



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Χημικών Μηχανικών

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΒΛΥΣΙΔΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ
Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2007

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

1. Εισαγωγή

Οι ρύποι που πρέπει να απομακρυνθούν από τα αστικά λύματα ώστε αυτά να μπορούν να διατεθούν στο περιβάλλον χωρίς προβλήματα είναι:

- Ανδρομερή
- Λίπη και έλαια
- Ανόργανα αιωρούμενα στερεά
- Οργανικά αιωρούμενα στερεά
- BOD
- COD
- Οργανικό άζωτο
- Ολικός φώσφορος
- Παθογόνοι μικροοργανισμοί

2. Διαδικασίες επεξεργασίας

Οι διαδικασίες πλήρους επεξεργασίας των αστικών λυμάτων φαίνονται στο διάγραμμα ροής του σχήματος 1 και περιλαμβάνουν την προεπεξεργασία, την πρωτογενή επεξεργασία, την δευτερογενή επεξεργασία, την τριτογενή επεξεργασία και την επεξεργασία των παραγομένων πρωτογενών και δευτερογενών λασπών.

2.1. Προεπεξεργασία

Περιλαμβάνει την εσχάρωση, την εξισορρόπηση της παροχής, την ανύψωση των λυμάτων, την απομάκρυνση των λιπών και ελαίων, την μέτρηση της παροχής, καθώς και τον προαερισμό των λυμάτων.

Τα λύματα συνήθως με φυσική ροή καταλήγουν σε ένα φρεάτιο συλλογής το οποίο συνήθως χρησιμοποιείται και σαν δεξαμενή εξισορρόπησης καθώς και σαν αντλιοστάσιο ανύψωσης. Στο φρεάτιο αυτό τοποθετούνται βυθιζόμενες ή κοχλιωτές αντλίες οι οποίες ανυψώνουν τα λύματα στο επίπεδο εκείνο ώστε από εκεί και πέρα η ροή τους μέχρι και την τριτογενή επεξεργασία να γίνεται δια βαρύτητας (φυσική ροή). Η ροή των λυμάτων μετά το φρεάτιο αυτό πρέπει κατά το δυνατόν να είναι σταθερή και ίση με τη μέση παροχή.

Προ του φρεατίου εισαγωγής των λυμάτων τοποθετείται μία χονδροεσχάρα η οποία συγκρατεί τα ανδρομερή αιωρούμενα στερεά που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 2 cm. Μετά το φρεάτιο εξισορρόπησης, συνήθως τοποθετείται μία λεπτοεσχάρα η οποία συγκρατεί ανδρομερή στερεά μεγαλύτερα από 1 cm.

Μετά τον εοχαρισμό τοποθετείται ο μετρητής ροής της παροχής του οποίου οι ενδείξεις στιγμιαίας παροχής χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο όλης της μονάδας επεξεργασίας. Ο μετρητής που συνήθως χρησιμοποιείται είναι τύπου Flumes που η μετρήσεις του βασίζονται στην ανύψωση του διερχομένου υγρού από ένα προσχεδιασμένο στένωμα του ανοικτού καναλιού η οποία είναι ανάλογη της παροχής.

Μετά τη μέτρηση παροχής τα λύματα εισέρχονται σε έναν αεριζόμενο αμμοelaiοδιαχωριστήρα όπου με τη βοήθεια διαχυτήρων αέρα μεσαίας φυσαλίδας αναγκάζεται το υγρό σε περιστροφική βαθμωτή κίνηση αυξάνοντας την επιτάχυνση στα αιωρούμενα στερεά και στα σταγονίδια λιπών και ελαίων. Έτσι λόγω διαφοράς πυκνότητας, διαχωρίζονται τα μεν αιωρούμενα ανόργανα στερεά στον πυθμένα της δεξαμενής τα δε σταγονίδια λιπών και ελαίων στην επιφάνεια της δεξαμενής και τα οποία απομακρύνονται με κατάλληλες διατάξεις. Η παροχή του αέρα ρυθμίζεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ο απαραίτητος προαερισμός των λυμάτων και η άνοδος του οξειδοαναγωγικού δυναμικού (redox) του υγρού σε θετικά επίπεδα για να αποτρέπεται η παραγωγή δυσοσμίων λόγω αναεροβίων βιολογικών διεργασιών (παραγωγή υδροθείου, πτητικών οξέων κ.ά.).

