

Α.Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας :

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO₂).**

ΟΝΟΜ/ΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ : ΑΛΕΞΑΝΔΡΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Α.Ε.Μ. ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ : 4927

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :
ΜΩΥΣΙΑΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.0 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

1.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1.2 ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

1.3 ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

1.3.1. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

1.3.2. Η ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ

1.3.3. Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

1.4 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΕΡΙΑ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗ

1.5 Η ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΩΝ ΡΥΠΩΝ

1.6 ΟΙ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟΙ ΡΥΠΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

1.7 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

1.8 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΕ ΣΤΕΡΕΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

1.9 ΔΙΑΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

1.10 ΚΥΚΛΩΝΕΣ

1.11 ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ

1.12 ΦΙΛΤΡΑΝΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

1.13 Ο ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΙΛΤΡΩΝ

1.14 ΟΙ ΠΛΥΝΤΡΙΔΕΣ

1.15 ΟΙ ΠΤΗΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ (ΠΟΟς)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.0 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ SO₂ ΚΑΙ ΤΟΥ NO_x ΣΤΗΝ ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ ΚΑΙ ΤΟ ΝΕΦΟΣ

2.1 ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO₂)

2.2 ΤΑ ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO_x)

2.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΤΩΝ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO_x) ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO_x)

2.4.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO_x)

2.4.2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO_x)

2.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

2.6 ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

2.7 ΑΠΟΘΕΙΩΣΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

2.8 ΠΑΡΑΠΡΟΙΟΝΤΑ ΚΑΥΣΕΩΣ – ΓΥΨΟΣ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.0 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΣΕ ΜΟΝΑΔΑ ΤΗΣ ΔΕΗ

3.1 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

3.2 ΧΗΜΕΙΑ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ

3.3 ΣΚΟΠΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗ

3.3.1 ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ ΜΟΝΑΔΑΣ

3.3.2 ΜΟΝΑΔΑ ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.4.1 ΒΑΣΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.4.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

3.4.3 ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΣ (ABSORBER)

3.4.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

3.4.5 pH ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ

3.4.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ

3.4.7 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟ ΝΕΡΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

3.4.8 ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

3.4.9 ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

3.4.10 ΑΠΟΜΟΝΩΤΙΚΟ ΕΠΙΣΤΟΜΙΟ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.

3.4.11 ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ

3.4.12 ΕΞΟΛΟΘΡΕΥΤΕΣ ΟΜΙΧΛΗΣ

3.5 ΠΛΥΣΗ ΕΞΟΛΟΘΡΕΥΤΩΝ ΟΜΙΧΛΗΣ

3.5.1 ΔΙΚΤΥΟ ΠΛΥΣΗΣ ΕΞΟΛΟΘΡΕΥΤΩΝ ΟΜΙΧΛΗΣ.

3.5.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΛΥΣΗΣ ΕΞΟΛΟΘΡΕΥΤΩΝ.

3.5.3 ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ ΑΝΑΓΚΗΣ.

3.5.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΥΔΡΟΚΥΚΛΩΝΩΝ.

3.6 ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.6.1 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.6.2 ΚΡΑΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.6.3 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

3.6.4 ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

3.6.5 ΠΛΗΡΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΚΕΝΩΣΗ

3.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΓΡΩΝ - ΣΚΟΠΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.7.1 ΚΡΑΤΗΣΗ

3.7.2 ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

3.8 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

- 3.8.1 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑΦΡΟΙ ΤΟΥ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗ (Absorber Area Drain Pit – No 33)**
- 3.8.2 ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗ.(Absorber Area Sump Agitator – No 34)**
- 3.8.3 ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΙ ΤΑΦΡΟΙ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ.(Reagent Preparation Area Drain Pit – No 30)**
- 3.8.4 ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ.(Reagent Preparation Area Drain Pit Agitator – No 31)**
- 3.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**
 - 3.9.1 ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**
 - 3.9.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΤΗΣΗ**
 - 3.9.3 ΔΙΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ**
 - 3.9.4 ΔΙΑΝΟΜΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ**
 - 3.9.5 ΔΙΑΝΟΜΗ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ**
 - 3.9.6 ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΕΡΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ**
 - 3.9.7 ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΕΡΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ**
 - 3.9.10 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟ ΚΕΝΟ**
- 3.10 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**
 - 3.10.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**
 - 3.10.2 ΝΕΡΟ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ**
 - 3.10.3 ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΕΡΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ**
 - 3.10.4 ΔΙΑΝΟΜΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ**
 - 3.10.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟ ΚΕΝΟ**
 - 3.10.6 ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΝΕΡΟ**
- 3.11 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ**
 - 3.11.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ**
 - 3.11.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΤΗΣΗ**
 - 3.11.3 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**
- 3.12 ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

3.12.1 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.12.2 ΚΡΑΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.12.3 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

3.12.4 ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ

3.12.5 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ

3.13 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ

3.13.1 ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

3.13.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΤΗΣΗ

3.14 ΔΙΑΤΑΞΗ

3.14.1 ΚΥΚΛΩΜΑ ΥΓΡΗΣ ΑΛΕΣΗΣ

3.14.2 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ

3.15 ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.15.1 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.15.2 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

3.16 ΠΛΗΡΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΚΕΝΩΣΗ

3.17 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΓΥΨΟΥ

3.17.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ

3.17.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΤΗΣΗ

3.17.3 ΔΙΑΤΑΞΗ

3.18 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.18.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.18.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

3.19 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.0 ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ

4.1 Η ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

4.2 ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

4.3 Η ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.0 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

1.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η αέρια ρύπανση είναι ένα από τα πιο σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα της σύγχρονης εποχής. Εκδηλώνεται τόσο σε αστικό περιβάλλον (π.χ. λεκανοπέδιο Αττικής, με το γνωστό νέφος), όσο και σε αντίστοιχο βιομηχανικό (π.χ. υψηλές συγκεντρώσεις σκόνης σε εργοστασιακούς χώρους).

Όπως και κάθε περίπτωση ρύπανσης, έτσι και τα αέρια απόβλητα αποτελούν 'φυσικές ύλες σε λανθασμένη θέση'. Η αντιρρύπανση που εφαρμόζεται στην πράξη και έχει ως σκοπό να παγιδεύει αυτές τις ύλες – ρύπους και να εμποδίζει την διοχέτευσή τους στο περιβάλλον. Η περιγραφή των σημαντικότερων διατάξεων και τεχνολογιών αντιρρύπανσης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους στόχους της εργασίας αυτής. Πριν όμως περιγράψουμε τις τεχνολογίες αέριας αντιρρύπανσης, ας ξεκινήσουμε με μια σύντομη καταγραφή των βασικότερων κατηγοριών αερίων ρύπων και των προβλημάτων, που προκαλούν στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία.

Οι ουσίες λοιπόν, που στην μεγάλη πλειοψηφία των περιπτώσεων μας απασχολούν ως επικίνδυνοι, αέριοι ρυπαντές, και στους οποίους οφείλονται τα σημαντικότερα προβλήματα αέριας ρύπανσης, είναι οι εξής:

- Οι σωματιδιακοί ρύποι
- Οι πτητικές οργανικές ενώσεις
- Το διοξείδιο του θείου (SO_2)
- Τα οξειδία του αζώτου ($\text{NO}_2 - \text{NO}/\text{NO}_x$)

Οι ρύποι αυτοί δημιουργούν σοβαρά προβλήματα, τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία. Η βιομηχανική δραστηριότητα συμβάλει σε πολύ μεγάλο βαθμό στην εκπομπή τέτοιων ρύπων. Η εκπομπή αυτή μάλιστα μπορεί να γίνεται μέσα στους ίδιους τους εργοστασιακούς χώρους (χαρακτηριστικότερη περίπτωση οι σωματιδιακοί ρύποι), μπορεί όμως να γίνεται και στο εξωτερικό περιβάλλον (η συνηθέστερη για τις άλλες τρεις κατηγορίες αερίων ρύπων).

Δεν πρέπει όμως να ξεχνάμε πως η βιομηχανία είναι η μια μόνο από τις τρεις βασικές ανθρώπινες δραστηριότητες που παράγουν αέριους ρύπους. Οι άλλες δύο πηγές είναι τα μέσα κίνησης (αυτοκίνητα, πλοία κτλ.) και τα συστήματα θέρμανσης (καλοριφέρ κα.)

Τέλος, υπάρχουν κατηγορίες αερίων ρύπων, που μπορεί να είναι σπάνιες, αλλά αξίζει να τις αναφέρουμε, επειδή είναι πολύ τοξικές. Τέτοιοι ρύποι είναι για παράδειγμα:

- Οι διοξίνες και τα φουράνια, ουσίες πολύ τοξικές (ιδιαίτερα οι διοξίνες που είναι εκατοντάδες φορές πιο τοξικές από τη στρυχνίνη).
- Σκόνες που περιέχουν βαριά μέταλλα όπως Νί νικέλιο, Ρb μόλυβδος, Hg υδράργυρος κτλ.

Ενώ οι ρύποι αυτοί μπορεί να εκλύονται σε πολύ μικρές ποσότητες στις συμβατικές εγκαταστάσεις καύσης, οι συγκεντρώσεις τους είναι αυξημένες όταν γίνονται ειδικές καύσεις, όπως λόγω χάρη ταυτόχρονη καύση αστικών και βιομηχανικών απορριμμάτων.

1.2 Τα προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία

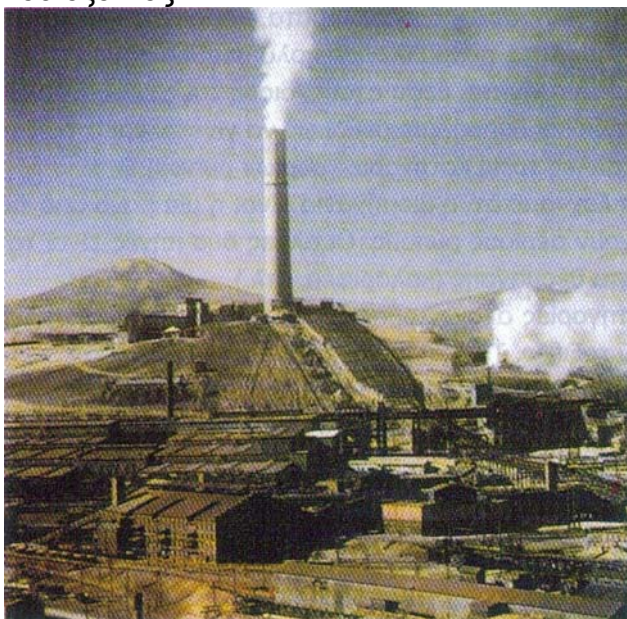
Όλες οι κατηγορίες των ρύπων, που αναφέρθηκαν πιο πάνω, μπορεί να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και μπορεί να δημιουργήσουν σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα, αλλεργίες, δερματικούς ερεθισμούς, επιπτώσεις στο νευρικό σύστημα κτλ. Υπάρχουν βέβαια και οι περιπτώσεις των ιδιαίτερα τοξικών ρύπων, που σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσουν σοβαρότατες παθήσεις, όπως καρκινογένεση, στειρότητα κτλ. Χαρακτηριστικότερες περιπτώσεις ιδιαίτερα επικίνδυνων αερίων ρύπων είναι οι διοξίνες και τα φουράνια, που είναι οργανωμένες ενώσεις πτητικών ουσιών, αλλά και σκόνες που έχουν βαριά μέταλλα (μόλυβδο, υδράργυρο, κάδμιο κτλ.) τα οποία επίσης μπορούν να προκαλέσουν βαρύτατες ασθένειες μέχρι και θάνατο.

Οι σωματιδιακοί ρύποι, ανάλογα με τη σύστασή τους, μπορεί επίσης να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα. Αξίζει να αναφερθεί, ότι σε ένα σοβαρό επεισόδιο ρύπανσης που έλαβε χώρα στο Λονδίνο της δεκαετίας του '50, χάθηκαν πολλές ζωές από την λεγόμενη αιθαλομίχλη, που είναι μια μορφή ρύπανσης, που οφείλεται σε μια συνδυασμένη παρουσία κάπνας (αιθάλη) και του διοξειδίου του θείου σε υψηλές συγκεντρώσεις.

Επίσης πρέπει να τονισθεί ότι οι επιπτώσεις, που μπορεί να έχουν οι ρύποι γενικότερα πάνω στην ανθρώπινη υγεία, είναι κάτι για το οποίο συνεχώς γίνεται έρευνα, κάτι δηλαδή για το οποίο συνεχώς καινούρια πράγματα ανακαλύπτονται. Ουσίες που πριν από κάποια χρόνια θεωρούνταν αθώες, σήμερα θεωρούνται υπεύθυνες ακόμη και για εκδήλωση καρκίνου, κτλ. Πολλές φορές, για να εξαχθούν επιστημονικά συμπεράσματα, χρειάζονται να γίνουν έρευνες και μετρήσεις για πάρα πολλά χρόνια. Ακόμη και οι επιπτώσεις του νέφους της Αθήνας στη ανθρώπινη υγεία δε θα πρέπει να θεωρούνται τελείως γνωστές, παρά το γεγονός ότι το φαινόμενο αυτό παρατηρείται για 20-25 χρόνια.

1.3 Τα προβλήματα στο περιβάλλον

Θα δούμε τώρα τρία σημαντικά και παγκόσμια προβλήματα από τους αέριους ρύπους. Πρόκειται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την όξινη βροχή και τη λεγόμενη τρύπα του όζοντος.



Σχήμα 1: οι αέριες εκπομπές της βιομηχανίας προκαλούν σοβαρά τοπικά επεισόδια ρύπανσης, αλλά και προβλήματα παγκόσμιας κλίμακας όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η όξινη βροχή.

1.3.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η εκπομπή αέριων ρύπων στο περιβάλλον χαρακτηρίζεται από σημαντικά προβλήματα. Ένα πολύ σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα είναι γνωστό με το όνομα 'φαινόμενο του θερμοκηπίου'. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται κυρίως σε αέρια όπως το CO_2 και το CH_4 .

Αυτό που συμβαίνει είναι ότι τα αέρια αυτά λειτουργούν, όπως το πλαστικό φύλλο ή το τζάμι σε ένα θερμοκήπιο. Αφήνουν την ηλιακή ακτινοβολία να περάσει μέσα στην ατμόσφαιρα, εμποδίζουν όμως τη θερμική ακτινοβολία να περάσει προς τα έξω. Το αποτέλεσμα είναι να παγιδεύει θερμότητα, ακριβώς όπως το θερμοκήπιο, και να παρατηρείται σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας οδηγεί σε φαινόμενα, όπως το λιώσιμο των πάγων και την αύξηση της στάθμης των νερών. Το νερό πλημμυρίζει εύφορες και καλλιεργημένες περιοχές, απειλώντας τη γεωργία και άλλες παράκτιες δραστηριότητες, που στον τρίτο κόσμο αποτελούν βασικούς πόρους επιβίωσης. Επιπλέον, προκαλεί διαταραχές σε οικοσυστήματα του πλανήτη με μεταναστεύσεις πληθυσμών κτλ.

Για το φαινόμενο του θερμοκηπίου τη μεγάλη ευθύνη έχει η ραγδαία αυξημένη κατανάλωση ενέργειας και υλικών στο προηγμένο κόσμο. Η κατανάλωση αυτή χρειάζεται περισσότερα καύσιμα για τα αυτοκίνητα, την ηλεκτρική ενέργεια και την παραγωγή των χιλιάδων καταναλωτικών προϊόντων. Με δύο λόγια, η βάση της κατανάλωσης είναι το φαινόμενο της καύσης, το οποίο όμως κυρίως παράγει το CO_2 , που βαρύνεται σε σημαντικό βαθμό για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Έτσι ενώ η αύξηση της κατανάλωσης χαρακτηρίζει τις προηγμένες χώρες, οι επιπτώσεις της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη πλήττουν κυρίως τις χώρες του τρίτου κόσμου, κάτι που πολλοί, και ασφαλώς όχι άδικα, θεωρούν ότι χαρακτηρίζεται από σημαντική υποκρισία και ανηθικότητα.

Παρατηρούμε ακόμη ότι το CO_2 δεν συμπεριλήφθηκε στους αέριους ρύπους, που συνοψίστηκαν πιο πάνω. Ο βασικός λόγος είναι ότι ως ουσία το CO_2 είναι δύσκολο να καταχωρισθεί ως ρύπος, μια και αποτελεί σημαντικό ποσοστό του ίδιου του αέρα που αναπνέουμε (περίπου 4%). Επιπλέον, είναι αέριο ζωτικής σημασίας για τη φωτοσύνθεση, άρα και για τη ζωή την ίδια. Λόγω όμως της συμμετοχής του στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, συνηθίζεται ορισμένες φορές να καταχωρίζεται στους αέριους ρύπους.

Ακόμη, δεν υπάρχει κανείς τρόπος να αποφύγουμε την εκπομπή CO_2 κατά τις καύσεις, ούτε και να 'συλλάβουμε' το αέριο που εκπέμπεται. Η μόνη στρατηγική αντιρρύπανσης ως προς το CO_2 είναι να περιοριστεί η χρήση των συμβατικών στερεών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο κ.). Αυτό μπορεί να γίνει είτε με αλλαγή προτύπων κατανάλωσης, πράγμα που έχει αποδειχθεί μέχρι σήμερα εξαιρετικά ουτοπικό, είτε με αλλαγή του τύπου των καυσίμων και αντικατάστασή τους με ήπιες μορφές ενέργειας και άλλα καύσιμα, που δεν χαρακτηρίζονται από παραγωγή CO_2 .

1.3.2. Η όξινη βροχή

Το SO_2 και τα NO_x με την εκπομπή τους στην ατμόσφαιρα μπορεί να διαλυθούν στην υγρασία της ατμόσφαιρας. Όταν βρέξει, συμπαρασύρονται από την βροχή και επανέρχονται στην επιφάνεια της γης. Η βροχή ονομάζεται όξινη, γιατί περιέχει διαλυμένους τους παραπάνω ρύπους. Το σημαντικό όμως είναι ότι μια τέτοια βροχή μπορεί να προκαλέσει εκτεταμένες καταστροφές στα δάση και τη χλωρίδα της περιοχής. Τέτοια

φαινόμενα έχουν συμβεί με μεγάλη ένταση στη κεντρική Ευρώπη, όπου υπάρχει αυξημένη βιομηχανική δραστηριότητα και οι κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες.

Στη χώρα μας τα προβλήματα από την όξινη βροχή είναι σχεδόν ανύπαρκτα. Σε αυτό συντελεί η χαμηλή βιομηχανική δραστηριότητα, οι σχετικά σπάνιες βροχές αλλά και η σύσταση των εδαφών, που είναι σε μεγάλο βαθμό ασβεστολιθική, με αποτέλεσμα να εξουδετερώνονται γρήγορα οι όξινες σταγόνες και να εμποδίζουν το καταστροφικό τους έργο.

Ενώ όμως η όξινη βροχή δεν αποτελεί πρόβλημα για τα δάση, αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τα αρχαία μνημεία, τα οποία προσβάλλονται και υφίστανται επιφανειακές αλλοιώσεις. Τέτοιες αλλοιώσεις έχουν καταγραφεί ακόμη και στα μνημεία της Ακρόπολης.

1.3.3. Η τρύπα του όζοντος.

Το όζον αποτελείται από μοριακό και ατομικό οξυγόνο (O_3). Ένα στρώμα όζοντος, που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα, παίζει πολύ ευεργετικό ρόλο για το οικοσύστημα της γης στο σύνολό του, αφού δρα ως φίλτρο στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Η τρύπα του όζοντος, η καταστροφή δηλαδή του παραπάνω στρώματος, προκαλείται από οργανικές ουσίες που περιέχουν στο μόριό τους χλώριο, από χλωριωμένους δηλαδή υδρογονάνθρακες. Τέτοιες ουσίες χρησιμοποιούνταν, αλλά και ακόμη ορισμένες φορές χρησιμοποιούνται, για παρασκευή ψυκτικών μέσων, καλλυντικών, διαλυτών κ.ο.κ.

Παρόλο που γίνονται προσπάθειες και συνεχώς απαγορεύεται η χρήση προϊόντων, που περιέχουν τις παραπάνω ουσίες, για να ανακοπεί η καταστροφή, που έχει ήδη συντελεσθεί, θα χρειαστούν πολλά ακόμη χρόνια, ώστε να αναιρεθεί πλήρως η ζημιά που έχει γίνει στο προστατευτικό στρώμα του όζοντος της στρατόσφαιρας.

1.4 Βιομηχανική αέρια αντιρρύπανση.

Στη ενότητα αυτή θα δούμε τις βασικότερες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί για τον έλεγχο της βιομηχανικής αέριας ρύπανσης. Θα ξεκινήσουμε από τις σωματιδιακές εκπομπές, στη συνέχεια θα δούμε την περίπτωση των πτητικών οργανικών ουσιών, θα ακολουθήσει το διοξείδιο του θείου και θα κλείσουμε την ενότητα με τα οξείδια του αζώτου. Υπενθυμίζουμε ότι οι ουσίες αυτές προκαλούν τα σημαντικότερα και συνηθέστερα περιστατικά αέριας ρύπανσης. Ο έλεγχός τους, λοιπόν, είναι απαραίτητος για να καταπολεμηθεί η ρύπανση αυτή και να διαφυλαχθεί μια καλή ποιότητα αέρα.

1.5 Η επικινδυνότητα των σωματιδιακών ρύπων.

Η επικινδυνότητα των σωματιδιακών ρύπων εξαρτάται από τη χημική τους σύσταση, όσο και από το μέγεθός τους. Ένα σωματίδιο μπορεί να είναι από αδρανές (π.χ. άμμος) έως έντονα τοξικό (π.χ. σκόνης που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία χρωμάτων). Όμως και η διάστασή του επηρεάζει την ενδεχόμενη επικινδυνότητά του. Όσο πιο μικρό είναι ένα σωματίδιο, τόσο περισσότερο διεισδυτικό είναι. Τόσο δηλαδή περισσότερο μπορεί να φθάσει στο αναπνευστικό σύστημα. Αντίθετα, σχετικά μεγάλα σωματίδια, μεγέθους αρκετών εκατοντάδων μικρών, συνήθως αναχαιτίζονται στη στοματική κοιλότητα ή τη μύτη και δεν φθάνουν στους βρόγχους και τους πνεύμονες.

1.6 Οι σωματιδιακοί ρύποι και οι τεχνολογίες ελέγχου τους.

Φαντασθείτε τους σωματιδιακούς ρύπους ως στερεές ουσίες πολύ μικρού μεγέθους, που μπορεί να κυμαίνεται από μερικά κλάσματα του μικρού μέχρι 1-2 χιλιοστά.

Ποια είναι η προέλευση αυτού του τύπου; Οι σωματιδιακοί ρύποι μπορεί να έχουν εδαφική προέλευση (π.χ. σκόνη). Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για πρωτογενείς σωματιδιακούς ρύπους. Στερεές δηλαδή ουσίες, που για κάποιον λόγο (π.χ. άνεμος) βρέθηκαν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα.

