

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ (INERT GAS SYSTEM)

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΚΑΚΑΡΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ (4495)

ΚΑΤΣΙΚΑΡΩΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (4624)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΟΥΠΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ: 23/11/2015

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ (INERT GAS SYSTEM

2ο/14 34 2014)

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΚΑΚΑΡΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ (4495)

ΚΑΤΣΙΚΑΡΩΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (4624)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΟΥΠΙΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ: 23/11/2015

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή έχει σαν σκοπό τη σχεδίαση ενός συστήματος αδρανούς αερίου. Η επιλογή και η χρήση του συστήματος είναι άρρηκτα δεμένη με την επιλογή και σχεδίαση της σωλήνωσης και των εξαρτημάτων της μέσα από την οποία θα γίνει η διακίνηση του θαλασσινού νερού και του αδρανούς αερίου. Για τον λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμο να αναφερθούν πληροφορίες για τις σωληνώσεις και τα εξαρτήματα που την απαρτίζουν. Στη συνέχεια αναφέρονται ποιο συγκεκριμένα τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας εγκατάστασης και τα υλικά που την απαρτίζουν. Επίσης θα κατασκευαστεί το σύστημα σε πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης (trial) σχεδιάζοντας όλα τα μέρη που το απαρτίζουν, για να μπορέσει να γίνει κατανοητή η λειτουργικότητα του. Θα γίνει λεπτομερή αναφορά στον τρόπο με τον οποίο κατασκευάστηκε δείχνοντας κάθε στάδιο σχεδίασης και θα δοθούν οι συντεταγμένες και τύποι που κρίνονται απαραίτητοι τόσο για την δημιουργία του συστήματος αλλά ποιο συγκεκριμένα για το σχεδιασμό του scrubber και των φίλτρων που το αποτελούν. Η σχεδίαση έχει γίνει σταδιακά, ξεκινώντας από τον λέβητα που είναι το βασικό κομμάτι για τη λειτουργία του συστήματος λόγω των καυσαερίων που εκπέμπει και μετά των υπόλοιπων εξαρτημάτων που την απαρτίζουν και στο τέλος η κατάθλιψη του αδρανούς αερίου στις δεξαμενές φορτίων. Όλο αυτό το σχέδιο πραγματοποιείται σε πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή λόγω του ότι οι δυνατότητες που παρέχει είναι μεγάλες και διευκολύνει αρκετά στο να γίνουν ακριβείς σχεδιάσεις, γρήγορες διορθώσεις όπου χρειάζεται και σαφώς ποιο γρήγορη κατασκευή.

Abstract

The present project is intended to design a system of inert gas. The selection and use of the system is intrinsically tied to the selection and design of the piping and components of the media from which to make the movement of the sea water and the inert gas. Therefore it was considered appropriate to report information for pipes and fittings that compose it. Then you mention what specific advantages of such a plant and the materials that compose it. Also it will be built the system in a three dimension program by designing all the parts that compose it, in order to understand the functionality. There will be a detailed report on how constructed showing each design stage and will be given the coordinates and types deemed necessary both to set up the system, but what specifically to design the scrubber and filters that make it up. The design has been gradually, starting from the boiler which is the essential part for the operation of the system due to flue gas emitted and then the remaining parts that compose it and in the end the depression of inert gas to the cargo tanks. All this design place in a computer program because the potential offered is large and quite at ease to make accurate designs, quick fixes where necessary and clearly how fast construction.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

1.1 Σκοπός

Η διεθνής συνδιάσκεψη για την ασφάλεια των δεξαμενοπλοίων (Δ/Ξ) και την πρόληψη της ρυπάνσεως που συνήλθε το Φεβρουάριο 1978 ενέκρινε την απόφαση 5, συστήνοντας παράλληλα ο IMCO να προετοιμάσει οδηγίες για την συμπλήρωση των απαιτήσεων του τροποποιημένου Κανονισμού 62 του Κεφαλαίου II-2 της SOLAS του 1974, λαμβανομένης υπόψη της δυσχέρειας των καταστάσεων λειτουργίας των συστημάτων αδρανούς αερίου και της ανάγκης να διατηρούνται αυτά σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Επιπροσθέτως ο Κανονισμός 62 (α) απαιτεί ότι ένα σύστημα αδρανούς αερίου (I.G.) θα σχεδιαστεί, θα κατασκευαστεί και θα δοκιμαστεί, ώστε να ικανοποιεί την Αρχή. Αυτές οι οδηγίες έχουν ανάλογα αναπτυχθεί για την ολοκλήρωση των απαιτήσεων της Συμβάσεως για τα συστήματα αδρανούς αερίου (I.G.S.).