Σε μικρές μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων χρησιμοποιούνται απλές δεξαμενές διαχωρισμού δια βαρύτητας (API λιποσυλέκτες).

Όλες οι διεργασίες της προεπεξεργασίας, εκτός του αεριζόμενου αμμοelaiοδιαχωρισμού, πραγματοποιούνται σε κλειστό χώρο ώστε να ελέγχονται οι παραγόμενες δυσοσμίες. Ο αέρας του κλειστού αυτού χώρου ανανεώνεται συνεχώς περνώντας από διατάξεις απόσμησης που

περιλαμβάνουν βιοφίλτρα κομποστοποίησης ή φίλτρα ενεργού άνθρακα ή wet scrubbers.

2.2. Πρωτογενή επεξεργασία

Περιλαμβάνεται μία δεξαμενή πρωτογενούς καθίζησης για την απομάκρυνση των αιωρούμενων οργανικών στερεών. Οι πρωτογενείς λάσπες συλλέγονται με κατάλληλες διατάξεις, στον πυθμένα της δεξαμενής απ' όπου απομακρύνονται και αναμιγνύονται με τις δευτερογενείς λάσπες (βιολογικές λάσπες) και οδηγούνται στη μονάδα επεξεργασίας λασπών.

2.3. Δευτερογενή επεξεργασία

Είναι η διεργασία ουσιαστικής καταστροφής των ρύπων και περιλαμβάνει την βιολογική οξείδωση των οργανικών διαλυτών στερεών, την βιολογική νιτροποίηση και απονιτροποίηση του περιεχομένου αζώτου καθώς και την δέσμευση του φωσφόρου είτε με χημικό τρόπο είτε με βιολογικό τρόπο. Η όλη διεργασία γίνεται σε μεγάλους αεριζόμενους βιοαντιδραστήρες όπου κατά τμήματά τους επικρατούν διαδοχικά κατάλληλες οξειδωτικές, ανοξικές ή αναερόβιες συνθήκες ευνοώντας την ανάπτυξη κατάλληλων μικροοργανισμών. Στον βιοαντιδραστήρα αυτό αναπτύσσονται οικοσυστήματα με πλήθος κατηγοριών μικροοργανισμών και η επικράτηση του καθενός απ' αυτά εξαρτάται από τους επιβαλλόμενους απαραίτητους ρυθμούς επεξεργασίας.

Το επεξεργασμένο λύμα οδηγείται σε μία δεξαμενή διαχωρισμού (δεξαμενή δευτερογενούς καθίζησης), δια βαρύτητας, των αιωρούμενων στερεών τα οποία και περιέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό των μικροοργανισμών που συμμετέχουν στις διεργασίες βιολογικού καθαρισμού. Τα διαχωριζόμενα στερεά επιστρέφουν στον βιοαντιδραστήρα ώστε να αυξάνεται η συγκέντρωσή τους σ' αυτόν και κατά συνέπεια να επιταχύνονται οι βιοαντιδράσεις επεξεργασίας. Η περίσσεια της παραγομένης βιολογικής λάσπης απομακρύνεται από τον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης. Έτσι ο χρόνος παραμονής των μικροοργανισμών στον βιοαντιδραστήρα ελέγχεται από την παροχή εξόδου της βιολογικής λάσπης. Η ρύθμιση του χρόνου παραμονής των μικροοργανισμών στο σύστημα, επιτρέπει την δυνατότητα επιλογής του οικοσυστήματος του βιοαντιδραστήρα. Η διαδικασία αυτή συνδυασμού του αερόβιου βιοαντιδραστήρα με τη δεξαμενή δευτερογενούς καθίζησης ονομάζεται διαδικασία ενεργού ιλύος και μπορούν να εφαρμοστούν διάφορα συστήματα ενεργού ιλύος ανάλογα με τα αναπτυσσόμενα

οικοσυστήματα. Έτσι διακρίνονται τέσσερα συστήματα ενεργού ιλύος: modified aeration, high rate, conventional και extented aeration. Στα αστικά λύματα συνήθως εφαρμόζεται το σύστημα του extented aeration (παρατεταμένου αερισμού) διότι μόνο μ' αυτό το σύστημα μπορεί να επιτευχθεί ταυτόχρονη απομάκρυνση του BOD καθώς και νιτροποίηση του οργανικού αζώτου.

