεται σε φάση αυξήσεως των μικροβίων και ο ρυθμός καθιζήσεως είναι περιορισμένος.

ζ. Παρατεταμένος αερισμός (Extended aeration)

Κατά τη μέθοδο αυτή γίνεται πολύωρος αερισμός (24 ώρες και περισσότερο), με αποτέλεσμα η διαδικασία αναπτύξεως να βρίσκεται στην ενδογενή φάση και η

τελική λάσπη να είναι σε σημαντικό βαθμό οξειδωμένη, ώστε να μη χρειάζεται άλλη επεξεργασία σταθεροποίησης. Για το λόγο αυτό παραλείπεται η πρωτοβάθμια καθίζηση, ώστε να μην υπάρχει ανάγκη και για δεξαμενή χωνεύσεως. Η σταθεροποιημένη λάσπη μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να διαθέτει μαζί με την τελική απορροή, αν τα περίσσια στερεά δεν δημιουργούν προβλήματα στον αποδέκτη. Επίσης μπορεί η πλεονάζουσα λάσπη να μην αφαιρείται συνεχώς από το σύστημα αερισμού, αλλά να συγκεντρώνεται εκεί σε σημαντική

ποσότητα και να αφαιρείται περιοδικά. Με κανονικές συνθήκες τα αιωρούμενα στερεά του μικτού υγρού (MLSS) αυξάνουν με ρυθμό 40-60 mg/l.ημ. για αστικά λύματα.

Το σύστημα του παρατεταμένου αερισμού μπορεί να δέχεται περιοδικά (κατά διαστήματα) τα φορτία χωρίς να αστοχεί. Προσφέρεται ιδιαίτερα για μικρές μονάδες (μέχρι 4000 m³/ημ.) και κυκλοφορεί ευρύτατα σε τυποποιημένους συμπαγείς εμπορικούς τύπους (ευρεσιτεχνίες).

Η οξειδωτική τάφρος (oxidation ditch) αποτελεί εφαρμογή του παρατεταμένου αερισμού για μικρούς οικισμούς και ιδρύματα και έχει σημαντική εφαρμογή στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α..

Στην απλούστερη μορφή της αποτελείται από ελλειψοειδή κάτοψη τάφρο με τραπεζοειδή διατομή, στην οποία γίνεται ανάμιξη και συνεχής περιφορά των λυμάτων, με τη βοήθεια ψήκτρας, που περιστρέφεται γύρω σε εγκάρσιο οριζόντιο άξονα.

Η λειτουργία της οξειδωτικής τάφρου είναι διαλείπουσα, μπορεί όμως με ορισμένες τροποποιήσεις να γίνει συνεχής. Στη διαλείπουσα λειτουργία ο κύκλος περιλαμβάνει:

α) Κλείσιμο της δικλείδας εισαγωγής και αερισμός των λυμάτων, πράγμα που προϋποθέτει ορισμένη ικανότητα αποθηκείσεως των νέων αποβλήτων μέσα στο δίκτυο ή σε δεξαμενή αντλήσεως.

β) Σταμάτημα της ψήκτρας και καθίζηση της λάσπης.

γ) Άνοιγμα των δικλείδων εισαγωγής και εξαγωγής, οπότε τα εισερχόμενα απόβλητα εκτοπίζουν ίσο ποσό επεξεργασμένων λυμάτων.

Η λάσπη, που είναι σταθεροποιημένη, αφαιρείται περιοδικά και αποθηκεύεται για επιτόπια αποξήρανση ή αποκομιδή με βυτιοφόρο σε εγκεκριμένη θέση.

η. Συστήματα καθαρού οξυγόνου (Pure-oxygen systems)

Βασικό χαρακτηριστικό αυτής της διαδικασίας είναι η χρησιμοποίηση σχεδόν καθαρού οξυγόνου (high purity oxygen) αντί ατμοσφαιρικού αέρα (περίπου 21% O₂), που πρέπει να παράγεται επί τόπου για οικονομικούς λόγους, είτε με τη μέθοδο της υγροποίησης και κλασματικής αποστάξεως του αέρα, είτε με χρήση ειδικών ουσιών προσροφήσεως (για μικρές μονάδες).

Η δεξαμενή αερισμού είναι χωρισμένη σε διαμερίσματα και καλυμμένη στεγανά. Το οξυγόνο εισάγεται στον ελεύθερο χώρο πάνω από τα λύματα και είτε

οδηγείται με ανακυκλοφορία μέσα στο μικτό υγρό, που αναμιγνύεται μηχανικά, είτε απορροφάται με την έντονη ανατάραξη, που δημιουργούν επιφανειακοί αναμικτήρες.

Επειδή το O_2 καταναλίσκεται από τους μικροοργανισμούς και ελευθερώνεται CO_2 , πρέπει να προστίθεται συνεχώς οξυγόνο στην αρχή και να γίνεται εξαερισμός στο τέλος (με 10-20% O_2).

Σύμφωνα με το νόμο του Henry, αν η μέση μερική πίεση του οξυγόνου πάνω από το υγρό είναι περίπου 0,8 της ατμοσφαιρικής (δηλαδή 80% O_2 , έναντι 21% στον αέρα), τότε το ποσο του O_2 , που μπορεί να διαλυθεί στο υγρό, είναι περίπου 4πλάσιο σε σύγκριση με τις κανονικές συνθήκες.

Η χρήση καθαρού οξυγόνου έχει πολλά πλεονεκτήματα. Αυξάνει την απόδοση του συστήματος με την ψηλή συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών στο μικτό υγρό, που επιτρέπει ($MLSS = 4000-8000 \text{ mg/l}$). Το διαλυμένο οξυγόνο στο μικτό υγρό ανέρχεται σε 3-9 mg/l με αποτέλεσμα την αξιοποίηση του οξυγόνου κατά 90% περίπου. Οι οσμές πρακτικά εξαλείφονται, λόγω του έντονου αερόβιου περιβάλλοντος που επικρατεί. Ο χρόνος αερισμού συντομεύεται σημαντικά (1-3 ώρες) και η απόδοση είναι υψηλή (ελάττωση BOD κατά 85-95%).

Στοιχεία υπολογισμού

Βασικά στοιχεία για τη σχεδίαση μιας μονάδας δραστικής λάσπης είναι ο υπολογισμός του όγκου της δεξαμενής αερισμού και της απαιτήσεως του συστήματος σε οξυγόνο. Τα στοιχεία αυτά εκτιμώνται με βάση την ποιότητα και ποσότητα των αποβλήτων, την επιτρεπτή φόρτιση του συστήματος και τον επιθυμητό βαθμό καθαρισμού ανάλογα με τις συνθήκες του τελικού αποδέκτη.

Συμπληρωματικά εξετάζονται τα απαιτούμενα θρεπτικά υλικά και η επιστρέφουσα λάσπη.

Υπολογισμός όγκου δεξαμενής αερισμού

Για τον υπολογισμό του όγκου έχουν χρησιμοποιηθεί, τόσο εμπειρικές παράμετροι, όσο και ορθολογικές σχέσεις μεταξύ των διαφόρων μεταβλητών. Εμείς θα ασχοληθούμε με τις εμπειρικές παραμέτρους

Εμπειρικές παράμετροι

Χρησιμοποιούνται συνήθως δύο παράμετροι υπολογισμού, ο χρόνος συγκρατήσεως των αποβλήτων με βάση την παροχή χωρίς την ανακυκλοφορία και το οργανικό φορτίο.

- Ο χρόνος συγκρατήσεως των αποβλήτων στις δεξαμενές αερισμού λαμβάνεται συνήθως ίσος με : $t=Q/V=4-8$ ώρες.

t : χρόνος συγκρατήσεως (αερισμού)

Q : παροχή αποβλήτων

V : όγκος δεξαμενής αερισμού

Τα Πρότυπα των Δέκα Πολιτειών ("Ten States Standards") των Η.Π.Α. καθορίζουν $t=6$ ώρες για $Q > 3785 \text{ m}^3/\eta\mu.$ και $t=7,5$ ώρες για παροχές $Q=750-3000 \text{ m}^3/\eta\mu.$

- Το οργανικό φορτίο, σαν BOD_5 , λαμβάνεται συνήθως ίσο με $0,32-0,64 \text{ kg BOD}_5/\text{m}^3$ δεξαμενής αερισμού.

Τα Πρότυπα των Δέκα Πολιτειών ορίζουν σαν μέγιστο οργανικό φορτίο την τιμή $0,56 \text{ kg BOD}_5/\text{m}^3$.

Τα πρότυπα και οι παράμετροι δεν λαμβάνουν υπόψη τη συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών στο μικτό υγρό (MLSS), που αντιπροσωπεύει το δραστικό σαπροφυτικό πληθυσμό, ούτε τη σχέση τροφής / οργανισμών ($U=F/M$) και το μέσο χρόνο παραμονής των μικροβίων (ηλικία λάσπης, θερμοκρασία). Οι παράγοντες αυτοί αποτελούν ουσιαστικές μεταβλητές για τον έλεγχο της λειτουργίας και τον υπολογισμό των εγκαταστάσεων.

Απαιτούμενο οξυγόνο και αέρας

Το απαιτούμενο οξυγόνο για τη βιολογική επεξεργασία είναι απαραίτητο στοιχείο για τον υπολογισμό της ισχύος της μονάδας αερισμού, που αποτελεί τον κυριώτερο παράγοντα των δαπανών λειτουργίας.

Η παροχή του αέρα (οξυγόνου) πρέπει να είναι αρκετή για :

- Οξειδωση των οργανικών ουσιών, που θα δώσει την απαιτούμενη ενέργεια για σύνθεση νέων κυττάρων.
- Ενδογενή αναπνοή των μικροοργανισμών.
- Νιτροποίηση (αν είναι επιθυμητή)
- Διατήρηση της δραστικής λάσπης σε αιώρηση.

α. Οξειδωση ανθρακούχων ενώσεων

Το απαιτούμενο οξυγόνο (O_r) για την απομάκρυνση του BOD των ανθρακούχων ενώσεων (χωρίς οξειδωση των αζωτούχων νιτροποίηση) ισούτε με το οξυγόνο, που χρειάζεται για το τμήμα των οργανικών ουσιών, που οξειδώθηκε συν το οξυγόνο, που απαιτείται για το υλικό που συντέθηκε, δηλαδή για την ενδογενή αναπνοή των παραχθέντων νέων κυττάρων. Επομένως:

$$O_r = Q (S_o - S) = (O_2 \text{ για οξειδωση }) + C [a (S_o - S) Q]$$

O_r : απαιτούμενο οξυγόνο

Q : παροχή αποβλήτων

S_o : συγκέντρωση υποστρώματος (substrate : BOD) στην εισροή

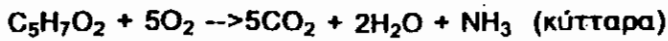
S : συγκέντρωση υποστρώματος (substrate : BOD) στην απορροή

$a(S_o-S)Q$: το νέο υλικό που συντίθεται

C : το απαιτούμενο οξυγόνο για ενδογενή αναπνοή των νεοπαραχθέντων υλικών

($g \text{ O}_2/g$ νέο υλικό : κύτταρα)

Με βάση τη μέση σύνθεση του οργανικού υλικού των κυττάρων η αντίδραση της οξειδώσεως είναι :



Από την προηγούμενη σχέση προκύπτει ότι:

$$(O_2 \text{ για οξειδωση}) = Q (S_o - S) - C [a(S_o - S) Q] = (1 - aC) (S_o - S) Q$$

Σε κατάσταση σταθερότητας τα υλικά, που παράγονται κάθε μέρα, είναι ίσα με τα υλικά, που καταστρέφονται:

$$C [a (S_o - S) Q] = C \beta V X$$

όπου X : συγκέντρωση των (πιπτητικών) στερεών

V : όγκος δεξαμενής αερισμού

β : βλέπε παρ. Παραγωγή Λάσπης

β. Οξειδωση αζωτούχων ενώσεων (νιτροποίηση)

Η οξειδωση των αζωτούχων ενώσεων είναι βραδύτερη και εκδηλώνεται μετά το BOD5 σε δύο στάδια:

-Οξειδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη (nitrosomonas)

-Οξειδωση των νιτρώδων (γρήγορα) σε νιτρικά (nitrobacter)

γ. Ικανότητα οξειδώσεως

Οι συσκευές αερισμού αποτελούνται συνήθως, είτε από συστήματα διαχύσεως του αέρα (διάχύτες) με διάφορα μεγέθη φυσαλλίδων, είτε από μηχανικούς αεριστήρες (επιφανειακοί αναμικτήρες, στρόβιλοι).

Τα μέσα αυτά αερισμού κυκλοφορούν στο εμπόριο με ορισμένη ένδειξη ικανότητας οξειδώσεως, που έχει μελετηθεί σε καθαρό νερό, με σταθερή θερμοκρασία (20C) και με αφετηρία μηδενική συγκέντρωση οξυγόνου. Τα στοιχεία αυτά δίνουν ικανότητα οξειδώσεως μεγαλύτερη από εκείνη, που εξασφαλίζεται με πραγματικές συνθήκες πεδίου. Επομένως πρέπει να εκλεγεί το μέσο αερισμού με μεγαλύτερη ικανότητα οξειδώσεως από το απαιτούμενο οξυγόνο.

- Διαχύτες αέρα

Η ικανότητα μεταφοράς του οξυγόνου του αέρα στα λύματα εξαρτάται από τον τύπο και το πορώδες του διαχύτη, το μέγεθος των φυσαλλίδων, το βάθος εμβάπτισεως, το υπάρχον έλλειμμα διαλυμένου O_2 και άλλους παράγοντες. Γενικά κυμαίνεται από 5-10% (σε μέγιστο 15%) και είναι 8% περίπου για πορώδεις σωλήνες διαχύσεως και 6% για μεγάλες φυσαλλίδες.

- Μηχανικοί αεριστήρες

Οι επιφανειακοί αεριστήρες χαρακτηρίζονται από την ικανότητα οξυγονώσεως σε $kg O_2$ ανά KWH ή ωριαίο (ίππο (HP-h)). Η δοκιμή γίνεται κάτω από πρότυπες συνθήκες, δηλαδή καθαρό νερό, θερμοκρασία 20C, πίεση 760 mm Hg και διαλυμένο οξυγόνο στο νερό 0,0 mg/l.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν μηχανικοί αεριστήρες με πρότυπη απόδοση 1,25-2,5kg O₂/KWH (περίπου 1-2kg O₂/HP-h) και μέχρι 4,5kg O₂/KWH ή και περισσότερο, κατά τους ισχυρισμούς των ενδιαφερομένων.

Πάντως ο μελετητής μηχανικός πρέπει να δέχεται τις ψηλές αποδόσεις, μόνο αν στηρίζονται σε στοιχεία πραγματικών δοκιμών.

Στην πράξη πρέπει να γίνει η απαραίτητη προσαρμογή της πρότυπης αποδόσεως, που δίνεται από τον κατασκευαστή, για να εκφράζει τις συνθήκες εφαρμογής.

δ. Απαιτούμενος αέρας

Για τα συστήματα διαχύσεως ο απαιτούμενος αέρας μπορεί να υπολογισθεί με βάση το ποσοστό μεταφοράς του οξυγόνου στα λύματα, που κυμαίνεται γενικά από 5-15% με περίπου 8% για πορώδεις σωλήνες και 6% για μεγάλες φουσαλλίδες.

Ένα m³ ξερού αέρα σε 760 mm Hg και 0C ζυγίζει 1294 gr και περιέχει 209,4 lit οξυγόνου με βάρος 300 gr. Κάτω από μέσες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσεως 1 m³ αέρα ζυγίζει 1250 gr και περιέχει 280 gr O₂ περίπου.

Επομένως για μέση ικανότητα μεταφοράς σε σύστημα διαχύσεως, π.χ. 7%, απαιτούνται περίπου 50 m³ αέρα για απορρόφηση 1kg O₂ από τα απόβλητα.

Με βάση τα πιο πάνω μπορεί να γίνει υπολογισμός του απαιτούμενου όγκου αέρα στα συστήματα διαχύσεως

Απαιτούμενα Θρεπτικά Υλικά

Για την κανονική λειτουργία των βιολογικών συστημάτων πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών (C, N, P).

Στην πράξη λαμβάνονται οι ακόλουθες αναλογίες:

- Συμβατική μέθοδος : BOD5 απομακρ. / N / P = 100 / 5 / 1
- Παρατεταμένος αερισμός : BOD5 απομακρ. / N / P = 600 / 5 / 1
- Φιάλη ελέγχου του BOD5 : BOD5 απομακρ. / N / P = 60 / 3 / 1

Το τυχόν έλλειμα N συμπληρώνεται με προσθήκη διαλύματος ουρίας, που κυκλοφορεί στο εμπόριο σε κοκκώδη μορφή με ορισμένη περιεκτικότητα (π.χ. 46% N). Ο φώσφορος συμπληρώνεται με προσθήκη υγρού φωσφορικού οξέος (περιεκτικότητα 85% σε P).

Επιστρέφουσα Λάσπη (Ανακυκλοφορία)

Σκοπός της επιστροφής της λάσπης (από τη δεξαμενή καθίζησης) είναι να εξασφαλίσει την απαιτούμενη συγκέντρωση δραστικής λάσπης στη δεξαμενή αερισμού για τον επιθυμητό βαθμό επεξεργασίας.

Γενικά ο ρυθμός ανακυκλοφορίας για την επιστροφή της λάσπης λαμβάνεται κατά προσέγγιση ίσος με το λόγο του όγκου των καθιζανόντων στερεών, ύστερα από 30 λεπτά καθίζησης της απορροφής της δεξαμενής αερισμού σε βαθμολογημένο κύλινδρο 1000ml, προς τον όγκο του υπερκείμενου υγρού και τουλάχιστο 15%.

Δείκτης Όγκου Λάσπης

Ένας άλλος τρόπος καθορισμού του ρυθμού της επιστρέφουσας λάσπης και παράλληλα της καλής λειτουργίας του συστήματος στηρίζεται στον εμπειρικό δείκτη όγκου λάσπης, που αποτελεί στην πράξη μέτρο της δυνατότητας καθιζήσεως της λάσπης στη 2βάθμια δεξαμενή.

6.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α. Δεξαμενή αερισμού

Η μορφή της δεξαμενής αερισμού εξαρτάται ιδιαίτερα από το σύστημα αερισμού, που εφαρμόζεται. Για χρησιμοποίηση φυσαλλίδων αέρα η δεξαμενή είναι συνήθως ορθογωνική σε κάτοψη με τυπική εγκάρσια τομή. Η μορφή αυτή επιτρέπει την κατασκευή πολλαπλών δεξαμενών με κοινό ενδιάμεσο χώρισμα.

Ο συνολικός απαιτούμενος όγκος αερισμού πρέπει να διαμοιράζεται σε δύο ή περισσότερα διαμερίσματα, που θα είναι ικανά να λειτουργήσουν ανεξάρτητα, αν το μέγεθος υπερβαίνει συνήθως τα 150 m³.

Σε μεγάλες εγκαταστάσεις πρέπει να κατασκευάζονται τουλάχιστο 4-6 δεξαμενές ή και περισσότερες.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται για την κατάλληλη εκλογή των διαστάσεων και των σχετικών αναλογιών των δεξαμενών σε συνδιασμό με το είδος και την κατανομή των μονάδων αερισμού.

Το υγρό βάθος των συνηθισμένων δεξαμενών με διάχυση αέρα κυμαίνεται από 3-4,5 m, με ελεύθερο ύψος πάνω από τα υγρά 0,3-0,6 m. Το πλάτος για δεξαμενές με σπειροειδή ανάμιξη είναι συνήθως (1-2) · βάθος.

Βασική επιδίωξη πρέπει να είναι η ομοιόμορφη ανάμιξη των υγρών και η αποφυγή "νεκρών" γωνιών με την κατάλληλη διαμόρφωση της διατομής ή και την τοποθέτηση βοηθητικών διαφραγμάτων.

Το βάθος των δεξαμενών με επιφανειαπούς αεριστήρες κυμαίνεται συνήθως από 1,2-3,6m. Μεγαλύτερα βάθη (μέχρι 5m) έχουν εφαρμοσθεί σε περιπτώσεις αναμικτήρων με σωλήνωση ρεύματος (draft-tube mixer).

β. Συστήματα αερισμού

Οι δύο βασικές μέθοδοι αερισμού των λυμάτων είναι:

- Εισαγωγή αέρα ή καθαρού οξυγόνου στα λύματα, με βυθισμένους πορώδεις διαχύτες ή ακροφύσια.
- Μηχανική ανατάραξη των λυμάτων, για να διευκολυνθεί η πρόσληψη οξυγόνου απ'ευθείας από την ατμόσφαιρα ή από εισαγόμενο αέρα ή καθαρό οξυγόνο.

Διαχύτες αέρα

Οι διαχύτες αποτελούνται από δίσκους (πλάκες) ή σωλήνες, που κατασκευάζονται, είτε από πορώδες υλικό με διαμέτρους πόρων 0,1-0,3 mm και παράγουν μικρές φυσαλλίδες (1-2 mm), είτε από υλικά με οπές, που παράγουν μεγάλες φυσαλλίδες (4-5 mm).

Οι πορώδεις διαχύτες έχουν μεγαλύτερη απόδοση, αλλά η απαίτηση πολύ καθαρού αέρα και το μειονέκτημα της εμφράξεως των πόρων τους εξισώνει πρακτικά με τους διάτρητους. Η πίεση του αέρα κυμαίνεται από 0,5-0,65 kg/cm².

Οι πλάκες διαχύσεως τοποθετούνται στον πυθμένα κατά ομάδες και κάθε ομάδα τροφοδοτείται με αέρα μέσω σωληνώσεων με δικλείδα ελέγχου.

Οι σωλήνες διαχύσεως, είτε βιδώνονται σε πολλαπλή σωληνώση, που διατρέχει το μήκος της δεξαμενής κοντά στον πυθμένα, είτε βυθίζονται σε ορισμένο βάθος με μικρού μήκους σωληνώση, που μπορεί να έχει άρθρωση για την ανύψωση, καθαρισμό, συντήρηση ή αντικατάσταση της μονάδας διαχύσεως.

Χαρακτηριστικός τύπος συσκευής αερισμού με μικρό βύθισμα είναι το σθστημα ΙΝΚΑ, που χρησιμοποιεί μεγάλο όγκο αέρα χαμηλής πίεσεως από φυγοκεντρικό ανεμιστήρα, ενώ τα συνηθισμένα συστήματα διαχύσεως χρησιμοποιούν μικρότερη ποσότητα αέρα ψηλής πίεσεως από αεροσυμπιεστές.