Εκτός όμως από τέτοια σωματίδια, έχουμε και άλλα τα οποία πρωτογενώς δεν είναι στερεά αλλά βρίσκονται σε αέρια μορφή. Κατά τις καύσεις εκλύεται μια σειρά από πτητικές ουσίες, οι οποίες, όσο βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασία, παραμένουν σε αέρια κατάσταση. Μόλις όμως η θερμοκρασία πέσει, τότε συμπυκνώνονται και παίρνουν τη μορφή ενός στερεού σωματιδίου πολύ μικρής διάστασης. Μια κλασική περίπτωση τέτοιου σωματιδιακού ρύπου είναι η γνωστή αιθάλη (κάπνα). Η κάπνα είναι ένα πλήθος από πτητικές ουσίες που μόλις ψυχθούν στο περιβάλλον, συμπυκνώνονται και παίρνουν τη μορφή στερεού σωματιδίου.

Τα σωματίδια αυτά, λόγω του πολύ μικρού μεγέθους, μπορεί να παραμείνουν σε αιώρηση στον αέρα, μπορεί να συμπαρασυρθούν από βροχή και να κατέβουν στο έδαφος (γι' αυτό μετά τη βροχή η ατμόσφαιρα φαίνεται πιο καθαρή) μπορεί και να ενωθούν και με άλλα παρόμοια σωματίδια και να δημιουργήσουν συσσωματώματα, που μια και είναι βαρύτερα καθιζάνουν στο έδαφος.

1.7 Διατάξεις ελέγχου της σωματιδιακής ρύπανσης

Υπάρχει μια μεγάλη σειρά από διατάξεις ελέγχου της αέριας σωματιδιακής ρύπανσης. Ο γενικός κανόνας είναι όσο μεγαλύτερο είναι το σωματίδιο τόσο πιο εύκολα συλλαμβάνεται. Υπάρχει μια αξιοσημείωτη εξαίρεση, στην οποία θα αναφερθούμε πιο κάτω.

Οι διατάξεις αυτές χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον μηχανισμό που χρησιμοποιείται για την παγίδευση των σωματιδίων. Είναι οι εξής:

- Συγκέντρωση σε στερεές επιφάνειες.
- Παγίδευση με φίλτρα.
- Παγίδευση με νερό, σε διατάξεις που ονομάζονται πλυντρίδες.

1.8 Συλλογή σωματιδίων σε στερεές επιφάνειες

Η κατηγορία αυτή διατάξεων χρησιμοποιεί κάποια δύναμη για να υποχρεώσει τα σωματίδια να πάνε προς μια σταθερή επιφάνεια. Στην επιφάνεια αυτή συλλογής τα σωματίδια συσσωματώνονται, γίνονται μεγαλύτερα, με αποτέλεσμα να καθιζάνουν και να συλλέγονται πιο εύκολα. Μην ξεχνάτε ότι όσο μεγαλύτερα τα σωματίδια, τόσο πιο εύκολη η συλλογή και απομάκρυνσή τους. Αν λοιπόν τα οδηγήσουμε σε κάποια επιφάνεια, εκεί θα συσσωματωθούν και θα συλλεγούν πιο εύκολα. Με ποιες όμως δυνάμεις και σε τι διατάξεις πετυχαίνουμε την εκτίναξη των σωματιδίων πάνω στις επιφάνειες συλλογής τους;

Οι δυνάμεις είναι τριών ειδών, όπως και οι αντίστοιχες διατάξεις. Αυτές είναι:

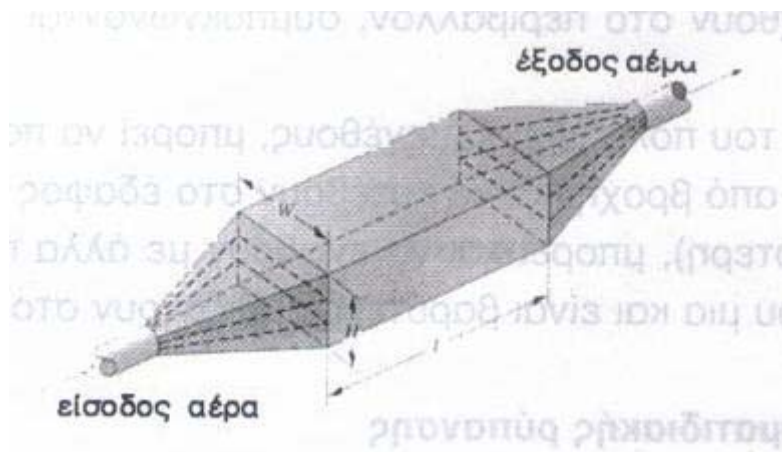
1. Οι ειδικές διαστολές σε σωληνώσεις, με μηχανισμό σύλληψης τη βαρυτική δύναμη.
2. Οι κυκλώνες, με αντίστοιχο μηχανισμό τη φυγόκεντρη δύναμη.
3. Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα, που η συλλογή- συσσωμάτωση γίνεται υπό την επίδραση ηλεκτροστατικών δυνάμεων.

Σε όλες τις περιπτώσεις τα σωματίδια θεωρείται ότι περιέχονται σε ένα ρεύμα αέρα που οδεύει σε σωληνώσεις, καμινάδες ή αεραγωγούς. Αν οι ρύποι βρίσκονται διάχυτοι στο περιβάλλον, τότε πρέπει να συλλεγούν σε κάποιο μηχανισμό αναρρόφησής τους με υποπίεση και να οδηγηθούν έτσι μέσα σε ένα κανάλι όπως το παραπάνω. Οι διατάξεις

συλλογής μπορεί να είναι βιομηχανικές σκούπες, ειδικές εύκαμπτες ή σταθερές χοάνες, που αναρροφούν αέρα από ένα χώρο στον οποίο εκλύονται σωματίδια, και γενικά διατάξεις που με την υποπίεση που δημιουργούν αναρροφούν τον αέρα από τον ρυπασμένο χώρο.

1.9 Διαστολές σε σωληνώσεις

Στη διάταξη αυτή ο αέρας, που μεταφέρει τα σωματίδια μέσα από μια σωλήνωση, οδηγείται σε κάποια διαστολή. Μια τέτοια διαστολή φαίνεται στο σχήμα.



Σχήμα 2: Καθίζηση σωματιδίων σε διαστολή σωλήνωσης.

Στη διαστολή αυτή η ταχύτητα του αέρα μειώνεται απότομα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα σωματίδια να επιβραδύνονται και να καταπίπτουν, υπό την επίδραση της βαρύτητας, στη βάση της διαστολής, όπου και συλλέγονται.

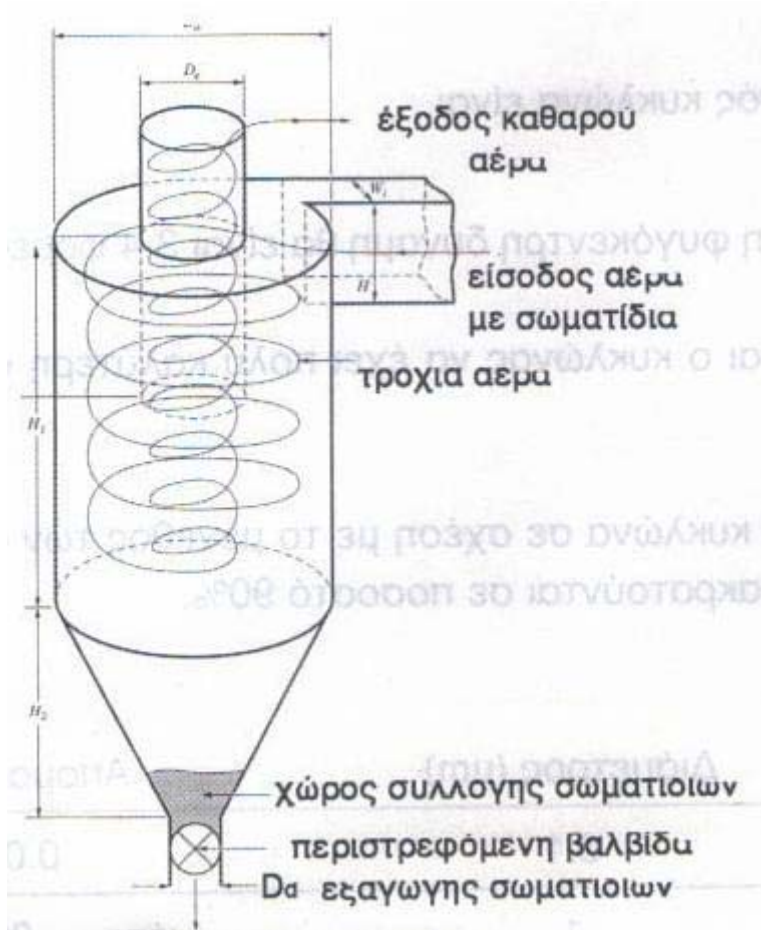
Η διάταξη αυτή είναι αρκετά φθηνή στην κατασκευή. Το κόστος της είναι της τάξης μερικών χιλιάδων ευρώ. Η αποτελεσματικότητά της είναι αξιόλογη μόνο σε σχετικά μεγάλα σωματίδια. Παγίδες αυτού του τύπου είναι αποτελεσματικές μόνο σε σχετικά μεγάλα σωματίδια (>50 μ m). Αυτό φαίνεται και στον επόμενο πίνακα, όπου φαίνεται η σχέση ανάμεσα στο ποσοστό παρακράτησης των σωματιδίων και στο μέγεθός τους. Επιπλέον, οι διαστολές χαρακτηρίζονται από δυσκολία στον καθαρισμό τους και στην απομάκρυνση των σωματιδίων που έχουν συλλεγεί. Ένα ακόμη μειονέκτημά τους είναι η σημαντική πτώση πίεσης που χαρακτηρίζει τη λειτουργία τους. Η πτώση της πίεσης έχει ως αποτέλεσμα να χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για την κίνηση του αέρα μέσα από τις σωληνώσεις.

Πίνακας 1: Η απόδοση της διαστολής σε σχέση με το μέγεθος των σωματιδίων. Παρατηρούμε ότι ακόμη και μεγάλα σωματίδια (50 μ m) κατακρατούνται μόνο περίπου κατά το μισό.

| Διάμετρος (μ m) | Απομάκρυνση |
|----------------------|-------------|
| 1 | 0,03% |
| 10 | 3% |
| 30 | 24% |
| 50 | 53% |

1.10 Κυκλώνες

Οι κυκλώνες χρησιμοποιούν την φυγόκεντρη δύναμη ως μηχανισμό συλλογής σωματιδίων πάνω στο κυλινδρικό τους τοίχωμα. Πρόκειται για σχετικά φθηνές, μεταλλικές κατασκευές, που χρησιμοποιούνται εκτεταμένα, τόσο μέσα σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όσο και στο τέλος καμινάδων σε κτίρια, για να κατακρατήσουν τα σωματίδια των εξερχόμενων απαερίων. Ο κυκλώνας φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα : Ο κυκλώνας

Ο αέρας εισέρχεται μέσα στον κυκλώνα από το στόμιο στο πάνω μέρος του. Στη συνέχεια, υποχρεώνεται να στροβιλιστεί πάνω στο κυλινδρικό τοίχωμα. Ο στροβιλισμός αυτός αναπτύσσει φυγόκεντρες δυνάμεις πάνω στα σωματίδια, που εκτινάσσονται πάνω στο στερεό τοίχωμα, συσσωματώνονται και καθιζάνουν προς το δοχείο – σακί συλλογής στη βάση του κυκλώνα. Ο καθαρός αέρας, απαλλαγμένος από ένα μεγάλο μέρος από τα σωματίδια, εξέρχεται από τον κεντρικό σωλήνα και από το πάνω μέρος του κυκλώνα και οδηγείται είτε στην ατμόσφαιρα είτε σε κάποιο φίλτρο για να συνεχισθεί η επεξεργασία και η απομάκρυνση και άλλων σωματιδίων αν η ποιότητα του αέρα που βγαίνει από τον κυκλώνα δεν είναι ικανοποιητική.

Ο κυκλώνας είναι περισσότερο αποτελεσματικός από τις διαστολές- παγίδες, που είδαμε πιο πάνω. Ο λόγος για την καλύτερη αυτή συμπεριφορά είναι ότι οι φυγόκεντρες δυνάμεις που αναπτύσσονται στους κυκλώνες και που αποτελούν το μηχανισμό εκτίναξης

και συλλογής των σωματιδίων, είναι ισχυρότερες από τις βαρυτικές δυνάμεις που χαρακτηρίζουν τα αντίστοιχα φαινόμενα στις παγίδες – διαστολές. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί πολύ εύκολα.

Η φυγόκεντρη δύναμη δίνεται από τη σχέση : $F_{\text{φυγ.}}=2 m u^2/D$, όπου m η μάζα του σωματιδίου, u είναι η γραμμική ταχύτητα και D η διάμετρος του κυκλώνα.

Αντίστοιχα η δύναμη της βαρύτητας είναι:

$F_{\text{βαρ.}}= mg$, όπου m η μάζα του σωματιδίου και g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Άρα η σχέση του είναι:

$F_{\text{φυγ.}}/F_{\text{βαρ.}}=2u^2/Dg$

Αν λάβει κανείς υπόψη του ότι μια τυπική ταχύτητα του σωματιδίου σε ένα ρεύμα αέρα είναι: $U=4\text{m/sec}$ και η διάμετρος ενός κυκλώνα είναι: $D=1\text{m}$

Εύκολα προκύπτει ότι η φυγόκεντρη δύναμη θα είναι 3-4 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη βαρυτική.

Το αποτέλεσμα θα είναι ο κυκλώνας να έχει πολύ καλύτερη συμπεριφορά, η οποία αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας : η απόδοση του κυκλώνα σε σχέση με το μέγεθος των σωματιδίων. Παρατηρούμε ότι σωματίδια 10 μm κατακρατούνται σε ποσοστό 90%.

| Διάμετρος (μm) | Απομάκρυνση |
|-----------------------------|-------------|
| 0,1 | 0,03% |
| 1 | 3% |
| 3 | 19% |
| 5 | 44% |
| 10 | 90% |

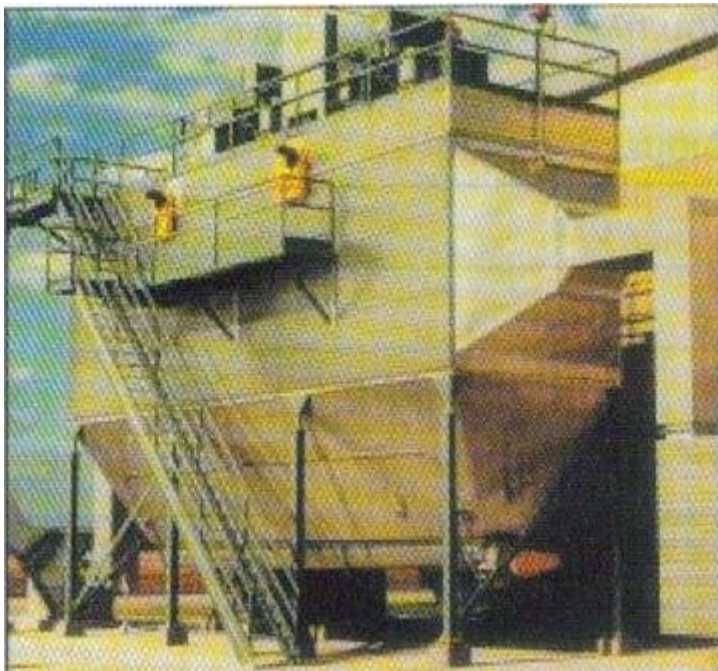
Το κόστος του κυκλώνα είναι επίσης χαμηλό. Πολλές βιομηχανίες κατασκευάζουν τους κυκλώνες που χρειάζονται στις εγκαταστάσεις τους μόνες τους.

1.11 Ηλεκτροστατικά φίλτρα.

Αντίθετα με τις δύο προηγούμενες διατάξεις των παγίδων- διαστολών και των κυκλώνων, η λειτουργία του ηλεκτροστατικού φίλτρου βασίζεται σε ηλεκτροστατικές και όχι μηχανικές δυνάμεις.

Η αρχή λειτουργίας του φίλτρου αυτού είναι η εξής. Καθώς τα σωματίδια διέρχονται μέσα από ένα ισχυρό ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται ανάμεσα σε δύο πλάκες, φορτίζονται ηλεκτροστατικά και με τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις που αναπτύσσονται οδεύουν πάνω στις πλάκες, όπου και πάλι συσσωματώνονται, γίνονται μεγαλύτερα και καθιζάνουν πιο εύκολα.

Μία εγκατάσταση ηλεκτροστατικού φίλτρου φαίνεται και στο σχήμα.



Σχήμα : Ηλεκτροστατικό φίλτρο

Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα είναι πολύ πιο δαπανηρές διατάξεις και έχουν και σημαντικό λειτουργικό κόστος, αφού χρειάζονται την παρουσία ενός ισχυρού ηλεκτρικού πεδίου για να λειτουργήσουν και να συλλέξουν τα σωματίδια, εκτρέποντάς τα από την πορεία τους. Γι' αυτό και η χρήση τους είναι αρκετά πιο σπάνια και μόνο σε περιπτώσεις, που η εκπομπή σωματιδίων είναι πολύ μεγάλη και οι προηγούμενες διατάξεις δεν επαρκούν για τον διαχωρισμό τους από τον αέρα. Τυπικές χρήσεις ηλεκτροστατικών φίλτρων είναι στους σταθμούς ηλεκτρικής ενέργειας, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται κάρβουνο, αλλά και υγρά καύσιμα (πετρέλαιο, μαζούτ).

Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις σωματιδίων πολύ μικρών διαστάσεων, που είναι αδύνατον να συλληφθούν με τις προηγούμενες διατάξεις. Οι μηχανικές διατάξεις των παγίδων διαστολής και των κυκλώνων δεν έχουν καμία επίπτωση σε σωματίδια στην περιοχή αυτή. Σ' αυτές τις διαστάσεις, που δεν υπάρχει άλλη εναλλακτική λύση, χρησιμοποιούνται τα ηλεκτροστατικά φίλτρα.

Ο βαθμός απομάκρυνσης των σωματιδίων από ένα ηλεκτροστατικό φίλτρο φαίνεται στο παρακάτω πίνακα. Παρατηρούμε την σημαντική ικανότητα διαχωρισμού που έχουν αυτές οι συσκευές ακόμη και στην περίπτωση εξαιρετικά μικρών σωματιδίων.

Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα είναι μια ακριβή λύση που το κόστος της, ανάλογα με την παροχή και τη σύσταση των αερίων που επεξεργάζονται, μπορεί να ανέρχεται μέχρι και σε χιλιάδες ευρώ. Έτσι δεν είναι μια λύση, που μπορεί να την επιλέξει η οποιαδήποτε μικρή βιομηχανική μονάδα.

Στη συνέχεια, θα δούμε μια άλλη σειρά από διατάξεις καθαρισμού του αέρα από τα σωματίδια, αυτή της φίλτρανσής του μέσα από κατάλληλα φίλτρα, που κατασκευάζονται από διάφορα υλικά (πανί, συνθετικά υλικά κ.α.). Τα φίλτρα αυτά χρησιμοποιούνται πάρα πολύ συχνά στη βιομηχανία, ενώ η συνηθέστερη μορφή τους είναι αυτή του σακόφιλτρου, όπως λέγεται. Πολύ συχνά χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με κυκλώνες. Οι κυκλώνες συλλαμβάνουν τα σχετικά σωματίδια και στη συνέχεια ο αέρας φιλτράρεται μέσα από τα σακόφιλτρα για να απαλλαγεί από τα λεπτότερα σωματίδια που περιέχει.

Ο πίνακας που ακολουθεί αποτυπώνει την απόδοση του ηλεκρόφιльтρου σε σχέση με το μέγεθος των σωματιδίων.

| Διάμετρος (μm) | Απομάκρυνση |
|----------------|-------------|
| 0,1 | 12% |
| 0,5 | 48% |
| 1 | 73% |
| 3 | 98% |
| 5 | 100% |

Παρατηρούμε ότι το ηλεκτρόφιльтρο έχει πολύ καλούς βαθμούς συγκράτησης σωματιδίων. Όλα τα σωματίδια μεγέθους 5μm συγκρατούνται στο φίλτρο. Το φίλτρο έχει καλή λειτουργία ακόμη και για σωματίδια μεγέθους κοντά στο 1μm.

1.12 Φίλτραση του αέρα και σχετικές διατάξεις

Φαντασθείτε ένα πανί, που η ύφανση του περιέχει πολύ μικρές οπές, για παράδειγμα οπές 100μm. Ένα σωματίδιο, που θα προσκρούσει σε αυτό το πανί και που έχει διάσταση πολύ μικρότερη από 100μm θα συλληφθεί και θα παραμείνει πάνω στο πανί. Με αυτόν τον τρόπο, πετυχαίνεται η απομάκρυνση σωματιδίων που έχουν τυπική διάσταση μεγαλύτερη από την αντίστοιχη το πανιού.

Το πανί αυτό μπορεί να είναι από διάφορα υλικά. Συνήθως χρησιμοποιούνται κατηγορίες πλαστικών υλικών (πολυαμίδιο, πολυπροπυλένιο, πολυεστέρας, ακρυλικό), αλλά και υλικά όπως βαμβάκι, μαλλί, γυαλί, τεφλόν.

Το πρόβλημα με τον παραπάνω μηχανισμό είναι ότι δεν είναι καθόλου εύκολη και οικονομική η κατασκευή υλικών με τυπική διάσταση ίση με μερικά μικρά (και όχι 100 μικρά όπως στο παραπάνω ρεαλιστικό παράδειγμα).

Ευτυχώς όμως που τελικά τα φίλτρα μπορούν και λειτουργούν πάρα πολύ καλά, ακόμα και με σωματίδια διαμέτρου μόλις μερικών μικρών, μικρότερων από τις οπές του φιλτρόπανου. Ενώ με πρώτη ματιά θα περίμενε κανείς τα σωματίδια αυτά να διέρχονται ανεμπόδιστα μέσα από το υλικό του φίλτρου, τελικά ένας άλλος δευτερογενής μηχανισμός, προκαλεί την αναχαίτιση τους πάνω στο υλικό του φίλτρου. Πώς όμως γίνεται αυτό;

Όταν ο βρώμικος αέρας αρχίσει να προσβάλλει ένα φιλτρόπανο, τα μικρά σωματίδια αρχικά διαφεύγουν από την άλλη πλευρά του πανιού. Τα μεγαλύτερα όμως σωματίδια παγιδεύονται πάνω στο φίλτρο. Καθώς το φαινόμενο συνεχίζεται, στην επιφάνεια του φίλτρου αρχίζει και δημιουργείται ένα στρώμα σωματιδίων, ένα κέικ, όπως συνηθίζει να λέγεται, το οποίο αποτελείται από τα μεγαλύτερα σωματίδια. Το ενδιαφέρον σημείο όμως είναι ότι το ίδιο **το κέικ αρχίζει να λειτουργεί ως φίλτρο!** Ο αέρας, καθώς προσκρούει στο φίλτρο, δεν έρχεται σε επαφή με τον πανί, αλλά με το κέικ. Άρα, οι οπές που σχηματίζονται πάνω στο κέικ καθορίζουν τι θα περάσει και τι όχι, όχι οι μεγαλύτερες οπές του φιλτρόπανου. Η φίλτραση δηλαδή γίνεται στην ουσία στην επιφάνεια του κέικ και όχι στην επιφάνεια του πανιού. Και οι μέσες οπές στην επιφάνεια του κέικ είναι πολύ μικρότερες. Γι' αυτό και το φίλτρο τελικά είναι πολύ αποτελεσματικό στην κατακράτηση ακόμα και των μικρών σωματιδίων.