Ο τρόπος και οι μηχανισμοί αερισμού του βιοαντιδραστήρα καθώς και η ανάμιξη του υγρού με τους μικροοργανισμούς ποικίλουν από μέθοδο σε μέθοδο.

2.4. Τριτογενή επεξεργασία

Μετά την δευτερογενή επεξεργασία τα λύματα οδηγούνται στη μονάδα απολύμανσης που περιλαμβάνει μονάδα χλωρίωσης των λυμάτων. Η χλωρίωση γίνεται είτε με διάλυμα NaOCl (μικρές μονάδες) είτε με αέριο χλώριο (μεγάλες μονάδες). Η ρύθμιση του χλωρίου γίνεται από τις ενδείξεις παροχής ενός μετρητή ροής που μετρά και καταγράφει (απαίτηση της νομοθεσίας) την παροχή του τελικώς επεξεργασμένου αποβλήτου.

Πριν την τελική έξοδο του αποβλήτου, το απόβλητο διέρχεται από σύστημα μετααερισμού που σκοπό έχει να αυξήσει την συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο απορριπτόμενο επεξεργασμένο απόβλητο (απαίτηση της νομοθεσίας).

Αν το απόβλητο αυτό πρέπει να επαναχρησιμοποιηθεί τότε πρέπει να διέλθει από φίλτρα άμμου ώστε να απομακρυνθούν όλα τα αιωρούμενα στερεά.

Αν τα επεξεργασμένα απόβλητα διασπαρούν στην θάλασσα με τη βοήθεια υποθαλάσσιου αγωγού τότε πρέπει να ανυψωθούν στο κατάλληλο επίπεδο ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή διασπορά.

2.5. Επεξεργασία λασπών.

Οι πρωτογενείς λάσπες μαζί με τις δευτερογενείς συλλέγονται και οδηγούνται σε διάταξη πάχυνσή τους ώστε η συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών να ανέλθει στα 5%. Κατόπιν οι λάσπες αυτές οδηγούνται είτε σε αντιδραστήρες αερόβιας χώνευσης (μικρές μονάδες) είτε σε αντιδραστήρες αναερόβιας χώνευσης (μεγάλες μονάδες), όπου το

οργανικό περιεχόμενό τους αυτοοξειδώνεται παράγοντας ένα τελικό σταθεροποιημένο προϊόν αιωρούμενων στερεών (2.5%) το οποίο μπορεί να απορριφθεί στο περιβάλλον χωρίς πρόβλημα.

Μετά την χώνευση τους οι λάσπες οδηγούνται σε παχυντήρα βαρύτητας ώστε να συμπυκνωθούν στη συγκέντρωση του 5% και κατόπιν οδηγούνται στη μονάδα αφυδάτωσης όπου η υγρασία των στερεών ελαττώνεται στα 70% - 50%.

Οι μηχανισμοί αφυδάτωσης μπορεί να είναι:

- ταινιοφιλτρόπρεσσες
- φυγοκεντριστήρες
- κλίνες ξήρανσης

Μετά την αφυδάτωσή τους οι λάσπες αυτές μπορούν να απορριφθούν στο έδαφος. Για ευκολότερη διαθεσιμότητα στο έδαφος καλό είναι να επεξεργαστούν με διαδικασίες κομποστοποίησης ώστε το τελικό προϊόν να έχει αυξημένες εδαφοβελτιωτικές ιδιότητες. Η κομποστοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί και σε μη σταθεροποιημένη αλλά αφυδατομένη λάσπη. Μάλιστα στη περίπτωση αυτή τα αποτελέσματα σταθεροποίησης είναι καλύτερα καθότι το οργανικό περιεχόμενο των λασπών επιτρέπει την ανάπτυξη υψηλότερων θερμοκρασιών που αποτελεί προϋπόθεση για την σωστή χουμοποίηση του κομποστοποιημένου τελικού προϊόντος.