Στα συστήματα αερισμού με διάχυση πρέπει να γίνει με βάση την απαιτούμενη ποσότητα αέρα, αναλυτικός υπολογισμός της ισχύος της αεραντλίας και του δικτύου των σωληνώσεων διανομής του αέρα (παροχές, διατομές, τριβές)

Μηχανικοί αεριστήρες

Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο τύποι αεριστήρων, οι επιφανειακοί και οι στροβιλώδεις.

Στους επιφανειακούς το οξυγόνο διαλύεται απ'ευθείας από την ατμόσφαιρα, ενώ στους στροβιλώδεις προέρχεται από εισαγόμενο αέρα ή καθαρό οξυγόνο κάτω από τις έλικες αναμίξεως.

Οι επιφανειακοί αεριστήρες αποτελούν τα απλούστερα συστήματα αερισμού και είτε εδράζονται στον πυθμένα της δεξαμενής, είτε επιπλέον στις περιπτώσεις των οξειδωτικών δεξαμενών, που η στάθμη μεταβάλλεται ή η στήριξη στο χωμάτινο πυθμένα είναι πρακτικά δύσκολη.

Απαιτούμενη ενέργεια για την ανάμιξη

Για την εξασφάλιση κανονικής αναμίξεως και τη διατήρηση των κροκιδών σε αιώρηση απαιτείται στα συστήματα διαχύσεως παροχή αέρα 1,2-1,8m³/h ανά m³ δεξαμενής και για μηχανικούς αεριστήρες ισχύς περίπου 5-20 w/m³ δεξαμενής.

γ. Αφαίρεση περίσσιας λάσπης

Η περίσσια λάσπη πρέπει να αφαιρεθεί με τον απαιτούμενο ρυθμό, ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή σταθερή τιμή των αιωρουμένων στερεών στο μικτό

υγρό (MLSS) και σταθερός χρόνος παραμονής των μικροβίων στη δεξαμενή ανάλογα τον τύπο της επεξεργασίας. Αυτό μπορεί να γίνει με ακρίβεια, αν αφαιρεθεί μικό υγρό από τη δεξαμενή αερισμού ή από τη γραμμή εκροής, όπου η συγκέντρωση των στερεών είναι ομοιόμορφη. Το υγρό αυτό μπορεί να οδηγηθεί σε δεξαμενή συμπυκνώσεως (παχύνσεως) ή στη δεξαμενή της 1ης καθιζήσεως, ώστε να απομακρυνθεί μαζί με την πρωτοβάθμια λάσπη.

Στο παρελθόν ήταν πιο συνηθισμένη η αφαίρεση της συμπυκνωμένης λάσπης από τη δεξαμενή 2ης καθιζήσεως και η επιστροφή στην 1βάθμια δεξαμενή ή σε εγκατάσταση επεξεργασίας και διαθέσεως.

Λειτουργικές ανωμαλίες

Η μέθοδος της δραστικής λάσπης, παρόλη την δυνατότητα προσαρμογής που έχει, μπορεί να παρουσιάσει ορισμένες λειτουργικές ανωμαλίες, που επηρεάζουν τη σταθερότητα της διεργασίας, την απόδοση της δεξαμενής καθιζήσεως ή την υγιεινή του περιβάλλοντος.

α. Αστάθεια διεργασίας

Τα συστήματα δραστικής λάσπης με επιμήκη ορθογωνική δεξαμενή, όπως είναι η συμβατική μέθοδος με ροή βύσματος, παρουσιάζουν εμφανή έλλειψη σταθερότητας της διεργασίας κατά μήκος της δεξαμενής εξαιτίας του κυμαινόμενου ρυθμού αναπτύξεως του μικροβιακού πληθυσμού. Η σχετικά ψηλή σχέση τροφής προς μικροοργανισμούς (F/M) στην είσοδο της δεξαμενής επιτρέπει την επιτάχυνση του ρυθμού αναπτύξεως, που ελαττώνεται δραστικά κατά τη διαδρομή μέσα στη δεξαμενή στη διάρκεια των 6-8 ωρών αερισμού. Η ελάττωση αυτή συνοδεύεται και από αλλαγή της συνθέσεως του μικροβιακού πληθυσμού. Ενώ στην αρχή της δεξαμενής με την πλούσια τροφή επικρατούν τα δραστικά βακτήρια, προοδευτικά με την αλλαγή επικρατούν ασθενέστερες μορφές.

Τα προβλήματα αυτά πολλαπλασιάζονται από την ημερήσια μεταβολή της παροχής των λυμάτων και του οργανικού φορτίου (τροφής), που μπορεί να μεταβάλλεται σημαντικά ιδίως στις μικρές εγκαταστάσεις. Για το λόγο αυτό η συμβατική μέθοδος της δραστικής λάσπης δεν συνιστάται για μονάδες κάτω από 1000-2000 m³/ημ..

Η έλλειψη σταθερότητας στη διεργασία αντιμετωπίζεται ικανοποιητικά με την εφαρμογή καθολικής αναμίξεως, όπως γίνεται στις περιπτώσεις του ψηλού ρυθμού και του παρατεταμένου αερισμού, ιδιαίτερα ο παρατεταμένος αερισμός με την πλήρη ανάμιξη και τη μακρά περίοδο συγκρατήσεως, εξασφαλίζει την απαραίτητη αφομοιωτική ικανότητα και μπορεί να δεχθεί περιοδικά φορτία χωρίς ελάττωση της αποδόσεως. Έτσι π.χ. λειτουργούν ικανοποιητικά τέτοιες μονάδες σε σχολεία, όπου φορτίζονται επί 10-12 ώρες την ημέρα για 5 μόνο μέρες την εβδομάδα.

β. Ανερχόμενη λάσπη

Σε ορισμένες περιπτώσεις η λάσπη, ενώ καθιζάνει κανονικά στη 2^η βάρθια δεξαμενή, αρχίζει να ανεβαίνει (rising sludge) και να επιπλέει στην επιφάνεια ύστερα από σύντομη περίοδο καθιζήσεως. Αιτία αυτού του φαινομένου είναι η απονιτροποίηση, κατά την οποία τα νιτρώδη και νιτρικά της λάσπης μετατρέπονται σε αέριο άζωτο. Το άζωτο παγιδεύεται στη μάζα της λάσπης και της αυξάνει την άνωση, με αποτέλεσμα να ανεβαίνει και επιπλέει. Η ανερχόμενη λάσπη ξεχωρίζει από τη συσσωματωμένη (bulking sludge), που αιωρείται επίσης στη μάζα των αποβλήτων από τις μικρές φυσαλλίδες, που έχει.

Το πρόβλημα της ανερχόμενης λάσπης μπορεί να αντιμετωπισθεί με :

- Αύξηση του ρυθμού επιστροφής της λάσπης από τη δεξαμενή καθιζήσεως (ανακυκλοφορία).
- Ελάττωση του ρυθμού τροφοδοτήσεως με μικτό υγρό της δεξαμενής καθιζήσεως.
- Ελάττωση του μέσου χρόνου παραμονής των μικροβίων στη δεξαμενή αερισμού, αυξάνοντας το ρυθμό απορρίψεως της περίσσιας λάσπης.

γ. Συσσωμάτωση λάσπης (sludge bulking)

Η συσσωμάτωση της λάσπης ελαττώνει τη δυνατότητα καθιζήσεως και συμπυκνώσεως. Δύο κύρια αίτια έχουν επισημανθεί :

1. Ανάπτυξη νηματώδων μικροοργανισμών ή οργανισμών που μπορεί να αναπτυχθούν σε νηματώδη μορφή και
2. Διόγκωση των κυττάρων, ώστε να ελαττώνεται η πυκνότητά τους και να μην καθιζάνουν.

Για την αντιμετώπιση της συσσωματώσεως της λάσπης συνιστάται έλεγχος του διαλυμένου οξυγόνου στα απόβλητα, της φορτίσεως, του ρυθμού επιστροφής της λάσπης, της φορτίσεως από εσωτερικές απορροές, των χαρακτηριστικών των αποβλήτων και της λειτουργίας της δεξαμενής καθιζήσεως.

Η ανεπάρκεια διαλυμένου οξυγόνου στη δεξαμενή αερισμού θεωρείται ένας από τους κυριότερους λόγους συσσωματώσεως. Σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να εξασφαλίζεται συγκέντρωση τουλάχιστο 2 mg / lit.

Η σχέση τροφής-μικροοργανισμών (F/M) πρέπει για τις συνηθισμένες περιπτώσεις, να βρίσκεται στα γενικά αποδεκτά όρια ή η ηλικία της λάσπης στα αντίστοιχα επίπεδα. Οι σχετικές προσαρμογές γίνονται με τη ρύθμιση της ανακυκλοφορίας και απορρίψεως της λάσπης. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων μπορεί να ευνοήσουν τη συσσωμάτωση. Σε περίπτωση προθήκης βιομηχανικών αποβλήτων πρέπει να ελεγχθεί η ποσότητα του αζώτου και φωσφόρου, γιατί τυχόν ανεπάρκεια οδηγεί στη συσσωμάτωση της λάσπης, όπως και η μεγάλη διακύμανση του PH ή του οργανικού φορτίου.

Τέλος πρέπει να ελεγχθεί η κανονική λειτουργία της καθιζήσεως και ιδιαίτερα, αν απομακρύνεται έγκαιρα η λάσπη.

Σαν μέτρο προσωπικής ανακουφίσεως σε περίπτωση σοβαρής ανάγκης έχει εφαρμοσθεί σε αρκετή έκταση η χλωρίωση των αποβλήτων ή της επιστρέφουσας λάσπης.

Το μέτρο είναι αποτελεσματικό, αν η συσσωμάτωση οφείλεται σε νηματώδεις οργανισμούς. Η απαιτούμενη ποσότητα του χλωρίου υπολογίζεται σε 0,1-0,2% του ξερού βάρους των περιεχομένων στερεών.

δ. Αφρισμός

Τα λύματα περιέχουν κανονικά σαπούνια, απορρυπαντικά και άλλα τασιενεργά συστατικά, που προκαλούν αφρισμό κατά τον αερισμό. Σε ψηλές τιμές του MLSS υπάρχει τάση ελαττώσεως του αφρισμού.

Ο αφρός, που περιέχει λάσπη, λίπη και μεγάλο αριθμό μικροβίων, παρασύρεται από τον άνεμο, ρυπαίνοντας οτιδήποτε συναντήσει. Εκτός από την αντιαισθητική εικόνα δημιουργεί κινδύνους για τους εργαζόμενους, γιατί είναι πολύ ολισθηρός και καθαρίζεται πολύ δύσκολα, όταν ξεραθεί.

Ο έλεγχος του αφρού γίνεται συνήθως με ράντισμα. Χρησιμοποιείται είτε καθαρό νερό, είτε άπορροή, που εξακοντίζεται από ειδικά επιστόμια, τοποθετημένα σε σειρά απέναντι από το σύστημα αερισμού.

Επίσης μπορεί να προστεθεί μικρή ποσότητα χημικής ουσίας κατά του αφρισμού στην εισαγωγή της δεξαμενής αερισμού ή στο νερό ραντίσματος.

Τ. Ε. Ι. ΠΑΤΡΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

7. ΚΑΘΙΖΗΣΗ

7.1 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΣ

α. Γενικά

Η δεξαμενή δευτεροβάθμιας ή τελικής καθιζήσεως (secondary or final sedimentation tank) τοποθετείται μετά τη βιολογική επεξεργασία για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, που δημιουργούνται από τη βιολογική δράση (ζωόγλοια ή βιολογικές κροκίδες).

Παρότι ισχύουν οι γενικές αρχές λειτουργίας της πρωτοβάθμιας δεξαμενής, η παρουσία μεγάλου όγκου στερεών που κροκιδώνονται στο μικτό υγρό επιβάλλει ειδική μελέτη για τη δεξαμενή καθιζήσεως της δραστικής λάσπης. Ταστεραά αυτά, ενώ στις μικρές συγκεντρώσεις καθιζάνουν σαν μεμονωμένα μόρια με σταθερή ταχύτητα πέρα από ορισμένο όριο πυκνότητας συνενώνονται λόγω κροκιδώσεως και καθιζάνουν με προοδευτικά αυξανόμενη ταχύτητα. Τελικά σχηματίζουν στον πυθμένα ενιαίο στρώμα λάσπης (sludge blanket), που ποικίλλει σε πάχος. Το στρώμα αυτό μπορεί να γεμίσει το σύνολο του πυθμένα και να υπερχειλίσει μαζί με την απορροή, αν δεν αφαιρεθεί έγκαιρα ή δεν έχει η δεξαμενή κατάλληλη χωρητικότητα. Εξάλλου το μικτό υγρό, όταν μπαίνει στη δεξαμενή καθιζήσεως, έχει την τάση να κινείται σαν ρεύμα ειδικής πυκνότητας, εμποδίζοντας το διαχωρισμό των στερεών και την πύκνωση της λάσπης. Για να αντιμετωπισθούν με επιτυχία αυτά τα προβλήματα, πρέπει κατά τη σχεδίαση της δεξαμενής να μελετηθούν η μορφή, ο χρόνος συγκρατήσεως και η επιφανειακή φόρτιση λάσπης (από το μικτό υγρό), η ταχύτητα διελεύσεως και ο ρυθμός υπερχειλίσεως. Συμπληρωματικά πρέπει να επιδιωχθεί ο οικονομικότερος συνδυασμός του συστήματος του συστήματος αερισμού-καθιζήσεως.

β. Μορφή και διαστάσεις

Οι δεξαμενές τελικής καθιζήσεως είναι συνήθως ορθογωνικές ή κυκλικές και πολύ σπανιότερα τετραγωνικές. Για μικρές μονάδες οι κυκλικές μπορεί να καταλήγουν σε βαθιά κωνική δεξαμενή, που διευκολύνει τη συγκέντρωση της λάσπης χωρίς μηχανική σάρωση. Οι κυκλικές δεξαμενές κατασκευάζονται με διαμέτρους 3,5-60 m, με πιο συνηθισμένες 10-30 m. Η ακτίνα της δεξαμενής πρέπει κατά προτίμηση να μην υπερβαίνει το 5πλάσιο του υγρού βάθους στην περιφέρεια ($r \leq 5\beta$).

Από πλευρά τροφοδοτήσεως υπάρχουν δύο τύποι κυκλικών δεξαμενών με κεντρική και περιφερειακή τροφοδότηση. Στην πιο συνηθισμένη κεντρική τροφοδότηση ο εσωτερικός κύλινδρος διανομής πρέπει να έχει διάμετρο 15-20% της διαμέτρου της δεξαμενής και να μη βυθίζεται περισσότερο από 1,0 m κάτω από την επιφάνεια για την αποφυγή αναταράξεως της λάσπης στον πυθμένα ή βραχυκυκλώσεως της ροής (απέυθείας έξοδος της εισροής από τον αγωγό απομακρύνσεως της λάσπης):

Η συλλογή της λάσπης γίνεται με περιστρεφόμενο μηχανισμό, που είτε συγκεντρώνει τη λάσπη σε κεντρικό υποδοχέα, είτε αναρροφά τη λάσπη απ'ευθείας από τον πυθμένα με ακροφύσια.

Οι ορθογωνικές δεξαμενές κατασκευάζονται σε μήκος μέχρι 90 m και πλάτος ως 24 m. Το μήκος συνίσταται να μην υπερβαίνει το δεκαπλάσιο του βάθους ($l \leq 10\beta$). Για δεξαμενές μεγάλου μήκους είναι επιθυμητό να υπάρχουν δύο συστήματα συλλογής της λάσπης, που τροφοδοτούν εναλλακτικά κεντρικό υποδοχέα. Η συλλογή της λάσπης κατά την κατεύθυνση της ροής των υγρών παρουσιάζει μεγαλύτερη απόδοση σε ορισμένες περιπτώσεις. Το βάθος των δεξαμενών με μηχανικό καθαρισμό συνιστάται να είναι περιορισμένο, αλλά όχι μικρότερο από 2,0 m και για δραστική λάσπη τουλάχιστο 2,5 m.

Γενικά οι δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθιζήσεως προσομοιάζουν με τις πρωτοβάθμιες με κύριες διαφορές το μέγεθος του χώρου συγκεντρώσεως της λάσπης, που είναι μικρότερος στις δευτεροβάθμιες και το ρυθμό αντλήσεως της δραστικής λάσπης, που είναι συνεχής στις δευτεροβάθμιες.

γ. Χρόνος συγκρατήσεως και επιφανειακή φόρτιση

Ο χρόνος συγκρατήσεως και η επιφανειακή φόρτιση εξαρτώνται από τις ιδιότητες καθιζήσεως της απορροής της μονάδας βιολογικής επεξεργασίας. Συνήθως χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για το μικτό υγρό της δεξαμενής αερισμού.

Σαν γενικός κανόνας μπορεί να ληφθεί με βάση την παροχή σχεδιασμού (Q_d) και την επιφάνεια της δεξαμενής (F_k):

-Χρόνος συγκρατήσεως : $t=V/Q_d=2,5-4,0h$.

-Επιφανειακή φόρτιση : $L_h=Q_d/F_k=32-40m^3/m^2 \cdot \eta\mu.=1,33-1,66m^3/m^2 \cdot h$.

δ. Φόρτιση λάσπης

Κατά την καθιζήση του μικτού υγρού της δεξαμενής αερισμού, εάν η συγκέντρωση των στερεών υπερβεί ορισμένο όριο η απαιτούμενη επιφάνεια της δεξαμενής τελικής καθιζήσεως δεν εξαρτάται μόνο από την υδραυλική παροχή (επιφανειακή φόρτιση), αλλά και από τα χαρακτηριστικά καθιζήσεως της κολλοειδούς λάσπης και το φορτίο των αιωρούμενων στερεών.

ε. Ταχύτητα διελεύσεως

Η οριζόντια ταχύτητα κινήσεως των υγρών στη δεξαμενή καθιζήσεως πρέπει να είναι περιορισμένη, για να μη δημιουργηθούν ρεύματα πυκνότητας ή να μην παρασυρθεί η λάσπη από τον πυθμένα. Στις ορθογωνικές δεξαμενές η οριζόντια ταχύτητα διελεύσεως με βάση τη μέγιστη παροχή του μικτού υγρού πρέπει να είναι : $\max V \leq 8,5 \text{ cm/sec}$.

στ. Θέση και φόρτιση υπερχειλιστών

_Το μικτό υγρό κινείται στον πυθμένα της δεξαμενής καθιζήσεως σαν ρεύμα πικνότητας και μπορεί να διαφύγει από την υπερχειλίση, αν δεν έχει καλά τοποθετηθεί. Από πειραματική εργασία βρέθηκε, ότι για μεγάλη κυκλική δεξαμενή ($D=38,5m$) η αποδοτικότερη θέση της υπερχειλίσεως ήταν σε απόσταση $+2/3 - 3/4$ της ακτίνας από το κέντρο. Πάντως για τις μικρές δεξαμενές με χαμηλό επιφανειακό φορτίο και ρυθμό υπερχειλίσεως η θέση του υπερχειλιστού δεν επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργία της δεξαμενής. Εφόσον η υπερχειλίση τοποθετείται στο άκρο της ορθογωνικής δεξαμενής ή στην περιφέρεια της κυκλικής, το υγρό βάθος εκεί πρέπει να είναι τουλάχιστο 3,5 m.

Η ταχύτητα υπερχειλίσεως πρέπει να είναι $V \leq 125 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{ημ.}$ για μονάδες με παροχή μέχρι 4000 $\text{m}^3/\text{ημ.}$ περίπου και $V \leq 185 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{ημ.}$ για μεγαλύτερες εγκαταστάσεις.

Η ανοδική ταχύτητα στην άμεση περιοχή του επερχειλιστού πρέπει να περιορίζεται σε 1-2 cm/sec.

ζ. Οικονομικές παράμετροι

Η αύξηση της συγκεντρώσεως των στερεών στο μικτό υγρό της δεξαμενής αερισμού επιτρέπει την επεξεργασία μεγαλύτερου οργανικού φορτίου, αλλά η αύξηση αυτή υπόκειται σε οικονομικούς περιορισμούς, γιατί μεγαλώνει το φορτίο λάσπης της δεξαμενής αερισμού και επομένως το μέγεθος και η δαπάνη κατασκευής της.

Η εκτίμηση της κατάλληλης συγκεντρώσεως των αιωρουμένων στερεών του μικτού υγρού, που δίνει το βέλτιστο συνδιασμό δεξαμενής αερισμού και τελικής καθιζήσεως, μπορεί να γίνει με οικονομικά κριτήρια, γραφικά ή αναλυτικά.

8. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΕΩΣ

8.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι δεξαμενές σταθεροποίησης αποτελούνται συνήθως από σχετικά μικρού βάθους λεκάνη με επίπεδο πυθμένα και κατασκευάζονται με χωμάτινο ανάχωμα σε μορφή κυκλική, τετραγωνική ή συνήθως ορθογωνική (Σχ. 8.1).

Είναι μονάδες βιολογικής επεξεργασίας, που λειτουργούν κάτω από φυσικές ή τεχνητές συνθήκες αερισμού ή και αναερόβια.

Ο φυσικός αερισμός στηρίζεται στη διάλυση και διάχυση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου από την ανεπτυγμένη επιφάνεια και στην παραγωγή οξυγόνου με τη διαδικασία της φωτοσυνθέσεως από τα φύκη (algae), μέχρι το βάθος που φθάνει αρκετό φως. Ο τεχνητός αερισμός γίνεται με σύστημα διαχύσεως αέρα και συνηθέστερα με επιφανειακούς αναμικτήρες.

Οι δεξαμενές με μεγαλύτερο βάθος, εφόσον δεν αερίζονται μηχανικά, παρουσιάζουν είτε μικτή βιολογική δράση (αερόβια κοντά στην επιφάνεια, αναερόβια στον πυθμένα και επαμφοτερίζουσα στη μέση), είτε λειτουργούν πρακτικά σαν αναερόβιοι αντιδραστήρες, λόγω κυρίως της φύσεως και του ψηλού οργανικού φορτίου.

Βασική προϋπόθεση για την επιτυχή εφαρμογή του συστήματος των δεξαμενών σταθεροποίησης είναι η διάθεση σχετικά φθηνής γης και η εξασφάλιση των υπογείων νερών από κινδύνους ρυπάνσεως και μόλυνσεως.

Οι πιο πάνω τύποι κατατάσσονται με διάφορους τρόπους, αλλά συνήθως διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, με υποδιαιρέσεις :

α. Δεξαμενές σταθεροποίησης ή οξειδώσεως (stabilization ponds, oxidation ponds, lagoons) με υποδιαιρέσεις σε αερόβιες, αερόβιες - αναερόβιες ή επαμφοτερίζουσες και αναερόβιες (aerobic, aerobic-anaerobic or facultative, anaerobic ponds). Αναφέρεται επίσης και η δεξαμενή ωριμάνσεως (maturation pond).