Επειδή η ενεργή επιφάνεια είναι η επιφάνεια του κέικ και όχι του πανιού, τα φίλτρα αυτού του τύπου λέγονται **φίλτρα επιφάνειας**.

Κατασκευαστικά η πιο συνηθισμένη διαμόρφωση των φίλτρων αυτού του τύπου είναι τα σακόφιλτρα, που χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στη βιομηχανία. Το επόμενο σχήμα δείχνει τη μορφή ενός τέτοιου φίλτρου.

Παρατηρούμε τα πολλά σακιά που χρησιμοποιούνται μέσα στο φίλτρο αυτό. Όσο περισσότερα σακιά, τόσο περισσότερο αέρα θα μπορούμε να περάσουμε και να

καθαρίσουμε μέσα από το φίλτρο, αφού σε κάθε σακί θα δημιουργηθεί δευτερογενώς ένα νέο φίλτρο-κέικ, που, όπως είπαμε πιο πάνω, αναλαμβάνει να παίξει το ρόλο του φίλτρου.

Τα σακόφιλτρα που βασίζουν τη λειτουργία τους στο παραπάνω φαινόμενο είναι σχετικά φθηνές εγκαταστάσεις, που είναι ταυτόχρονα πολύ αποτελεσματικές σε περιπτώσεις μικρών σωματιδίων. Θα μπορούσε να ρωτήσει κανείς μέχρι ποιες διαστάσεις μπορούμε να ελπίζουμε ότι θα απομακρύνουμε με τέτοιου είδους φίλτρα. Ένα μικρό, δέκατα του μικρού ή δεκάδες μικρά;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, πρέπει πρώτα να διευκρινίσουμε ότι οι μηχανισμοί συλλογής των σωματιδίων πάνω στο κέικ είναι δύο βασικών τύπων. Υπάρχει ο κλασικός μηχανισμός που περιγράψαμε πιο πάνω και που συχνά λέγεται αδρανειακός. Ένα σωματίδιο προσκρούει πάνω σε άλλα και συλλαμβάνεται στην επιφάνεια τους, αφού δεν μπορεί να περάσει μέσα από τις οπές που δημιουργούνται ανάμεσα τους. Υπάρχει όμως και ένας άλλος, που αφορά πολύ μικρά σωματίδια, τυπικής διάστασης δεκάτων του μικρού. Αυτά τα σωματίδια εκτός από την ταχύτητα τους, εκτελούν, λόγω του μικρού μεγέθους τους, και μια έντονα ταλαντωτική κίνηση γύρω από τη διεύθυνση κίνησης τους. Η κίνηση αυτή λέγεται κίνηση Brown και χαρακτηρίζει, όπως είπαμε, όλα τα πολύ μικρά σωματίδια. Ένα λοιπόν τέτοιο σωματίδιο, αν προσκρούσει πάνω στο φίλτρο, μπορεί να συλληφθεί ακριβώς λόγω της ταλαντωτικής αυτής κίνησης. Ακόμη και αν η διάσταση του είναι μικρότερη από την οπή που συναντά πάνω στο κέικ, η κίνηση Brown το εκτινάσσει πάνω στο κέικ του φίλτρου, όπου και συλλαμβάνεται.

Υπάρχει λοιπόν ένα παράδοξο στα σακόφιλτρα και γενικότερα σε κάθε τύπο φίλτρου επιφάνειας, Έχουν πολλή καλή συμπεριφορά σε σχετικά μεγάλα σωματίδια, άνω των 2-3 μικρών (λόγω αδρανειακής αναχαίτισης τους) και επίσης πολύ καλή συμπεριφορά σε πολύ μικρά σωματίδια δεκάτων του μικρού (λόγω της έντονης ταλαντωτικής τους κίνησης). Εντούτοις, η απόδοση τους στην περιοχή του 1 μm είναι μάλλον περιορισμένη, γιατί κανένας από τους δύο μηχανισμούς απομάκρυνσης δεν είναι αρκετά ισχυρός (σχετικά μικρό σωματίδιο που περνάει εύκολα από τις οπές του κέικ, όχι όμως τόσο μικρό που να ταλαντώνεται και να συλλαμβάνεται λόγω της ταλάντωσης Brown).

1.13 Ο καθαρισμός των φίλτρων

Είδαμε πιο πάνω ότι το κέικ που, σταδιακά δημιουργείται πάνω στην επιφάνεια του φίλτρου, έχει ευεργετική επίδραση στη φίλτρανση, αφού ελαττώνει το μέγεθος της οπής που βλέπουν τα σωματίδια που προσκρούουν πάνω του. Καθώς όμως μεγαλώνει το κέικ τόσο αυξάνεται και η πτώση πίεσης του αέρα κατά την διόδο του μέσα από το φίλτρο. Από ένα σημείο και πέρα, η αύξηση αυτή της πτώσης πίεσης του αέρα μπορεί να γίνει πολύ σημαντική, με αποτέλεσμα ο αέρας να ρέει αργά μέσα στα δίκτυα και όλη η λειτουργία του συστήματος να γίνεται προβληματική. Για το λόγο αυτό είναι ανάγκη να γίνεται καθαρισμός του κέικ σε τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να αποκαθίσταται η πίεση στην έξοδο του φίλτρου.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να καθαρίσει το φίλτρο. Ένας τρόπος είναι με μηχανικά χτυπήματα και δονήσεις που αποκολλούν το κέικ και αποκαθιστούν την πίεση στο δίκτυο. Πρόκειται πια για μάλλον σπάνια μέθοδο.

Ένας πιο συνηθισμένος τρόπος είναι να χρησιμοποιείται ρεύμα αντιθέτου ροής, που αποκολλά το κέικ πάνω από το πανί.

Ο πιο διαδεδομένος όμως καθαρισμός γίνεται με φυσικά αέρα πάνω στα πανιά του φίλτρου με κρουστικό τρόπο, που διαρκεί δηλαδή λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου. Υπάρχουν ειδικές ηλεκτροβάνες που, σε τακτά χρονικά διαστήματα, τα οποία ρυθμίζονται από τον ελεγκτή του συστήματος καθαρισμού, ανοίγουν και φυσάνε συμπιεσμένο αέρα πάνω στα πανιά του φίλτρου, με αποτέλεσμα να αποκολλάται ένα μέρος από το κέικ και να πέφτει σε ένα δοχείο συλλογής στη βάση του φίλτρου.

Η ρύθμιση του χρονισμού του συστήματος χρειάζεται προσοχή , γιατί πολύ συχνός καθαρισμός έχει ως αποτέλεσμα από τη μία πλευρά ενδεχόμενη υπερβολική αποκόλληση του κέικ από το πανί και από την άλλη πλευρά υπερβολική κατανάλωση ενέργειας (ο αέρας κοστίζει πολύ για να συμπιεσθεί!). Αν πάλι ο καθαρισμός δεν γίνεται όσο συχνά χρειάζεται το αποτέλεσμα θα είναι , όπως είπαμε να πέσει η πίεση στο δίκτυο λόγω μεγάλων απωλειών πάνω στα υπερβολικά μεγάλα κέικ, πράγμα που επίσης είναι ανεπιθύμητο.

1.14 Οι πλυντρίδες

Η τελευταία μέθοδος απομάκρυνσης των στερεών σωματιδίων από τον αέρα που τα περιέχει είναι η πλύση του αέρα μέσα σε ειδικές διατάξεις , που ονομάζονται πλυντρίδες .Μια τέτοια πλυντρία φαίνεται στο επόμενο σχήμα, Παρατηρούμε τους δύο μεγάλους σωλήνες στην κορυφή της εγκατάστασης . Πρόκειται για την εισαγωγή και εξαγωγή του αέρα στην πλυντρίδα . Η πλύση γίνεται με νερό που καταιονίζεται εσωτερικά, ώστε να συμπαρασύρονται τα σωματίδια στη βάση της πλυντρίδας . Από τη βάση , με μία μεταφορική βίδα, η 'λάσπη' με τα σωματίδια μεταφέρεται στο δοχείο , που φαίνεται στα αριστερά.



Σχήμα : Απομάκρυνση στερεών σωματιδίων με καταιονισμό νερού σε πλυντρίδα

1.15 Οι πτητικές οργανικές ουσίες (ΠΟΟς)

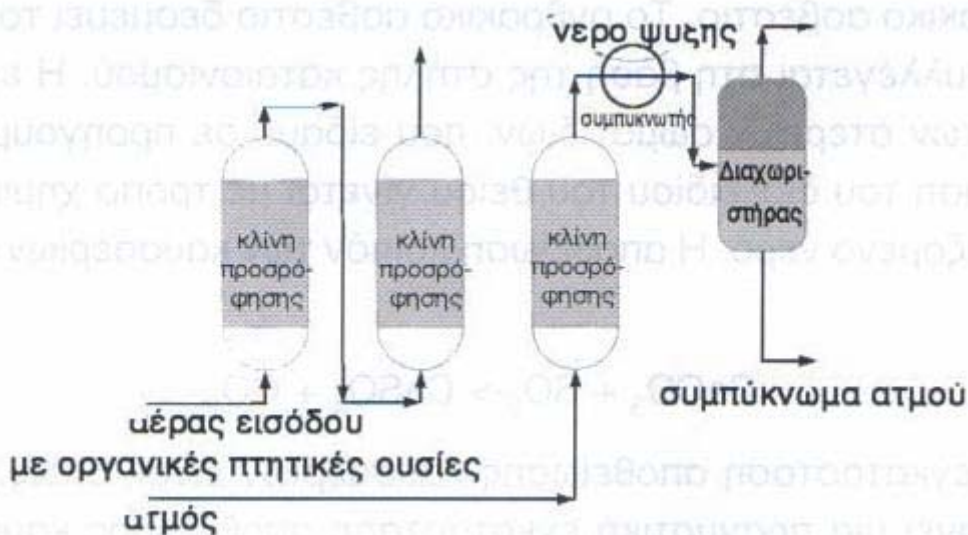
Οι πτητικές οργανικές ουσίες είναι κατά βάση ελαφροί υδρογονάνθρακες, που έχουν στο μόριο τους άτομα οξυγόνου, αζώτου ή θείου. Μία κλασική βιομηχανική διεργασία, που συνήθως εκτυλίσσεται σε περιβάλλον με υψηλές συγκεντρώσεις από ΠΟΟς, είναι η βαφή.

Υψηλές συγκεντρώσεις των ουσιών αυτών μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στη υγεία, όπως ζάλες, πονοκέφαλο, τάση για εμετό κτλ. Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις δεν αποκλείεται να έχουν και τοξική δράση με ακόμη σοβαρότερες και μόνιμες επιπτώσεις στη υγεία. Επιπλέον, οι περισσότερες από τις ουσίες που εντάσσονται στην κατηγορία των πτητικών οργανικών, συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, που περιγράφηκε πιο πάνω.

Ο έλεγχος των εκπομπών των ουσιών αυτών στο περιβάλλον γίνεται με πολλούς τρόπους. Η καλή στεγάνωση των χώρων, όπου περιέχονται, είναι πάντα πολύ σημαντική προϋπόθεση για να αποφεύγονται οι διαρροές, που εκτός από τα άλλα ισοδυναμούν συχνά και με σπατάλη πολύτιμων πρώτων υλών. Ίσως η χαρακτηριστικότερη περίπτωση διαφυγής μεγάλων ποσοτήτων από τις ουσίες αυτές στο περιβάλλον είναι τα βενζινάδικα, τόσο κατά την τροφοδοσία τους από τα βυτία, όσο και κατά την τροφοδοσία από αυτά αυτοκίνητων κτλ. Εκτιμάται ότι στις ΗΠΑ διαφεύγουν ετήσια στο περιβάλλον από τα βενζινάδικα πτητικοί υδρογονάνθρακες, που ισοδυναμούν με 400.000 λίτρα βενζίνη. Και αυτό, παρά το γεγονός ότι λαμβάνονται πολλά μέτρα για να μην εκτονώνονται οι ουσίες αυτές στο περιβάλλον κατά την παραλαβή και πώληση καυσίμων (στεγανές δεξαμενές, διπλοί αγωγοί που να μεταφέρουν τις πτητικές ουσίες που εκτοπίζονται από τις δεξαμενές, όταν τροφοδοτούνται με υγρά καύσιμα στο ίδιο το βυτιοφόρο, κτλ.).

Η καύση των πτητικών ουσιών σε φλόγιστρα ή άλλες διατάξεις μπορεί να αποτελεί μία λύση, στη θέση της ανεξέλεγκτης απόρριψης στο περιβάλλον. Θα έχετε ασφαλώς παρατηρήσει τις φλόγες, διάφορων χρωμάτων, στην κορυφή καμινάδων στα διυλιστήρια (χώροι που εξ ορισμού χαρακτηρίζονται για τις κατεξοχήν υψηλές συγκεντρώσεις πτητικών οργανικών ουσιών). Αυτό που γίνεται στις καμινάδες αυτές είναι η καύση τέτοιου τύπου ουσιών, ώστε να μη διαφεύγουν στο περιβάλλον, με όλες τις επιπτώσεις που αναφέραμε πιο πάνω.

Μία πολύ συνηθισμένη μέθοδος απομάκρυνσης των ουσιών αυτών από τον αέρα είναι με προσρόφησή τους στην επιφάνεια ειδικών ενεργών υλικών, όπως ο ενεργός άνθρακας. Ο ενεργός άνθρακας έχει την ικανότητα να δεσμεύει πάνω στην επιφάνειά του τις πτητικές οργανικές ουσίες, καθαρίζοντας το διερχόμενο αέρα που τις περιέχει. Το ενδιαφέρον είναι ότι ο ενεργός άνθρακας είναι ένα από τα περισσότερο πορώδη υλικά στη φύση. Είναι εντυπωσιακό ότι ένα γραμμάριο ενεργού άνθρακα έχει ένα στρέμμα επιφάνεια (εσωτερικά και εξωτερικά) εκτεθειμένη στον αέρα! Αντιλαμβάνεσθε, λοιπόν, ότι ο αέρας που περνάει μέσα από μία σχετικά μικρή στήλη ενεργού άνθρακα, περνάει στην ουσία από εκατοντάδες στρέμματα "ενεργή" επιφάνεια, πάνω στην οποία θα προσροφηθούν οι πτητικές οργανικές ουσίες που περιέχει. Η διεργασία αυτή φαίνεται στο επόμενο σχήμα



Σχήμα : Προσρόφηση πτητικών οργανικών ουσιών σε ενεργό άνθρακα. Οι δύο πρώτες στήλες κατακρατούν τις ΠΟΟς πάνω στον ενεργό άνθρακα, κατά τη διαβίβαση του αέρα μέσα απ' αυτές. Μπορούμε ακόμη να καθαρίσουμε τις στήλες και να ανακτήσουμε τους πτητικούς υδρογονάνθρακες με ένα ρεύμα από ατμό, ο οποίος παρασύρει τις ΠΟΟς μέσα από τις στήλες. Αυτό παριστάνεται στην τρίτη στήλη. Στη συνέχεια, αφού ψύξουμε κατάλληλα και συμπυκνώσουμε το μείγμα ατμού/ ΠΟΟς, παίρνουμε τους πτητικούς υδρογονάνθρακες στο πάνω μέρος του διαχωρηστήρα αφού αυτοί είναι ελαφρότεροι και μη διαλυτοί μέσα στο νερό.

Μία ακόμη εναλλακτική μέθοδος απομάκρυνσης των πτητικών οργανικών ουσιών από τον αέρα είναι με συμπύκνωσή τους και συλλογή τους υπό υγρή μορφή. Η μέθοδος αυτή είναι, ωστόσο, εξαιρετικά ενεργοβόρα και δε χρησιμοποιείται παρά σε σπάνιες περιπτώσεις. Η ψύξη του αέρα σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, που απαιτούνται για να υγροποιηθούν οι πτητικές ουσίες που περιέχει, χρειάζεται υπερβολικά υψηλές ποσότητες ενέργειας, που καθιστούν τη μέθοδο απαγορευτική στις περισσότερες περιπτώσεις.

Τέλος, η αντικατάσταση των ουσιών αυτών με άλλες, φιλικότερες προς το περιβάλλον, αποτελεί και την πιο ριζική λύση των προβλημάτων που συνοδεύουν τη χρήση τους. Βαφές, που δε χρησιμοποιούν οργανικούς διαλύτες και είναι υδατοδιαλυτές, είναι μία τυπική περίπτωση αντικατάστασης της χρήσης των πτητικών οργανικών ουσιών (ως διαλύτες στο συγκεκριμένο παράδειγμα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.0 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ S02 ΚΑΙ ΤΟΥ NOx ΣΤΗΝ ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ ΚΑΙ ΤΟ ΝΕΦΟΣ

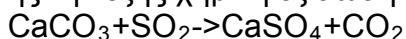
2.1 Το διοξείδιο του θείου (S02)

Το διοξείδιο του θείου είναι ένας από τους περισσότερο γνωστούς ρύπους, μια και βαρύνεται σε μεγάλο βαθμό για το φαινόμενο της όξινης βροχής και τις καταστροφές που έχουν προκληθεί από αυτό.

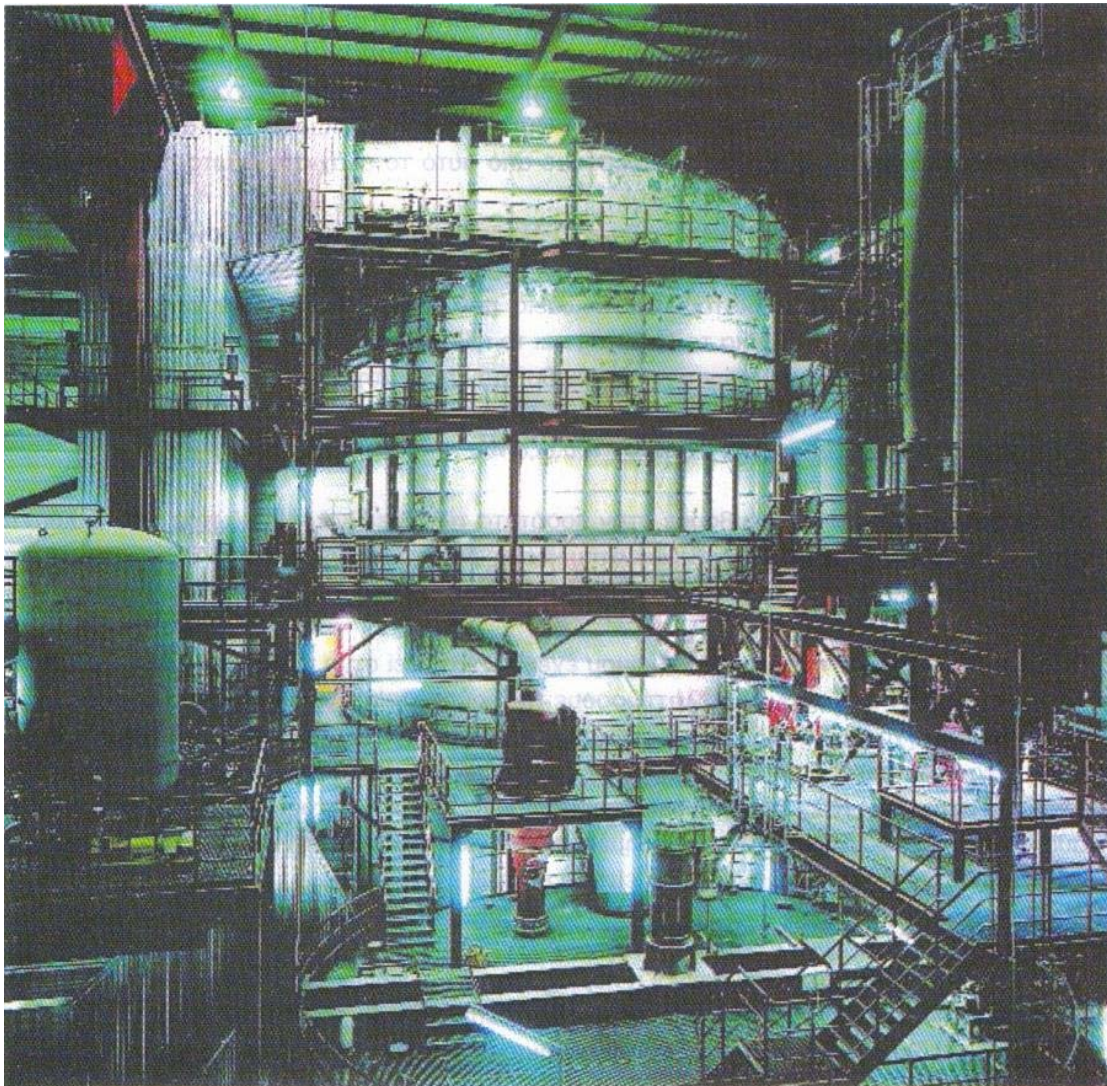
Η παρουσία του διοξειδίου του θείου στα καυσαέρια σχετίζεται αποκλειστικά με το θείο (S) που υπάρχει μέσα στο πετρέλαιο και που, κατά την καύση, μετασχηματίζεται σε διοξείδιο του θείου. Το αέριο αυτό με την υγρασία του αέρα δημιουργεί θειικό οξύ (H₂SO₄) που 'οξινίζει' τη βροχή.

Αποφασιστική λύση για τις εκπομπές του διοξειδίου του θείου θα ήταν η αποθείωση του πετρελαίου. Αυτό όμως είναι εξαιρετικά δαπανηρή διαδικασία, που θα ανέβαζε σημαντικά το τελικό κόστος των καυσίμων. Η σοβαρότητα όμως του προβλήματος του διοξειδίου του θείου έχει οδηγήσει σε κάποια μέτρα κατά το παρελθόν, όπως για παράδειγμα η απαγόρευση της χρήσης μαζούτ στις κεντρικές θερμάνσεις (το μαζούτ έχει ακόμη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε θείο από το Diesel), όπως και η χρήση καθαρότερων τύπων Diesel (μικρότερη περιεκτικότητα σε θείο). Σε μεγάλο βαθμό πια η ποιότητα του πετρελαίου καθορίζεται από την περιεκτικότητά του σε θείο. Όσο λιγότερο το θείο, τόσο καλύτερο το πετρέλαιο.