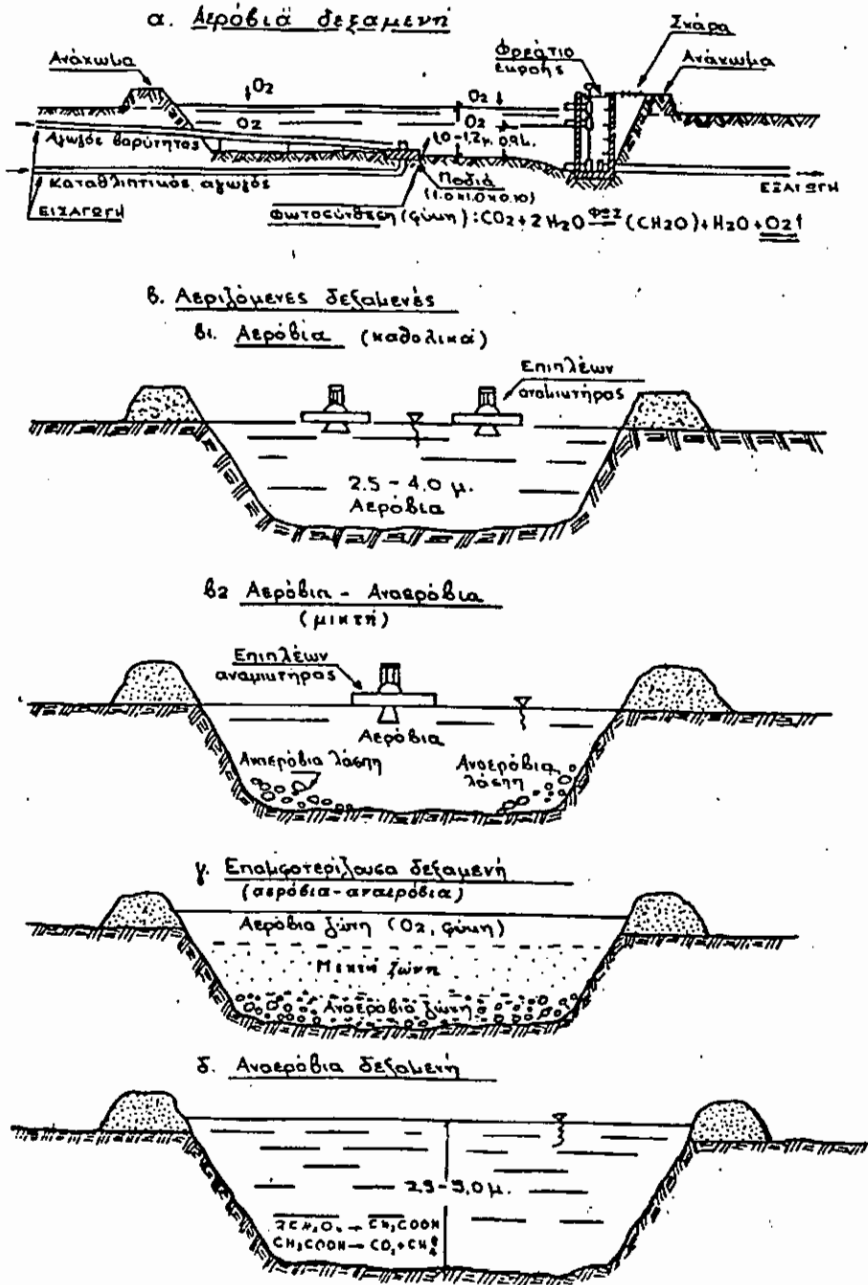
β. Αεριζόμενες δεξαμενές (aerated lagoons) με υποδιαιρέσεις σε αερόβιες, αερόβιες-αναερόβιες (μικτές) και τύπου παρατεταμένου αερισμού (aerobic, aerobic-anaerobic or facultative, extended aeration type).

8.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

α. Αερόβιες δεξαμενές

Οι αερόβιες δεξαμενές περιέχουν βακτήρια και μικροφύκη (algae) σε αιώρηση και λειτουργούν κάτω από αερόβιες συνθήκες σ'ολόκληρο το βάθος. Τα βακτήρια και τα φύκη βρίσκονται σε αρμονική σχέση συμβιώσεως : τα βακτήρια αποδομούν τις οργανικές ουσίες και καταναλίσκουν το διαλυμένο οξυγόνο με παραγωγή CO₂, ενώ τα μικροφύκη χρησιμοποιούν το CO₂ σαν πηγή άνθρακα και με τη βοήθεια της φωτεινής ενέργειας συνθέτουν οργανικές ουσίες ελευθερώνοντας οξυγόνο για τα βακτήρια.

Σχ. 8.1 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΕΩΣ



Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αερόβιων δεξαμενών. Στον ένα τύπο κύριος στόχος είναι η μεγιστοποίηση της παραγωγής και συγκομιδής φυκών και το βάθος είναι περιορισμένο (30-50 cm). Στον άλλο τύπο επιδιώκεται η μεγιστοποίηση της παραγωγής οξυγόνου και το βάθος φθάνει μέχρι 1,2-1,5m. Και στους δύο τύπου διαλύεται πρόσθετο οξυγόνο από την ατμόσφαιρα.

Η οργανική φόρτιση των δεξαμενών πρέπει να ανταποκρίνεται στο διαθέσιμο οξυγόνο από την ατμόσφαιρα και τη φωτοσύνθεση. Η απόδοση σε ελάττωση του BOD₅, των αερόβιων δεξαμενών είναι ψηλή και φθάνει μέχρι 95%. Πρέπει όμως να τονισθεί ότι, αν έχει αφαιρεθεί το διαλυμένο BOD₅ από τα εισερχόμενα απόβλητα, η τελική απορροή της δεξαμενής περιέχει ισοδύναμη ή και μεγαλύτερη συγκέντρωση φυκών, που μπορεί στο τέλος να παρουσιάζει μεγαλύτερο BOD₅ από το αρχικό. Επομένως, για να εξασφαλισθεί πραγματική ελάττωση του BOD₅, πρέπει να απομακρυνθούν τα περιεχόμενα σε αιώρηση φύκη και μικροοργανισμοί από την απορροή.

β. Επαμφοτερίζουσες δεξαμενές

Στις δεξαμενές αυτές, που χαρακτηρίζονται και σαν αερόβιες-αναερόβιες, υπάρχουν τρεις ζώνες βιολογικής δράσεως:

- Η επιφανειακή αερόβια ζώνη με αερόβια βακτήρια και φύκη σε συμβίωση, όπως στην προηγούμενη περίπτωση.
- Η αναερόβια ζώνη του πυθμένα, στην οποία συγκεντρώνονται τα ιζήματα και αποσυντίθεται από αναερόβια βακτήρια.
- Η ενδιάμεση ζώνη, που είναι αερόβια και αναερόβια, όπου οι οργανικές ουσίες αποδομούνται από επαμφοτερίζοντες (facultative) μικροοργανισμούς.

Η ύπαρξη της αερόβιας επιφανειακής ζώνης ελαττώνει σημαντικά το πρόβλημα των δυσοσμίων, που οφείλονται στην αερόβια αποδόμηση του πυθμένα, γιατί πολλά από τα προϊόντα της αποσυνθέσεως χρησιμοποιούνται από τους αερόβιους μικροοργανισμούς.

Σε περίπτωση ανάγκης αύξησεως του οργανικού φορτίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιφανειακός αναμικτήρας, οπότε η δεξαμενή γίνεται αεριζόμενη (αερόβια-αναερόβια). Για να διατηρηθεί όμως το κέρδος της αναερόβιας αποδομήσεως, πρέπει ο ρυθμός αναδεύσεως να μη φθάσει την πλήρη ανάμιξη.

Εκτός από τις ακραίες περιπτώσεις (πολύ ρηχές ή βαθιές ή καθολικές αεριζόμενες δεξαμενές) οι συνηθισμένες μονάδες σταθεροποιήσεως είναι πρακτικά μικτής βιολογικής δράσεως (επαμφοτερίζουσες).

γ. Αναερόβιες δεξαμενές

Οι δεξαμενές αυτές είναι αναερόβιες σ'ολόκληρο το βάθος εκτός από ένα λεπτό επιφανειακό στρώμα. Κατασκευάζονται ανοικτές με βάθη από 2,5m μέχρι 4-6m (μεγάλη τιμή του λόγου: όγκος/επιφάνεια), για να εξασφαλίζεται αναερόβια δράση και διατήρηση της θερμικής ενέργειας. Ο κλειστός τύπος αποτελεί τη δεξαμενή χωνεύσεως της λάσπης, που συλλέγεται στις δεξαμενές καθιζήσεως.

Για να λειτουργήσει αποδοτικά η αναερόβια δεξαμενή, πρέπει να υπάρχει :

- Μεγάλη συγκέντρωση οργανικών ουσιών και κατά προτίμηση πρωτεΐνες και λίπη, παρά ζάχαρες.
- Αρκετά ανόργανα βιολογικά θρεπτικά υλικά και αλκαλικότητα.
- Απουσία τοξικών ουσιών.
- Σχετικά ψηλή θερμοκρασία.

Τα χαρακτηριστικά αυτά απαντούν σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα (σφαγεία, επεξεργασία κρέατος).

Η σταθεροποίηση των αποβλήτων γίνεται με συνδυασμό καθιζήσεως και αναερόβιας μετατροπής των οργανικών ουσιών σε CO₂, CH₄, καθώς και άλλα αέρια, οργανικά οξέα και κυτταρικό ιστό. Η απόδοση των δεξαμενών είναι συνήθως 75% ελάττωση του BOD₅ και μπορεί να φθάσει κάτω από ευνοϊκές συνθήκες μέχρι 85%.

Βασικό πλεονέκτημα των αναερόβιων δεξαμενών είναι η μικρή δαπάνη αρχικής εγκαταστάσεως και λειτουργίας και η ικανότητα να δεχθούν απότομα ή περιοδικά ψηλά φορτία (shock loads).

Συνήθως συνδυάζονται με αερόβιες ή μικτές δεξαμενές, σαν προκαταρκτικό στάδιο ελαττώσεως του ψηλού οργανικού φορτίου και επιτυγχάνουν μείωση του BOD₅ κατά 30-80%.

Βασικό μειονέκτημα των αναερόβιων δεξαμενών είναι η δυσσομία και γι'αυτό συνίσταται απόσταση από κατοικημένες και γενικά ευαίσθητες περιοχές τουλάχιστο 0,5-1,0 km. Επίσης η λειτουργία τους επηρεάζεται πολύ από τη θερμοκρασία των υγρών.

δ. Αεριζόμενες δεξαμενές

Οι αεριζόμενες δεξαμενές με σύστημα διαχύσεως αέρα ή με επιφανειακούς αναμκτήρες διακρίνονται συνήθως ανάλογα με το ρυθμό αναμίξεως σε καθολικά αερόβιες, αερόβιες-αναερόβιες ή μικτές (επαμφοτερ(ζου)σες) και σε τύπου παρατεταμένου αερισμού.

-Καθολικά αερόβιες δεξαμενές (aerobic flow - through type lagoons).

Καθολικά αερόβιες χαρακτηρίζονται οι δεξαμενές, όπου το σύστημα αερισμού είναι αρκετό ισχυρό, ώστε να διατηρεί σε αιώρηση όλα τα στερεά (σχ. 8.1). Οι συνθήκες που επικρατούν είναι καθολικής αναμίξεως, αλλά η απόδοση σε ελάττωση του BOD δεν είναι ψηλή, γιατί η απορροή παρασύρει κανονικά και τα στερεά, που εισέρχονται ή δημιουργούνται από τη βιολογική δράση, εκτός αν γίνει συμπληρωματική επεξεργασία συγκρατήσεως των αιωρημάτων (π.χ. με καθίζηση).

Ανάλογα με το χρόνο συγκρατήσεως ((αερισμού), η απορροή περιέχει το 1/3 μέχρι 1/2 του εισερχόμενου BOD με μορφή κυτταρικού ιστού (οργανικό φορτίο).

-Αερόβιες - αναερόβιες δεξαμενές (μικτές)

Οι δεξαμενές αυτές (σχ.8.1) μοιάζουν λειτουργικά με τις έπαμφοτερίζουσες, με τη διαφορά ότι το οξυγόνο παρέχεται κυρίως μηχανικά, αλλά η ισχύς της αναμίξεως δεν είναι αρκετή, για να κρατήσει σε αιώρηση όλα τα στερεά, που αποδομούνται αναερόβια στις νεκρές γωνίες του πυθμένα.

-Δεξαμενές τύπου παρατεταμένου αερισμού

Οι δεξαμενές αυτού του τύπου έχουν καθολική ανάμιξη και πλήρη αιώρηση των στερεών, αλλά τελικά τα στερεά αυτά δεν αφήνονται να διαφύγουν με την απορροή αλλά συγκρατούνται και συγκεντρώνονται στο σύστημα, είτε με χωριστή δεξαμενή καθιζήσεως και επανακυκλοφορίας της λάσπης, είτε με ενσωμάτωση στην έξοδο της δεξαμενής κατάλληλου θαλάμου συγκρατήσεως των στερεών (για μικρές δεξαμενές), είτε τέλος με περιοδική διακοπή του συστήματος αερισμού (45'-60'κάθε μερικές ώρες) και λειτουργία της απορροής ύστερα από την καθίζηση των αιωρημάτων (σχ. 8.1).

Η ελάττωση του BOD₅ σ' αυτές τις δεξαμενές είναι πολύ ψηλή (95-98%)με πρόσθετη δυνατότητα νιτροποιήσεως.

9. ΧΗΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

9.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η χημική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει διάφορες διεργασίες, που εφαρμόζονται μεμονωμένα ή κατά κανόνα σε συνδιασμό με διάφορες φυσικές ή βιολογικές διαδικασίες καθαρισμού.

Οι πιο συνηθισμένες διεργασίες είναι, μεταξύ άλλων:

- Χημική κατακρήμνιση (ιζηματοποίηση)
- Προσρόφηση
- Μεταφορά αερίων
- Απολύμανση
- Καύση
- Εναλλαγή ιόντων
- Ηλεκτροδιάλυση κ.λ.π.

Οι διεργασίες αυτές δεν έχουν όλες καθαρά χημικό χαρακτήρα, αλλά σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με χημικές ή φυσικοχημικές δράσεις και για πρακτικούς λόγους κατατάσσονται στην ευρύτερη ομάδα της χημικής επεξεργασίας.

Ειδικότερα η χημική κατακρήμνιση, σε συνδιασμό με καθίζηση, αποτελεί βασική δευτε-ροβάθμια επεξεργασία καθαρισμού. Έχει εφαρμοσθεί σε σημαντική έκταση στο παρελθόν και λιγότερο σήμερα κυρίως σε ειδικές περιπτώσεις (π.χ. απομάκρυνση φωσφορικών).

Οι άλλες διεργασίες παίζουν μάλλον βοηθητικό ρόλο.

Η προσρόφηση, που εξασφαλίζει την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων διαλυμένων ουσιών, δεν έχει εφαρμοσθεί σε μεγάλη έκταση στο καθαρισμό των υγρών αποβλήτων, αλλά κυρίως στο πόσιμο νερό.

Η μεταφορά αερίων αποτελεί ζωτικό τμήμα πολλών διεργασιών καθαρισμού, όπως η εξασφάλιση οξυγόνου στα αερόβια συστήματα βιολογικής επεξεργασίας, η διάλυση του χλωρίου για απολύμανση, η απομάκρυνση της αμμωνίας, του υδρόθειου κ.λ.π.

Η αποθμανση αποτελεί πρακτική, που εφαρμόζεται συχνά στην επεξεργασία των αποβλήτων, όταν επιδιώκεται κυρίως η ελάττωση του μικροβιακού φορτίου, αλλά και σε άλλες περιπτώσεις (έλεγχος οσμών).

Η καύση βρίσκει κυρίως εφαρμογή στην επεξεργασία της λάσπης, που περιέχει πολλά οργανικά.

Η εναλλαγή ιόντων, η ηλεκτροδιάλυση κ.λ.π. εφαρμόζονται σε ειδικές περιπτώσεις για απομάκρυνση συνήθως παραγόντων ευτροφισμού ή άλλων ανεπιθύμητων συστατικών.

Η κολλοειδής μορφή της ύλης χαρακτηρίζεται από το μεγάλο ανάπτυγμα της επιφάνειας ανά μονάδα μάζας.

Τα κολλοειδή, όπως και τα άλλα αιρούμενα υλικά προσελκύουν στην επιφάνεια τους (προσρόφηση) διάφορα ιόντα (π.χ. υδροξυλίου OH^-), κατά τρόπο εκλεκτικό, με αποτέλεσμα

να παρουσιάζονται στην πράξη ομόσημα ηλεκτρισμένα μ'ένα δυναμικό πεδίο γύρω τους.

Οι ηλεκτρικές απωστικές δυνάμεις, που ασκούνται μεταξύ των κολλοειδών τεμαχίων, εξουδετερώνουν τις ελκτικές δυνάμεις (Van de Waals) και συμβάλλουν στη σταθερότητα (έλλειψη τάσεως για συσσωμάτωση) των κολλοειδών διαλυμάτων.

Σε σχέση με το νερό υπάρχουν δυο τύποι κολλοειδών:

- Τα υδρόφυλλα, που διασκορπίζονται εύκολα στην μάζα του νερού και η σταθερότητα τους εξαρτάται κυρίως από τη συγγένειά τους με αυτό και λιγότερο από τα μικρά ηλεκτρικά φορτία - συνήθως αρνητικά- που έχουν (π.χ. σαπούνια, απορρυπαντικά, διαλυτά λευκώματα και πρωτεΐνες κ.λ.π.)

- Τα υδρόφοβα, που δεν έχουν συγγένεια με το νερό και η σταθερότητα τους οφείλεται στις απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις (π.χ. οξειδία των μεττάλων με θετικό συνήθως φορτίο).

Όταν ένα τεμάχιο κολλοειδών φορτιθεί με ηλεκτρικά φορτία (π.χ. θετικά) τότε προσελκύονται και προσκολλώνται στην επιφάνειά του ιόντα με αντίθετο φορτίο, που σχηματίζουν ένα συμπαγές στρώμα (στρώμα Stern). Γύρω από το συμπαγές αυτό στρώμα σχηματίζεται ένα πιο χαλαρό, που αποτελείται από το σταθερό και το διάχυτο (διπλό στρώμα) και εκτείνεται μέχρι τα όρια επιδράσεως του δυναμικού πεδίου.

δ. Συνένωση των κολλοειδών (aggregation)

Εφόσον το δυναμικό είναι αρκετό ισχυρό, οι ηλεκτρικές απωστικές δυνάμεις που παράγονται (Coulomb, ανάλογες του $1/2r$), κρατούν σε αρκετή απόσταση (r) τα κολλοειδή, οπότε δεν είναι αποτελεσματικές οι ελκτικές δυνάμεις της ύλης και το διάλυμα παραμένει σταθερό.

Για να γίνει επομένως συνένωση των κολλοειδών και γενικά των υλικών σε λεπτό καταμερισμό, πρέπει να αποσταθεροποιηθεί το διάλυμα με ελάττωση του ζ-δυναμικού ή να παρακαμφθούν τα αποτελέσματα της δράσεως του.

Επειδή στη διαδικασία αποσταθεροποιήσεως των διαλυμάτων και συνενώσεως των λεπτών υλικών χρησιμοποιούνται γενικά δυο όροι με αρκετές παραλλαγές στη σημασία με την οποία χρησιμοποιούνται:

- "Συσσωμάτωση" (coagulation) ονομάζεται η διεργασία κατά την οποία τα κολλοειδή και λεπτομερή γενικά αιωρούμενα υλικά ενός υγρού διαλύματος προετοιμάζονται με κατάλληλα μέσα για συνένωση.

Πρακτικά η συσσωμάτωση είναι διεργασία αποσταθεροποιήσεως του σταθερού κολλοειδούς διαλύματος.

- "Κροκύδωση" (flocculation) ονομάζεται η συνένωση των αιωρούμενων υλικών και η δημι-ουργία μεγάλων σχηματισμών (κροκύδες, flocs).

Η κροκύδωση ακολουθεί τη συσσωμάτωση.

Τόσο η θεωρία των κολλοειδών διαλυμάτων, όσο και η ερμηνεία των μηχανισμών της συνενώσεως των κολλοειδών και της δημιουργίας μεγάλων κροκύδων δεν παρουσιάζονται με ενιαία μορφή στη σχετική βιβλιογραφία, πράγμα που αντανakλά τη συνεχιζόμενη ακόμη διερεύνηση αυτών των θεμάτων. Πάντως η ελάττωση του δυναμικού ή η παράκαμψη των αποτελεσμάτων της δράσεώς του θεωρείται γενικά, ότι μπορεί να γίνει:

(1) είτε με προσθήκη χημικών ουσιών, που ελευθερώνουν ιόντα αντίθετου σημείου και εξουδετερώνουν τα φορτία των κολλοειδών,

(2) είτε με την προσθήκη ηλεκτρολυτών, που προκαλούν ελάττωση του πάχους του διάχυτου (κινητού) στρώματος και επομένως του, είτε

(3) με την προσθήκη οργανικών πολυηλεκτρολυτών, που προσροφούν ή συνενώνουν τα τεμάχια με γεφύρωση, είτε

(4) με προσθήκη ιόντων, που ελαττώνουν το επιφανειακό φορτίο, είτε

(5) με μηχανισμό σαρώσεως.

ε. Υλικά συσσωματώσεως (coagulants)

Για να γίνει η συσσωμάτωση και κροκύδωση των κολλοειδών διαλυμάτων χρησιμοποιούνται συνήθως ενώσεις του αργιλίου και σιδήρου καθώς και ορισμένες άλλες ουσίες.

9.2 ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗ (chemical precipitation)

α. Σκοπός

Η απλή καθίζηση απομακρύνει τα σχετικά μεγαλύτερα υλικά, που αιωρούνται στα υγρά απόβλητα, με βασική κινητήρια δύναμη το βάρος τους. Όσο όμως μικραίνει το μέγεθος των τεμαχίων, τόσο ελαττώνεται πολλαπλάσια ο ρυθμός της καθιζήσεως, γιατί η σχετική ταχύτητα είναι ανάλογη του τετραγώνου της διαμέτρου των μορίων.

Για να βελτιωθεί επομένως η καθίζηση των λεπτών τεμαχίων, πρέπει να εξασφαλισθεί η συνένωσή τους και ο σχηματισμός μεγαλύτερων μορίων. Η προσπάθεια αυτή δυσχεραίνεται ή εξουδετερώνεται κυρίως από τις ηλεκτρικές αποστικές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των τεμαχίων της ύλης και εκδηλώνονται πολύ πιο έντονα στα μικρά τεμάχια (συνήθως διαμέτρου κάτω από ένα μικρό), λόγω της μεγάλης ειδικής επιφάνειας και των κολλοειδών ιδιοτήτων που παρουσιάζουν.

Η σταθεροποίηση των κολλοειδών διαλυμάτων και η συνένωση των λεπτών τεμαχίων με τελικό στόχο την καλύτερη καθίζηση είναι ο βασικός σκοπός της χημικής κατακρημνίσεως ή ιζηματοποιήσεως.

β. Ιστορικό

Η χημική κατακρήμνιση, που ανακαλύφθηκε το 1762 στην Αγγλία, εφαρμόστηκε σαν κανονική μέθοδος, για την επεξεργασία των αποβλήτων από αρκετά νωρίς (Αγγλία 1870, ΗΠΑ 1890-1900) με χρησιμοποίηση κυρίως ασβέστη, είτε μόνο, είτε συνηθέστερα μαζί με άλλες χημικές ουσίες (υποχλωριώδες ασβέστιο ή νάτριο,θεικό αργίλιο κ.λ.π.). Με την ανάπτυξη όμως των βιολογικών μεθόδων άρχισε να εγκαταλείπεται η χημική επεξεργασία λόγω της δαπάνης των χημικών ουσιών. Στην περίοδο 1930-1936 έγιναν ορισμένες προσπάθειες για την ανάπτυξη νέων χημικών μεθόδων και σήμερα, παρά την μεγάλη ανάπτυξη και εξάπλωση των βιολογικών μεθόδων, υπάρχει ανανεωμένο ενδιαφέρον, για την χημική επεξεργασία σε ειδικές περιπτώσεις και για την απομάκρυνση των παραγόντων ευτροφισμού (αζώτου και φωσφόρου).

γ. Θεωρία των κολλοειδών διαλυμάτων

Σαν κολλοειδή (διαλύματα) χαρακτηρίζονται τα υλικά που έχουν διαχυθεί σε πολύ λεπτό καταμερισμό μέσα σ' ένα μέσο, π.χ. νερό.

Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι συσσωματώματα ατόμων ή μορίων ή ανάμικτα τεμάχια, που είναι μεγαλύτερα από τα μεμονωμένα άτομα ή μόρια, αλλά πάντως πολύ μικρά (περίπου 1nm , όπου $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$), ώστε να παρουσιάζουν μεγάλη ειδική επιφάνεια και τις χαρακτηριστικές ιδιότητες που σχετίζονται μ' αυτήν.

10. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ (disinfection)

10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σαν απολύμανση χαρακτηρίζεται η εκλεκτική ελάττωση σε ανεκτά επίπεδα των παθογόνων μικροβίων, σ' αντίθεση με την αποστήρωση, που σημαίνει καταστροφή κάθε μορφής ζωής.

Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για απολύμανση, είναι χημικά, φυσικά, μηχανικά και ραδιολογικά.

10.2 ΜΕΣΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΕΩΣ

α. Χημικά μέσα

Έχει χρησιμοποιηθεί μεγάλη ποικιλία χημικών παραγόντων για απολύμανση, όπως φαινόλες, οινόπνευμα, χλώριο, σαπούνια- απορρυπαντικά και διάφορα οξέα ή αλκάλεια.

Από τις πάνω ουσίες τη μεγαλύτερη χρήση και παγκόσμια διάδοση έχει το χλώριο - αέριο ή ενώσεις - και σε μικρότερη κλίμακα το όζον. Πολύ όξινα ή αλκαλικά υγρά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για καταστροφή παθογόνων μικροβίων (συνήθως $3 > \text{pH} > 11$).

β. Φυσικά μέσα

Φυσικά μέσα απολύμανσης είναι η θερμότητα και το φως. Θέρμανση του νερού μέχρι το σημείο βρασμού καταστρέφει τα περισσότερα μη σπορογόνα μικρόβια. Η μέθοδος αυτή δεν προσφέρεται για τις μεγάλες ποσότητες των υγρών αποβλήτων λόγω της μεγάλης δαπάνης.

Η ηλιακή ακτινοβολία έχει μικροβιοκτόνο δράση στην περιοχή της υπεριώδους ακτινοβολίας. Ενώ η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί με ικανοποιητικά αποτελέσματα για απολύμανση μικρών ποσοτήτων πόσιμου νερού είναι προβληματική η εφαρμογή της σε ακάθαρτα νερά γιατί η ακτινοβολία απορροφάται εύκολα από τα αιωρούμενα στερεά και έτσι εξουδετερώνεται η απολυμαντική της ικανότητα.

γ. Μηχανικά μέσα

Τα μικρόβια απομακρύνονται σε ορισμένο ποσοστό μηχανικά από τα απόβλητα μαζί με τα αιωρούμενα κυρίως υλικά που αφαιρούνται κατά τις διάφορες επεξεργασίες.

Μηχανική επεξεργασία

1. Χοντρή σχάρα	0-5%
2. Λεπτή σχάρα	10-20%
3. Αμμοσυλέκτης	10-25%
4. Απλή καθίζηση	25-75%

Σύνθετη επεξεργασία

5. Χημική καθίζηση	40-80%
6. Χαλικοδιϋλιστήριο	90-95%
7. Δραστική λάσπη	90-98%
8. Χλωρίωση επεξεργασμένων λυμάτων	98-99%

δ. Ραδιολογικά μέσα

Η ραδιενέργεια, που εκπέμπεται με μορφή σωματιδίων ή σαν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει ανάλογα με την ένταση και το χρόνο εκθέσεως μικροβιοκτόνες ιδιότητες. Ιδιαίτερα η ακτινοβολία γ-ακτίνων, που έχει μεγάλη διεισδυτικότητα, έχει χρησιμοποιηθεί για την απολύμανση (ουσιαστικά αποστείρωση) νερού και αποβλήτων.

10.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΕΩΣ

Η μικροβιοκτόνος δράση των μέσων απολυμάνσεως εξηγείται με διάφορους μηχανισμούς βλαπτικής επιδράσεως στο κύτταρο, όπως:

-Φθορά ή καταστροφή του κυτταρικού τειχώματος που οδηγεί στη διάλυση και θάνατο του μικροοργανισμού.

-Αλλαγή της εκλεκτικής διαπερατότητας της κυτταροπλασματικής μεμβράνης με αποτέλεσμα την διαφυγή ζωτικών θρεπτικών συστατικών, όπως είναι το άζωτο και ο φώσφορος.

-Αλλαγή της κολλοειδούς φύσης του πρωτοπλάσματος με τελικό αποτέλεσμα το θάνατο.

-Παρεμπόδιση της ενζυματικής δραστηριότητας και της ικανότητας του κυττάρου να συνθέσει νέο υλικό. Τα οξειδωτικά μέσα όπως το χλώριο, μεταβάλλουν τη χημική σύνθεση των ενζύμων και τα αδρανοποιούν, μ' αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται ο κανονικός ρυθμός μεταβολισμού και επιβιώσεως. Τα ένζυμα, που είναι τόσο ζωτικά για τον μεταβολισμό,

βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες και έτσι εξηγείται η σημαντική μικροβιοκτόνος δράση του χλωρίου ακόμη και σε πολύ μικρή συγκέντρωση (0,5-1,0 mg/l).

11. ΧΛΩΡΙΩΣΗ

11.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η χρησιμοποίηση ενώσεων του χλωρίου για απολύμανση του πόσιμου νερού σε περιπτώσεις ανάγκης έχει γίνει από παλιά (1850 περίπου). Σήμερα η χρήση του χλωρίου, ιδιαίτερα στις υδρεύσεις είναι παγκόσμια, αλλά έχει σημαντικές εφαρμογές και στις αποχετεύσεις, τόσο για απολύμανση, όσο και για πολλές άλλες χρήσεις

11.2 ΧΗΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ

Το χλώριο είναι αέριο κιτρινοπράσινο με έντονα ερεθιστική οσμή και αποπνιχτική δράση. Αποτελεί ισχυρό οξειδωτικό παράγοντα, που καθορίζει τη χημική του δράση. Διαλύεται αρκετά στο νερό (1% κατά βάρος στους 10° C) και αντιδρά οξειδωτικά, τόσο με ανόργανες (F^{2+} , Mn^{2+} , NO_2^- , H_2S), όσο και με οργανικές ουσίες, που δεσμεύουν το λεγόμενο "απαιτούμενο χλώριο" (chlorine demand). Μετά την "ικανοποίηση" του νερού σε χλώριο παραμένει "υπολειματικό" δραστικό χλώριο (residual chlorine), που ολοκληρώνει την απολύμανση.

Διακρίνονται δυο μορφές χλωρίου στο νερό, το "ελεύθερο" και το "συνδισσόμενο" (free + combined residual chlorine), που οδηγεί στη χλωρίωση του "σημείου θραύσεως".

12. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΑΣΠΗΣ

12.1 ΓΕΝΙΚΑ

Κατά την επεξεργασία καθαρισμού των αποβλήτων, μαζί με την τελική απορροή που πρέπει να διατεθεί κατάλληλα, παράγονται ταυτόχρονα και ορισμένα παραπροϊόντα, όπως τα σχαρίσματα, η άμμος, τα ξαφρίσματα και η λάσπη από τις δεξαμενές καθιζήσεως (1βάθμια ή και 2βάθμια). Από τα παραπροϊόντα αυτά το σημαντικότερο σε όγκο και δυσκολότερο σε χειρισμό και διάθεση είναι η λάσπη (sludge).

Θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι η λάσπη, σ' αντίθεση με την συνηθισμένη έννοια του όρου, δεν είναι πυκνό ή με στερεή μορφή αιώρημα, αλλά εντελώς υδαρές υγρό, που παρότι περιέχει, σαν νωπή 40 περίπου φορές περισσότερες στερεές ουσίες από τα αστικά λύματα (5% έναντι 1,25%), εξακολουθεί να έχει μορφή υγρού. Μόνο μετά την επεξεργασία συμπύκνωσης, χωνεύσεως, αφυδατώσεως κ.λ.π., η λάσπη παίρνει στερεή μορφή με αρκετή ακόμη υγρασία (60%), που μπορεί να ελαττωθεί πολύ (<10%) με θερμική ξήρανση, προκειμένου να αποτεφρωθεί ή να γίνει λίπασμα.

12.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΕΩΣ

Κύριοι στόχοι της επεξεργασίας της λάσπης είναι: (1) η ελάττωση του όγκου με την απομάκρυνση μέρους του νερού (ελάττωση υγρασίας από 95% σε 70-60%) και (2) η αποδόμηση των οργανικών ουσιών, που αποτελούν τον ασταθή και ενοχλητικό παράγοντα της λάσπης (δυσσομία).

Η επεξεργασία αυτή περιλαμβάνει :

α. Προσωρινή αποθήκευση

Η λάσπη που συλλέγεται στον πυθμένα της δεξαμενής καθιζήσεως αποθηκεύεται προσωρινά, μέχρις ότου υποβληθεί σε πιο πέρα επεξεργασία και διάθεση.

Συνήθως η λάσπη αποθηκεύεται σε ειδικό υποδοχέα (hopper) στην αρχή της πρωτοβάθμιας δεξαμενής, από τον οποίο απομακρύνεται συνεχώς ή περιοδικά. Επίσης μπορεί να αναμιχθεί και αποθηκευτεί η πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια λάσπη σε ιδιαίτερη δεξαμενή.

β. Συγκέντρωση-Συμπύκνωση (concentration, thickening)

Σκοπός της συγκέντρωσης είναι να γίνει συμπύκνωση και πάχυνση της δραστηκής κυρίως λάσπης, που είναι πολύ υδαρής. Η συμπύκνωση μπορεί να γίνει με σχετική παράταση της παραμονής της λάσπης στη δεξαμενή καθιζήσεως, αλλά τότε επηρεάζεται η απόδοση της καθιζήσεως.

Πλεονεκτικότερη είναι η συμπύκνωση σε χωριστή εγκατάσταση με χρησιμοποίηση, είτε πυκνωτού με μηχανική καθίζηση, είτε πυκνωτού με επίπλευση, είτε φυγοκέντρωση προκειμένου να διευκολυνθεί η τελική διάθεση. Με την πυκνωση αυξάνει το ποσοστό των περιεχόμενων στερεών κατά 2-3 φορές.

γ. Βιολογική χώνευση (digestion)

Η χώνευση αποσκοπεί στην αποδόμηση των οργανικών και γίνεται, είτε αναερόβια κάτω από ελαγχόμενες συνθήκες σε ειδικές κλειστές δεξαμενές, είτε αερόβια με αερισμό, είτε σε ειδικές περιπτώσεις με δεξαμενισμό (αναερόβιες δεξαμενές σταθεροποιήσεως) ή ακόμη στη δεξαμενή IMHOFF και τη σηπτική (αναερόβια).

Η χώνευση αποτελεί καθοριστικό στάδιο επεξεργασίας, γιατί συμβάλλει στην καταστροφή παθογόνων παραγόντων και εξουδετέρωση των ενοχλήσεων (δυσοσμίες), εκτός από την ελάττωση του όγκου (90-94% υγρασία).

δ. Βελτίωση (conditioning)

Η βελτίωση της λάσπης αποσκοπεί κυρίως στην ευκολότερη αφυδάτωση και συνήθως γίνεται με προσθήκη χημικών ή με θερμική επεξεργασία.

ε. Αφυδάτωση και Ξήρανση (dewatering and drying)

Η αφυδάτωση και η ξήρανση είναι φυσικές διαδικασίες για την ελάττωση της υγρασίας, ώστε η λάσπη να πάρει μισό-στερεή μορφή και να διευκολυνθούν οι πιο πέρα χειρισμοί. Σε μικρές μονάδες η αφυδάτωση γίνεται σε κλίνες ξηράσεως ακάλυπτες ή καλυμμένες ή και σε αβαθείς δεξαμενές εξατμίσεως. Επίσης χρησιμοποιούνται τα φίλτρα, η φυγοκέντρωση και η θερμική ξήρανση.

Γενικά η αφυδάτωση δίνει συμπαγές προϊόν με υγρασία 55-70% εκτός από την θερμική ξήρανση που ελαττώνει την υγρασία κάτω του 10%.

στ. Σταθεροποίηση

Σ' αντίθεση με την βιολογική χώνευση, η σταθεροποίηση σ' αυτή τη περίπτωση γίνεται με καύση ή υγρή οξείδωση, που αποδομούν τις οργανικές ουσίες και ελαττώνουν τον όγκο της λάσπης. Και στις δυο περιπτώσεις παράγονται ανόργανα προϊόντα (τέφρα ή λάσπη), που έχουν ανάγκη τελικής διαθέσεως.

ζ. Τελική Διάθεση

Η λάσπη μετά την κατάλληλη επεξεργασία για σταθεροποίηση και ελάττωση του όγκου διατίθεται στον τελικό αποδέκτη, που είναι καθοριστικός για τον τρόπο τον προηγούμενων χειρισμών. Οι τελικοί αποδέκτες είναι συνήθως η ξηρά ή η θάλασσα.

Η διάθεση στην ξηρά γίνεται με ταφή ή με διασπορά στο έδαφος, με χρησιμοποίηση σαν λίπασμα ή με απλή απόρριψη σε παλιά μεταλλεία κλπ.

Η διάθεση στην θάλασσα έχει εφαρμοσθεί μέχρι σήμερα από μεγάλα παραθαλασσια αστικά κεντρα. Πάντως η παγκόσμια σταυροφορία, που έχει αναληφθεί για την προστασία των θαλασσών από την ρύπανση, δεν ευνοεί αυτή τη μέθοδο διάθεσης της λάσπης.

13. ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΑΣΠΗΣ

13.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ) ΛΑΣΠΗΣ

Η συμπύκνωση της λάσπης μπορεί να γίνει μέχρις ορισμένο βαθμό με σχετική παράταση της παραμονής της στη δεξαμενή καθιζήσεως. Εν τούτοις είναι αποδοτικότερη η συμπύκνωση σε χωριστή εγκατάσταση με χρησιμοποίηση κατάλληλων πυκνωτών (thickeners).

α. Μηχανικοί πυκνωτές βαρύτητας

Οι πυκνωτές βαρύτητας έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τις δεξαμενές καθιζήσεως, εκτός από το λόγο βάθος/διάμετρο, που είναι μεγαλύτερος. Η λάσπη τροφοδοτείται συνεχώς και καθώς αναμιγνύεται ελαφρά, γίνεται διάσπαση της μάζας από το δικτυωτό του σαρώθρου ή από ειδικές κατακόρυφες ράβδους και διανοίγονται έτσι κενά, που διευκολύνουν την άνοδο των υγρών, ενώ η συμπυκνωμένη λάσπη καθιζάνει με την βαρύτητα (σχ. 13.1).

Παράλληλα σχηματίζεται ένα στρώμα λάσπης κοντά στον πυθμένα (sludge blanket), όπου γίνεται συμπύκνωση και συμπύκνωση της λάσπης, ενώ στο πάνω μέρος συγκεντρώνεται σχετικά καθαρό υγρό και ενδιάμεσα -περιοχή τροφοδοτήσεως- επικρατούν συνθήκες εμποδιζόμενης καθιζήσεως.

Σχετική παράμετρος υπολογισμού είναι ο λόγος του όγκου λάσπης, SVR:

$$SVR = S_p / S_r = 0,5 - 2,0 \text{ ημ.}$$

όπου S_p : όγκος στρώματος λάσπης πυκνωτού

S_r : όγκος πυκνής λάσπης που αφαιρείται κάθε ημέρα

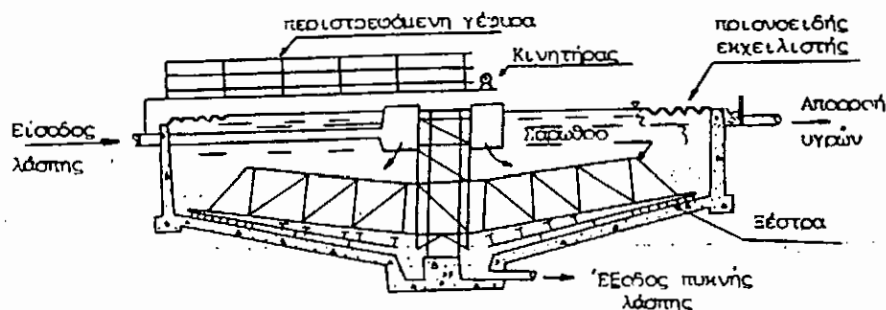
Οι χαμηλές τιμές αντιστοιχούν σε θερμό καιρό.

Τα υπερχειλιζόμενα υγρά επιστρέφουν στην πρωτοβάθμια καθίζηση, ενώ η συμπυκνωμένη λάσπη οδηγείται από τον πυθμένα στην δεξαμενή χωνεύσεως ή σε άλλη μονάδα επεξεργασίας.

Οι πυκνωτές βαρύτητας σχεδιάζονται και υπολογίζονται με βάση το υδραυλικό επιφανειακό φορτίο και το φορτίο στερεών, όπως και η δεξαμενές καθιζήσεως.

Οι πυκνωτές με κανονικές συνθήκες λειτουργίας, μπορεί να απομακρύνουν μέχρι τα 95% των στερεών με εξαίρεση ίσως το μίγμα πρωτοβάθμιας και δραστικής λάσπης, για το οποίο είναι δύσκολο να εξασφαλισθεί αυτή η απόδοση.

Σχ. 13.1 ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΠΥΚΝΩΤΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ



β. Πυκνωτές Επιπλεύσεως

Η πυκνωση με επίπλευση έχει δυο βασικά πλεονεκτήματα. Απαιτεί μικρότερη επιφάνεια και όγκο σε σχέση με τη μηχανική πυκνωση και είναι αποδοτικότερη για λάσπες με κολλοειδή χαρακτήρα, όπως είναι η δραστική. Μειονεκτεί μόνο από οικονομική πλευρά.

Η πυκνωση με επίπλευση εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο στη δραστική λάσπη και δίνει πυκνή λάσπη με 4% περίπου στερεά και απομάκρυνση 85% των στερεών χωρίς χρήση βοηθητικών χημικών. Η χρησιμοποίηση χημικών ουσιών, δεν αυξάνει πάντα την πυκνότητα των στερεών, αλλά κυρίως το ποσοστό που απομακρύνεται με την επιπλέουσα λάσπη (98-99%).

Η απόδοση του συστήματος επιπλεύσεως είναι πιο ομοιόμορφη και μεγαλύτερη, όσο οι φυσαλίδες είναι μικρότερες, γιατί λόγω της μικρής ανοδικής ταχύτητας διασκορπίζονται με την οριζόντια κίνηση σ' όλη την έκταση της δεξαμενής.

γ. Φυγοκεντρικοί Πυκνωτές

Η φυγοκέντρωση χρησιμοποιείται τόσο για την πυκνωση της λάσπης, όσο και για την αφυδάτωση μετά από άλλες επεξεργασίες. Για πυκνωση χρησιμοποιείται κυρίως στις περιπτώσεις, που η λάσπη δεν αποβάλλει εύκολα την υγρασία με μηχανική καθίζηση, όπως είναι η δραστική ή η λάσπη από χημική κατακρήμνιση.

Με την φυγοκέντρωση αυξάνει πολλαπλάσια (100-600-1000 φορές) η δύναμη της βαρύτητας και εξασφαλίζεται ικανοποιητική συμπύκνωση των στερεών (20-25%), με απομάκρυνση 50-80% των εισερχόμενων στερεών, που μπορεί να αυξηθούν σε 80-95% με χρησιμοποίηση κροκυδωτικών υλικών.

Η διαδικασία της φυγοκεντρήσεως είναι απλή, καθαρή και σχετικά οικονομική. Απαιτεί μικρότερη έκταση από φίλτρο κενού της ίδιας δυναμικότητας και έχει ευχέρεια προσαρμογής της λειτουργίας με την ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής και του όγκου του κυλίνδρου.

Σχετικό μειονέκτημα της φυγοκεντρήσεως είναι, ότι το διαχωριζόμενο υγρό περιέχει πολλά λεπτά μη καθιζάνοντα στερεά, που με την επαναφορά τους στην εισαγωγή επιβαρύνουν την τελική απόρροή. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος επιμηκύνεται ο χρόνος φυγοκεντρήσεως, είτε χρησιμοποιούνται κροκυδωτικά υλικά.

Γενικά η φυγοκέντρωση χρησιμοποιείται περισσότερο για αφυδάτωση παρά για απλή πυκνωση, αν και δεν είναι τόσο σε χρήση όσο τα φίλτρα κενού.

13.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

Η βιολογική σταθεροποίηση της λάσπης εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση σε συνδιασμό με προηγούμενη πυκνωση και στην συνέχεια μηχανική αφυδάτωση. Η σταθεροποίηση γίνεται είτε με αναερόβια χώνευση, συνήθως σε συμβατικές μονάδες με πρωτοβάθμια και

δευτεροβάθμια καθίζηση, είτε με αερόβια αποδόμηση σε εγκαταστάσεις, που δεν έχουν συνήθως πρωτοβάθμια λάσπη και ολοκληρώνεται η σταθεροποίηση με αερισμό.