Όμως και η αποθείωση των καυσαερίων είναι μία διαδικασία τεχνικά περίπλοκη και οικονομικά δαπανηρή. Η βασική αρχή αποθείωσης των καυσαερίων είναι ο καταιονισμός του ρεύματος των καυσαερίων με νερό που περιέχει ανθρακικό ασβέστιο. Το ανθρακικό ασβέστιο δεσμεύει το διοξείδιο του θείου και παράγει γύψο, ο οποίος και συλλέγεται στη βάση της στήλης καταιονισμού. Η εγκατάσταση μοιάζει με την πλυντρίδα απομάκρυνσης των στερεών σωματιδίων, που είδαμε σε προηγούμενη παράγραφο. Η βασική διαφορά είναι ότι η δέσμευση του διοξειδίου του θείου γίνεται με τρόπο χημικό και όχι με απλό, φυσικό παρασυρμό από το καταιονιζόμενο νερό. Η αποθείωση λοιπόν των καυσαερίων έχει στη βάση της την εξής χημική εξίσωση



Εντούτοις, η τυπική εγκατάσταση αποθείωσης καυσαερίων είναι, όπως είπαμε, αρκετά περίπλοκη. Το επόμενο σχήμα παριστάνει μία πραγματική εγκατάσταση αποθείωσης καυσαερίων, όπου φαίνεται το μέγεθος που μπορεί να έχει μία τέτοια εγκατάσταση.



Σχήμα : Τυπική εγκατάσταση αποθείωσης καυσαερίων

Αξίζει να σημειώσουμε ότι άλλες ουσίες, όπως η αμμωνία (NH_3) και το υδρόθειο (H_2S), απομακρύνονται πολύ πιο εύκολα, αφού διαλύονται μέσα σε νερό σε απλές στήλες απορρόφησης.

Το διοξείδιο του θείου δυστυχώς δεν είναι τόσο εύκολο στην απομάκρυνσή του από τα απαέρια της καύσης, αφού χρειάζονται πολύπλοκες και δαπανηρές εγκαταστάσεις, όπως αυτή του παραπάνω σχήματος!

2.2 Τα οξείδια του αζώτου (NO_x)

Τα οξείδια του αζώτου περιλαμβάνουν ένα μεγάλο πλήθος από ενώσεις του αζώτου με το οξυγόνο. Οι πιο σημαντικές είναι το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) και το μονοξείδιο του αζώτου (NO). Από κοινού αναφέρονται ως NO_x - οξείδια του αζώτου.

Ο μηχανισμός παραγωγής των οξειδίων του αζώτου διαφέρει πλήρως από αυτό των οξειδίων του θείου. Το άζωτο, που ενώνεται με το οξυγόνο για την παραγωγή τους, δε βρίσκεται στο πετρέλαιο (παρά σε ελάχιστες ίσως συγκεντρώσεις). Βρίσκεται στον ίδιο τον αέρα, ενώ στις υψηλές θερμοκρασίες, που επικρατούν στην περιοχή της καύσης, το άζωτο αυτό ενώνεται με το οξυγόνο του αέρα (και όχι του καυσίμου !) και παράγει τα οξείδια του αζώτου.

Άρα, τα οξείδια αυτά είναι ένα αναπόφευκτο προϊόν της καύσης και δε σχετίζονται με την ποιότητα του πετρελαίου, όπως στην περίπτωση του θείου. Ούτε αντίστοιχα υπάρχει

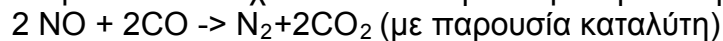
κάτι αντίστοιχο με την αποθείωση του πετρελαίου, αφού, και να αφαιρέσουμε από αυτό το ελάχιστο άζωτο που περιλαμβάνει, τα οξειδία του αζώτου θα είναι και πάλι τα ίδια.

Τα οξειδία του αζώτου αποτελούν μαζί με το ηλιακό φως τη λεγόμενη σκανδάλη του φωτοχημικού νέφους, που ταλαιπωρεί την Αθήνα τις ηλιόλουστες μέρες, όταν η κυκλοφορία των οχημάτων είναι μεγάλη. Το "νέφος" το απαρτίζουν εκατοντάδες ενώσεις, που παράγονται στη διάρκεια αντίστοιχα πολλών αντιδράσεων. Χωρίς όμως τα οξειδία του αζώτου και το ηλιακό φως ο μηχανισμός όλων αυτών των αντιδράσεων και η παραγωγή όλων αυτών των ουσιών θα ήταν αδύνατη.

2.3 Έλεγχος των εκπομπών των οξειδίων του αζώτου

Δύο τρόποι υπάρχουν για να παρέμβουμε στην ποσότητα των οξειδίων του αζώτου, που εκλύονται στην ατμόσφαιρα. Ο πρώτος είναι να παρέμβουμε στην ίδια τη διαδικασία της καύσης. Ο δεύτερος είναι να δεσμεύσουμε με κατάλληλους καταλύτες τα οξειδία αυτά από τα καυσαέρια. Και οι δύο χρησιμοποιούνται εκτενέστατα.

Κατά την καύση μίας ποσότητας καυσίμου έχει διαπιστωθεί ότι η παραγωγή των οξειδίων του αζώτου ελαττώνεται, όταν πετύχουμε να ελαττώσουμε τη θερμοκρασία της καύσης. Μία σοβαρή κατεύθυνση λοιπόν, για τον έλεγχο των οξειδίων του αζώτου είναι η καύση σε όσο το δυνατόν χαμηλότερη θερμοκρασία. Πολλές προσπάθειες εστιάζονται ακριβώς στην επίτευξη συνθηκών καύσης τέτοιων που να ευνοούν τη χαμηλή παραγωγή NOx. Σε καμιά όμως περίπτωση η επίτευξη μιας καλής, από τη συγκεκριμένη σκοπιά, καύσης δε θα εξαφανίσει τα NOx. Στο σημείο αυτό αναπτύχθηκε η τεχνολογία των καταλυτών για να δεσμεύσει τα NOx. Η καταλυτική αντίδραση είναι η εξής:



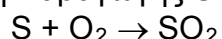
2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SOx) ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NOx)

2.4.1 Έλεγχος Οξειδίων του Θείου (SOx)

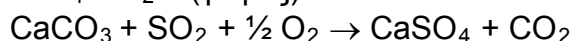
Αν εξαιρέσει κανείς τη μέθοδο της καύσης, ο διαχωρισμός των αιωρούμενων σωματιδίων και των VOC's από απαέρια γίνεται κύρια με φυσικές διεργασίες, οι οποίες δεν αλλάζουν τη σύσταση των συλλεγομένων ουσιών (σωματιδίων ή αερίων). Ο έλεγχος των οξειδίων του Θείου (SOx) και οξειδίων του Αζώτου (NOx) γίνεται κύρια χημικά. Κύρια πηγή παραγωγής SOx είναι τα (θερμοηλεκτρικά) εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η βιομηχανία γενικότερα ενώ κύρια πηγή παραγωγής NOx είναι τα αυτοκίνητα.

Βασικά όλα τα καύσιμα περιέχουν ένα ορισμένο ποσοστό θείου. Για παράδειγμα το ξύλο περιέχει ένα ποσοστό <0.1%, το κάρβουνο 0.5-3%, το πετρέλαιο μια ενδιάμεση τιμή μεταξύ αυτού που περιέχεται στο ξύλο και το κάρβουνο.

Η βασική αντίδραση παραγωγής SO₂ είναι:



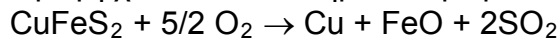
Ο τρόπος που δεσμεύεται το SO₂ και δεν ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα είναι η δημιουργία CaSO₄·2H₂O (γύψος):



Είναι σύνηθες να προσπαθούμε να μειώσουμε την περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο παρά να προσπαθούμε να δεσμεύσουμε το SO₂ μετά την καύση. Για παράδειγμα το θείο που περιέχεται στο **φυσικό αέριο** και το οποίο ευρίσκεται σε μορφή H₂S, μπορεί εύκολα να

διαχωριστεί σε μια στήλη απορρόφησης. Το υγρό που χρησιμοποιείται στη στήλη απορρόφησης πρέπει να είναι ελαφρώς αλκαλικό, π.χ. θαλασσινό νερό.

Κατά την παραγωγή χαλκού και σιδήρου παράγεται SO_2 σύμφωνα με την αντίδραση:



Τέτοια απαέρια μπορεί να περιέχουν SO_2 σε υψηλό ποσοστό (π.χ. 3-12 %). Το SO_2 μπορεί να μετατραπεί σε θειικό οξύ (H_2SO_4) σύμφωνα με την αντίδραση:



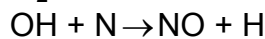
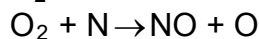
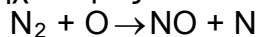
2.4.2 Έλεγχος Οξειδίων του Αζώτου (NO_x)

Υπάρχουν επτά οξειδία του αζώτου (NO , NO_2 , NO_3 , N_2O , N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5) εκ των οποίων τα **NO** και **NO₂** μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι τα σπουδαιότερα επειδή η συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα είναι υψηλότερη σε σχέση με τα άλλα οξειδία. Επίσης το N_2O είναι ένα έντονα θερμοκηπιακό αέριο. Τα οξειδία του αζώτου γενικά συμβολίζονται ως NO_x , όμως το σύμβολο αυτό κύρια αναφέρεται στα δύο οξειδία με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση (NO και NO_2).

Υπάρχουν δύο τρόποι σχηματισμού NO_x

- Ο θερμικός τρόπος, ο οποίος αναφέρεται στο σχηματισμό NO_x κατά τη διεργασία της καύσης όπου αντιδρά το ατμοσφαιρικό N_2 και O_2 σε υψηλές θερμοκρασίες σε θαλάμους καύσης.
- Όταν το Άζωτο αποτελεί συστατικό του ίδιου του καυσίμου δηλαδή όταν το καύσιμο περιέχει οργανικά δεσμευμένο άζωτο, τότε κατά την καύση σχηματίζεται NO_x .

Το πιο διαδεδομένο μοντέλο αντιδράσεων για το σχηματισμό του θερμικού NO_x είναι ο παρακάτω μηχανισμός Zeldovich.

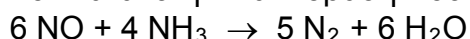


Αυτές οι αντιδράσεις συμβαίνουν ανεξάρτητα από την κύρια αντίδραση καύσης του καυσίμου και οφείλονται στην υψηλή θερμοκρασία που υπάρχει στη φλόγα. Πράγματι, NO_x δεν σχηματίζεται κάτω από 1800°C και η συγκέντρωσή τους αυξάνεται με τη θερμοκρασία.

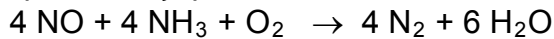
Ελαχιστοποίηση του σχηματισμού NO_x

Αφού ο σχηματισμός NO_x οφείλεται στην υψηλή θερμοκρασία, θα πρέπει η διεργασία της καύσης να σχεδιαστεί έτσι ώστε να περιοριστεί ο σχηματισμός τους. Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους όπως:

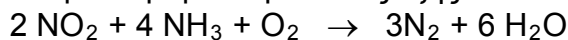
- Ελαχιστοποίηση του υπάρχοντος οξυγόνου στο θάλαμο καύσης για την παρεμπόδιση του σχηματισμού NO_x . Αυτό σημαίνει προσεκτική διοχέτευση αέρα για καύση με ελάχιστη περίσσεια.
- Επανακύκλωση των απαερίων καύσης, πράγμα το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της μέγιστης θερμοκρασίας της φλόγας και της ποσότητας του υπάρχοντος οξυγόνου.
- Εισαγωγή μέσω ακροφυσίων νερού υπό μορφή μικρών σταγονιδίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της θερμοκρασίας της φλόγας.
- Εισαγωγή αμμωνίας (NH_3) μέσα από ακροφύσια στο θάλαμο καύσης, οπότε προκαλείται ελάττωση του NO_x . Σήμερα χρησιμοποιείται η μέθοδος με την επιπρόσθετη χρησιμοποίηση καταλύτη (selective catalytic reduction). Η NH_3 εισάγεται μέσω ακροφυσίου μέσα στα απαέρια πριν τον καταλύτη. Η αντίδραση που επιτελείται είναι:



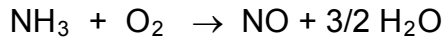
Αν υπάρχει περίσσεια οξυγόνου τότε



Το NO_2 ανάγεται με παρόμοιο τρόπο ως εξής:



Οι προηγούμενες αντιδράσεις μπορεί να πραγματοποιηθούν με την παρουσία ζεολίθων στους 700°F ή χωρίς καταλύτη σε φούρνο σε θερμοκρασίες μεταξύ 1600°F και 1800°F . Σε θερμοκρασίες πάνω από 1800°F η αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι:



Με τον τρόπο αυτό έχουμε τη δημιουργία μεγαλύτερου ποσού NO_x .

Πρέπει να σημειωθεί ότι πάντα διερευνούνται νέες μέθοδοι καταστροφής οξειδίων του Αζώτου.

Ο καταλύτης των αυτοκινήτων καινούργιας τεχνολογίας αποτελεί ένα παράδειγμα καταστροφής NO .



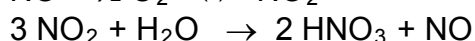
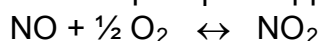
2.5 Σύγκριση οξειδίων του Αζώτου και οξειδίων του Θείου

Ομοιότητες

- Και οι δύο ομάδες οξειδίων αντιδρούν στην ατμόσφαιρα με το νερό (H_2O) και δημιουργούν οξέα τα οποία στη συνέχεια εναποτίθενται στο έδαφος με τη μορφή **όξινης βροχής**.
- Και οι δύο ομάδες οξειδίων μετά από χημικές αντιδράσεις στην ατμόσφαιρα οδηγούν στη δημιουργία **αεροζόλ**.
- Και οι δύο ομάδες οξειδίων υπόκεινται σε έλεγχο με βάση την περιβαλλοντική νομοθεσία επειδή δημιουργούν **αναπνευστικά προβλήματα** στον πληθυσμό.
- Εκλύονται στην ατμόσφαιρα από εγκαταστάσεις καύσης και κυρίως από εγκαταστάσεις καύσης άνθρακα (π.χ. **θερμοηλεκτρικούς σταθμούς**).

Διαφορές

- Τα οξείδια του θείου δημιουργούνται από την αντίδραση **προϋπάρχοντος θείου στο καύσιμο** μετά την αντίδρασή του με τον ατμοσφαιρικό οξυγόνο. Απομάκρυνση του θείου από την πηγή (καύσιμο) θα έλυσε το πρόβλημα της ρύπανσης από τα οξείδιά του. Τα οξείδια του αζώτου κατά 80-90 % δημιουργούνται κατά την καύση κυρίως με **αντίδραση του N_2 και του O_2 σε υψηλή θερμοκρασία**.
- Η δημιουργία των NO_x μπορεί να ελεγχθεί με μεταβολές στη **θερμοκρασία, περιεκτικότητα σε O_2 κατά την καύση και από την ταχύτητα καύσης**. Αυτό δεν είναι δυνατόν να γίνει με τα οξείδια του θείου.
- **Οι μηχανές εσωτερικής καύσης** (μέσα μεταφοράς όπως αυτοκίνητα, φορτηγά κτλ) εκπέμπουν τις **μεγαλύτερες ποσότητες NO_x** αλλά όχι SO_x .
- Η κατάληξη των SO_x είναι η δημιουργία CaSO_4 και **ταφή των αλάτων αυτών σε χλωματερές**. Η πιο σωστή διαχείριση των NO_x είναι η **αναγωγή τους σε N_2 και H_2O** .
- Το SO_2 είναι εύκολο να απομακρυνθεί με **απορρόφησή του σε αλκαλικό νερό**. Οι αντιδράσεις των NO_x για την απορρόφηση του NO_2 σε νερό ακολουθούν τη σειρά:



Η δεύτερη αντίδραση είναι **πολύ αργή** και **δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί** στην αντιρρυπαντική τεχνολογία για την απορρόφηση του NO_2 σε νερό.

2.6 Αντιδράσεις στην ατμόσφαιρα

Το NO είναι άχρωμο αέριο κατά πολύ λιγότερο τοξικό από το NO₂. Το NO₂ είναι καφέ αέριο το οποίο επιδρά δυσμενώς στο αναπνευστικό σύστημα. Συνήθως η ατμοσφαιρική ρύπανση από τα οξειδία του αζώτου αναφέρεται ως συγκέντρωση NO_x με αναφορά στη συγκέντρωση NO₂.

Η κύρια αντίδραση του NO₂ στην ατμόσφαιρα είναι η δημιουργία O₃.



Ως άλλοι φωτοχημικοί ρύποι εννοούνται NO₂, PAN (νιτρικά υπεροξυακτύλια), αλδεύδες κ.ά

2.7 Αποθείωση καυσαερίων

Ένας σπουδαίος ρόλος της ασβέστου στην προστασία του περιβάλλοντος και πιο ειδικά στην ελάττωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είναι η δυνατότητα αποθείωσης αεριοδών εκπομπών που προέρχονται από την καύση γαιανθράκων, αλλά και προϊόντων του πετρελαίου με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο. Η συμβολή της ασβέστου έγκειται στη δυνατότητα απομάκρυνσης των επιβλαβών για το περιβάλλον όξινων αερίων του SO₂, αλλά και δευτερευόντως του HCl από τα αέρια των καπναγωγών.

Στα πρώτα στάδια εφαρμογής της μεθόδου χρησιμοποιήθηκε λειοτριβημένος ασβεστόλιθος. Η ασβεστος είναι ωστόσο χημικά πιο ενεργή από τον ασβεστόλιθο και απαιτεί μικρότερο εξοπλισμό. Η αποτελεσματικότητα της απομάκρυνσης SO₂ χρησιμοποιώντας ασβεστο, κυμαίνεται μεταξύ 95 έως 99%, ενώ το ποσοστό απομάκρυνσης των ρύπων χρησιμοποιώντας ασβεστόλιθο είναι σημαντικά μικρότερο (Willis, 2002).

Υπάρχουν δυο κύριες μέθοδοι για την αποθείωση των καπναερίων. Η άνυδρη και η ένυδρη. Η ένυδρη μέθοδος καθαρισμού είναι πιο διαδεδομένη. Το 79% περίπου των συστημάτων αποθείωσης καπναερίων σε όλο τον κόσμο, χρησιμοποιούν την ένυδρη μέθοδο καθαρισμού με ασβεστο. Το 18% των μονάδων λειτουργούν με τη άνυδρη (ξηρή) μέθοδο καθαρισμού, και το υπόλοιπο μικρό ποσοστό χρησιμοποιεί άλλες διαδικασίες απορρόφησης των αερίων. Στην ένυδρη τεχνική η αποθείωση επιτυγχάνεται με την επαναλαμβανόμενη κυκλοφορία ενός υδαρούς διαλύματος ασβέστου ή ασβεστόλιθου ή και των δύο μαζί, σε ένα πύργο (δοχείο – σιλό) απορρόφησης, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη επαφή με τα καπναέρια. Τα προς καθαρισμό αέρια εισχωρούν στη βάση του πύργου και κινούνται ανοδικά διαμέσου των σταγονιδίων του υδαρούς διαλύματος που ψεκάζεται μέσα στον πύργο. Το SO₂ απορροφάται από το διάλυμα και στη συνέχεια κατακρημνίζεται ως υγρό CaSO₃, ενώ το καθαρισμένο αέριο εξέρχεται από την κορυφή του πύργου. Το άλας αυτό μπορεί να μετατραπεί σε γύψο (CaSO₄), η οποία μπορεί ως παραπροϊόν της διαδικασίας, να χρησιμοποιηθεί στη τσιμεντοβιομηχανία ή σε αγροτικές καλλιέργειες σαν βελτιωτικό του εδάφους. Στη τεχνική αυτή που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στην αποθείωση καυσίμων υψηλής περιεκτικότητας σε θείο, η ασβεστος ενισχύεται σε ένα ποσοστό 3 έως 5% και από δολομιτική ασβεστο (MgO). Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η αλκαλικότητα, άρα και η ικανότητα απομάκρυνσης του SO₂.

Υπάρχει μια διαμάχη ως προς την επιλογή της χρήσης ασβεστόλιθου ή ασβέστου στην τεχνική του ένυδρου καθαρισμού των καπναερίων. Η χαμηλότερη αξία του ασβεστόλιθου έναντι της ασβέστου αποτελεί ένα κριτήριο. Ωστόσο, ο κυριότερος λόγος για τη χρησιμοποίηση ασβεστόλιθου ως μέσο καθαρισμού είναι άλλος. Στα συστήματα αυτά η εισαγωγή αέρα στο διάλυμα μπορεί να οδηγήσει σε οξειδωση σε ποσοστό μέχρι και 100% του CaSO₃ σε CaSO₄. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται σε μεγάλο ποσοστό η δημιουργία επικαθήσεων αλάτων στα συστήματα καθαρισμού και ταυτόχρονα παράγεται ένα ομοιογενές διάλυμα που αφυδατώνεται πιο εύκολα (Nolan, 2000). Η μέθοδος αυτή ονομάζεται LSFO (Limestone Forced Oxidation). Αναγκαστική αφυδάτωση ασβεστόλιθου.

Από την άλλη πλευρά όμως η χρήση της ασβέστου παρουσιάζει μεγαλύτερα πλεονεκτήματα. Τα συστήματα αυτά, ειδικά με τη χρήση και ποσοστού δολομιτικής ασβέστου, (Magnesium Enhanced Lime Systems), επιτυγχάνουν αποθείωση των καπναερίων σε ποσοστό μέχρι και 98%, ακόμα και σε γαϊάνθρακες που περιέχουν 3 έως 4% θείο. Με τη χρήση ασβεστόλιθου το ποσοστό αποθείωσης δε ξεπερνά το 95%. Επίσης, τόσο το μέγεθος του εξοπλισμού, όσο και της ποσότητας του προστιθέμενου διαλύματος, είναι στην περίπτωση της ασβέστου πολύ μικρότερο. Τυπικά, αναφέρεται πως για ένα κυβικό μέτρο αερίου καταναλώνεται ποσότητα 3 με 5 λίτρων διαλύματος ασβέστου και 15 λίτρων διαλύματος με ασβεστόλιθο αντίστοιχα. Η σύγκριση είναι προφανής και αντισταθμίζει σε μεγάλο ποσοστό τη διαφορά τιμής μεταξύ των δυο προϊόντων. Επίσης, η κατανάλωση ενέργειας είναι πολύ μικρότερη στην περίπτωση της ασβέστου, αφού τα συστήματα ασβέστου καταναλώνουν ποσοστό 0,8–1,3% από την παραγόμενη ενέργεια των ηλεκτρικών σταθμών, ενώ η χρήση ασβεστόλιθου απαιτεί κατανάλωση που φτάνει και 2,5%. Ακόμη και η γύψος που παράγεται από τις μονάδες που χρησιμοποιούν άσβεστο, είναι πιο καθαρή (σε ποσοστό 97 – 99%) από εκείνη που προκύπτει από τη χρήση ασβεστόλιθου. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό, πως τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι πιο πολλά, αφού εξασφαλίζει μεγαλύτερη απόδοση άρα και πιο καθαρή ατμόσφαιρα σε περιοχές που είναι ήδη βεβαρημένες.