Η αερόβια διαδικασία είναι ταχύτερη και τα κύρια τελικά προϊόντα είναι CO_2 , H_2O και NO_3 μαζί με ορισμένα μη διασπάσιμα οργανικά και με υπολειμματικό κυτταρικό υλικό.

Η αναερόβια χώνευση είναι βραδύτερη και περνά από δυο στάδια (οργανικά οξέα - μεθάνιο) με τελικά προϊόντα, κυρίως μεθάνιο, αχρησιμοποίητα οργανικά και κυτταρικό πρωτόπλασμα μαζί με οερισμένα δύσοσμα αέρια.

13.3 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΛΑΣΠΗΣ

Διαδικασία Και Ρυθμός Χωνεύσεως

Η αναερόβια χώνευση αποτελείται από δυο ξεχωριστά στάδια που λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα στην δεξαμενή χωνεύσεως

Στο πρώτο στάδιο γίνεται υδρόλυση των μεγαλομοριακών οργανικών ενώσεων και μετατροπή σε οργανικά οξέα από ειδικά βακτήρια . Στο δεύτερο στάδιο διασπώνται τα οργανικά οξέα από μεθανοβακτήρια και παράγεται μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Τα μεθανοβακτήρια είναι αυστηρά αναερόβια και ιδιαίτερα ευαίσθητα στις συνθήκες περιβάλλοντος με πολύ περιορισμένα περιθώρια μεταβολής θερμοκρασίας και pH για άριστη ανάπτυξη. Επικείμενη αστοχία της αναερόβιας χωνεύσεως γίνεται αντιληπτή από την ελάττωση γενικά των παραγόμενων αερίων, την μείωση του ποσοστού του μεθανίου, την αύξηση της συγκεντρώσεως των οργανικών οξέων και τελικά την πτώση του pH όταν υπερνικηθεί η αντισταθμιστική ικανότητα, που αναπτύσσεται από το διττανθρακικό αμμώνιο σε διάλυση.

Η αστοχία της χώνευσης μπορεί να οφείλεται (α)σε ουσιώδη αύξηση του οργανικού φορτίου, (β)πολύ μεγάλη ελάττωση του όγκου της λάσπης που χωνεύει (γ)απότομη αύξηση της θερμοκρασίας ή (δ)σε συσσώρευση τοξικής ή ανασταλτικής ουσίας.

Υπολογισμός Δεξαμενών Χωνεύσεως

Για τον θεωρητικό υπολογισμό των δεξαμενών χωνεύσεως, που αποτελούν βιολογικούς αντιδραστήρες είναι απαραίτητη η γνώση των βασικών αρχών της βιοχημικής αποδόμησης των οργανικών ουσιών. Επειδή οι αρχές αυτές δεν είχαν αρκετά διερευνηθεί στο παρελθόν, αναπτύχθηκαν διάφορες εμπειρικές μέθοδοι υπολογισμού που στηρίζονται (α) στο μέσο χρόνο παραμονής των μικροοργανισμών στο σύστημα (ηλικία λάσπης) (β) στην φορτίση στερεών και το χρόνο συγκρατήσεως, (γ) στην ελάττωση του όγκου και (ε) στο φορτίο πληθυσμού.

Οι δεξαμενές αναερόβιας χώνευσης παρουσιάζουν δυσκολίες στο ξεκίνημα της λειτουργίας τους, λόγω του αργού ρυθμού ανάπτυξης και της μεγάλης ευαισθησίας των μεθανοβακτηρίων. Αν εμβολιασθεί με αρκετή ποσότητα

λάσσης, που βρίσκεται σε φάση χώνευσης, από άλλη δεξαμενή και τηρηθούν ορισμένοι απλοί κανόνες, μπορεί οι δεξαμενή να αρχίσει κανονική λειτουργία σε 2-3 εβδομάδες, διαφορετικά απαιτούνται μήνες.

13.4 ΑΕΡΟΒΙΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

Η αερόβια σταθεροποίηση της λάσσης είναι παραπλήσια βιολογική διαδικασία με τον παρατεταμένο αερισμό στη μέθοδο της δραστηκής λάσσης. Κατ' αυτή επιδιώκεται με μακροχρόνιο αερισμό της λάσσης να αρχίσει (στην περίπτωση της πρωτοβάθμιας λάσσης) ή να συνεχισθεί (στην περίπτωση της δραστηκής) η βιολογική δράση των αερόβιων μικροοργανισμών πιο πέρα από τη φάση της συνθέσεως νέου κυτταρικού υλικού, μέχρις ότου φτάσει στο στάδιο της αυτο-οξειδώσεως. Καθώς δηλ. ελαττώνεται το διαθέσιμο θρεπτικό υπόστρωμα, οι μικροοργανισμοί αρχίζουν να καταναλίσκουν το δικό τους πρωτόπλασμα για την απαραίτητη ενέργεια επιβιώσεως και φθάνουν στην καθαρά ενδογενή φάση.

Η φάση της ενδογενούς αναπνοής παριστάνεται σε πρώτο στάδιο με την κατανάλωση του κυτταρικού υλικού:



(κυτταρικό υλικό)

Η παραγόμενη αμμωνία οξειδώνεται σταδιακά με βιολογική δράση σε NO_3^- . Πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένο μόνο ποσοστό από το κυτταρικό υλικό μπορεί τελικά να οξειδωθεί (75-80%). Το υπόλοιπο αποτελείται από οργανικές ουσίες που δεν είναι βιοδιασπάσιμες και αδρανή υλικά.

Γενικά η αερόβια σταθεροποίηση είναι πιο ελαστική διαδικασία και αντέχει σε μεταβολές φορτίου pH και σε ορισμένο βαθμό της θερμοκρασίας. Γι' αυτό είναι καταλληλότερη για την επεξεργασία λάσσης από βιομηχανικά απόβλητα σε σύγκριση με την αναερόβια χώνευση, όπου η υπερευαισθησία των μεθανοβακτηρίων δυσχεραίνει την κανονική σταθεροποίηση.

Η αερόβια σταθεροποίηση είναι λιγότερο αποτελεσματική από την χώνευση για την καταστροφή των παθογόνων παραγόντων (περίπου 85%). Η καταστροφή των αυγών παρασίτων είναι ακόμη πιο δύσκολη. Γενικά απαιτεί μεγαλύτερα έξοδα για ενέργεια, αλλά η αναερόβια χώνευση έχει μεγαλύτερη δαπάνη αρχικής εγκατάστασης.

Υπολογισμός της αερόβιας σταθεροποίησης

Παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό των αερόβιων συστημάτων σταθεροποίησης είναι συνήθως, (α) υδραυλικός χρόνος συγκρατήσεως, (β) οι συντελεστές φορτίσεως, (γ) το απαιτούμενο οξυγόνο, (δ) η ενέργεια αναμίξεως, (ε) οι συνθήκες περιβάλλοντος.

13.5 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ

Η λάσπη ακόμη και μετά την συμπύκνωση εξακολουθεί να περιέχει μεγάλο ποσοστό υγρασίας, που ανέρχεται σε 97-98%, αν τα στερεά είναι οργανικά και ειδικότερα πρωτεΐνες και σε 70-80%, αν είναι ανόργανα, βαριά και κοκκώδη.

Το νερό που περιέχεται στην λάσπη είναι είτε "ελεύθερο" είτε "συνδεδεμένο" στα οργανικά μικύλλια. Αν ένα δείγμα συμπυκνωμένης λάσπης υποβληθεί σε εξάτμιση, ο ρυθμός αφυδατώσεως σε συνάρτηση με το χρόνο παρουσιάζει δυο στάδια, ταχύς στην αρχή όταν απομακρύνεται το ελεύθερο νερό και προοδευτικά βραδύτερος, όταν εξατμίζεται το ενωμένο νερό.

Σε πολλές περιπτώσεις χειρισμού της λάσπης παρίσταται ανάγκη, εκτός από το "ελεύθερο" νερό, να αφαιρεθεί και σημαντικό μέρος από το "συνδεδεμένο", προκειμένου να είναι δυνατό το φτυάρισμα ή η μεταφορά με φορτηγό όχημα.

Αυτός ακριβώς είναι ο σκοπός της βελτιώσεως της λάσπης, που αποβλέπει στην καλύτερη των χαρακτηριστικών για την αφυδάτωση. Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι, που χρησιμοποιούνται, είναι η προσθήκη χημικών ουσιών και η θερμική επεξεργασία. Συμπληρωματικά πριν από την χημική επεξεργασία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η φυσική έκπλυση της λάσπης, που αποβλέπει κυρίως στην ελάττωση των απαιτούμενων χημικών ουσιών.

13.6 ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΞΗΡΑΝΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

Η αφυδάτωση και η ξήρανση της λάσπης γίνεται με φυσικά μέσα και αποβλέπει στην απομάκρυνση μέρους του νερού, ώστε η λάσπη να αποβάλλει το ρευστό χαρακτήρα και να διευκολυνθούν οι χειρισμοί και χρησιμοποιησιμότης.

Συνηθισμένα μέσα αφυδατώσεως και ξηράσεως είναι οι αμμοκλίνες, τα διύλιστήρια (φίλτρα κενού) και πιέσεως, η φυγοκέντρωση, η δόνηση και η θερμική ξήρανση.

Αμμοκλίνες Ξηράσεως (Drying beds)

Κατασκευαστικά οι αμμοκλίνες διαμορφώνονται με ορθογωνική κάτοψη και διαχωρίζονται σε τμήματα πλάτους μέχρι 8 μ. και μήκους μέχρι 20 μ., για να είναι δυνατή η ομοιόμορφη κατανομή της λάσπης. Συνήθως είναι ακάλυπτες, αλλά μπορεί σε περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις να είναι καλυμμένες όπως τα θερμοκήπια.

Η αμμοκλίνη φορτίζεται κάθε φορά με στρώμα λάσπης πάχους 30cm περίπου. Με τη μηχανική στράγγιση ελαττώνεται το περιεχόμενο νερό μέχρι 80%. Στη συνέχεια γίνεται κυρίως ξήρανση με εξάτμιση και σε 10-15 ημέρες μπορεί με ευνοϊκές συνθήκες να περιορισθεί η υγρασία σε 60% ή και λιγότερο. Η αποξηραμένη λάσπη έχει τραχειά ρηγματωμένη επιφάνεια και είναι μαύρη ή σκούρα καφέ. Αφαιρείται συνήθως χειρονακτικά με κατάλληλα τσουγκράνα. Στις μεγαλύτερες μονάδες εφαρμόζεται μηχανική συλλογή με ειδικό ξέστρο, που κινείται πάνω σε κατάλληλα διαχωριστικά τειχώματα.

Η καλα χωνευμένη λάσπη δεν δημιουργεί προβλήματα δυσσομίας, όταν διασκορπισθεί στην αμμοκλίνη. Για λόγους όμως ασφαλείας πρέπει οι αμμοκλίνες να βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον 100 m από κατοικίες.

Διύλιση κενού (vacuum filtration)

Σκοπός του φίλτρου κενού είναι να ελαττώσει το νερό της λάσπης, ανεξάρτητα αν είναι ανεπεξέργαστη, χωνευμένη ή ξεπλυμένη, ώστε στερεά από 5-10% να αυξηθούν σε 30% περίπου προκειμένου η λάσπη να περιορισθεί σε όγκο και να είναι ευκολότερη στους χειρισμούς.

Η ελάττωση του όγκου για αύξηση πχ. των στερεών από 5% σε 30% είναι αξιοσημείωτη, γιατί περιορίζεται μόλις στο 1/6 σύμφωνα με το τύπο:
 $V_2/V_1 = P_1/P_2 = 5/30 = 1/6$

Το διυλιστήριο κενού αποτελείται από κυλινδρικό τύμπανο που καλύπτεται με είδος ηθμού από βαμβακερό ή μάλλινο ύφασμα ή ακόμα από συρμάτινο πλέγμα κά. Το τύμπανο που περιστρέφεται αργά γύρω από οριζόντιο άξονα, είναι χωρισμένο σε στεγανούς τομείς και βυθισμένο μερικά σε λεκάνη γεμάτη με τη λάσπη, που προορίζεται για αφυδάτωση. Κατά την περιστροφή οι τομείς που είναι βυθισμένοι στην λάσπη και ακόμη ένα τμήμα της διαδρομής μετά την ανάδυσση, βρίσκονται κάτω από υποπίεση με αποτέλεσμα να αναρροφάται η λάσπη και να προσκολλώνται τα στερεά στον ηθμό, που εξακολουθητικά αφυδατώνονται, μέχρις ότου κατά την περιστροφή διακοπεί η υποπίεση και στη συνέχεια αποκολληθούν με ξέστρο ή άλλο κατάλληλο μηχανισμό.

Διύλιση με πίεση (pressure filtration)

Το διυλιστήριο με πίεση (φιλτρόπρεσσα) αποτελείται συνήθως από πλάκες με εσοχή στις δύο όψεις, που τοποθετούνται κατακόρυφες σε οριζόντια σειρά και συμπιέζονται ισχυρά (5-15 ατμ.), οπότε στεγανοποιείται η επαφή με τον ηθμό, που καλύπτει τις πλάκες και το περιφερειακό στεγανοτικό περίβλημα.

Θερμική Ξήρανση

Σκοπός της θερμικής Ξήρανσεως είναι να απομακρύνει την υγρασία της λάσπης με εξάτμιση σε βαθμό, που να γίνει κατάλληλη για καύση ή για λίπασμα. Συνήθως η υγρασία της Ξερής λάσπης είναι κάτω από 10%.

Τα πιο σοβαρά προβλήματα από πλευρά περιβάλλοντος, που πρέπει να αντιμετωπισθούν κατά την θερμική Ξήρανση είναι η ρύπανση της ατμόσφαιρας με αιωρούμενα σωματίδια και η δυσσομία.

Για τα αιωρούμενα σωματίδια χρησιμοποιούνται συνήθως κυκλώνες, που έχουν απόδοση 75-80%. Η θερμική αποξήρανση γίνεται συνήθως σε 370 °C περίπου, ενώ για την οξείδωση των δυσσομων ουσιών απαιτείται θερμοκρασία τουλάχιστον 730-750 °C. Επομένως αν η αποξήρανση δεν συνοδεύεται με αποτέφρωση θα πρέπει τα απαέρια της να ξαναθερμανθούν σε κλίβανο μέχρι 750 °C για απόσμιση.

13.7 ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

Εκτός από την βιολογική αποδόμηση των οργανικών ουσιών η οξειδωση και η σταθεροποίηση της λάσπης μπορεί να γίνει επίσης με καύση ή υγρή οξειδωση με τελικά προϊόντα στάχτη ή σημαντικά ανοργανοποιημένη λάσπη, που πρέπει τελικά να διατεθούν.

13.8 ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Υγειονομική ταφή

Αν υπάρχει κατάλληλος χώρος σε εύλογη απόσταση μπορεί να γίνει διάθεση της λάσπης των εσχαρισμάτων, της άμμου και των ξαφρισμάτων, ύστερα από σταθεροποίηση ή όχι με την μέθοδο της υγειονομικής ταφής σε συνδιασμό ή ανεξάρτητα από τα στερεά απορρίματα (σκουπίδια) της περιοχής.

Από πλευρά περιβάλλοντος ο χώρος ταφής πρέπει να είναι απομόνωμένος και μακριά από κατοικημένες περιοχές και να ληφθεί πρόνοια για την προστασία των υπογείων νερών από τις διηθήσεις καθώς και των επιφανειακών και του εδάφους από τα στραγγίσματα που είναι σημαντικά επιβαρυνμένα.

Διασπορά σε αγρούς

Η υγρή χωνευμένη λάσπη μπορεί να διατείνεται σε ειδικά επιλεγμένους αγρούς και μετά τηναποξήρανση να ενσωματώνεται στο έδαφος με το όργωμα. Επίσης η καλά χωνευμένη λάσπη μπορεί να αποξηρανθεί με θέρμανση , να αλαστεί και αφού ενισχυθεί με άζωτο , να κυκλοφορήσει στο εμπόριο σαν είδος λιπάσματος. Το ίδιο προσφέρεται και η στεγνή λάσπη από αμμοκλίνες ξηράναεως

Απόρριψη

Απλή απόρριψη μπορεί να γίνει μόνο εντελώς σταθεροποιημένης λάσπης σε παλιά λατομεία , μεταλλεία ή εδαφικές κοιλάτητες, εφόσον δεν υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας ενοχλήσεων.

ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

Η διάθεση της χωνευμένης λάσπης στην ανοικτή θάλασσα γίνεται, είτε με υποβρύχιο αγωγό, είτε με ειδικές φορτιγίδες είτε μαζί με την τελική απορροή. Οι τρόποι αυτοί εφαρμόζονται από αρκετές μεγάλες παραθαλάσσιες πόλεις.

Όπου τελικά προκριθεί να γίνει διάθεση της λάσπης στη θάλασσα, πρέπει να προσδιορισθούν προηγούμενα και να μελετηθούν τα απαραίτητα ωκαιανογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

14. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

14.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα μεταφέρουν κατά κανόνα σημαντικό ρυπαντικό φορτίο, που σε αντίθεση με τα αστικά λύματα, παρουσιάζει ατέλειωτη ποικιλία, τόσο από κλάδο σε κλάδο βιομηχανίας όσο και μεταξύ παρόμοιων ακόμη βιομηχανιών ανάλογα με τις πρώτες ύλες και την παραγωγική διαδικασία, που εφαρμόζεται.

Παρ' όλη την πρόοδο, που έχει σημειωθεί στην τεχνολογία της επεξεργασίας των βιομηχανικών αποβλήτων τις τελευταίες δεκαετίες, η λύση του προβλήματος παρουσιάζει πάντα δυσκολίες και πρέπει κατά κανόνα να μελετηθεί ιδιαίτερα η κάθε μονάδα καθαρισμού με βάση τα ειδικά χαρακτηριστικά και τις τοπικές συνθήκες. Σε πολύ λίγες μόνο περιπτώσεις μπορεί να εφαρμοσθούν τυποποιημένες λύσεις, ενώ σε άλλες είναι απαραίτητη η μελέτη σε πειραματική μονάδα (pilot plant).

Προκειμένου να εξασφαλισθεί η καλύτερη δυνατή λύση για την επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων, είναι απαραίτητη η στενή συνεργασία του υπεύθυνου μηχανικού της βιομηχανίας με τον ειδικό μελετητή μηχανικό, που θα εφαρμόσει κατάλληλα τις αρχές και τους κανόνες της υγειονομικής μηχανικής σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.

Η συνεχής αύξηση των πηγών ρύπανσης και η προοδευτική εξάντληση της φυσικής αφομοιωτικής ικανότητας του περιβάλλοντος σε συνδιασμό με την ευαισθητοποίηση και την αυξημένη αντίδραση της κοινής γνώμης οδηγεί στην ανάγκη εφαρμογής από την βιομηχανία όλο και πιο αποδοτικών μεθόδων καθαρισμού. Ο χειρισμός των αποβλήτων δεν περιορίζεται μόνο στον καθαρισμό και την απομάκρυνση ή εξουδετέρωση των ανεπιθύμητων συστατικών, αλλά περιλαμβάνει και γενικότερα μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος, όπως ελάττωση της καταναλώσεως νερού και της παραγωγής αποβλήτων, ανακύκλωση, ανάκτηση υλικών, αλλαγή της παραγωγικής διαδικασίας, κατάλληλη εκλογή του βιομηχανικού γηπέδου κλπ.

Το θέμα των βιομηχανικών αποβλήτων είναι ιδιαίτερα εκτεταμένο και πολύμορφο και αποτελεί κανονικά αντικείμενο ειδικής εξετάσεως ακόμη και για ορισμένους κλάδους της βιομηχανίας.

14.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν μεγάλη ποικιλία ουσιών, που προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται:

- Ανόργανα άλατα (χλωριούχα, ενώσεις σιδήρου, αζώτου και φωσφόρου, σκληρότητα κλπ.
- Οργανικές ενώσεις που δεσμεύουν το οξυγόνο και δημιουργούν ανεπιθύμητες αναερόβιες συνθήκες.

- Οξέα ή αλκάλια (θειικό οξύ, υδροξείδιο του νατρίου κλπ.) Αιωρούμενα στερεά που δημιουργούν ιζήματα.
- Επιπλέοντα υλικά (λίπη, έλαια κλπ.) Τοξικές ουσίες ανόργανες ή οργανικές. Πολλές από τις ουσίες αυτές είναι τοξικές για την υδρόβια ζωή σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις και συνήθως δεν απομακρύνονται με τις συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας των αστικών λυμάτων. Πολλές σύνθετες οργανικές ενώσεις, που παράγονται από τη χημική βιομηχανία για την παραγωγική διαδικασία άλλων κλάδων, έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα τοξικές για την υδρόβια ζωή.
- Μικροοργανισμοί, είτε παθογόνοι (βάκιλλοι άνθρακα από βυρσοδεψεία, μικρόβια εντερολοιμώξεων από σφαγεία), είτε συντελεστές της βιοαποδομήσεως.
- Χρώμα απότα βαφεία, βυρσοδεψεία, χαρτοβιομηχανίες και χημικές βιομηχανίες.
- Θερμά υγρά από συμπυκνωτές και εγκαταστάσεις ψύξεως.
- Αφριστικές ουσίες από υφαντουργία, χαρτοβιομηχανίες και χημικές βιομηχανίες.
- Ραδιενεργά υλικά από πυρηνικούς αντιδραστήρες, επεξεργασία μεταλλευμάτων ουρανίου, εργαστήρια ή θεραπευτικά κεντρα που χρησιμοποιούν ραδιενεργά υλικά, πλύσιμο προστατευτικού ρουχισμού των εργαζομένων σε σχετικές εργασίες.

Γενικά τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των βιομηχανικών αποβλήτων είναι πολύ μεταβλητά ανάλογα με το είδος της βιομηχανίας της πρώτες ύλες και τα τελικά προϊόντα, την παραγωγική διαδικασία, την ανάκτηση υλικών, την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων και τέλος την κατάλληλη οργάνωση για των περιορισμό των διαρροών και απωλειών και την εξοικονόμηση των υδατικών πόρων.

14.3 ΜΕΤΡΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Πρώτιστη ενέργεια του υπεύθυνου μελετητή για την επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων είναι η αναζήτηση και εφαρμογή σε συνεργασία με τους αρμόδιους τεχνικούς της βιομηχανίας, μέτρων περιορισμού του φορτίου ρυπάνσεως και επαναχρησιμοποίησεως των αποβλήτων ή ανακτήσεως των χρήσιμων υλικών.

Το φορτίο που εφαρμόζεται στις εγκαταστάσεις καθαρισμού, μπορεί να ελάττωθεί και διατηρηθεί μέσα σε αποδεκτά όρια με την κατάλληλη προσαρμογή της λειτουργίας της βιομηχανικής μονάδας και του χειρισμού των αποβλήτων εκτός από την δυνατότητα αλλαγής της παραγωγικής διαδικασίας ή των πρώτων υλών.

Συνηθισμένα μέτρα ελεγχου του όγκου των αποβλήτων και του φορτίου ρυπάνσεως είναι τα ακόλουθα:

- I. Ποιοτική εξίσωση (ομογενοποίηση) ή ρύθμιση της ροής των αποβλήτων. Με τη χρησιμοποίηση δεξαμενών συγκρατήσεως ή με τη ρύθμιση της απορροής

μπορεί να εξασφαλισθεί η ομοιόμορφη ή η αποδεκτή φόρτιση των έργων επεξεργασίας κατά την διάρκεια της ημέρας ή της εβδομάδας.

- II. Διαχωρισμός των σχετικά καθαρών νερών από τα απόβλητα. Συνήθως τα νερά ψύξεως ή της συμπυκνώσεως των ατμών έχουν μικρό βαθμό ρυπάνσεως και είναι προτιμότερο να διατεθούν χωριστά, χωρίς να ανιμιχθούν με τα πυκνά απόβλητα. Η τελική ελάττωση του ρυπαντικού φορτίου με την επεξεργασία των πυκνών αποβλήτων είναι μεγαλύτερη και οικονομικότερη αν συγκριθεί με το καθαρισμό μεικτών αποβλήτων μεγάλου όγκου.
- III. Ανάκτηση των χρήσιμων και εμπορεύσιμων υλικών και παραπροϊόντων από τα απόβλητα (πχ. ίνες και χημικά από την επεξεργασία του χαρτιού και του χαρτοπολτού). Με τον τρόπο αυτό μειώνεται σημαντικά και σε ορισμένες περιπτώσεις ουσιαστικά ο βαθμός ρυπάνσεως, γίνεται οικονομία σε φυσικούς πόρους και δημιουργείται μια πηγή εσόδων που αντισταθμίζει κάποια από τα έξοδα καθαρισμού.
- IV. Περιορισμός των απωλειών ή διαρροών των επεξεργαζόμενων προϊόντων. Χαρακτηριστικό παραδείγμα είναι η συστηματική στράγγιση των δοχείων μεταφοράς του γάλακτος και η αποφυγή διαρροών (τυρόγαλα), που μπορεί να μειώσουν μέχρι 50% την παρουσία υπολειμμάτων γάλακτος στα απόβλητα. Επίσης η καλή στράγγιση των μεταλλικών τεμαχίων ύστερα από το λουτρό της επιμεταλλώσεως και η αποφυγή διαρροών κατά την παραγωγική διαδικασία (βαφή, επεξεργασία τροφίμων κλπ.)
- V. Οικονομία στη χρήση νερού, επεξεργασία και ανακύκλωση των βιομηχανικών αποβλήτων. Οικονομία νερού μπορεί να γίνει με εφαρμογή κατάλληλης τεχνικής πχ. με πλύση κατά αντίρροή των μαλλιών (το νερό και τα μαλλιά κινούνται αντίστροφα στην δεξαμενή πλυσίματος) μπορεί να ελαττωθεί το 1/5 η κατανάλωση νερού.
- VI. Σοβαρότερη οικονομία νερού και περιορισμός της τελικής απορροής γίνεται με την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση του νερού παραγωγής ύστερα από την απαραίτητη επεξεργασία. Παράδειγμα είναι η επαναχρησιμοποίηση του νερού ψύξεως στην επεξεργασία ελαττώσεως του σιδήρου ύστερα από καταιόνηση σε πύργους ψύξεως και ελάττωση των αιωρούμενων στερεών και των λαδιών λίπανσης που μπορεί να μειώσει την κατανάλωση από το 1/2 μέχρι το 1/7.

Πάντως σημειώνεται ότι, με την επανειλημμένη ανακύκλωση, υποβιβάζεται η ποιότητα του νερού παραγωγής με πιθανή δυσμενή επίδραση στην ποιότητα των προϊόντων, όπως πχ. στην παραγωγή αρίστης ποιότητας χαρτιού. Για παραγωγή κατώτερης ποιότητας χαρτιού εκτιμάται ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό ανακύκλωσης μέχρι 75%.

Για την επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων χρησιμοποιούνται κατ' αρχήν όλες οι συνηθισμένες μέθοδοι, που εφαρμόζονται για τα αστικά λύματα, όπως το σχάρισμα, η απομάκρυνση της άμμου, η αφαίρεση των επιπλεόντων υλικών, η καθίζηση, απλή ή σε συνδιασμό με χημική κατακρύμνιση και η βιολογική

επεξεργασία για τα οργανικά βιομηχανικά απόβλητα, που δεν περιέχουν βιοστατικές ή τοξικές ουσίες σε συνδυασμό με τη επεξεργασία λάσπης.

15. ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΑΤΡΑΣ

15.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στις προηγούμενες σελίδες αναφέραμε τα απαιτούμενα τμήματα και εργασίες μίας Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού. Στην μονάδα καθαρισμού αποβλήτων της βιομηχανικής περιοχής Πατρών, σύμφωνα με την τεχνική προδιαγραφή, έχουμε μία εγκατάσταση συνολικής δυναμικότητας 4000 m³/ημέρα, η οποία όμως είναι σε θέση να λειτουργήσει σε δύο στάδια, 2000 m³/ημέρα το καθένα.

Με βάση την παραδοχή αυτή διαστασιολογήθηκαν τα επιμέρους τμήματα της εγκαταστάσεως.

15.2 ΣΧΑΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΗ ΠΑΡΟΧΗΣ.

Η σχάρα είναι τοποθετημένη υπό κλίση 60 σε σχέση με τον πυθμένα του καναλιού εισόδου. Τα διάκενα των ράβδων της σχάρας είναι της τάξης των 2-3 εκατοστών, ενώ το πλάτος της τάξης των 2 μέτρων. Έχει κατασκευασθεί κανάλι παρακάμψεως (by pass), ώστε να υπάρχει η δυνατότητα επισκευής και συντηρήσεως της σχάρας. Το κανάλι παρακάμψεως είναι εφοδιασμένο με σχάρα καταλλήλων διαστάσεων και καθαρίζεται με το χέρι. Οι σχάρες είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα.

Ο καθαρισμός της κύριας σχάρας γίνεται με μηχανικό ξέστρο που κινείται με κατάλληλο ηλεκτροκινητήρα. Το μηχανικό ξέστο ενεργοποιείται με διάταξη χρονοδιακόπτη, ενώ σκόπιμα έχει εφοδιαστεί παραλλήλως, με αυτοματισμό ασφαλείας (τύπου πλωτήρας) ώστε να ενεργοποιείται εκτάκτως σε περίπτωση αυξήσεως της στάθμης ανάντι της σχάρας λόγω αποφράξεως των διακένων.

Τα στερεά απορρίμματα που συλλέγονται από το ξέστο, αποθηκεύονται προσωρινά σε τσιμέντινη δεξαμενή 1.5 m³ περίπου με διάτρητο πυθμένα, ώστε τα αποστραγγίσματα να επαναφέρονται στο κανάλι εισόδου.

Σε θέση κατάντι της σχάρας τοποθετήθηκε μετρητής παροχής τύπου Parshall. Ο μετρητής αυτός λειτουργεί βάση της αρχής ότι, για ροή που περνάει από μία ορισμένη στένωση, παρατηρείται αυξομείωση της στάθμης ανάντι της στενώσεως, ανάλογη με την παροχή. Η ακρίβεια της μετρήσεως είναι (-5%,+5%) της πραγματικής παροχής. Ο μετρητής μετρά παροχές μεταξύ 250 lit/sec και 500 lit/sec, είναι δε εφοδιασμένος με σύστημα καταγραφής, ώστε η παροχή να καταγράφεται επί περιστρεφόμενου τυμπάνου, που εκτελεί μία περιστροφή το 24ωρο, ή σε χαρτί συνεχούς καταγραφής.

15.3 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΤΩΝ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΛΙΜΝΩΝ.

Η δεξαμενή αερόβιας επεξεργασίας του τύπου των αεριζομένων λιμνών χρησιμοποιείται :

α. Για την ομογενοποίηση της ποιότητας και την ομαλοποίηση της ροής (απορρόφηση των μεγίστων της παροχής).

β. Για την μερική βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων.

Κατασκευάστηκε αεριζόμενη λίμνη όγκου 8000 m³, ώστε για την παροχή που έχουμε (4000 m³/ημέρα), ο χρόνος παραμονής να είναι της τάξεως των 2 ημερών.

Το συνολικό βάθος της δεξαμενής είναι 4 μέτρα, το λειτουργικό βάθος 3,5 μέτρα, ενώ η σχέση μήκος/πλάτος είναι 1:1.

Η δεξαμενή έγινε με απλή εκσκαφή και επένδυση με βουτυλοκαουτσούκ ή αντίστοιχο υλικό αποδεδειγμένης αντοχής για τις εν λόγω χρήσεις. Η λύση αυτή εφαρμόστηκε, γιατί το έδαφος του οικοπέδου είναι αργιλλώδες, μη υδατοπερατό και ικανοποιητικής συνοχής και αντοχής.

Η δεξαμενή έχει εφοδιασθεί με επιπλέοντες αεριστήρες για την διατήρηση των αποβλήτων σε πλήρη ανάδευση.

Υπάρχουν τέσσερις επιφανειακοί αεριστήρες, εφοδιασμένοι με μειωτήρα στροφών, ώστε η περιστροφή να μη υπερβαίνει τις 100 στροφές/λεπτό.

Η έξοδος από την δεξαμενή αερισμού γίνεται μέσω οδοντωτού υπερχειλιστή που είναι τοποθετημένος καθ'όλο το πλάτος της.

15.4 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ.

Η εγκατάσταση καθαρισμού έχει τη δυνατότητα λειτουργίας υπό σταθερό υδραυλικό φορτίο λόγω της παρεμβολής της αεριζόμενης λίμνης. Κατασκευάστηκε αντλιοστάσιο εφοδιασμένο με 4 οριζόντιες αντλίες παροχής 90 m³/ώρα και μανομετρικού ύψους της τάξεως των 5-6 μέτρων, ώστε η λειτουργία να πραγματοποιείται όλο το 24ωρο. Δύο από τα 4 αντλητικά συγκροτήματα εργάζονται συνεχώς, ενώ γίνεται εναλλαγή αυτών βάση προγράμματος λειτουργίας μέσω χρονοδιακόπτη.

Η αναρρόφηση των αντλιών πραγματοποιείται από κατάλληλο φρεάτιο στο οποίο καταλήγει η υπερχειλίση από τη δεξαμενή εξισορροπήσεως της ροής.

Οι αντλίες είναι φυγοκεντρικού τύπου με φτερωτή μη εμφρασσόμενη, κατάλληλες για ακάθαρτα νερά, βαθμού αποδόσεως τουλάχιστον 60%, 1500 στροφών/λεπτό.

15.5 ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΥΔΡΑΣΒΕΣΤΟΥ.

Η διάταξη αποθηκείσεως αποτελείται από:

- α. Στεγασμένο χώρο παραλαβής και αποθηκείσεως των σάκων υδρασβέστου.
- β. Καδοφόρο ανυψωτήρα ή συνεχή κοχλία μεταφοράς με τσιμέντινη χοάνη όπου αδειάζονται οι σάκοι και στη συνέχεια θα ανυψώνεται η υδράσβεστος μέχρι τη δεξαμενή οριστικής αποθηκείσεως.

Η διάταξη τροφοδοσίας αποτελείται από:

- α. Δεξαμενή οριστικής αποθηκείσεως, ικανότητας αποθηκείσεως 5000 Kg κατασκευασμένη από χάλυβα, τύπου Hopper, αεροστεγή, εφοδιασμένη με δονητή για την απόφυγή δημιουργίας συσσωματωμάτων, με κλίση πύθμενος 60.

β. Τροφοδότη ξηράς ουσίας με δυνατότητα ρυθμίσεως της τροφοδοσίας, εφοδιασμένο με σύστημα αυτοματισμού, ώστε να ειδοποιείται ο χειριστής σε περίπτωση που δεν τηρείται η προκαθορισμένη ποσότητα τροφοδοσίας.

γ. Δεξαμενή προδιαλύσεως, όπου παράγεται μίγμα νερού υδρασβέστου της τάξεως του 6% υπό συνθήκες μέγιστης τροφοδοσίας. Το διαμέρισμα είναι εφοδιασμένο με κατάλληλο αναδευτήρα.

δ. Ογκομετρικό τροφοδότη του μίγματος, που είναι συνδεδεμένος με το αντλητικό συγκρότημα, ώστε να λειτουργεί κατά το χρόνο λειτουργίας αυτού και ανάλογα με την παροχή. Επίσης ο ογκομετρικός τροφοδότης διαθέτει αυτοματισμό ρυθμίσεως της προστιθεμένης ποσότητας, μέσω ΡΗ-μέτρου που είναι εμβαπτισμένο στο μίγμα υδρασβέστου - αποβλήτων.

Επίσης ο ογκομετρικός τροφοδότης είναι συνδεδεμένος μέσω κατάλληλου αυτοματισμού με τη δεξαμενή προδιαλύσεως και το ξηρό τροφοδότη, ώστε να εξασφαλίζεται η κανονική τροφοδοσία.

Έχει ληφθεί μέριμνα, ώστε να μην εκφράσσονται οι σωληνώσεις της εγκαταστάσεως από τη διακίνηση της υδρασβέστου. Για το λόγο αυτό έχουν λειοεσωτερικό (είναι κατασκευασμένες από κατάλληλο πλαστικό υλικό).

15.6 ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΥΠΟΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥ ΚΡΟΚΙΔΩΣΕΩΣ (ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ)

Η διάταξη αποθηκείσεως και τροφοδοσίας υποβοηθητικού κροκιδώσεως αποτελείται από δύο μέρη :

α. Από το σύστημα προετοιμασίας του διαλύματος.

β. Από το σύστημα αποθηκείσεως του διαλύματος και τη διάταξη τροφοδοσίας.

Το σύστημα προετοιμασίας λειτουργεί αυτομάτως και εξασφαλίζει την αναγκαία ανάμιξη με νερό, ώστε να προκύπτει η συγκέντρωση εκείνη που υποδεικνύει ο προμηθευτής του υλικού. Το σύστημα αποθηκείσεως αποτελείται από δοχείο κατάλληλης χωρητικότητας, ώστε το διάλυμα να μη παραμένει πέραν των 2 ημερών για την αποφυγή αλλοιώσεων, εφοδιασμένο με αναμίκτη, ενώ η διάταξη τροφοδοσίας αποτελείται από κατάλληλη δοσιμετρική αντλία καθώς και τις αναγκαίες βαλβίδες και σωληνώσεις. Οι σωληνώσεις είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα ή κατάλληλο πλαστικό υλικό.

Ο πολυηλεκτρολύτης προστίθεται σε ποσότητα, που καθορίζεται μετά από σειρά πειραμάτων (jar-tests).

15.7 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ - ΚΡΟΚΙΔΩΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ.

Η δεξαμενή αντιδράσεως αποβλήτων - κροκιδωτικών ουσιών είναι κατάλληλα κατασκευασμένη, ώστε να εξασφαλίζει την ομοιόμορφη κατανομή των κροκιδωτικών ουσιών στα εισερχόμενα απόβλητα, χωρίς όμως να δημιουργούνται συνθήκες καταστροφής των νεοσχηματιζομένων συσσωματωμάτων.

Η δεξαμενή είναι τσιμέντινη με ειδική προστατευτική επένδυση ενεργού χωρητικότητας 35 m³, ώστε ο χρόνος παραμονής να κυμαίνεται μεταξύ 10-20 λεπτών, αναλόγως της παροχής των αποβλήτων.

Η δεξαμενή είναι κυβική και εφοδιασμένη με αναμικτήρα τύπου τουρμπίνας από ανοξείδωτο χάλυβα, του οποίου η ταχύτητα περιστροφής ρυθμίζεται.

15.8 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΡΟΚΙΔΩΣΕΩΣ.

Τα συσσωματώματα που προέρχονται από τη προσθήκη της υδρασβέστου δεν απαιτούν μεγάλο χρόνο κροκιδώσεως. Ο χρόνος αυτός μπορεί να μην υπερβαίνει τα 20 λεπτά.

Η δεξαμενή κροκιδώσεως είναι ενεργού όγκου 70 m³ ενώ η ανάδευση επιτυγχάνεται από βραδέως κινούμενη κατάλληλη οριζόντια ή κάθετη διάταξη της οποίας η ταχύτητα περιστροφής είναι ρυθμιζόμενη.

15.9 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΣ ΜΕ ΞΕΣΤΡΟ ΙΛΥΟΣ.

Η δεξαμενή καθιζήσεως είναι ορθογωνικής κατόψεως και αποτελείται από δύο όμοια τμήματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό. Οι ενεργές διαστάσεις είναι 4,8 μέτρα πλάτος και 18 μέτρα μήκος περίπου.

Το κάθε τμήμα έχει κατάλληλο ξέστρο ώστε η καθιζάνουσα ίλυς να συγκεντρώνεται σε ειδικό χώρο κωνικού τύπου που βρίσκεται κοντά στην είσοδο των αποβλήτων τμήμα του πυθμένα.

Το ξέστρο ιλύος του κάθε τμήματος κινείται με κατάλληλο ηλεκτροκινητήρα μέσω μεικτήρος στροφών, η δε κατασκευή έχει υποστεί επιφανειακή προστασία, ώστε να μην υφίσταται διάβρωση στην επαφή της με τα απόβλητα και τη συνεχή εργασία στην ύπαιθρο.

Το κάθε τμήμα διαθέτει κατάλληλο επιφανειακό διάφραγμα για την συγκράτηση επιπλευσών ακαθαρσιών καθώς και διάταξη για την μηχανική αφαίρεση αυτών. Οι ακαθαρσίες αυτές συλλέγονται σε κατάλληλο φρεάτιο ενεργού όγκου 3 m³, όπου και απομακρύνονται περιοδικά.

Η δεξαμενή καθιζήσεως έχει συνολικά τέτοιες εξωτερικές διαστάσεις, ώστε η επιφάνεια του νερού να βρίσκεται 0,5 μέτρα κάτω του ρείθρου, με όλες τις αναγκαίες βοηθητικές κατασκευές (κιγκλιδώματα, διάδρομοι επισκέψεως, σωληνώσεις, βαλβίδες κλπ.). Ειδικότερα οι σωληνώσεις είναι κατασκευασμένες από πολύ λείο υλικό, ώστε να μην παρουσιάζονται προβλήματα κατά τη διακίνηση του μίγματος αποβλήτων - υδρασβέστου ή της ιλύος.

15.10 ΔΙΑΤΑΞΗ ΡΥΘΜΙΣΕΩΣ ΤΟΥ ΡΗ. Η υπερχείλιση από τη δεξαμενή καθιζήσεως έχει αλκαλικό ΡΗ, της τάξεως του 10 έως 11, λόγω της προσθήκης της υδρασβέστου. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία η εξουδετέρωση των αποβλήτων, ώστε το τελικό ΡΗ να είναι της τάξης του 6-7.

Η εξουδετέρωση γίνεται με υδροχλωρικό οξύ, το οποίο τροφοδοτείται από ειδική αυτόματη βαλβίδα, η οποία παίρνει εντολές από βιομηχανικό PH-μετρο.

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει:

- Δεξαμενή ενεργού χωρητικότητας 6 m³, ώστε ο χρόνος παραμονής να κυμαίνεται μεταξύ 2-4 λεπτά, εφοδιασμένη με κατακόρυφο ελικοφόρο αναμικτήρα από ανοξείδωτο χάλυβα. Η δεξαμενή είναι εσωτερικά επενδυμένη με ανοξείδωτα πλακίδια.

- Διάταξη τροφοδοσίας, η οποία διαθέτει δεξαμενή αποθηκεύσεως του υδροχλωρικού οξέος κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα ή ενισχυμένο πολυεστέρα, αυτόματη βαλβίδα τροφοδοσίας και βιομηχανικό PH-μετρο με τους κατάλληλους αυτοματισμούς.

15.11 ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΛΩΡΙΩΣΕΩΣ ΜΕ ΔΙΑΛΥΜΑ ΥΠΟΧΛΩΡΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ.

Η χλωρίωση επιτυγχάνεται με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου 10-14% σε τέτοιες ποσότητες, ώστε η συγκέντρωση του χλωρίου στα απόβλητα να είναι της τάξεως των 8-10 mg/lit. Η προσθήκη του διαλύματος επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση δοσιμετρικής αντλίας κατάλληλης για έγχυση σε ανοιχτό αγωγό ή δεξαμενή ικανής ποσότητας υποχλωριώδους νατρίου, έτσι ώστε το διαβιβαζόμενο χλώριο να είναι τουλάχιστον της τάξεως των 20 kg/24ωρο λειτουργίας.

Το διάλυμα του υποχλωριώδους νατρίου είναι αποθηκευμένο σε κατάλληλη δεξαμενή, κατασκευασμένη από ενισχυμένο πολυεστέρα.

15.12 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ.

Ο κάθε ένας από τους δύο κώνους συγκεντρώσεως ιλύος των δύο τμημάτων καθιζήσεως είναι εφοδιασμένο με άντλητική διάταξη παροχής της τάξεως των 40 m³/ώρα κατάλληλη για άντληση ιλύος 98-99% σε υγρασίαμικτής (ανοργάνου-οργανικής) συστάσεως. Η άντλητική διάταξη είναι εφοδιασμένη με χρονοδιακόπτη ώστε να επιτυγχάνεται η περιοδική έναρξη λειτουργίας της, σύμφωνα με πρόγραμμα λειτουργίας. Η λήξη της περιόδου λειτουργίας επιτυγχάνεται μέσω αυτοματισμού συνδεδεμένου με κατάλληλο πυκνόμετρο, ώστε να σταματά η αναρρόφηση, όταν η πυκνότητα της ιλύος γίνει μικρότερη από το καθορισμένο όριο. Οι σωληνώσεις του αντλιοστασίου είναι κατασκευασμένες έτσι, ώστε οι εσωτερικές επιφάνειες να είναι πολύ λείες για να μην δημιουργούνται προβλήματα κατά τη διακίνηση της ιλύος.

15.13 ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΕΩΣ ΙΛΥΟΣ.