Σύμφωνα με τους Boynton, 1980, Harben, 1992, Bourne, 1994, Kokal and Ranade, 1994 & Oates, 1998) κύριες προϋποθέσεις για την χρήση ανθρακικών πετρωμάτων για την αποθείωση καυσαερίων είναι Λευκότητα>80%, αδιάλυτο υπόλειμμα<1.

ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΥΣΕΩΣ – ΓΥΨΟΣ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Στις εγκαταστάσεις αποθείωσης καυσαερίων αφαιρείται το θείο από τα καυσαέρια που παράγονται κατά την καύση θειούχων ορυκτών καυσίμων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, ώστε οι εν λόγω αέριοι ρύποι να μη συντελούν στην ατμοσφαιρική ρύπανση και την όξινη βροχή. Ο γύψος που προκύπτει μετά την αποθείωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους ίδιους σκοπούς όπως και ο φυσικός γύψος, κυρίως δε στην παραγωγή γυψοσανίδων. Η διεργασία τροποποιείται και ρυθμίζεται ώστε να παράγεται γύψος με τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά. Επιπλέον, η χρήση του υλικού είναι εξασφαλισμένη χωρίς άλλη επεξεργασία πριν από την επαναχρησιμοποίηση και ως αναπόσπαστο μέρος της παραγωγικής διεργασίας. Υπάρχουν κι άλλα προϊόντα καύσης άνθρακα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω με λίγη ή καθόλου μεταποίηση. Υπάρχουν όμως άλλα τα οποία κατά κανόνα καταλήγουν στους χώρους ταφής απορριμμάτων, όπως π.χ. η πτητική τέφρα λιγνίτη. Το γεγονός λοιπόν ότι δεν υπάρχει βέβαιη χρήση τους σε επίπεδο ΕΕ, σημαίνει ότι δεν πληρούν σε όλη την ΕΕ τα κριτήρια που έχουν καθοριστεί από το Δικαστήριο· αυτό με τη σειρά του συνεπάγεται ότι σε πολλές περιπτώσεις τα προϊόντα καύσης άνθρακα συνιστούν απόβλητα, ανεξαρτήτως αν σε ορισμένες τοπικές συνθήκες ενδέχεται να έχουν κάποια εφαρμογή, συνεπώς και εξασφαλισμένη χρήση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.0 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΣΕ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΤΗΣ ΔΕΗ.

3.1 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.

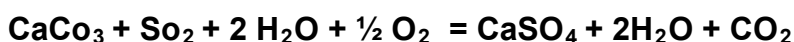
Ο κύριος σκοπός της εγκατάστασης αποθείωσης με την υγρή μέθοδο με ασβεστόλιθο είναι ο εναρμονισμός της μονάδας (330 MW) του ΑΗΣ με τα όρια των εκπομπών SO₂ (διοξειδίου του θείου) που τέθηκαν με την οδηγία 88/609 της Ε.Ε και την αντίστοιχη ελληνική υπουργική απόφαση 5871/2370/5.4.93. Σύμφωνα με αυτά η μέγιστη τιμή εκπομπής SO₂ δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 400mg/m³ (υπό κανονικές συνθήκες, επί ξηρού και 6% οξυγόνου).

Όλα τα παραπροϊόντα του σταθμού (όπως ιπτάμενη τέφρα, υγρά τέφρα από την τεφρολεκάνη , γύψος και υγρά απόβλητα από την αποθείωση) μεταφέρονται στο χώρο απόθεσης .Η απόθεση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις που τέθηκαν με την οδηγία 4/96 της Ε.Ε. για υγειονομική ταφή στερεών(Βρυξέλες 16 Οκτωβρίου 1995)

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει επίσης μηχανολογικό εξοπλισμό, όργανα , ελέγχους και εργασίες πολιτικού μηχανικού που είναι απαραίτητες για να επιτευχθεί αξιόπιστη και αδιάκοπτη λειτουργία της εγκατάστασης, σύμφωνα με τους εθνικούς και τους αντίστοιχους κανονισμούς της Ε.Ε. Περιλαμβάνεται και η προσωρινή αποθήκευση γύψου στα σιλό γύψου ,η μεταφορά της ιπτάμενης τέφρας(που διαβρέχεται), της υγρής τέφρας και του γύψου μέχρι την περιοχή απόθεσης όπως επίσης και η απόθεση των παραπροϊόντων συμπεριλαμβανομένης και της προετοιμασίας των χωματερών και του λοιπού απαραίτητου εξοπλισμού.

3.2 ΧΗΜΕΙΑ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σε ένα σύστημα υγρής αποθείωσης με ασβεστόλιθο , λαμβάνει χώρα μία σύνθετη σειρά αντιδράσεων στην υγρή ,αέρια και στερεή φάση. Αυτές οι αντιδράσεις μπορούν να αποδοθούν με μια γενική εξίσωση όπως:



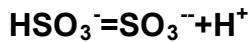
Αν και η γενική εξίσωση περιγράφει τα κύρια αντιδρώντα και προϊόντα , απαιτείται μεγαλύτερη ανάλυση για να κατανοηθεί η σχέση μεταξύ των βασικών μεταβλητών της αντίδρασης και της απόδοσης του συστήματος FGD (αποθείωσης).

Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στον απορροφητή μπορούν να χαρακτηριστούν σαν μια σειρά βημάτων.

Αν και αυτά τα βήματα αναφέρονται διαδοχικά , μπορούν όμως να συμβούν ταυτόχρονα.

απορρόφηση
εξουδετέρωση
αναγέννηση
οξείδωση
καθίζηση

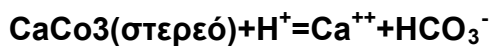
Απορρόφηση: Το πρώτο στάδιο της διεργασίας απομάκρυνσης είναι η απορρόφηση του διοξειδίου του θείου από το διάλυμα του απορροφητή. Από την απορρόφηση του διοξειδίου του θείου από το διάλυμα παράγονται θειώδη και όξινα θειώδη ιόντα.



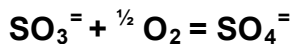
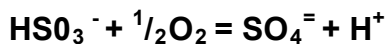
Μπορεί επίσης να εμφανιστεί η απορρόφηση και άλλων συστατικών των καυσαερίων, όπως το υδροχλώριο και το υδροφθόριο. Η απορρόφηση αυτών των συστατικών υδρολύει το νερό και παράγονται χλωριούχα και φθοριούχα ιόντα.

Εξουδετέρωση: Στο διάλυμα, τα όξινα ανθρακικά και τα θειώδη ιόντα αντιδρούν με την περίσσεια των ιόντων υδρογόνου αυξάνοντας το pH του διαλύματος.

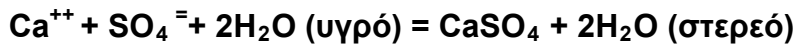
Αναγέννηση: Τα αλκαλικά στοιχεία στο διάλυμα εξασφαλίζονται μέσω της διάλυσης του ασβεστόλιθου (ανθρακικό ασβέστιο).



Οξειδωση: Τα θειώδη και όξινα θειώδη ιόντα οξειδώνονται σχεδόν πλήρως και παράγουν θειικά ιόντα.



Καθίζηση: Τα θειικά ιόντα στο διάλυμα αντιδρούν με τα υπάρχοντα ιόντα ασβεστίου και καθιζάνουν σαν διένυδρο θειικό ασβέστιο.



Οι αντιδράσεις που αναφέρονται σε καθένα από αυτά τα βήματα μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις γενικές κατηγορίες: αντιδράσεις αερίων-υγρών, αντιδράσεις υγρών-υγρών, αντιδράσεις υγρών-στερεών. Το σύστημα απομάκρυνσης του διοξειδίου του θείου μπορεί να ελεγχθεί ή να περιοριστεί από το ποσοστό με το οποίο συνεισφέρει κάθε μια από τις αντιδράσεις αυτές.

3.3 ΣΚΟΠΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗ

3.3.1 ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ ΜΟΝΑΔΑΣ

Ο κύριος σκοπός του απορροφητή είναι να απομακρύνει σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του θείου (SO_2) από τα καυσαέρια του λέβητά ώστε να εξασφαλίζεται η συγκέντρωση σχεδιασμού των απορριπτόμενων καυσαερίων. Ο απορροφητής είναι σχεδιασμένος να καταναλώνει ασβεστόλιθο έτσι ώστε να βελτιστοποιεί την κατανάλωση ασβεστόλιθου μεγιστοποιώντας τη διαθεσιμότητα. Το γαλάκτωμα γύψου που εγκαταλείπει τον απορροφητή είναι χημικά σταθερό και εύκολα αφυδατώσιμο.

3.3.2 ΜΟΝΑΔΑ ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Κατά τη διάρκεια μη λειτουργίας της μονάδας ο απορροφητής δεν είναι αναγκαίος για την απομάκρυνση του διοξειδίου του θείου. Κάποιος εξοπλισμός όμως του απορροφητή παραμένει σε λειτουργία αν και η μονάδα είναι εκτός λειτουργίας. Πρόκειται για τους αναδευτήρες του απορροφητή, οι οποίοι πρέπει να είναι σε λειτουργία όσο η δεξαμενή αντίδρασης του απορροφητή είναι γεμάτη με γαλάκτωμα προς αποφυγή καθίζησης στερεών.

3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.4.1 ΒΑΣΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Τα βασικά εξαρτήματα του συστήματος του απορροφητή είναι ο απορροφητής, η ενσωματωμένη δεξαμενή αντίδρασης, οι αναδευτήρες της δεξαμενής αντίδρασης, οι αντλίες ανακυκλοφορίας, οι συλλέκτες και οι σπές ψεκασμού ανακυκλοφορίας, οι εξολοθρευτές ομίχλης με το σύστημα πλύσης, οι φυσητήρες οξειδωσης και οι αντλίες τροφοδοσίας υδροκυκλώνων.

3.4.2 Γενική περιγραφή

Τα καυσαέρια του λέβητα (σχηματική διάταξη **σημείο A** (RAW FLUE GAS) μετά τους ανεμιστήρες (I.D. fans) καταλήγουν σε κοινό αγωγό πριν εισέλθουν στον απορροφητή (ABSORBER). Τα καυσαέρια εισέρχονται στον απορροφητή μέσω του αγωγού εισόδου (**ΣΗΜΕΙΟ B**) με κατεύθυνση προς τα πάνω, στη ζώνη ψεκασμού (**No 50**) του πύργου απορρόφησης. Η ταχύτητα των καυσαερίων μειώνεται αισθητά καθώς αυτά διέρχονται από την ζώνη ψεκασμού (**No 50**) του πύργου απορρόφησης. Στον πύργο ψεκασμού του απορροφητή τα καυσαέρια συναντούν αντίθετα τον ψεκασμό των σταγονιδίων γαλακτώματος, που περιέχουν διαλυμένο ασβεστόλιθο αλκαλικού χαρακτήρα. Το διοξείδιο του θείου των καυσαερίων απορροφάται στα σταγονίδια γαλακτώματος και αντιδρά με το αλκαλικό μέρος προς σχηματισμό προϊόντων ασβεστίου – θείου.

Τα σταγονίδια του γαλακτώματος παράγονται στη ζώνη ψεκασμού του απορροφητή από πολλαπλά επίπεδα συλλεκτών ψεκασμού εξοπλισμένων με κοίλου κωνικού σχήματος ακροφύσια ψεκασμού. Δακτυλίδια τοίχου είναι εγκατεστημένα στη ζώνη ψεκασμού για να ελαχιστοποιούν τη διαφυγή αερίου στην περιφέρεια του πύργου ψεκασμού του απορροφητή. Κάθε συλλέκτης ψεκασμού τροφοδοτείται από μία αντλία ανακυκλοφορίας (Absorber Recycle Pumps - **No 51**), έξι (6) στο σύνολο. Οι αντλίες ανακυκλοφορίας (**No 51**) κυκλοφορούν συνεχώς το γαλάκτωμα από την δεξαμενή αντίδρασης (**No 44**) προς τον συλλέκτη ψεκασμού (**No 15**).

Τα ανακυκλοφορούντα σταγονίδια γαλακτώματος πέφτουν από την ζώνη ψεκασμού στην δεξαμενή αντίδρασης. Το μέγεθος της δεξαμενής είναι αρκετό για να εξασφαλίσει τον κατάλληλο χρόνο παραμονής για τις αναγκαίες αντιδράσεις που γίνονται. Μια συνεχής ροή γαλακτώματος ασβεστόλιθου στη δεξαμενή αντίδρασης (**No 44**) ανανεώνει την αλκαλικότητα του ανακυκλοφορούντος γαλακτώματος. Ο αέρας οξειδωσης (**ΣΗΜΕΙΟ F**) εισάγεται στη δεξαμενή αντίδρασης για χρήση στο σχηματισμό του επιθυμητού ιζήματος παραπροϊόντων γύψου. Ο στερεός γύψος απομακρύνεται συνεχώς από τη δεξαμενή αντίδρασης με τις αντλίες τροφοδοσίας των υδροκυκλώνων (Hydrocyclone Feed Pumps - **No 52**).

Τα καθαρά κορεσμένα καυσαέρια αφήνουν τη ζώνη ψεκασμού (**No 50**) και διέρχονται μέσα από τα δύο σταδίων σύστημα εξολοθρευτών ομίχλης (**No 53**). Οι εξολοθρευτές

ομίχλης(**No 53**) απομακρύνουν τα σταγονίδια γαλακτώματος που έχουν παραμείνει στα καυσαέρια. Οι εξολοθρευτές ομίχλης πλένονται συχνά προς αποφυγή συσσωρεύσεων στερεών γαλακτώματος στα πτερύγια των εξολοθρευτών ομίχλης . Αφού περάσουν τα στάδια των εξολοθρευτών ομίχλης τα καυσαέρια εγκαταλείπουν τον απορροφητή μέσω του αγωγού εξόδου(**ΣΗΜΕΙΟ C**).

3.4.3 ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΣ (ABSORBER)

Προβλέπεται ένας κυλινδρικός ανοικτός πύργος απορρόφησης με μία ενσωματωμένη δεξαμενή αντίδρασης(**No 44**). Ο απορροφητής είναι κατασκευασμένος από χάλυβα επενδεδυμένο με κράμα νικελίου προς αποφυγή χημικής διάβρωσης και γδαρσιμάτων. Τα καυσαέρια εισέρχονται στον απορροφητή μέσω αγωγού εισόδου(**ΣΗΜΕΙΟ B**) ο οποίος είναι κατασκευασμένος από χάλυβα επενδεδυμένο με κράμα νικελίου. Ο αγωγός εισόδου είναι εφοδιασμένος με επεκταμένα καπέλα για ελάττωση του ποσού του ψεκαζόμενου αιωρήματος από την είσοδο στον αγωγό εισόδου. Δύο επίπεδα δακτυλιδίων τοίχου απορροφητή είναι εγκατεστημένα στη ζώνη ψεκασμού (**No 50**) για μείωση των διαφυγών καυσαερίων στην περιφέρεια του απορροφητή. Τα δακτυλίδια έχουν πλάτος περίπου 450mm με πάχος 5mm. Τα δακτυλίδια είναι κατασκευασμένα από κράμα νικελίου.

Ο απορροφητής είναι σχεδιασμένος να απομακρύνει σημαντικά ποσά διοξειδίου του θείου από τα καυσαέρια, ώστε να εξασφαλίζεται το όριο εκπομπής των **400mg/Nm³**.

3.4.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Προβλέπεται μια κυλινδρική δεξαμενή αντίδρασης. Η διάμετρος της δεξαμενής είναι 18m, το ύψος είναι 15,7m και έχει όγκο 3683 m³. Οι τοίχοι της δεξαμενής αντίδρασης είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα επενδεδυμένο με κράμα νικελίου πάχους 2,5mm προς αποφυγή χημικής διάβρωσης και γδαρσιμάτων. Ο πυθμένας της δεξαμενής είναι κατασκευασμένος από κράμα νικελίου πάχους 6mm.

Στο εσωτερικό της δεξαμενής λαμβάνει χώρα η πλειονότητα των χημικών αντιδράσεων στην υγρή φάση. Το μέγεθος της δεξαμενής εξασφαλίζει αρκετό χρόνο παραμονής για τις αναγκαίες αντιδράσεις που συμβαίνουν. Η επιθυμητή ικανότητα απομάκρυνσης διοξειδίου του θείου και η διαθεσιμότητα του απορροφητή εξαρτώνται από το σωστό έλεγχο της σύνθεσης του ανακυκλοφορούντος γαλακτώματος.

Ο αέρας οξειδωσίας(**ΣΗΜΕΙΟ F**) εγχύεται στη δεξαμενή αντίδρασης για να οξειδώσει τις διαλυμένες ενώσεις ασβεστίου – θείου προς το επιθυμητό προϊόν , το γύψο. Το γαλάκτωμα ασβεστόλιθου (**No 4**) και το συμπληρωματικό νερό (Process Water For Absorber Make –Up - **No 12**) εισέρχονται στην δεξαμενή αντίδρασης αυτόματα, για να διατηρούν την επιθυμητή ποιότητα του γαλακτώματος. Το γαλάκτωμα ασβεστόλιθου που προστίθεται στη δεξαμενή αντίδρασης βασίζεται στο pH του γαλακτώματος. Το συμπληρωματικό νερό που προστίθεται στη δεξαμενή αντίδρασης βασίζεται στο ύψος της δεξαμενής. Το γαλάκτωμα ανακυκλοφορεί συνεχώς από τη δεξαμενή αντίδρασης προς τη ζώνη ψεκασμού.

Το λειτουργικό ύψος του υγρού της δεξαμενής αντίδρασης είναι 15.7m. Αισθητήρες πίεσης εγκατεστημένοι κοντά στο κατώτερο μέρος της δεξαμενής μετρούν τη στάθμη της δεξαμενής αντίδρασης. Το σήμα των αισθητήρων πίεσης ρυθμίζεται να αντισταθμίζει τα αποτελέσματα του ειδικού βάρους του γαλακτώματος και του αέρα οξειδωσίας. Προβλέπεται αγωγός υπερχείλισης της δεξαμενής αντίδρασης για να εξασφαλίζει ότι το γαλάκτωμα δε θα φθάσει στον αγωγό εισόδου.

3.4.5 pH ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ

Το γαλάκτωμα ασβεστόλιθου εισέρχεται στη δεξαμενή με μία συγκέντρωση στερεών περίπου 30% κ.β. και με κατανομή μεγέθους σωματιδίων 90% μικρότερα από 44 μικρά(24.2 t/h). Το ανθρακικό ασβέστιο του ασβεστόλιθου υφίσταται μία διεργασία διάλυσης στη δεξαμενή αντίδρασης για να εξασφαλίσει την αλκαλότητα του γαλακτώματος. Η αλκαλότητα του ανακυκλοφορούντος γαλακτώματος μετριέται με δυο δειγματοληψίες για pH, οι οποίες είναι τοποθετημένες στην κατάθλιψη των αντλιών τροφοδοσίας υδροκυκλώνων. Το pH του ανακυκλοφορούντος γαλακτώματος είναι μια ένδειξη για το ποσό του διαθέσιμου ανθρακικού ασβεστίου που υπάρχει στο διάλυμα. Το pH είναι η μεταβλητή διεργασία βάσει της οποίας το γαλάκτωμα προστίθεται στη δεξαμενή αντίδρασης. Ο χειριστής στον DCS πίνακα μπορεί να επιλέξει ένα από τα σήματα των δειγματοληψιών pH για χρήση στον έλεγχο του γαλακτώματος ασβεστόλιθου. Όταν το pH του ανακυκλοφορούντος γαλακτώματος πέσει κάτω από την επιθυμητή τιμή, αυτομάτως αυξάνεται και το γαλάκτωμα ασβεστόλιθου που τροφοδοτείται στη δεξαμενή αντίδρασης. Όταν το pH γίνει μεγαλύτερο από το επιθυμητό σημείο αυτομάτως μειώνεται η τροφοδοσία του γαλακτώματος ασβεστόλιθου.

Λειτουργία σε χαμηλό pH ανακυκλοφορούντος γαλακτώματος είναι αποδοτική σε σχέση με την κατανάλωση ασβεστόλιθου ,αλλά μειώνει την ικανότητα απομάκρυνσης διοξειδίου του θείου. Λειτουργία σε υψηλότερα pH επιφέρει μια αυξανόμενη απομάκρυνση SO₂ με αύξηση της κατανάλωσης ασβεστόλιθου . Η επιθυμητή τιμή pH του ανακυκλοφορούντος γαλακτώματος θα καταλήξει στην επιθυμητή εκπομπή SO₂ ενώ θα παραμένει λιγότερο από 2% ανθρακικού ασβεστίου στο απορριπτόμενο παραπροϊόν του απορροφητή. Το βέλτιστο σημείο pH του ανακυκλοφορούντος γαλακτώματος θα επιλεγεί κατά τη διάρκεια της αρχικής λειτουργίας του απορροφητή.

3.4.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ.

Η συγκέντρωση στερεών του ανακυκλοφορούντος γαλακτώματος στη δεξαμενή αντίδρασης είναι μια σημαντική λειτουργική παράμετρος , η οποία μετρείται και καταγράφεται συνεχώς. Η συγκέντρωση μετριέται με πυρηνικό πυκνόμετρο εγκατεστημένο στην κατάθλιψη των αντλιών τροφοδοσίας υδροκυκλώνων (**No 52**). Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων συντηρείται με απομάστευση, αφαίμαξη από την δεξαμενή αντίδρασης. Όταν η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στη δεξαμενή αντίδρασης αυξηθεί πάνω από το υψηλό σημείο ,το απορριπτόμενο γαλάκτωμα μεταφέρεται με τις αντλίες τροφοδοσίας υδροκυκλώνων (**No 52**)στο πρωτεύον σύστημα αφυδάτωσης. Όταν η συγκέντρωση πέσει κάτω από την επιθυμητή τιμή, το γαλάκτωμα επιστρέφει στη δεξαμενή αντίδρασης .Το γαλάκτωμα μεταφέρεται προς το πρωτεύον σύστημα αφυδάτωσης ή ανακυκλοφορεί στη δεξαμενή αντίδρασης αυτόματα με την χρήση on/off επιστομίων ελέγχου.

3.4.7 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟ ΝΕΡΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Το συμπληρωματικό νερό προστίθεται αυτόματα στη δεξαμενή αντίδρασης από το σύστημα του νερού διεργασίας, ώστε να διατηρεί σταθερή τη στάθμη λειτουργίας του γαλακτώματος. Όταν η στάθμη του γαλακτώματος πέσει κάτω από την επιθυμητή τιμή ,ανοίγει το επιστόμιο ελέγχου του συμπληρωματικού νερού(Process Water For Absorber Make – up **No 12**).

3.4.8 ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Πέντε αναδευτήρες(Agitators **No 54**) είναι εγκατεστημένοι στη δεξαμενή αντίδρασης. Οι αναδευτήρες είναι τύπου πλευρικής εισόδου με μεταλλικές φτερωτές και άξονες. Έχουν σχεδιαστεί για την διασπορά του αέρα οξειδωσης και την αιώρηση των σωματιδίων.

3.4.9 ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.

Προβλέπονται έξι αντλίες ανακυκλοφορίας (Absorber Recycle Pumps **No 51**)για κάθε απορροφητή .Οι αντλίες αυτές ανακυκλοφορούν το γαλάκτωμα από την δεξαμενή αντίδρασης προς την ζώνη ψεκασμού(**No 50**). Οι αντλίες είναι φυγόκεντρες οριζόντιου τύπου με ελαστικές επενδύσεις, μεταλλικές φτερωτές και εξοπλισμένες με μηχανικούς στυπιοθλήπτες. Οι αντλίες είναι άμεσα συνδεδεμένες με κιβώτιο και κινητήρα. Κάθε αντλία ανακυκλοφορίας λειτουργεί σε μια διαφορετική σταθερή ταχύτητα παράγοντας την επιθυμητή πίεση κατάθλιψης σε κάθε επίπεδο ψεκασμού γαλακτώματος. Κάθε αντλία είναι εφοδιασμένη με υδρόψυκτο μειωτήρα , ο οποίος απαιτεί περίπου 1,1 m³/h ψυκτικού νερού. Το ψυκτικό νερό είναι απαραίτητο όσο οι αντλίες είναι σε λειτουργία. Οι αντλίες ανακυκλοφορίας πλένονται και εκκενώνονται όταν σταματούν προς αποφυγή συσσωρεύσεων στερεών.

3.4.10 ΑΠΟΜΟΝΩΤΙΚΟ ΕΠΙΣΤΟΜΙΟ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.

Κάθε αντλία ανακυκλοφορίας μπορεί να απομονωθεί από την δεξαμενή αντίδρασης με ηλεκτροκίνητο επιστόμιο .Το επιστόμιο είναι μεγέθους 1100mm και είναι κατασκευασμένο από επενδυμένο ελαστικό χάλυβα.

3.4.11 ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΥΝΤΟΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ

Προβλέπεται ένας συλλέκτης ψεκασμού (**No 55**)για κάθε μια αντλία ανακυκλοφορίας(**No 51**) .Ο συλλέκτης ψεκασμού τροφοδοτείται από έναν εξωτερικό αγωγό ψεκασμού. Ο συλλέκτης είναι κατασκευασμένος από FRP και είναι εξοπλισμένος με 180 ακροφύσια γαλακτώματος. Τα ακροφύσια είναι κατασκευασμένα από ανθρακούχο πυρίτιο ενωμένο με νιτρίδιο με μία γωνία ψεκασμού 120°. Κάθε ακροφύσιο έχει δυναμικότητα 56,5m³/h σε πίεση 55,2 kPa.

3.4.12 ΕΞΟΛΟΘΡΕΥΤΕΣ ΟΜΙΧΛΗΣ

Ο απορροφητής είναι εξοπλισμένος με δυο στάδια εξολοθρευτών ομίχλης (**No 53**)κάθετης ροής προς τα αέρια για την απομάκρυνση των περιεχομένων σωματιδίων γαλακτώματος στα καυσαέρια. Οι εξολοθρευτές ομίχλης είναι τύπου chevron(σχήματος V)και είναι κατασκευασμένοι από πολυπροπυλένιο. Οι εξολοθρευτές είναι χωρισμένοι σε τμήμα που καλύπτουν ολόκληρη την τομή του απορροφητή. Κάθε τμήμα εξολοθρευτή έχει μέγιστο βάρος 40Kg και ύψος περίπου 3500mm. Οι εξολοθρευτές είναι στερεωμένοι σταθερά στα στηρίγματα τους με τη βοήθεια ταινιών αφρώδους γεμίσματος. Η διαφορική πίεση κατά μήκος των εξολοθρευτών μετριέται συνεχώς και καταγράφεται για να δείχνει το φρακάρισμα του εξολοθρευτή.

Το κατώτερο στάδιο εξολοθρευτών (**No 53 A**)ενεργεί διπλά, από την μία σαν εμπόδιο να κρατά την πλειονότητα των σταγονιδίων γαλακτώματος να αφήνουν τη ζώνη ψεκασμού και από την άλλη να βελτιώνει τη διασπορά των καυσαερίων στον απορροφητή. Οι ανώτεροι

εξολοθρευτές (**No 53 B**) σχεδιάστηκαν να απομακρύνουν τα λεπτότερα σωματίδια τα οποία δε συγκρατήθηκαν στους κατώτερους εξολοθρευτές. Οι αποστάσεις μεταξύ των πτερυγίων είναι μεγαλύτερες στους κατώτερους εξολοθρευτές από ότι στους ανώτερους.

3.5 ΠΛΥΣΗ ΕΞΟΛΟΘΡΕΥΤΩΝ ΟΜΙΧΛΗΣ

3.5.1 ΔΙΚΤΥΟ ΠΛΥΣΗΣ ΕΞΟΛΟΘΡΕΥΤΩΝ ΟΜΙΧΛΗΣ.

Ένα σύστημα πλύσης εξολοθρευτών ομίχλης (**No 5, No 7, No 9**) είναι εγκατεστημένο για να εμποδίζει τη συσσώρευση στερεών στα πτερύγια του εξολοθρευτή (**No 53**). Τα τμήματα των εξολοθρευτών καθαρίζονται με τρία σταθερά επίπεδα πλύσης, το χαμηλότερο (**No 5**), το μεσαίο (**No 7**), και το υψηλό (**No 9**). Το χαμηλότερο καθαρίζει την επιφάνεια του πυθμένα του χαμηλότερου τμήματος εξολοθρευτών. Το μεσαίο καθαρίζει την οροφή του χαμηλότερου και τον πυθμένα του υψηλότερου τμήματος εξολοθρευτών. Το υψηλότερο καθαρίζει την οροφή του υψηλότερου τμήματος εξολοθρευτών. Το υψηλότερο επίπεδο πλύσης λειτουργεί μόνο όταν ο απορροφητής είναι εκτός λειτουργίας.

Τα δίκτυα πλύσης των εξολοθρευτών ομίχλης αποτελούνται από συλλέκτες πλύσης εξοπλισμένους με ακροφύσια. Οι συλλέκτες και τα ακροφύσια είναι κατασκευασμένα από FRP. Τα ακροφύσια πλύσης είναι τύπου πλήρους κώνου με γωνία ψεκασμού 90°. Τα ακροφύσια πλύσης είναι τοποθετημένα σε μια μέγιστη απόσταση 75 cm από την επιφάνεια των πτερυγίων των εξολοθρευτών και λειτουργούν σε πίεση σχεδιασμού 210kPa.

Τα κατώτερα και μεσαία δίκτυα πλύσης χωρίζονται σε πέντε ξεχωριστούς συλλέκτες πλύσης, εξοπλισμένους ο καθένας με επιστόμιο πλύσης εξολοθρευτών. Κάθε ένα από τα επιστόμια πλύσης των χαμηλότερων και μεσαίων εξολοθρευτών ομίχλης ανοίγουν και κλείνουν, το ένα μετά το άλλο, με αυτόματη αλληλουχία. Όταν έχει κλείσει το τελευταίο επιστόμιο της αλληλουχίας, περνά ένας καθορισμένος χρόνος πριν ξεκινήσει αυτόματα εκ νέου η αλληλουχία. Ο καθορισμένος αυτός χρόνος μπορεί να ρυθμιστεί αν είναι αναγκαίο.

Το δίκτυο πλύσης του ανώτερου εξολοθρευτή είναι ένας απλός συλλέκτης και ανεξάρτητος από το κατώτερο και μεσαίο δίκτυο πλύσης. Το ανώτερο δίκτυο πλύσης δεν υπόκειται σε καμία αυτόματη αλληλουχία.

3.5.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΛΥΣΗΣ ΕΞΟΛΟΘΡΕΥΤΩΝ.

Δυο αντλίες πλύσης εξολοθρευτών (M.E Wash Pumps **No 56**) τροφοδοτούν τους κατώτερους, μεσαίους και ανώτερους συλλέκτες πλύσης. Οι αντλίες πλύσης είναι φυγόκεντρες. Οι αντλίες μεταφέρουν νερό από τη δεξαμενή νερού διεργασίας (FGD Process Water Tank **No 57**) μέσω ενός κοινού αγωγού προς τους συλλέκτες πλύσης. Η μια αντλία είναι σε λειτουργία και η άλλη εφεδρική. Τουλάχιστον μια αντλία είναι σε λειτουργία όσο ο απορροφητής λειτουργεί. Χρησιμοποιείται ο αγωγός ανακυκλοφορίας από την κατάθλιψη των αντλιών πλύσης προς τη δεξαμενή νερού διεργασίας όταν δεν είναι ανοικτά τα επιστόμια πλύσης των εξολοθρευτών.

3.5.3 ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ ΑΝΑΓΚΗΣ.

Προβλέπεται σύστημα κατάσβεσης ανάγκης (Process Water To Emergency Quench **No 14**) για να αποφευχθούν βλάβες στο εσωτερικό του απορροφητή κατά την διάρκεια απότομης αύξησης της θερμοκρασίας των καυσαερίων ή σε περίπτωση που όλες οι αντλίες ανακυκλοφορίας (Absorber Recycle Pumps **No 51**) είναι εκτός λειτουργίας. Το σύστημα κατάσβεσης ανάγκης αποτελείται από δίκτυο αγωγών και ακροφυσίων τα οποία εκτείνονται κατά πλάτος της τομής του αγωγού εισόδου (Raw flue Gas, **σημείο A - B**). Το δίκτυο

κατάσβεσης ανάγκης είναι σχεδιασμένο να ψύχει τα καυσαέρια ,τα οποία έχουν μία μέγιστη θερμοκρασία 330°C,για μια χρονική περίοδο 15 λεπτών.

3.5.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΥΔΡΟΚΥΚΛΩΝΩΝ.

Προβλέπονται δυο αντλίες τροφοδοσίας υδροκυκλώνων(Hydrocyclone Feed Pump **No 52**) μια σε λειτουργία και η άλλη εφεδρική. Οι αντλίες είναι οριζόντιες φυγόκεντρες με επένδυση ελαστικού και μεταλλικές φτερωτές. Οι αντλίες πλένονται και εκκενώνονται όταν σταματούν προς αποφυγή συσσωματώσεων στερεών.

3.6 ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.6.1 Εκκίνηση συστήματος

Η εκκίνηση του συστήματος του απορροφητή γίνεται πριν την εκκίνηση του λέβητα και των ανεμιστήρων (I.D. fans).Το λιγότερο μία αντλία ανακυκλοφορίας πρέπει να είναι σε λειτουργία όσο λειτουργεί ο λέβητας.

3.6.2 Κράτηση συστήματος

Το σύστημα του απορροφητή κρατείται όταν ο λέβητας και τα I.D. fans είναι έκτος λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο εξοπλισμός του απορροφητή παραμένει σε λειτουργία σε περίπτωση trip του λέβητά ή σύντομες κρατήσεις του λέβητα. Κατά την περίοδο κρατήσεων οι αναδευτήρες της δεξαμενής αντίδρασης παραμένουν σε λειτουργία όσο η δεξαμενή περιέχει γαλάκτωμα.

Κατά την διάρκεια μεγαλύτερων κρατήσεων, κατά την οποία η δεξαμενή εκκενώνεται , το γαλάκτωμα μπορεί να μεταφερθεί στη δεξαμενή έκτακτης ανάγκης. Γενικά ο χειριστής εκτελεί την κράτηση του εξοπλισμού του απορροφητή από το DCS (Distributed Control System). Κατανεμημένο σύστημα ελέγχου.

3.6.3 Κανονική λειτουργία

Η κανονική λειτουργία του εξοπλισμού του συστήματος του απορροφητή παρουσιάζεται παρακάτω:

Ο κατάλληλος αριθμός αντλιών ανακυκλοφορίας(**No 51**) είναι σε λειτουργία . Αυτός ο αριθμός εξαρτάται από το φορτίο του λέβητα και από την περιεκτικότητα του καυσίμου σε διοξείδιο του θείου .Μια αντλία πρέπει να είναι πάντα σε εφεδρεία.

Το σύστημα πλύσης των εξολοθρευτών ομίχλης (**No 5, No 7, No 9**)είναι σε αυτόματη λειτουργία.

Και οι πέντε αναδευτήρες(Agitators **No 54**) της δεξαμενής αντίδρασης είναι σε λειτουργία.

Μια αντλία τροφοδοσίας υδροκυκλώνων (**No 52**) είναι σε λειτουργία.

Είναι σε αυτόματη λειτουργία ο βρόγχος ελέγχου του pH/ τροφοδοσία ασβεστόλιθου.

Είναι σε αυτόματη λειτουργία ο βρόγχος ελέγχου του πυκνόμετρου/ ύψος δεξαμενής αντίδρασης.

3.6.4 Μη κανονική λειτουργία

Η μη κανονική λειτουργία του εξοπλισμού του συστήματος του απορροφητή συμβαίνει κατά τη διάρκεια μεταβατικών καταστάσεων του λέβητα. Κατά την διάρκεια περιόδων διαταραχών ο βρόγχος ελέγχου του pH /τροφοδοσία ασβεστόλιθου πρέπει να προσεχθεί πολύ για να εξασφαλίσει σταθερή λειτουργία. Αν είναι αναγκαίο , ο έλεγχος της τροφοδοσίας ασβεστόλιθου μπορεί να αλλάξει σε χειροκίνητο τρόπο από αυτόματο για μικρή διάρκεια.

Κατά τη διάρκεια απότομων αυξήσεων της θερμοκρασίας ή σε περίπτωση μη λειτουργίας όλων των αντλιών ανακυκλοφορίας, ενεργοποιείται το σύστημα κατάσβεσης ανάγκης για την ψύξη των καυσαερίων(Process Water To Emergency Quench **No 14**)

3.6.5 Πλήρωση και εκκένωση

Η πλήρωση της δεξαμενής αντίδρασης μπορεί να γίνει με τη χρήση του επιστομίου συμπλήρωσης νερού (Process Water For Absorber Make – Up **No 12**) της δεξαμενής αντίδρασης και με τις αντλίες πλύσης(**No 5, No 7, No 9**) των εξολοθρευτών ομίχλης(**No 53**). Η δεξαμενή αντίδρασης μπορεί επίσης να γεμίσει και με γαλάκτωμα από την δεξαμενή αποθήκευσης έκτακτης ανάγκης(Emergency Storage Tank **No 58**).

Η εκκένωση της δεξαμενής θα γίνεται με την χρήση των αντλιών τροφοδοσίας υδροκυκλώνων(**No 52**), οι οποίοι μεταφέρουν γαλάκτωμα προς το σύστημα αφυδάτωσης ή στη δεξαμενή αποθήκευσης έκτακτης ανάγκης.

3.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΓΡΩΝ - ΣΚΟΠΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.7.1 Πλήρες φορτίο της εγκατάστασης

Ο βασικός σκοπός των λεκανών αποχέτευσης είναι να συλλέγουν τα υπολείμματα των νερών , τις διαρροές υγρών από τις σωληνώσεις καυσαερίων και το γαλάκτωμα από τις τάφρους .Οι λεκάνες αποχέτευσης χρειάζονται κατά την ξήρανση και το ξέπλυμα του εξοπλισμού.

3.7.2 Κράτηση

Κατά τη διάρκεια της κράτησης της εγκατάστασης παραγωγής ενέργειας , οι λεκάνες αποχέτευσης χρησιμοποιούνται για το ξέπλυμα και τη μεταφορά του γαλακτώματος . Ο εξοπλισμός του συστήματος αποχέτευσης πρέπει να μείνει σε λειτουργία ακόμα κι αν οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας κρατηθούν. Ο εξοπλισμός παρατίθεται παρακάτω:

Αναδευτήρες της λεκάνης αποχέτευσης του απορροφητή.

Αναδευτήρες των λεκανών αποχέτευσης για την προετοιμασία των αντιδρώντων.

Αντλία της λεκάνης του απορροφητή.

Αντλία των λεκανών αποχέτευσης για την προετοιμασία των αντιδρώντων.

Οι αναδευτήρες λεκάνης αποχέτευσης πρέπει να παραμείνουν σε λειτουργία για να αποτρέψουν την απόθεση των στερεών.

3.8 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

3.8.1 Λεκάνη αποχέτευσης και τάφροι του απορροφητή.(Absorber Area Drain Pit – No 33)

Παρέχονται μια λεκάνη αποχέτευσης τετράγωνα διαμορφωμένη , από τσιμέντο του απορροφητή με τις σχετικές τάφρους. Η λεκάνη και οι τάφροι του απορροφητή είναι επικαλυμμένες με ένα ανθεκτικό επίστρωμα και μια στεγανωτική ουσία για να αποτρέψουν τη διάβρωση και την διαρροή. Το στρώμα είναι σε θέση να αντιστέκεται στο διαβρωτικό και λειαντικό περιβάλλον της λεκάνης αποχέτευσης. Η λεκάνη αποχέτευσης του απορροφητή έχει γεωμετρικό όγκο 45 m³ .

Η λεκάνη και οι τάφροι του απορροφητή λαμβάνουν το υγρό διεργασίας από τις ακόλουθες πηγές:

Απορροφητή ξεπλύματος

Αντλία ανακυκλοφορίας και σωληνώσεις

Δεξαμενή αντίδρασης

Δεξαμενή νερού διεργασίας

Αντλία νερού διεργασίας και σωληνώσεις

Αντλίες ξεπλύματος των εξολοθρευτών ομίχλης και σωληνώσεις

Τροφοδοτικές αντλίες του υδροκυκλώνα και σωληνώσεις

Σωληνώσεις εξόδου των καυσαερίων του απορροφητή.

Σωλήνες έκτακτης ανάγκης εισόδου των καυσαερίων

Βασικοί και δευτερεύοντες σωλήνες του εξοπλισμού αφυδάτωσης

Το περιεχόμενο της λεκάνης του απορροφητή αντλείται στη δεξαμενή αντίδρασης ή τη δεξαμενή αποθήκευσης έκτακτης ανάγκης.

3.8.2 Αναδευτήρας της λεκάνης αποχέτευσης του απορροφητή.(Absorber Area Sump Agitator – No 34)

Ένας αναδευτήρας της λεκάνης αποχέτευσης του απορροφητή παρέχεται στη λεκάνη αποχέτευσης του απορροφητή. Ο αναδευτήρας είναι κορυφαίου τύπου με κάλυμμα από λάστιχο στον άξονα και στην προπέλα. Ο αναδευτήρας σχεδιάζεται για να αναστείλει τα στερεά γαλακτώματος στη λεκάνη αποχέτευσης. Ο αναδευτήρας της λεκάνης του απορροφητή χρησιμοποιείται συνεχώς

Αντλία της λεκάνης αποχέτευσης του απορροφητή.(Absorber Area Drain Pit Sump Pump – No 35)

Μια αντλία της λεκάνης αποχέτευσης του απορροφητή παρέχεται στη λεκάνη αποχέτευσης του απορροφητή. Η αντλία της λεκάνης αποχέτευσης του απορροφητή είναι κάθετου τύπου με κάλυμμα από λάστιχο στον άξονα.

3.8.3 Λεκάνη και τάφροι της λεκάνης προετοιμασίας των αντιδρώντων.(Reagent Preparation Area Drain Pit – No 30)

Παρέχεται μια συγκεκριμένη λεκάνη προετοιμασίας των αντιδρώντων με τις σχετικές τάφρους. Η λεκάνη και οι τάφροι προετοιμασίας των αντιδρώντων είναι επικαλυμμένες με ένα ανθεκτικό επίστρωμα και μία στεγανωτική ουσία για να αποτρέψουν τη διάβρωση και τη διαρροή. Το επίστρωμα είναι σε θέση να αντιστέκεται το διαβρωτικό και λειαντικό

περιβάλλον γαλακτώματος στην λεκάνη. Η λεκάνη προετοιμασίας αντιδρώντων έχει έναν όγκο αποθήκευσης 30 m³.

Η λεκάνη και οι τάφροι προετοιμασίας των αντιδρώντων λαμβάνουν το υγρό διεργασίας από τις ακόλουθες πηγές:

Σφαιρόμυλους

Δεξαμενή ανακύκλωσης των σφαιρόμυλων

Αντλίες ανακύκλωσης και σωληνώσεις γαλακτώματος των σφαιρόμυλων

Δεξαμενή γαλακτώματος ασβεστόλιθου

Αντλίες και σωληνώσεις γαλακτώματος ασβεστόλιθου

Ξέπλυμα προετοιμασίας των αντιδρώντων

Το περιεχόμενο της λεκάνης προετοιμασίας των αντιδρώντων μπορεί να αντληθεί στη δεξαμενή αποθήκευσης ασβεστόλιθών ή τη δεξαμενή αποθήκευσης έκτακτης ανάγκης.

3.8.4 Αναδευτήρας της λεκάνης προετοιμασίας των αντιδρώντων.(Reagent Preparation Area Drain Pit Agitator – No 31)

Ένας αναδευτήρας της λεκάνης προετοιμασίας των αντιδρώντων παρέχεται στη λεκάνη προετοιμασίας των αντιδρώντων. Ο αναδευτήρας είναι κορυφαίου τύπου με κάλυμμα από λάστιχο στον άξονα και στην προπέλα. Ο αναδευτήρας σχεδιάζεται για να αναστείλει τα στερεά γαλακτώματος στη λεκάνη. Ο αναδευτήρας της λεκάνης προετοιμασίας των αντιδρώντων χρησιμοποιείται συνεχώς.

3.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

3.9.1 ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η βασική επιδίωξη του συστήματος νερού και βοηθητικών συστημάτων είναι να εξασφαλιστούν οι παρακάτω σκοποί:

Εξασφάλιση αποθήκευσης νερού διεργασίας και διανομή σε όλα τα συστήματα που το απαιτούν.

Εξασφάλιση νερού διεργασίας για κατάσβεση ανάγκης των καυσαερίων σε περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας.

Εξασφάλιση διανομής ψυκτικού νερού.

Εξασφάλιση διανομής βοηθητικού νερού.

Εξασφάλιση διανομής αέρα ρύθμισης.

Εξασφάλιση διανομής αέρα γενικής χρήσης.

Εξασφάλιση συστήματος καθαρισμού υπό κενό για τον απορροφητή ,τη βοηθητική αντλία , την εκφόρτωση ασβεστόλιθου και τα κτίρια εξυπηρέτησης.

3.9.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΤΗΣΗ

Κατά την κράτηση της μονάδας, η κατάσταση λειτουργίας του εξοπλισμού και των συστημάτων δίδεται παρακάτω:

3.9.3 Διανομή και αποθήκευση νερού διεργασίας

Οι αντλίες και ο εξοπλισμός διανομής και αποθήκευσης του νερού διεργασίας παραμένουν σε λειτουργία για καθαρισμούς και για την εξασφάλιση κατάσβεσης ανάγκης των καυσαερίων κατά την κράτηση της μονάδος .Οι αντλίες νερού διεργασίας τροφοδοτούνται από την ηλεκτρική τροφοδοσία έκτακτης ανάγκης.

3.9.4 Διανομή ψυκτικού νερού.