Η αφυδάτωση της ιλύος εκτελείται χωρίς προηγούμενη αερόβια ή αναερόβια σταθεροποίηση σε κατάλληλη διάταξη ταινιοφιλτροπρέσσας συνεχούς λειτουργίας. Για το λόγο αυτό πριν από την ταινιοφιλτροπρέσσα κατασκευάσθηκε ανοικτή δεξαμενή αποθηκεύσεως υγράς ιλύος, χωρητικότητας 300 m³, ώστε να φυλάσσεται η ίλυς 1,5 τουλάχιστον ημέρα εργασίας της εγκαταστάσεως. Από τη δεξαμενή αποθήκευσεως, που είναι κυλινδρική ύψους 3 μέτρων και διαμέτρου 11,5

μέτρων με κωνικό πυθμένα και εφοδιασμένη με βραδέως στρεφόμενο αναδευτήρα (5 στροφές/λεπτό), γίνεται συνεχής τροφοδότηση της ιλύος στο σύστημα αφυδατώσεως με κατάλληλη οριζόντια αντλητική διάταξη παροχής της τάξεως των 10 m³ υγρής ιλύος ανά ώρα (υγρασία 94-95%). Η άντληση γίνεται από το κέντρο του πυθμένος της δεξαμενής αποθηκεύσεως. Υπάρχει δε και μία δεύτερη όμοια εφεδρική αντλητική διάταξη, ώστε να γίνεται εναλλαγή στη λειτουργία τους, βάση προγράμματος. Έχει προβλεφθεί επίσης κατάλληλος δοσομετρικός μηχανισμός, ώστε να είναι δυνατή η προσθήκη υδρασβέστου στην ιλύ με παραπέρα αύξηση του ΡΗ, εάν αυτό εξυπηρετεί την παραπέρα σταθεροποίησή της.

Ειδικότερα η ταινιοφιλτροπρέσσα αποτελείται από τον κυρίως αφυδατωτικό μηχανισμό, το σύστημα προετοιμασίας και τροφοδοσίας του πολυηλεκτρολύτη, το σύστημα αναμίξεως του πολυηλεκτρολύτη με την ιλύ, το σύστημα αφαιρέσεως και μεταφοράς της πίττας και τον πίνακα λειτουργίας.

Ο κυρίως αφυδατωτικός μηχανισμός είναι εφοδιασμένος με δύο ατέρμονες ταινίες, μία διάτρητη κάτω και μία μη διάτρητη πάνω. Οι ταινίες είναι κατασκευασμένες από κατάλληλο ελαστικό, ενισχυμένο με μεταλλικό πλέγμα.

Η πάνω ταινία είναι τοποθετημένη υπό γωνία, έτσι ώστε η απόσταση μεταξύ των δύο ταινιών να μειώνεται σταδιακά. Το μίγμα της λάσπης και του πολυηλεκτρολύτη ανέρχεται στον κενό χώρο μεταξύ των δύο ταινιών και κατά την κίνησή του υφίσταται συνεχώς αυξανόμενη πίεση. Είναι επίσης δυνατή η αφυδάτωση με την εφαρμογή πιέσεως μεταξύ καταλλήλων ρολών και ταινίας ή και με την παράλληλη χρησιμοποίηση κενού.

Η σχηματιζόμενη πίττα αφαιρείται από άκρο του μηχανισμού με τη βοήθεια καταλλήλου λεπίδιου που είναι τοποθετημένο κατά πλάτος της ταινίας. Το διάκενο μεταξύ του λεπίδιου και της κάτω ταινίας ρυθμίζεται με το χέρι. Η πίττα πέφτει μέσα σε ειδικό καροτσάκι για τη μεταφορά και απομάκρυνσή της.

Η κάτω ταινία ξεπλένεται αυτόματα κατά περιοδικά διαστήματα με νερό που εκτοξεύεται από ακροφύσια.

Η όλη διάταξη κινείται από δύο ηλεκτροκινητήρες εφοδιασμένους με μειωτήρες στροφών.

Ο πολυηλεκτρολύτης παραδίδεται στην εγκατάσταση υπό μορφή σκόνης. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή διαλύματος σε δοχείο εφοδιασμένο με προπέλα αναμίξεως. Από το δοχείο αναμίξεως, το διάλυμα οδηγείται σε δοχείο αποθηκεύσεως, απ' όπου μεταφέρεται στο δοχείο αναμίξεως πολυηλεκτρολύτου - ιλύος με δοσομετρική αντλία. Το δοχείο αναμίξεως βρίσκεται στην είσοδο της κυρίως φιλτοπρέσσας και διαθέτει αναμίκτη.

Οι διακόπτες και τα όργανα ελέγχου της λειτουργίας της πρέσσας είναι τοποθετημένα σε ειδικό πίνακα ενσωματωμένο στο μηχάνημα. Η λειτουργία των ηλεκτροκινητήρων ρυθμίζεται χειροκίνητα, ενώ οι δοσομετρικές αντλίες και το σύστημα εκπλεύσεως της κάτω ταινίας λειτουργούν αυτομάτως. Στον πίνακα

έχει ενσωματωθεί και ο χειροκίνητος έλεγχος λειτουργίας των αντλιών τροφοδοσίας της ιλύος.

Το συγκρότημα της ταινιοφιλτροπρέσσας τοποθετήθηκε σε στεγασμένο χώρο των αναγκαίων για τον σκοπό αυτό διαστάσεων, ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία του μηχανήματος από τις καιρικές συνθήκες.

15.14 ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ.

Η εγκατάσταση καθαρισμού διαθέτει κέντρο διοικήσεως το οποίο περιλαμβάνει τους ακόλουθους χώρους:

- α. Χώρο γραφείων.
- β. Χώρο χημικού εργαστηρίου.
- γ. Λουτρό.
- δ. Αποθήκη υλικών.

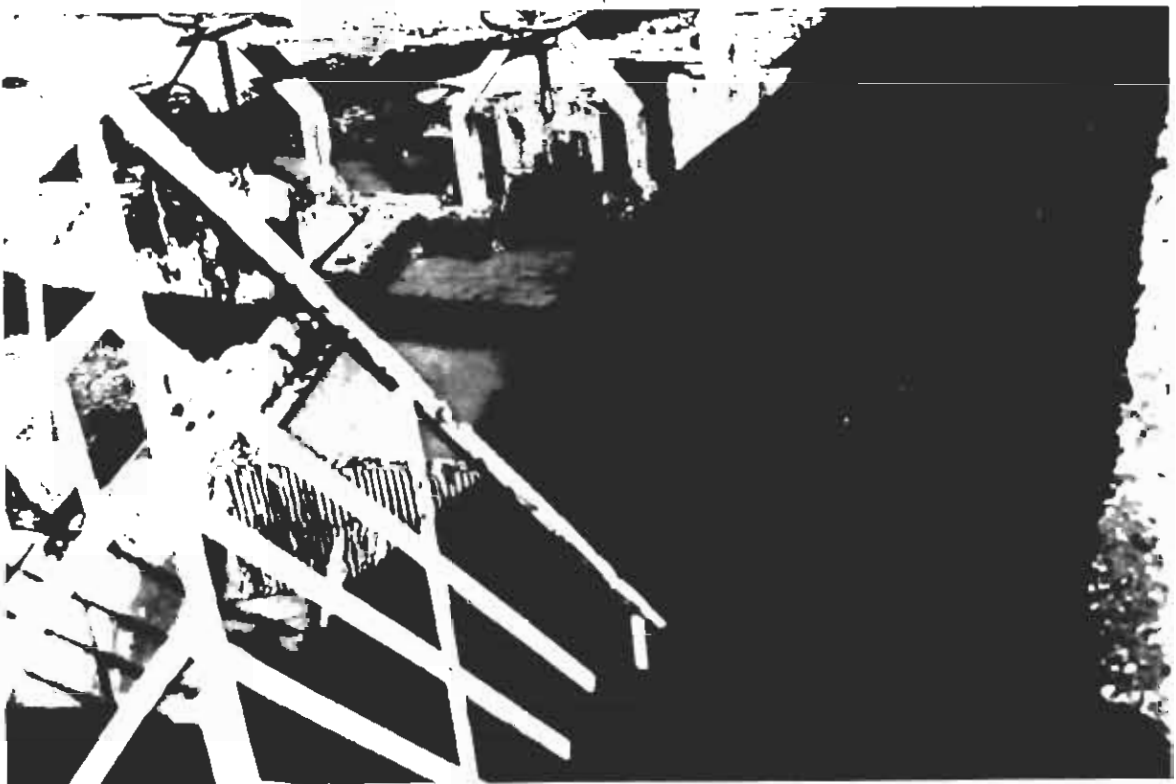
15.15 ΛΟΓΟΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Η συνεχώς αυξανόμενη μόλυνση των υδάτων (ποταμών και θαλασσών), αλλά και της ξηράς από την απ' ευθείας απόρριψη από τα εργοστάσια, βιομηχανίες κ.α. ρυπογόνων ουσιών, οδήγησε τις αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες (Υπουργεία Υγείας και Περιβάλλοντος), στην κατασκευή μονάδων Βιολογικού Καθαρισμού, τόσο στην Πάτρα όσο και σε άλλες πόλεις της Ελλάδας.

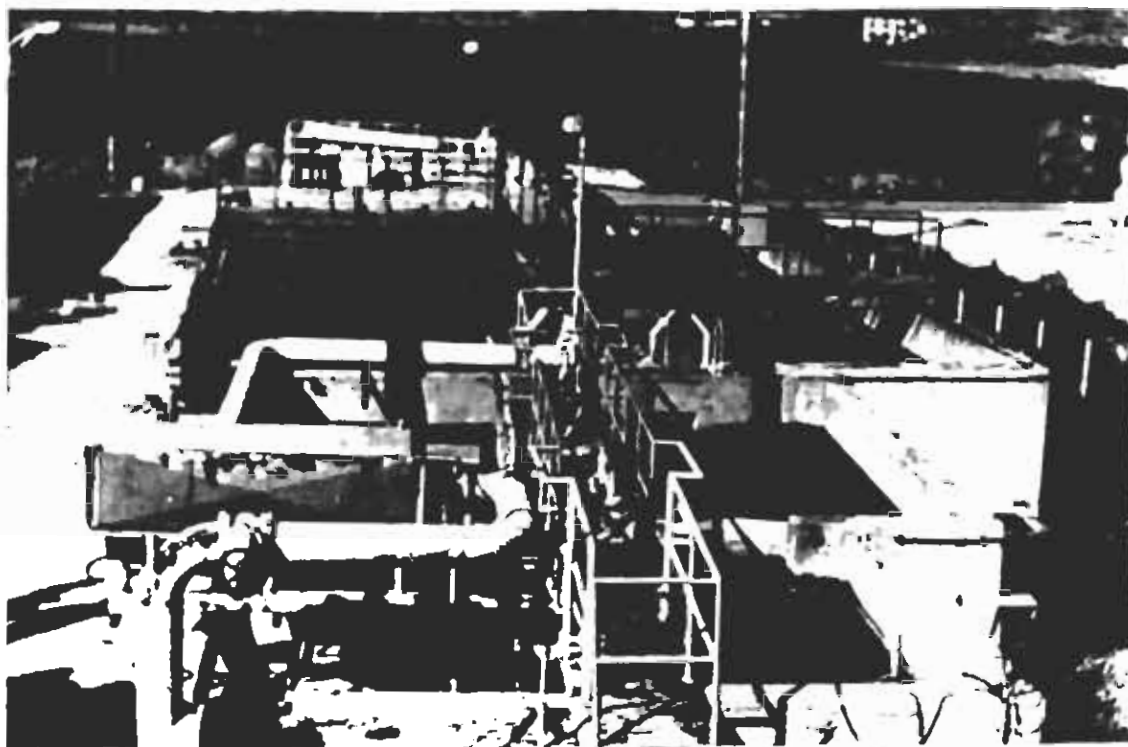
Στην Πάτρα, η μονάδα αυτή είναι κατασκευασμένη κατάντι της βιομηχανικής περιοχής, έτσι ώστε να παραλαμβάνει όλα τα απορύματα από τις βιομηχανίες που υπάρχουν σε αυτό τον χώρο. Το χλωριωμένο νερό εκχύνεται σε παρακείμενο ρέμα, ενώ τα καθαρά, πλέον, στερεά προσφέρονται για λιπάσματα σε χωράφια.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
ΠΑΤΡΩΝ**



Φωτ. 1: Κανάλι Εισόδου Λυμάτων - Σχάρες - Τιμνέντινη Δεξαμενή Αποστραγγισμάτων - Κανάλι Παρακάμψεως



Φωτ. 2 : Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης, ορθογωνικής κατόψεως, -με ξέστρο ιλύος- που αποτελείται από δυο όμοια τμήματα.



Εικ. 3: Συλλογή στερεών από τη δεξαμενή καθίζησης



Εικ. 4: Παχυντής Λάσσης



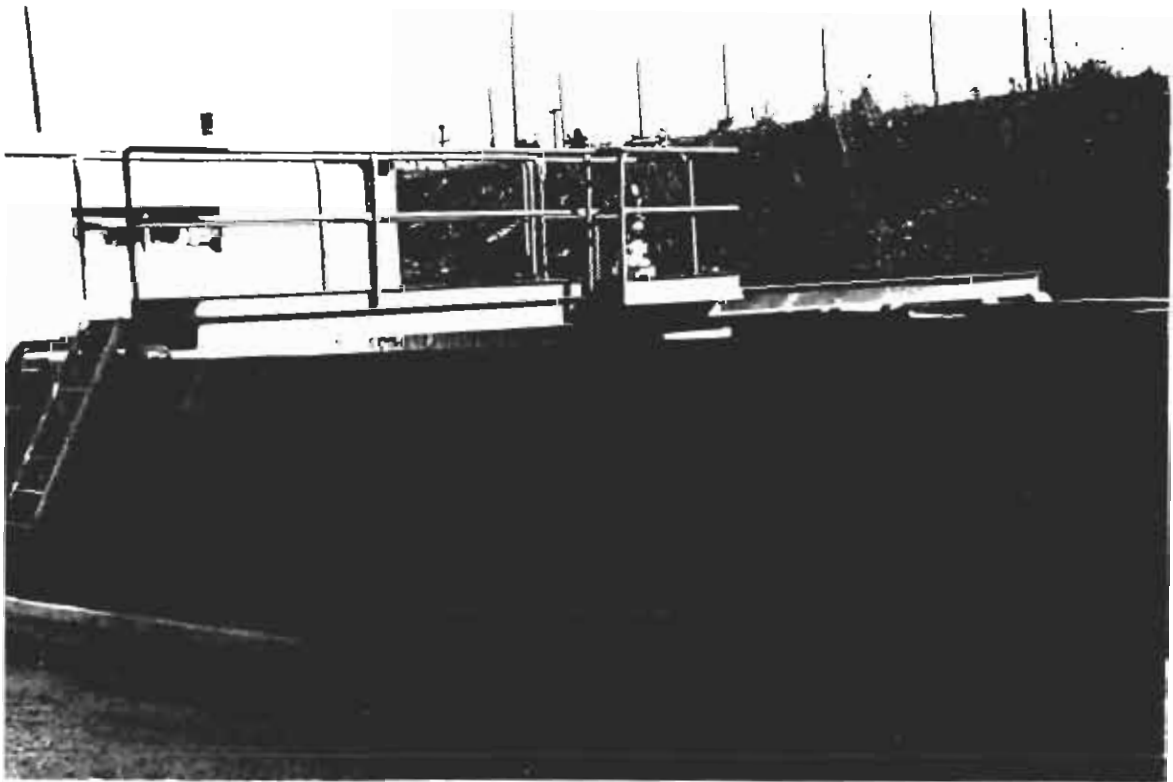
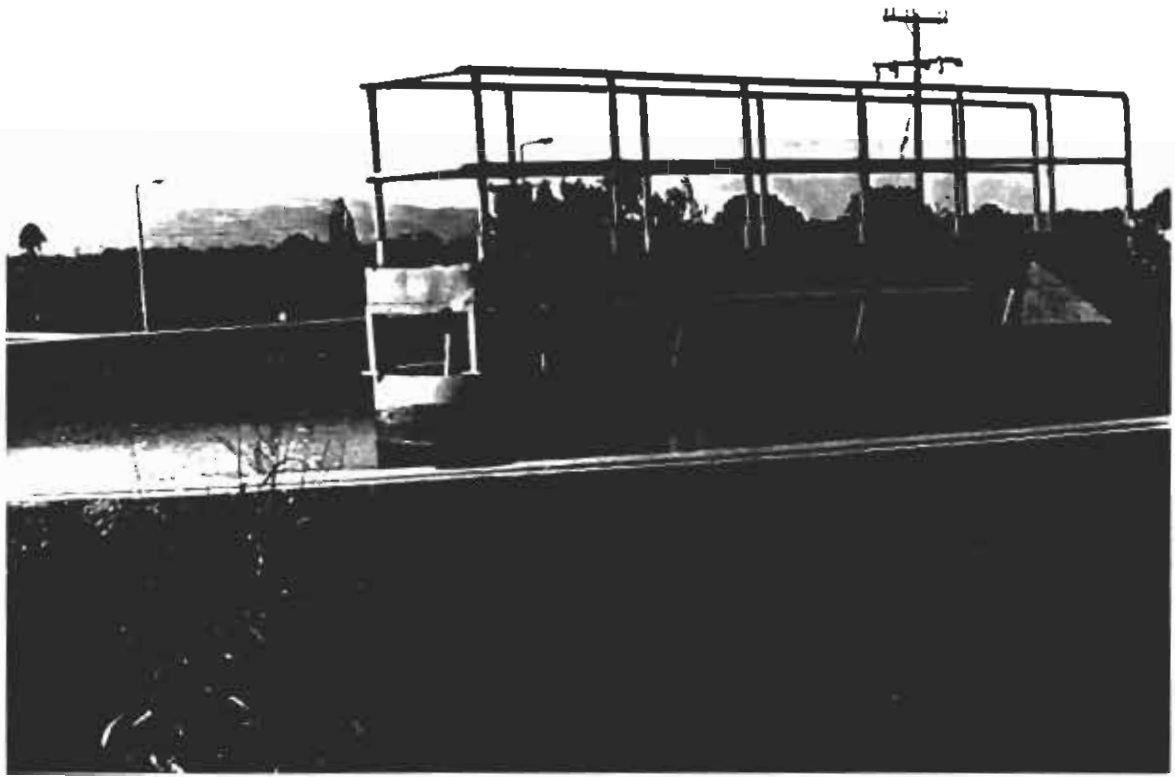
Εικ. 5 : Δεξαμενή Αερόβιας Επεξεργασίας -Τύπου Αεριζόμενων Λιμνών.



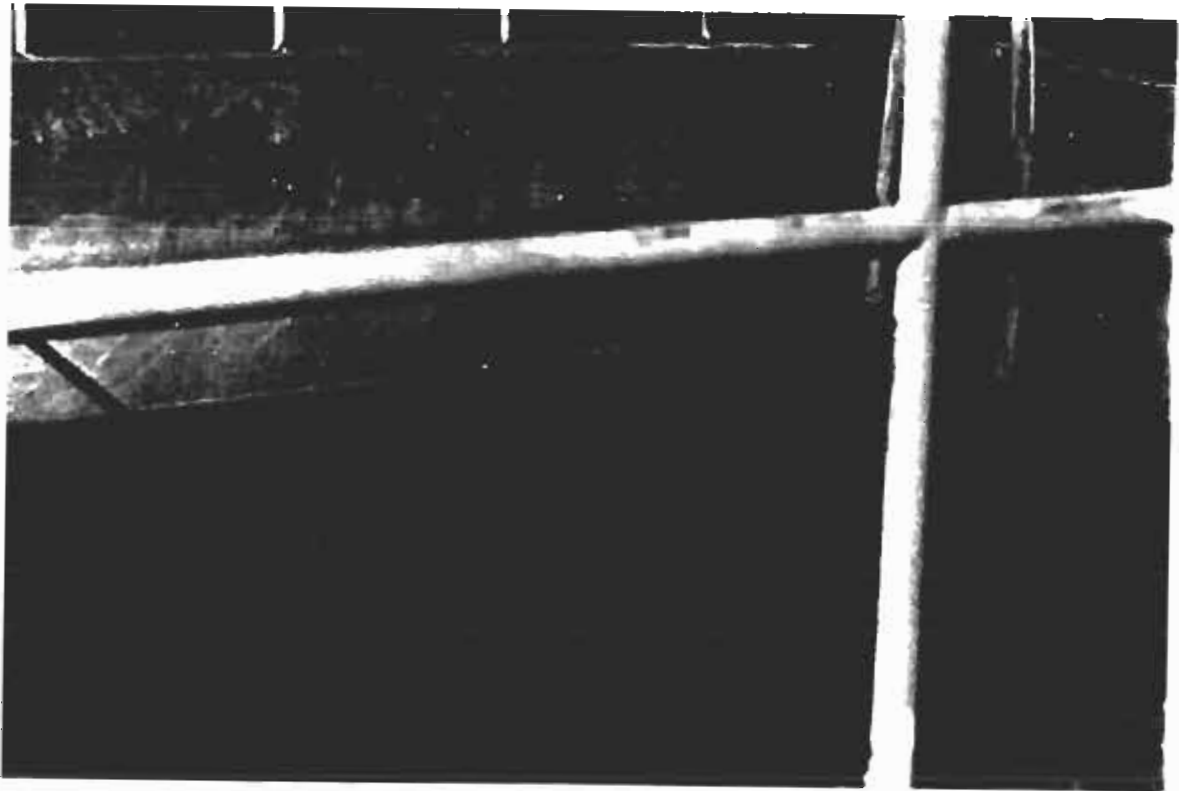
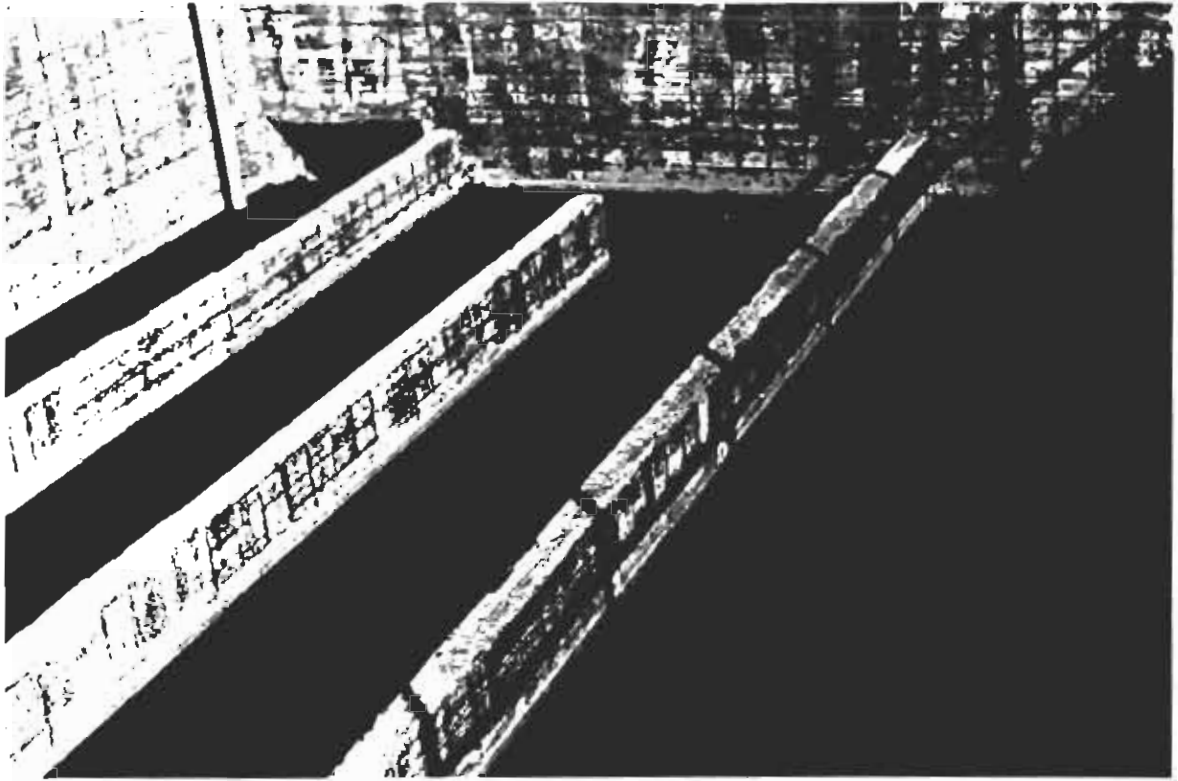
Εικ 6 : Αεριστήρας Για Την Ανάδευση Των Αποβλήτων Στην Δεξαμενή Αερισμού.