Η διανομή ψυκτικού νερού στα ψυγεία του εξοπλισμού δεν απαιτείται όταν η μονάδα είναι σε κράτηση. Όμως , η διανομή ψυκτικού νερού απαιτείται κατά την εκκίνηση του απορροφητή και των συστημάτων προετοιμασίας γαλακτώματος πριν την εκκίνηση του λέβητα.

3.9.5 Διανομή βοηθητικού νερού

Η διανομή βοηθητικού νερού εξασφαλίζεται κατά την κράτηση της μονάδος για εργασίες πλύσεων και καθαρισμών

3.9.6 Διανομή αέρα ρύθμισης

Η διανομή αέρα ρύθμισης δεν είναι απαραίτητη κατά την κράτηση της μονάδος.

3.9.7 Διανομή αέρα γενικής χρήσης.

Η διανομή αέρα γενικής χρήσης απαιτείται κατά την κράτηση της μονάδος για να εξασφαλίζει τις λειτουργίες συντήρησης του εξοπλισμού.

3.9.8 Σύστημα καθαρισμού υπό κενό.

Το σύστημα καθαρισμού υπό κενό απαιτείται συνεχώς για να εξασφαλίζει τις συνήθεις εργασίες καθαρισμού της εγκατάστασης αποθείωσης.

3.10 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.10.1 Βασικά στοιχεία συστήματος

Τα βασικά στοιχεία του συστήματος νερού και των βοηθητικών είναι, η Δεξαμενή νερού διεργασίας, οι Αντλίες νερού διεργασίας, και το Σύστημα καθαρισμού υπό κενό.

3.10.2 Νερό διεργασίας

Το νερό διεργασίας τροφοδοτείται στη δεξαμενή νερού διεργασίας(FGD Process Water Tank - **No 57**) από ενισχυτικές αντλίες(booster) ψυκτικού νερού ή από το σύστημα ακατέργαστου νερού σαν εφεδρεία. Το σύστημα ακατέργαστου νερού χρησιμοποιείται ως

εφεδρική τροφοδοσία μόνο. Η δεξαμενή ακατέργαστου νερού έχει χωρητικότητα για λειτουργία τεσσάρων (4) ωρών σε πλήρες φορτίο. Εξασφαλίζεται μια επιπλέον χωρητικότητα της δεξαμενής νερού διεργασίας(περίπου 15 λεπτά), η οποία χρησιμοποιείται από το σύστημα κατάσβεσης (ψύξης) ανάγκης των καυσαερίων κατά περιόδους απότομης αύξησης της θερμοκρασίας τους . Η δεξαμενή νερού διεργασίας τροφοδοτεί νερό διεργασίας, νερό πλύσης εξοπλισμού, νερό πλύσης εξολοθρευτών ομίχλης και νερό κατάσβεσης ανάγκης των καυσαερίων.

Το σύστημα τίθεται σε λειτουργία πριν από την λειτουργία του απορροφητή. Προβλέπονται δυο φυγόκεντρες αντλίες νερού διεργασίας(Process Water Pumps - **No 59**) , μια σε λειτουργία και μία σε εφεδρεία. Κάθε αντλία είναι σχεδιασμένη να παρέχει όλες τις απαιτήσεις σε νερό διεργασίας κατά την λειτουργία σε πλήρες φορτίο. Οι αντλίες νερού διεργασίας είναι σχεδιασμένες να παρέχουν ανά πάσα στιγμή νερό πλύσης σε μια από τις αντλίες ανακυκλοφορίας. Ένας βρόγχος ανακυκλοφορίας από την κατάθλιψη της αντλίας νερού διεργασίας στη δεξαμενή νερού διεργασίας χρησιμοποιείται για την διατήρηση της πίεσης στο συλλέκτη νερού διεργασίας, που προκαλείται από τις διακυμάνσεις στην κατανάλωση νερού διεργασίας και τις πλύσεις.

Κατά τις περιόδους απότομων αυξήσεων της θερμοκρασίας των καυσαερίων , όλοι οι χρήστες νερού διεργασίας απομονώνονται από το νερό διεργασίας , εκτός από την κατάσβεση ανάγκης. Η κατάσβεση ανάγκης(Process Water To Emergency Quench - **No 14**) χρησιμοποιεί όλη την δυναμικότητα των αντλιών νερού διεργασίας(**No 59**).

3.10.3 Διανομή αέρα ρύθμισης.

Εξασφαλίζεται παραγωγή πεπιεσμένου αέρα ρύθμισης .Ο αέρας ρύθμισης διανέμεται στις παρακάτω τοποθεσίες:

Εκφόρτωση και σιλό τροφοδοσίας ασβεστόλιθου.

Απορροφητής για διαφορική πίεση

Σύστημα προετοιμασίας γαλακτώματος

Σύστημα καθαρισμού υπό κενό.

3.10.4 Διανομή ψυκτικού νερού.

Το ψυκτικό νερό απαιτείται για τα ψυγεία λαδιού των φυσητήρων αέρα οξείδωσης , τον εναλλάκτη θερμότητας του μειωτήρα της αντλίας απορροφητή και τον εναλλάκτη θερμότητας του λαδιού λίπανσης του σφαιρόμυλου.

3.10.5 Σύστημα καθαρισμού υπό κενό.

Το σύστημα καθαρισμού υπό κενό αποτελείται από ένα σταθερό σιλό για κατακράτηση της συλλεγόμενης σκόνης .Το σύστημα χρησιμοποιεί ένα φυσητήρα τύπου root για την δημιουργία αρνητικού ελκυσμού. Υπάρχει μία διάταξη εκφόρτωσης του σιλό σκόνης με ταυτόχρονο ψεκασμό νερού για την ύγρανση της συλλεγόμενης σκόνης. Ένα περιστροφικό επιστόμιο εκφορτώνει τη διαβρεγμένη σκόνη. Ο αέρας ,που αφήνει το σύστημα καθαρισμού υπό κενό ,φιλτράρεται και απορρίπτεται προς την ατμόσφαιρα με μία μέγιστη εκπομπή σκόνης 25mg/Nm³.

3.10.6 Βοηθητικό νερό.

Παροχές βοηθητικού νερού προβλέπονται για τα κατώτερα , μεσαία και ανώτερα επίπεδα του απορροφητή. Το βοηθητικό νερό παρέχεται στην περιοχή τροφοδοσίας ασβεστόλιθου, στο σύστημα αφυδάτωσης, στις θέσεις δειγματοληψίας γαλακτώματος, στο σιλό γύψου ,στο σιλό υγράς τέφρας , στην περιοχή των σιλό και των υγραντών ιπτάμενης τέφρας ,στο σύστημα καθαρισμού υπό κενό και στους ταινιόδρομους.

3.11 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ

3.11.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ.

Ο σκοπός του συστήματος διαχείρισης ασβεστόλιθου είναι να μεταφέρει ασβεστόλιθο από το σταθμό εκφόρτωσης στο σύστημα προετοιμασίας αντιδραστηρίου (γαλακτώματος). Ο εξοπλισμός εκφόρτωσης , ο οποίος μεταφέρει ασβεστόλιθο από το σύστημα εκφόρτωσης στα σιλό του ασβεστόλιθου, λειτουργεί ανεξάρτητα από την λειτουργία του λέβητα. Ο εξοπλισμός διαχείρισης ασβεστόλιθου που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ασβεστόλιθου από τα σιλό στο σύστημα προετοιμασίας γαλακτώματος ασβεστόλιθου λειτουργεί συνεχώς σε πλήρες φορτίο σε συνεργασία με το σύστημα προετοιμασίας γαλακτώματος ασβεστόλιθου.

3.11.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΤΗΣΗ.

Κατά την κράτηση της μονάδας παραγωγής ενέργειας , η λειτουργία του συστήματος διαχείρισης ασβεστόλιθου μπορεί να μην χρειάζεται. Όμως ο εξοπλισμός εκφόρτωσης ασβεστόλιθου λειτουργεί ανεξάρτητα από κάθε άλλη λειτουργία της εγκατάστασης και βασίζεται στα προς παραλαβή φορτία ασβεστόλιθου. Ο παρακάτω εξοπλισμός μπορεί να λειτουργήσει κατά την κράτηση της εγκατάστασης για την εκφόρτωση και την αποθήκευση του ασβεστόλιθου μέσα στα σιλό ασβεστόλιθου.

Ανεμιστήρας συλλογής σκόνης εκφόρτωσης ασβεστόλιθου.

Ταινιόδρομος χοάνης εκφόρτωσης

Ταινιόδρομος εκφόρτωσης ασβεστόλιθου

Κάδο-ανελκυστήρας σιλό ασβεστόλιθου

Ταινιόδρομος οροφής σιλό ασβεστόλιθου.

3.11.3 Γενική περιγραφή

Ο ασβεστόλιθος, μεγέθους 3A, ξεφορτώνεται από τα φορτηγά μέσα σε μία από τις δυο χοάνες εκφόρτωσης ασβεστόλιθου (Unloading Hopper - **No 60**). Οι χοάνες είναι σχεδιασμένες για όγκο εκφόρτωσης 100m³ και είναι εξοπλισμένες με ράβδους εκφόρτωσης. Οι χοάνες εκφόρτωσης είναι τοποθετημένες σε ξεχωριστά σκέπαστρα εκφόρτωσης ασβεστόλιθου Ένας συλλέκτης σκόνης της χοάνης εκφόρτωσης προβλέπεται για την αποφυγή εκπομπών σκόνης στα σκέπαστρα της εκφόρτωσης

Ο ασβεστόλιθος σε κάθε χοάνη εκφόρτωσης μεταφέρεται μέσω των αντίστοιχων ταινιόδρομων εκφόρτωσης χοάνης(Hopper Unloading Conveyor - **No 61**) προς τους ταινιόδρομους εκφόρτωσης ασβεστόλιθου(Limestone Unloading Conveyor - **No 62**). Κάθε ταινιόδρομος εκφόρτωσης είναι εξοπλισμένος με έναν διαχωριστή βαρέων υλικών (Metal Separator - **No 63**)και έναν ανιχνευτή μετάλλων(Metal Detector - **No 64**) για την αποφυγή εισόδου ανεπιθύμητων υλικών στο σύστημα. Ο ταινιόδρομος εκφόρτωσης ασβεστόλιθου τροφοδοτεί τον κάδο – ανελκυστήρα του σιλό ασβεστόλιθου (Bucket Elevator To Limestone

– **No 65**).Ο καδο – ανελκυστήρας(**No 65**) εκφορτώνει τον ασβεστόλιθο στον ταινιόδρομο οροφής(Limestone Silo Stop Conveyor - **No 66**) του σιλό ασβεστόλιθου(Limestone Silo - **No 67**).

Το σιλό ασβεστόλιθου(**No 67**) είναι εξοπλισμένο με δυο κώνους εκκένωσης , που ο καθένας είναι εξοπλισμένος με ταινιόδρομο μεταφοράς (εξαγωγής) ασβεστόλιθου(Limestone Transfer Belt Conveyor **No 68**). Κάθε ένας από τους ταινιόδρομους μεταφοράς ασβεστόλιθου(**No 68**) μεταφέρει τον ασβεστόλιθο σε έναν κάδο – ανελκυστήρα του σιλό δοσομέτρησης(Bucket Elevator To Dosing Silo - **No 69**) .Ο καδο – ανελκυστήρας(**No 69**) του σιλό δοσομέτρησης εκφορτώνει τον ασβεστόλιθο σε διαφορετικά σιλό δοσομέτρησης(Dosing Silo - **No 70**). Τα σιλό δοσομέτρησης είναι εξοπλισμένα με διατάξεις συλλογής σκόνης και δείκτες στάθμης. Υπάρχουν μαχαιρωτά επιστόμια εκκένωσης στην έξοδο των σιλό δοσομέτρησης.

3.12 ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.12.1 Εκκίνηση συστήματος

Η εκφόρτωση του ασβεστόλιθου εκτελείται με βάση πρόγραμμα μεταφοράς των φορτηγών. Η εκφόρτωση του ασβεστόλιθου εξαρτάται από την λειτουργία του λέβητα και του απορροφητή. Η μεταφορά του ασβεστόλιθου από το σιλό ασβεστόλιθου στο σύστημα προετοιμασίας γαλακτώματος θα εκκινήσει σε συνδυασμό με την ετοιμότητα αυτού του συστήματος.

3.12.2 Κράτηση συστήματος

Η μεταφορά ασβεστόλιθου στο σύστημα προετοιμασίας γαλακτώματος θα σταματήσει όταν θα κρατηθούν ο λέβητας και ο απορροφητής . Ο εξοπλισμός εκφόρτωσης του ασβεστόλιθου εξαρτάται από την λειτουργία του λέβητα και του απορροφητή.

3.12.3 Κανονική λειτουργία

Η κανονική λειτουργία του εξοπλισμού εκφόρτωσης και μεταφοράς ασβεστόλιθου δίνεται παρακάτω:

3.12.4 Εκφόρτωση ασβεστόλιθου

Συλλέκτης σκόνης εκφόρτωσης σε λειτουργία. Ένας από τους ανεμιστήρες συλλέκτη σκόνης είναι σε λειτουργία.

Ένας ταινιόδρομος εκφόρτωσης χοάνης είναι σε λειτουργία.

Ένας καδο – ανελκυστήρας σιλό ασβεστόλιθου είναι σε λειτουργία

Ένας ταινιόδρομος οροφής σιλό ασβεστόλιθου είναι σε λειτουργία.

3.12.5 Μεταφορά ασβεστόλιθου στο σύστημα προετοιμασίας γαλακτώματος

Ένας ταινιόδρομος μεταφοράς ασβεστόλιθου στον καδο – ανελκυστήρα του σιλό δοσομέτρησης σε λειτουργία.

Ένας καδο – ανελκυστήρας σιλό δοσομέτρησης σε λειτουργία

Ένα σιλό δοσομέτρησης σε λειτουργία.

Συλλέκτης σκόνης του σιλό δοσομέτρησης σε λειτουργία . Ένας ανεμιστήρας του συλλέκτη σκόνης του σιλό δοσομέτρησης σε λειτουργία.

Ένα επιστόμιο εκκένωσης σιλό δοσομέτρησης ανοιχτό

3.13 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ

3.13.1 ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.

Ο σκοπός του συστήματος προετοιμασίας γαλακτώματος είναι να παράγει γαλάκτωμα ασβεστόλιθου , το οποίο να μεταφέρει εύκολα στον απορροφητή. Το γαλάκτωμα ασβεστόλιθου που παράγεται από το σύστημα προετοιμασίας γαλακτώματος περιέχει λεπτά σωματίδια ασβεστόλιθου τα οποία διαλύονται εύκολα στη δεξαμενή αντίδρασης.

3.13.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΤΗΣΗ.

Κατά την κράτηση της εγκατάστασης παραγωγής ενέργειας , το σύστημα προετοιμασίας γαλακτώματος δε χρειάζεται. Κάποιος από τον εξοπλισμό του συστήματος προετοιμασίας και διανομής γαλακτώματος είναι σε λειτουργία ακόμα και όταν η εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας είναι σε κράτηση. Ο εξοπλισμός δίνεται παρακάτω:

Αναδευτήρας γαλακτώματος ασβεστόλιθου.(Limestone Slurry Tank Agitator – No 43)

Αναδευτήρες δεξαμενής ανακυκλοφορίας μύλου.(Mill Recycle Tank Mixer – No 48)

3.14 ΔΙΑΤΑΞΗ

3.14.1 Κύκλωμα υγρής άλεσης.

Το σύστημα προετοιμασίας γαλακτώματος ασβεστόλιθου αποτελείται από δυο κυκλώματα υγρής άλεσης .Ο αλεσμένος ασβεστόλιθος, μεγέθους 16Χ0mm ,εκφορτώνεται από ένα από τα δύο σιλό δοσομέτρησης (**No 70**)στον αντίστοιχο ζυγο – τροφοδότη(Limestone Weigh Feeder **No 36**), ένας μετά από κάθε σιλό δοσομέτρησης(Dosing Silo **No 70**). Ο ασβεστόλιθος μεταφέρεται από τον ταινιοζυγό τροφοδοσίας σε μία χοάνη εκτροπής. Η χοάνη εκτροπής (**No 37**)κατευθύνει τον ασβεστόλιθο στον υγρό μύλο άλεσης(Wet Ball Mill **No 38**) ή στον αμφίδρομο ταινιόδρομο ο οποίος τροφοδοτεί τον εφεδρικό μύλο άλεσης.

Ο ασβεστόλιθος εισέρχεται στον οριζόντιο σφαιρόμυλο (No 38)μέσω της τροφοδοτικής χοάνης τροφοδοσίας εισόδου. Το νερό άλεσης(No 13) και το γαλάκτωμα του πυθμένα του υδροκυκλώνα που περιέχει χοντρά σωματίδια για επανάλεση συνενώνονται με τον ξηρό ασβεστόλιθο στην χοάνη τροφοδοσίας εισόδου. Επιπλέον σφαίρες άλεσης εισέρχονται στο μύλο μέσω της χοάνης τροφοδοσίας εισόδου(**No 37**) .Ο ασβεστόλιθος συνθλίβεται και κονιορτοποιείται στον περιστρεφόμενο σφαιρόμυλο πριν την εκφόρτωση του στη δεξαμενή ανακυκλοφορίας μύλου(Mill Recycle Tank **No 39**) σαν γαλάκτωμα. Το γαλάκτωμα αντλείται σε ένα συγκρότημα υδροκυκλώνα (**No 40**) ο οποίος διαχωρίζει τα χοντρά σωματίδια για να ξανά αλεσθούν. Τα πιο χοντρά σωματίδια που βρίσκονται στον πυθμένα του υδροκυκλώνα ανακυκλοφορούν στην χοάνη τροφοδοσίας εισόδου του μύλου (**No 37**). Η υπερχειλίση του υδροκυκλώνα που περιέχει το επιθυμητό μέγεθος και συγκέντρωση των στερεών γαλακτώματος καταλήγει με βαρύτητα στη δεξαμενή γαλακτώματος ασβεστόλιθου (Limestone Slurry Tank **No 41**).

3.14.2 Αποθήκευση και διανομή γαλακτώματος ασβεστόλιθου.

Το γαλάκτωμα ασβεστόλιθου από ένα από τα δύο κυκλώματα υγρής άλεσης αποθηκεύεται στη δεξαμενή γαλακτώματος ασβεστόλιθου(**No 41**). Το γαλάκτωμα ασβεστόλιθου αντλείται συνεχώς από αντλίες τροφοδοσίας γαλακτώματος ασβεστόλιθου(Limestone Slurry Feed Pump **No 42**)προς τον απορροφητή (ABSORBER) μέσω του συλλέκτη ανακυκλοφορίας τροφοδοσίας γαλακτώματος ασβεστόλιθου .Το γαλάκτωμα ασβεστόλιθου που δεν καταναλώνεται στον απορροφητή ανακυκλοφορεί συνεχώς στη δεξαμενή γαλακτώματος ασβεστόλιθου(**No 41**). Το σύστημα διανομής γαλακτώματος ασβεστόλιθου περιλαμβάνει εφεδρικές αντλίες τροφοδοσίας και συλλέκτες ανακυκλοφορίας .Και οι δύο αντλίες τροφοδοσίας γαλακτώματος ασβεστόλιθου μπορούν να μεταφέρουν γαλάκτωμα στον απορροφητή μέσω και των δύο συλλεκτών ανακυκλοφορίας(**No 39**).

3.15 ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.15.1 Εκκίνηση συστήματος

Η εκκίνηση του συστήματος προετοιμασίας γαλακτώματος γίνεται ακριβώς πριν την εκκίνηση του απορροφητή. Πριν από την εκκίνηση του απορροφητή , η δεξαμενή γαλακτώματος ασβεστόλιθου είναι κανονικά γεμάτη μέχρι την στάθμη λειτουργίας με γαλάκτωμα ασβεστόλιθου. Σε μερικές περιπτώσεις , μια μικρή ποσότητα γαλακτώματος ασβεστόλιθου πρέπει να μεταφερθεί στον απορροφητή πριν τη λειτουργία του.

3.15.2 Κανονική λειτουργία.

Κατά την κανονική λειτουργία η επιλεγμένη ποσότητα ασβεστόλιθου μεταφέρεται στο μύλο μέσω του σχετικού ζυγο-τροφοδότη. Μια μεταβολή στην πραγματική ροή μάζας ασβεστόλιθου θα έχει ως αποτέλεσμα ρύθμιση της ταχύτητας του τροφοδότη.

Ο λόγος νερού / ασβεστόλιθου που καθορίστηκε στη φάση του (Commissioning) γεμίσματος θα ελέγχει το άνοιγμα του επιστομίου νερού άλεσης. Το γαλάκτωμα ρέει στη δεξαμενή ανακυκλοφορίας του μύλου στην οποία διατηρείται ομογενές με την βοήθεια του τοπικού αναδευτήρα.

Η αντλία ανακυκλοφορίας του μύλου που λειτουργεί μεταφέρει το γαλάκτωμα στο συγκρότημα του υδροκυκλώνα .Ένας μεταδότης πυκνότητας που είναι εγκαταστημένος στην κατάθλιψη της αντλίας της δεξαμενής ανακυκλοφορίας του μύλου ελέγχει (και καταγράφει) την πυκνότητα του γαλακτώματος ως προς την προκαθορισμένη τιμή. Οποιαδήποτε απόκλιση θα αντισταθμιστεί με ρύθμιση του επιστομίου ελέγχου νερού διάλυσης , το οποίο θα ελέγχει την προσθήκη νερού στη δεξαμενή ανακυκλοφορίας του μύλου.

Η στάθμη στη δεξαμενή ελέγχεται ως προς την προκαθορισμένη τιμή με τη μεταβολή της ταχύτητας της αντλίας ανακυκλοφορίας του μύλου. Το γαλάκτωμα με τα λεπτά σωματίδια που εξέρχεται από την υπερχείλιση του υδροκυκλώνα ρέει με τη βαρύτητα στη δεξαμενή γαλακτώματος ασβεστόλιθου.

Το γαλάκτωμα με τα χονδρά σωματίδια που εξέρχεται από τον πυθμένα του υδροκυκλώνα επιστρέφει στο σφαιρόμυλο για να επαναλεστεί.

Μέσω ενός διανομέα δύο διαδρομών το λεπτόκοκκο γαλάκτωμα μπορεί να επιστρέφει επίσης στο μύλο για άλεση (τρόπος ανακυκλοφορίας) για περιορισμένο διάστημα (κράτηση συστήματος όταν η στάθμη στη δεξαμενή γαλακτώματος ασβεστόλιθου είναι υψηλή).

3.16 ΠΛΗΡΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΚΕΝΩΣΗ

Η δεξαμενή γαλακτώματος ασβεστόλιθου μπορεί να εκκενωθεί στη λεκάνη αποχέτευσης του συστήματος προετοιμασίας γαλακτώματος και να αντληθεί προς την δεξαμενή αποθήκευσης έκτατης ανάγκης.

Η δεξαμενή γαλακτώματος ασβεστόλιθου μπορεί να εκκενωθεί κατευθείαν στη δεξαμενή αποθήκευσης έκτατης ανάγκης χρησιμοποιώντας τις αντλίες γαλακτώματος ασβεστόλιθου.

3.17 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΓΥΨΟΥ

3.17.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ

Ο σκοπός του συστήματος διαχείρισης και αποθήκευσης του γύψου είναι να μεταφέρει την κρούστα γύψου από το σύστημα αφυδάτωσης προς το σιλό γύψου, να αποθηκεύει το γύψο στο σιλό και να εκφορτώνει το γύψο στους ταινιόδρομους ή σε φορτηγά.

3.17.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΤΗΣΗ

Κατά την κράτηση της εγκατάστασης παραγωγής ενέργειας δεν απαιτείται η λειτουργία του εξοπλισμού διαχείρισης και αποθήκευσης. Όμως η κρούστα του γύψου που αποθηκεύεται στο σιλό γύψου μπορεί να εκφορτωθεί όταν η εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας είναι σε κράτηση αν είναι διαθέσιμη η ηλεκτρική ενέργεια. Ο εξοπλισμός του συστήματος διαχείρισης και αποθήκευσης γύψου δεν υποστηρίζεται από την (ηλεκτρική) τροφοδοσία έκτακτης ανάγκης.

3.17.3 ΔΙΑΤΑΞΗ

Η κρούστα του γύψου εκφορτώνεται από τα ταινιόφιλτρα κενού (Vacuum Belt Filters – No 81) του συστήματος αφυδάτωσης μέσω χοανών διανομής στον ταινιόδρομο μεταφοράς(Gypsum Transfer To Silo - No 90). Προβλέπονται δυο ταινιόδρομοι ένας σε λειτουργία και ένας εφεδρικός. Κάθε ταινιόφιλτρο κενού είναι ικανό να εκφορτώσει την κρούστα γύψου και στους δυο ταινιόδρομους μεταφοράς μέσω ενός διανομέα γύψου. Η κρούστα γύψου μεταφέρεται στο σιλό γύψου για αποθήκευση (Gypsum Silo - No 91). Η κρούστα του γύψου εκφορτώνεται από το σιλό γύψου (No 91)σε ένα ταινιόδρομο μεταφοράς (No 92) ο οποίος μεταφέρει την κρούστα στο σύστημα μεταφοράς παραπροϊόντων για απόθεση (Πορεία 21)ή κατευθείαν στα φορτηγά.

3.18 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.18.1 Βασικά στοιχεία συστήματος

Τα βασικά στοιχεία του συστήματος διαχείρισης και αποθήκευσης γύψου είναι: Ο Ταινιόδρομος μεταφοράς γύψου στο σιλό, και το Σιλό γύψου.

3.18.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η κρούστα του γύψου που αφήνει τα ταινιόφιλτρα κενού του συστήματος αφυδάτωσης έχει περιεκτικότητα σε υγρασία 10 -12% κατά βάρος .Η κρούστα γύψου εκφορτώνεται από τα ταινιόφιλτρα κενού μέσω των χοανών διανομής γύψου σε δυο ταινιόδρους μεταφοράς. Κάθε ταινιόφιλτρο κενού είναι ικανό να εκφορτώνει την κρούστα γύψου και στους ταινιόδρους μεταφοράς. Οι χοάνες διανομής είναι επενδυμένες για να μειωθεί η πιθανότητα φθορών.

Προβλέπονται δυο ταινιόδρομοι μεταφοράς γύψου, ένας σε λειτουργία και ένας σε εφεδρεία. Κάθε ταινιόδρομος μεταφοράς γύψου είναι σχεδιασμένος για μια δυναμικότητα 60 t/h. Οι ταινιόδρομοι μεταφοράς είναι εξοπλισμένοι με ενισχυμένη ταινία από καουτσούκ, σύστημα ανύψωσης , τροχαλίες κεφαλής και ουράς , ράουλα , αισθητήρες ευθυγράμμισης της ταινίας , σχοινί έλξης σταματήματος ανάγκης (χαλινοδιακόπτη) και διακόπτες ταχύτητας (μεταδότες).Οι ταινιόδρομοι προστατεύονται από τον καιρό με κλειστό τούνελ. Οι ταινιόδρομοι μεταφοράς γύψου μεταφέρουν το γύψο στο σιλό γύψου για αποθήκευση.

Προβλέπεται ένα σιλό αποθήκευσης γύψου. Ο γύψος εισέρχεται στο σιλό μέσω μιας σκάφης πλήρωσης. Ο γύψος κατευθύνεται μέσω της σκάφης πλήρωσης προς τον ανώτερο γεφυρο - ταινιόδρομο μέσα σε μια τηλεσκοπική χοάνη .Η τηλεσκοπική χοάνη μεταφέρει την κρούστα γύψου προς τον κατώτερο γεφυρο-ταινιόδρομο, ο οποίος διασκορπίζει το γύψο ομαλά μέσα στο σιλό. Η κρούστα του γύψου εκφορτώνεται από το σιλό του γύψου με τη χρήση ενός κοχλιωτού τροφοδότη εκφόρτωσης στον ζυγο- ταινιόδρομο μεταφοράς, ο οποίος μεταφέρει την κρούστα στο σύστημα μεταφοράς παραπροϊόντων για απόθεση. Η κρούστα του γύψου εκφορτώνεται από το σιλό προς τους ταινιόδρους μεταφοράς σε διάρκεια 16 ωρών ανά ημέρα. Το σιλό του γύψου μπορεί επίσης να εκκενωθεί σε φορτηγά.

3.19 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.0 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ Η ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΗΣ

4.1 Η ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Είδαμε και πιο πάνω, όταν μιλήσαμε για τα αέρια απόβλητα, ότι είναι λάθος να συνδέουμε τη ρύπανση μονοσήμαντα με επιπτώσεις στην υγεία. Πολύ συχνά η ρύπανση μπορεί να έχει πράγματι τέτοιες επιπτώσεις, μπορεί όμως απλώς να εκδηλώνεται ως μία αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος, στο οποίο ζούμε ή εργαζόμαστε. Μία τέτοια υποβάθμιση είναι εξίσου σοβαρή. Μπορεί βέβαια να μην υποσκάπτει τη φυσική υγεία μας, αλλά αποτελεί απειλή για άλλες μας ανάγκες. Για την ανάγκη να χαρούμε και να απολαύσουμε το όμορφο, την ανάγκη να νιώθουμε αρμονία και ισορροπία μέσα σε ένα καλαίσθητο περίγυρο.

Η θέα μιας ρυπασμένης ατμόσφαιρας, συνιστά μια μόνο πλευρά της αισθητικής διάστασης της ρύπανσης.

Ως ανθρώπους, ασφαλώς δε μας ενδιαφέρει μόνο να αποφύγουμε τις επιπτώσεις στην υγεία από τη ρύπανση. Εξίσου σημαντικό είναι να δημιουργήσουμε ένα περιβάλλον στο οποίο θα νοιώθουμε γενικότερη ψυχοπνευματική ικανοποίηση. Ακόμη, η ικανοποίηση αυτή δε σχετίζεται μόνο με το φυσικό περιβάλλον, αλλά και με αυτό που ονομάζουμε δομημένο περιβάλλον, τη χωροταξία δηλαδή και την αισθητική των πόλεών μας. Αν λάβει κανείς υπόψη του ότι στην Ελλάδα γεννήθηκε η ίδια η έννοια της αρμονίας και παραδόθηκαν στην ανθρωπότητα απaráμιλλα αρχιτεκτονικά δημιουργήματα, όπως ο Παρθενώνας, το δομημένο μας περιβάλλον, δεν πρέπει να μας ευχαριστεί καθόλου. Οι επιδόσεις μας, ως Νεοέλληνες, δυστυχώς έχουν υπάρξει πολύ μέτριες, με αποτέλεσμα οι πόλεις μας σε μεγάλο βαθμό να έχουν απολέσει κάθε ταυτότητα και αισθητικό κριτήριο. Και μόνο πρόσφατα η πολύ αρνητική αυτή τροχιά έγινε αντίληψη και η πολιτεία έχει αρχίσει να θέτει κάποιες σοβαρές οικιστικές προδιαγραφές.

Για τις επιπτώσεις, λοιπόν, του περιβάλλοντος στον άνθρωπο θα μπορούσαμε να κάνουμε την εξής σχηματοποίηση. Να τις κατατάξουμε σε τρεις κατηγορίες:

- . Σ' αυτές που συνιστούν **μόλυνση**, με την έννοια της άμεσης απειλής για την ανθρώπινη υγεία. Τέτοιες είναι για παράδειγμα, η έκθεση σε τοξικές ουσίες, σε βαριά μέταλλα, σε παθογόνους μικροοργανισμούς, σε ραδιενέργεια, κτλ.
- . Σ' αυτές που συνιστούν **ρύπανση**, με την έννοια των πιο μακροπρόθεσμων και σωρευτικών επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία. Τέτοια είναι, λόγου χάρη, τα φαινόμενα έντονης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η έκθεση σε θόρυβο, η ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών, κτλ.
- . Τέλος, σ' αυτές που συνιστούν **αισθητική υποβάθμιση** και που, ακόμη και αν δεν απειλούν την φυσική μας υγεία, υποσκάπτουν την ψυχική μας ευεξία και υπονομεύουν την αισθητική των χώρων, όπου ζούμε και εργαζόμαστε. Τέτοιες περιπτώσεις είναι οι εικόνες των πουλιών να πετούν και των ποντικών να κρύβονται μέσα σε πεταγμένα σκουπίδια σε πλαγιές και σε ρέματα, οι θολές και μη διαυγείς θάλασσες, οι άσχημες, καταθλιπτικές και απάνθρωπες πόλεις, με χαοτικούς δρόμους και ελάχιστους ανοικτούς και κοινόχρηστους χώρους (πλατείες, πράσινο, κτλ.).

Μία πολιτική φιλική για το περιβάλλον οφείλει να αναπτύσσει πρωτοβουλίες ισορροπημένα και ως προς τις τρεις αυτές συνιστώσες. Είναι και οι τρεις εξίσου σημαντικές για τη φυσική υγεία και ψυχική αρμονία και ισορροπία μας.

4.2 ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Το μεγάλο ενδιαφέρον για τα θέματα του περιβάλλοντος άρχισε τη δεκαετία του '60, όταν άρχισαν να συνειδητοποιούνται τα προβλήματα και οι παρενέργειες που είχε η γρήγορη ανάπτυξη της περιόδου εκείνης. Με την πετρελαϊκή κρίση των αρχών της δεκαετίας του '70, οι ανησυχίες εντάθηκαν, καθώς φάνηκε η στενή αλληλεξάρτηση ανάμεσα στην ανάπτυξη και το επίπεδο ζωής από τη μία πλευρά και στην περιορισμένη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων από την άλλη. Έτσι, η συζήτηση για την προστασία του περιβάλλοντος και η συνείδηση ότι οι φυσικοί πόροι (πετρέλαιο, λιγνίτης κτλ.) είναι περιορισμένοι έχουν μία κοινή ιστορία, μερικών μόλις δεκαετιών. Νωρίτερα ο άνθρωπος, λίγο - πολύ, ζούσε με την εντύπωση ότι τα φυσικά αποθέματα είναι ανεξάντλητα, και ότι το ίδιο το περιβάλλον είχε την ικανότητα να απορροφά, αυτόματα και ανώδυνα, τις ποικίλες εκπομπές της βιομηχανικής και αστικής δραστηριότητας.

Από τη δεκαετία λοιπόν του '70 και στο εξής γινόμαστε μάρτυρες της ανάπτυξης ενός ιδιαίτερου τομέα της βιομηχανίας, της λεγόμενης οικοβιομηχανίας ή οικολογικής βιομηχανίας. Η δραστηριότητα αυτή έχει ως στόχο να παραγάγει τεχνολογία, να σχεδιάσει εγκαταστάσεις, να δώσει λύσεις σε θέματα ρύπανσης του περιβάλλοντος. Παραδείγματα τέτοιων εγκαταστάσεων είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, όπου περιγράψαμε τους τύπους της ρύπανσης και τους τρόπους καταπολέμησής τους. Η οικοβιομηχανία μετά τη δεκαετία του '70 γνωρίζει μία εκρηκτική ανάπτυξη. Αν και πολλές από τις λεγόμενες περιβαλλοντικές τεχνολογίες έχουν ιστορία αρκετά περισσότερων δεκαετιών, η χρήση τους, μόνο σχετικά πρόσφατα, μπορεί να θεωρηθεί γενικευμένη.

Η οικοβιομηχανία στα πρώτα της βήματα εστίασε το ενδιαφέρον της σε δυο κατευθύνσεις. Την αντιρρύπανση και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η **αντιρρύπανση** είναι ένας πολύ γενικός όρος που περιλαμβάνει τη μεγάλη ποικιλία συσκευών και εγκαταστάσεων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καταπολεμήσουν και να δεσμεύσουν τη ρύπανση. Οι **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** αρχίζουν να αναπτύσσονται μόλις γίνεται για πρώτη φορά αισθητό το φάσμα εξάντλησης των πετρελαϊκών αποθεμάτων. Ο ήλιος, με τις τεράστιες ποσότητες ενέργειας που διοχετεύει στην επιφάνεια της γης, είναι στο κέντρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο άνεμος ιδιαίτερα και σε δεύτερο βαθμό τα κύματα τη θάλασσας επίσης υπόσχονται σημαντικά αποθέματα ενέργειας. Το ίδιο και η αξιοποίηση της βιομάζας. Βιομάζα είναι οργανική μάζα, που προέρχεται ή από ειδικές καλλιέργειες, που γίνονται για να αξιοποιηθούν ενεργειακά, ή και από υπολείμματα συμβατικών καλλιεργειών (π.χ. κλαδέματα από ελαιόδεντρα, πυρήνας ελιάς, κτλ.) Τα ηλιακά, φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα αναπτύσσονται ραγδαία. Χώρες μικρές και χωρίς ιδιαίτερη τεχνολογική παράδοση, όπως η Δανία και η Νορβηγία, κυριαρχούν στην ανερχόμενη αυτή αγορά, εκτοπίζοντας, σε αρκετές περιπτώσεις, τις μεγάλες βιομηχανικές δυνάμεις, και προσφέροντας ένα παράδειγμα πως ακόμη και οι μικροί μπορούν να βρεθούν στην αιχμή της τεχνολογίας.

Η οικοβιομηχανία ως αντιρρύπανση και ανανεώσιμες μορφές ενέργειας συνεχίζει να αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς. Τα απόβλητα, στερεά

υγρά και αέρια, παράγονται όλο και σε μεγαλύτερες ποσότητες και όλο και σε μεγαλύτερη "ποικιλία". Οι εφημερίδες κατακλύζονται με ειδήσεις για νέες, άγνωστες πριν λίγα χρόνια ουσίες- όπως οι διοξίνες- που χρειάζονται νέα τεχνολογία για να καταπολεμηθούν. Το ίδιο και στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Η σχετική τεχνολογία εξελίσσεται ασταμάτητα με στόχο τη μαζική εφαρμογή τέτοιων συστημάτων, κάτι όμως από το οποίο απέχουμε ακόμη αρκετά, κυρίως λόγω του ακόμη υψηλού κόστους της παραγόμενης ενέργειας από τα ηλιακά/ αιολικά πάρκα σε κύριο λόγο, αλλά και από τη βιομάζα.

Όμως, ορισμένες σημαντικές εξελίξεις κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες έμελλε να τροποποιήσουν σημαντικά τις παραδοσιακές δραστηριότητες της οικοβιομηχανίας. Κατ' αρχήν αρχίσαμε να συνειδητοποιούμε ότι η παραδοσιακή αντιρρύπανση ίσως δεν είναι ο καλύτερος τρόπος να αντιμετωπίσει κανείς τη ρύπανση. Ας δούμε ένα παράδειγμα για να καταλάβουμε το πολύ σημαντικό αυτό σημείο.

Φαντασθείτε ότι ένα εργοστάσιο ρυπαίνει πολύ την περιοχή όπου λειτουργεί. Μαύροι καπνοί βγαίνουν από την καμινάδα του και λερώνουν ακόμη και τα ρούχα των κατοίκων της κοντινής περιοχής. Αν αντιμετωπίσει κανείς το πρόβλημα αυτό απ' τη σκοπιά της αντιρρύπανσης, πρέπει να εγκαταστήσει μία σειρά από διατάξεις, όπως αυτές που περιγράψαμε παραπάνω, για να μπορέσει να περιορίσει τις ουσίες που εκπέμπονται. Αυτό έχει ένα σημαντικό κόστος. Το σημαντικότερο όμως είναι ότι η υπερβολική ρύπανση του συγκεκριμένου εργοστασίου κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται σε κακή λειτουργία των εγκαταστάσεών του. Αν λοιπόν το εργοστάσιο ψάξει να βρει και να θεραπεύσει τις αιτίες της κακής λειτουργίας, όχι μόνο δε θα χρειασθεί να κάνει τις ίδιες δαπάνες αντιρρύπανσης, αλλά θα έχει και ένα σημαντικό όφελος, λόγω ακριβώς της καλύτερης λειτουργίας του. Όπως συμβαίνει και στα ιδιωτικά αυτοκίνητα. Όταν ρυπαίνεις πολύ, δεν επιβαρύνεις απλώς το περιβάλλον αλλά και τον ίδιο σου τον εαυτό, αφού ο κινητήρας σου είναι σίγουρα κακορυθμισμένος, και η κατανάλωσή του σε καύσιμο πολύ μεγαλύτερη από την κανονική. Σε μία βιομηχανία βέβαια μία τέτοια σπατάλη μπορεί να συμβαίνει σε πάρα πολλά σημεία, αφού είναι πολύ πιο πολύπλοκη από ένα απλό αυτοκίνητο. Άρα και η προσπάθεια να εντοπισθούν όλα αυτά τα σημεία κακής λειτουργίας είναι πολύ πιο δύσκολη, αλλά και πολύ περισσότερο προσοδοφόρα όταν υλοποιηθεί.

Η εξέλιξη λοιπόν της αντιρρύπανσης είναι η **πρόληψη** της ρύπανσης. Και η πρόληψη είναι πάντα καλύτερη και οικονομικά συμφερότερη. Όπως και στην ιατρική, που η πρόληψη είναι πάντα καλύτερη από τη χειρουργική επέμβαση, έτσι και στην προστασία του περιβάλλοντος η αντιρρύπανση πρέπει να υπάρχει μόνο για να κάνει αυτά που δεν μπορούμε να κάνουμε με τη σωστή λειτουργία των μηχανών, των διεργασιών και των βιομηχανικών μας εγκαταστάσεων.

Έτσι, η οικοβιομηχανία εκτός από την τεχνολογία αντιρρύπανσης επικεντρώνεται πια και στα θέματα της πρόληψης της ρύπανσης που, όπως είδαμε, σχετίζεται με την καλή και ορθολογική λειτουργία του εργοστασίου. Όταν παράγεις λιγότερα καυσαέρια, η καύση σου είναι καλύτερη. Δε έχεις μόνο λιγότερα καυσαέρια, έχεις και περισσότερη ενέργεια. Το ίδιο ισχύει και στα στερεά απορρίμματα και τα υγρά λύματα. Όσο λιγότερα στερεά απορρίμματα ή υγρά απόβλητα έχεις, τόσο καλύτερα αξιοποιείς τις ύλες σου, τόσο καλύτερη και οικονομικότερη είναι η παραγωγή σου.

Βλέποντας τη ρύπανση από τη σκοπιά της πρόληψης και όχι της απλής

παγίδευσής της σε ειδικές συσκευές αντιρρύπανσης είναι βέβαια πολύ καλύτερο, είναι όμως και αρκετά πιο δύσκολο. Αυτό, γιατί πρέπει να έχεις μία βαθιά κατανόηση, τόσο των εγκαταστάσεών σου, όσο και των τεχνολογικών δυνατοτήτων που υπάρχουν. Καλή λειτουργία σημαίνει ακόμη και καλή οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας. Η κακή οργάνωση οδηγεί σε σπατάλες όχι μόνο παραγωγικού χρόνου αλλά και υλικών, που αντί να γίνονται προϊόντα γίνονται τελικά σκουπίδια!

4.3 Η ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθορίσει την πολιτική της σε σχέση με το περιβάλλον σε πάρα πολλά κείμενα που έχει παραγάγει. Τα κείμενα αυτά βασίζονται πάνω στο νομοθετικό πλαίσιο που υπάρχει και που συνεχώς εξελίσσεται, αναφέρουν όμως και τους στρατηγικούς άξονες, ένα όραμα δηλαδή για το περιβάλλον. Ένας σημαντικός, αν όχι ο σημαντικότερος αποδέκτης του οράματος αυτού, είναι η βιομηχανία και οι επιχειρήσεις γενικότερα.

Η ΕΕ προσπαθεί στρατηγικά να στηρίξει την ανάπτυξη της οικοβιομηχανίας σε όλες τις συνιστώσες, που αναφέραμε πιο πάνω (αντιρρύπανση, ήπιες μορφές ενέργειας, πρόληψη, σχεδίαση για το περιβάλλον, περιβαλλοντική διαχείριση). Αυτό γίνεται για όλους τους λόγους που αναφέραμε πιο πάνω. Γίνεται όμως και για ένα ακόμη λόγο. Η ανάπτυξη της οικοβιομηχανίας μπορεί να καταπολεμήσει την ανεργία, που δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι στην ΕΕ είναι πολύ πιο πάνω από τους άλλους αναπτυσσόμενους οικονομικούς πόλους (ΗΠΑ, ΝΑ Ασία- Ιαπωνία).

Η κεντρική ιδέα της στρατηγικής αυτής συνοψίζεται στη Λευκή Βίβλο, που οι επιχειρήσεις ενθαρρύνονται στην έρευνα και την ανάπτυξη της οικοβιομηχανίας, ώστε η ανάπτυξη στην Ευρώπη να βασίζεται περισσότερο πάνω στην τεχνολογία και την εργασία και λιγότερο πάνω στις πρώτες ύλες. Με τον τρόπο αυτό προστατεύεται το περιβάλλον, δημιουργούνται θέσεις εργασίας, χρησιμοποιούνται πιο συνετά τα αποθέματα πρώτων υλών και αναπτύσσεται η τεχνολογική ικανότητα, που όλοι παραδέχονται ως την ατμομηχανή της ανάπτυξης.

Αναγνωρίζεται με αυτό τον τρόπο ότι η οικοβιομηχανία είναι η δραστηριότητα, η οποία εγγυάται τα καλύτερα αποτελέσματα σε όλες ταυτόχρονα τις παραπάνω κατευθύνσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ – ΣΤΥΛ. ΠΑΠΑΖΗΣ, ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΑΚΚΑΣ, ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΣΑΜΑΡΑΣ.
2. ΥΠΕΚΑ, ΤΜΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ, ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ 2008 (www.minenv.gr).
3. ΥΠΕΚΑ, ΤΜΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ, ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΦΟΣ (www.minenv.gr).
4. ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΜΕΛΙΤΗ – ΦΛΩΡΙΝΑΣ.
5. ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 2008/50/ΕΚ, ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΟΤΕΡΟ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.
6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ENVIRONMENT & ENGINEERING