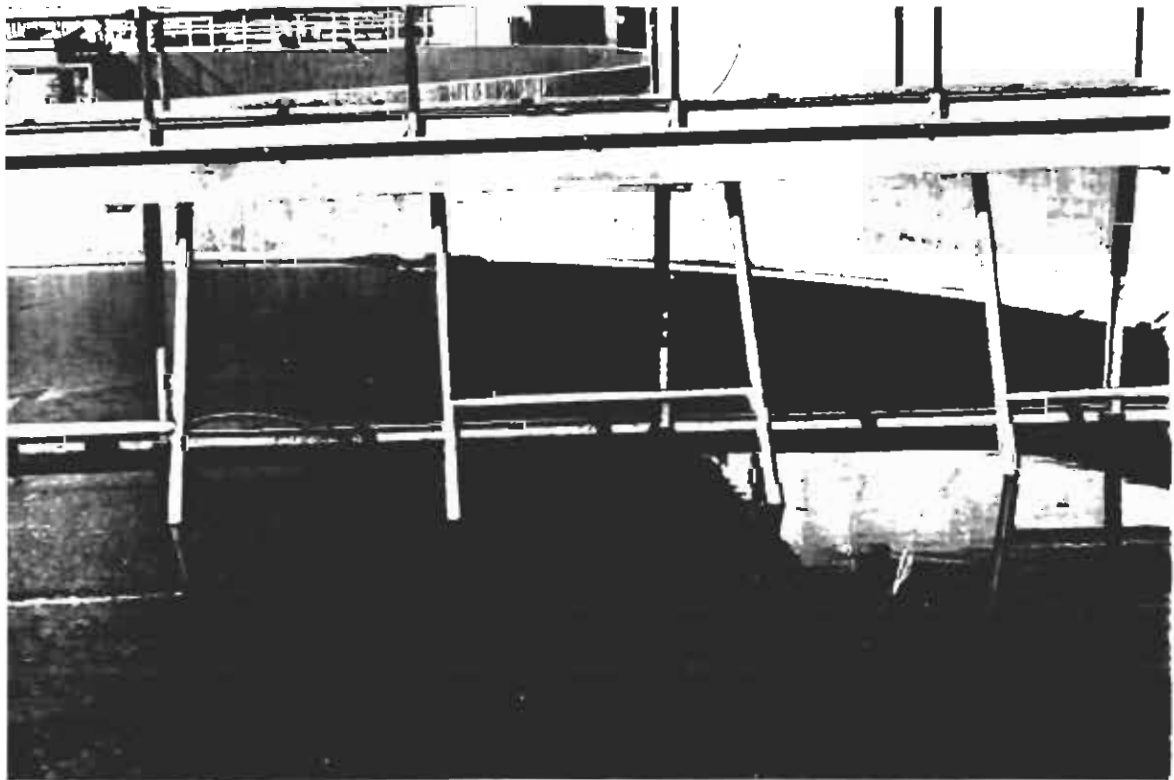
Εικ. 7 : Με τη χρησιμοποίηση βάρκας αντιμετωπίζουν τυχόν βλάβες , μέσα στην δεξαμενή αερισμού



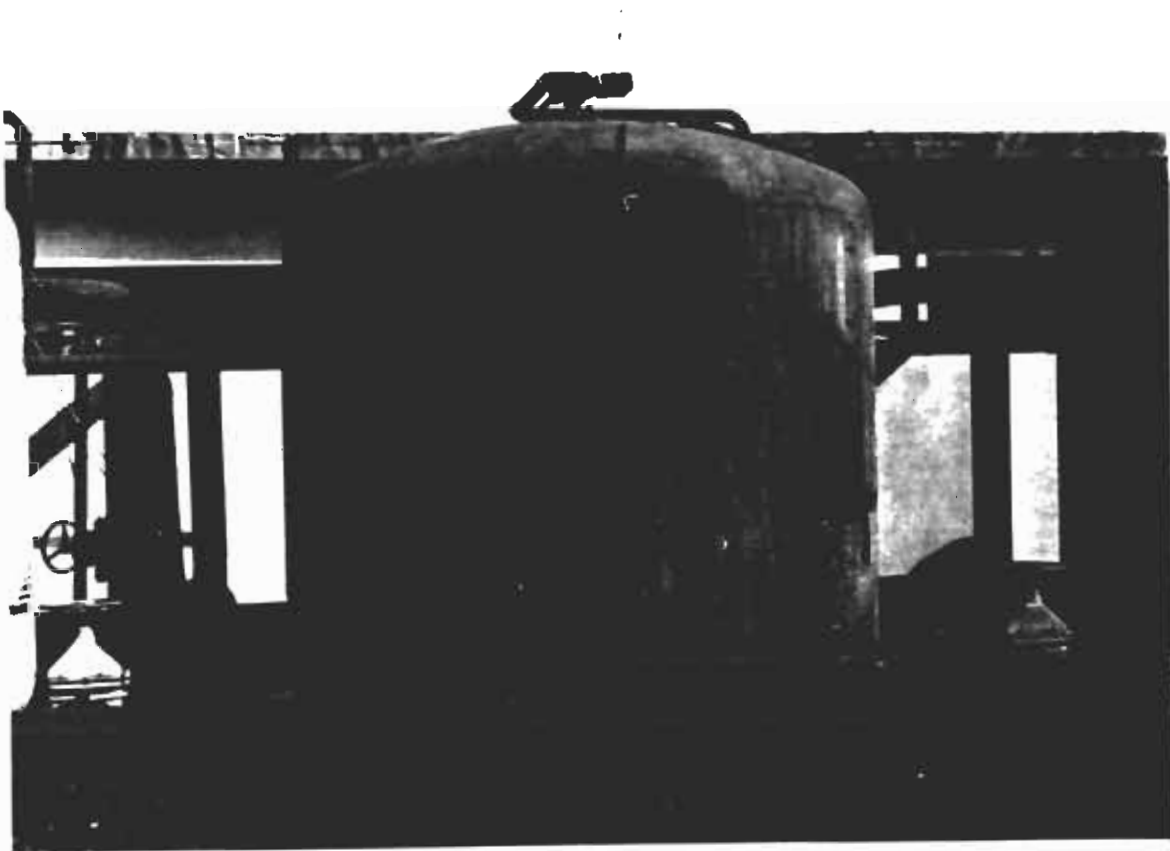
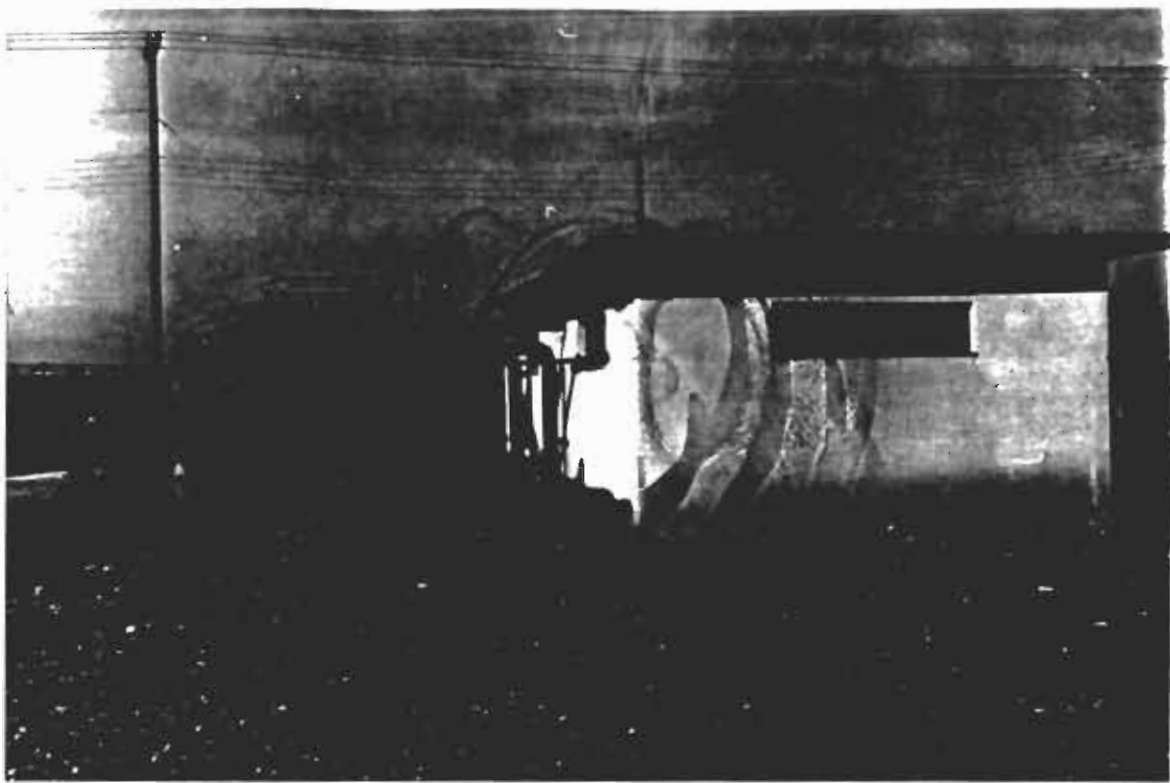
Εικ. 8 : Παχυντές Λάσσης



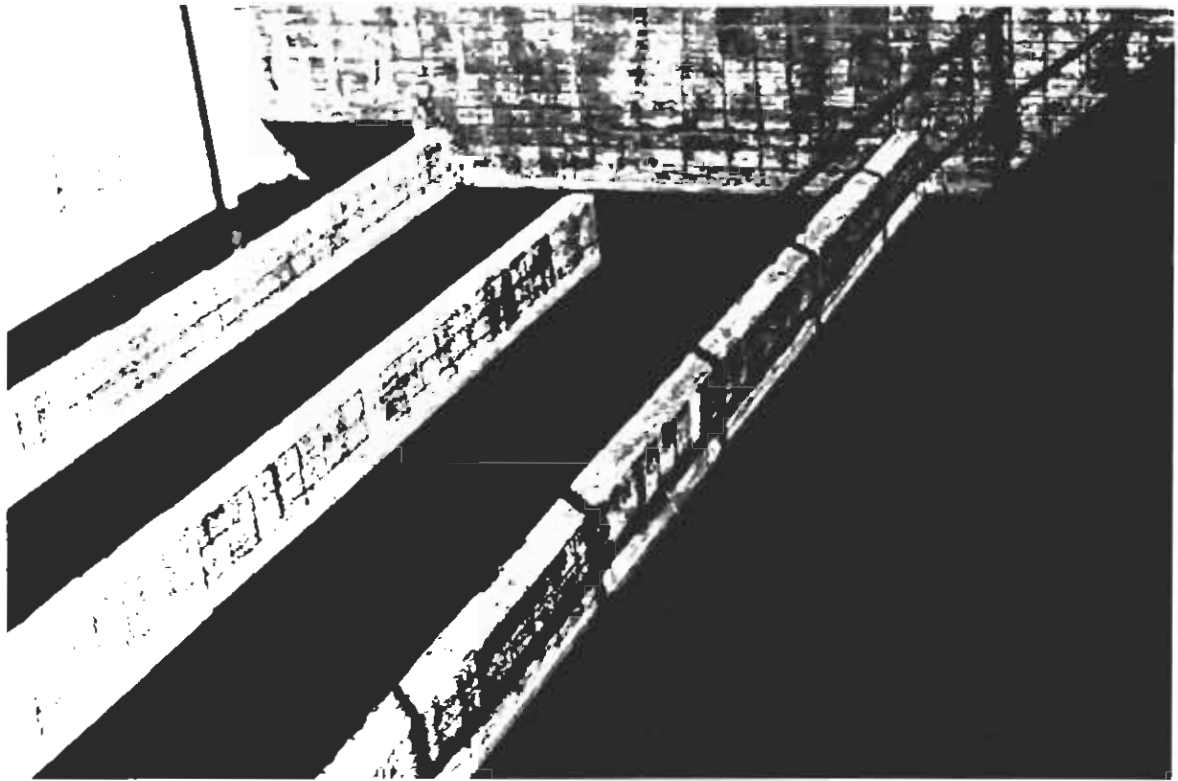
Εικ. 11 Αξιοπλάτη Χλωρίτης



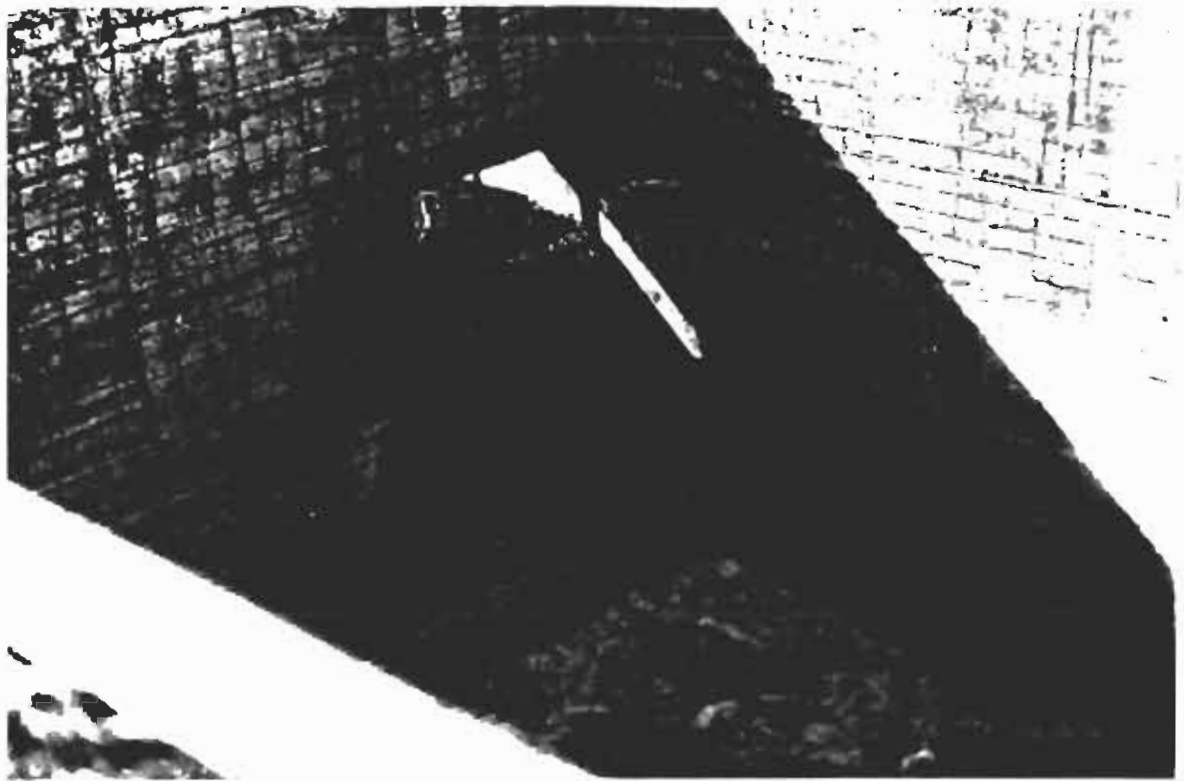
Εικ. 9 : Εξότρα βραδίας κινήσεως στους παχυντές



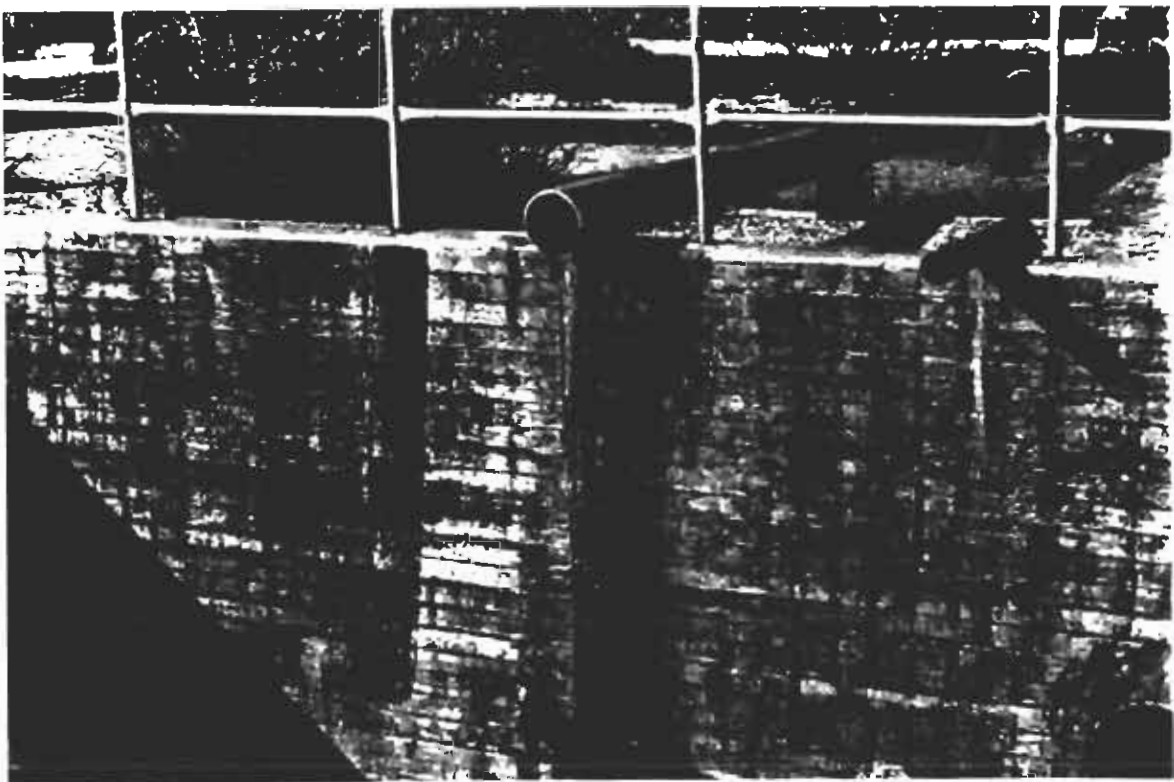
Εικ. 10 : Φίλτρα



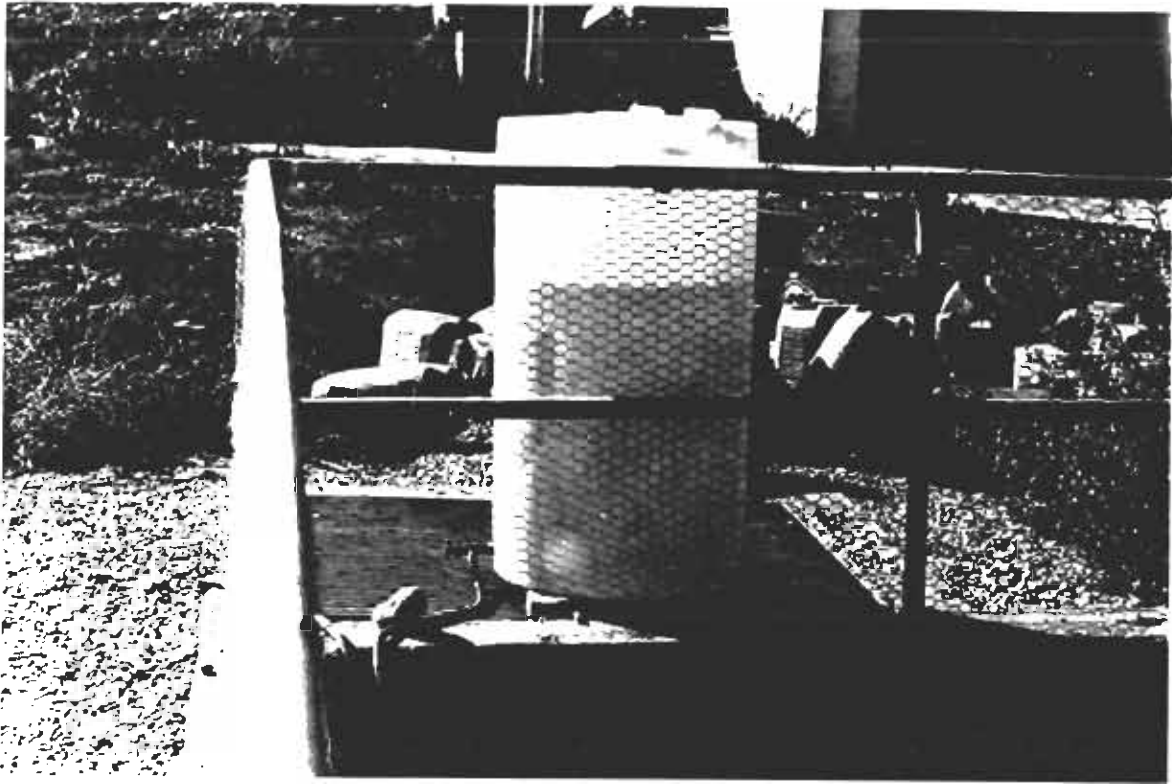
Εικ. 11: Δεξαμενές Χλωρίωσης



Εικ. 12 : Είσοδος του νερού στην τελική δεξαμενή μετά την χλωρίωση



Εικ 13 : Στην τελευταία δεξαμενή οδηγούνται και τα νερά ενός ρέματος της περιοχής.



Εικ. 14 : Διάταξη Χλωρίωσης



Εικ. 15 : Γραφεία προσωπικού. Στο ίδιο κτήριο βρίσκεται και ο πίνακας ελέγχου και το χημείο.