Οι οδηγίες αυτές προσφέρονται στις Αρχές για να τις βοηθήσουν στο να καθορίσουν κατάλληλο σχεδιασμό και κατασκευαστικές παραμέτρους και στο να διατυπώσουν (οι Αρχές) κατάλληλες μεθόδους λειτουργικότητας, όταν τα συστήματα αδρανούς αερίου (I.G.S.) εγκαθίστανται σε πλοία που φέρουν τη σημαία της επικρατείας τους.

Όπου αναφέρεται στις οδηγίες αυτές ο Κανονισμός 62, νοείται το αναθεωρημένο κείμενο του Κανονισμού 62 του Κεφαλαίου II-2 της SOLAS 1974, όπως εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ναυτικής Ασφαλείας στην 41η Σύνοδο της τον Οκτώβριο 1979 και αναφέρεται στην Απόφαση A.418 (XI).

1.2. Εφαρμογή

Το καθεστώς από αυτές τις οδηγίες είναι συμβουλευτικό. Αυτές σκοπεύουν στο να καλύψουν τη σχεδίαση και τη λειτουργία :

1.2.1. Των συστημάτων αδρανούς αερίου (I.G.S.), όπως απαιτείται για τα νέα δεξαμενόπλοια (Δ/Ξ) από τον Κανονισμό 60 του κεφαλαίου II-2 του πρωτοκόλλου 1978 της SOLAS και σύμφωνα με τον Κανονισμό 6Z

1.2.2. Των συστημάτων αδρανούς αερίου (I.G.S.), όπως απαιτείται για τα υπάρχοντα Δ/Ξ από τον Κανονισμό 60 του Κεφαλαίου II-2 του πρωτοκόλλου 1978 της SOLAS και σύμφωνα με τον Κανονισμό 62 (in).

1.2.3. Των συστημάτων αδρανούς αερίου (I.G.S.) που είναι εγκατεστημένα, αλλά δεν απαιτείται να συμμορφωνόταν με τις απαιτήσεις του Κανονισμού 60 του Κεφαλαίου II-2 του πρωτοκόλλου 1978 της SOLAS.

Εντούτοις για τα υπάρχοντα συστήματα αδρανούς αερίου (I.G.S.) οι οδηγίες είναι απευθείας πρωταρχικές σε θέματα λειτουργικότητας και δεν έχουν

πρόθεση να εκληφθούν σαν να απαντούν στα υπάρχοντα εξαρτήματα μετασκευές άλλες πέρα από εκείνες που απαιτούνται στα πλοία που εφαρμόζεται ο Κανονισμός 62(in).

Το περιεχόμενο αυτών των οδηγιών βασίζεται σε τρέχουσα γενική πρακτική που χρησιμοποιείται στη σχεδίαση και τη λειτουργία των I.G.S. τα οποία χρησιμοποιούν καυσαέρια των λεβήτων (κύριων ή βοηθητικών) και τα οποία έχουν εγκατασταθεί σε δεξαμενόπλοια και πλοία συνδυασμένων μεταφορών που μεταφέρουν αργό πετρέλαιο.

Οι οδηγίες δεν εξαιρούν άλλες πηγές αδρανούς αερίου, όπως συστήματα ανεξάρτητων γεννητριών αδρανούς αερίου (I.G.), άλλους σχεδιασμούς, υλικά ή μεθόδους λειτουργίας.

Όλες αυτές οι αποκλίσεις (διαφοροποιήσεις) θα πρέπει προσεκτικά να αξιολογηθούν, για να παρέχουν τη βεβαιότητα ότι αυτές επιτυγχάνουν τις σκοπιμότητες που προβλέπονται από αυτές τις οδηγίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΟΡΙΣΜΟΙ

2.1. Αδρανές αέριο (Inert Gas): σημαίνει ένα αέριο ή ένα μείγμα αερίων, όπως το καυσαέριο που περιέχει ανεπαρκές οξυγόνο για να συντηρήσει την καύση των υδρογονανθράκων.

2.2. Αδρανοποιημένη κατάσταση (Inert Gas Condition): σημαίνει μία κατάσταση στην οποία το ποσοστό οξυγόνου μέσα στην ατμόσφαιρα μιας δεξαμενής έχει μειωθεί στο 8% ή λιγότερο κατ' όγκο με την προσθήκη αδρανούς αερίου.

2.3. Εγκαταστάσεις (Inert Gas Plant) αδρανούς αερίου: σημαίνει όλο τον εξοπλισμό ειδικά τοποθετημένο, για να τροφοδοτεί κρύο, καθαρό, με πίεση, με ελεγχόμενη και ρυθμιζόμενη διοχέτευση αδρανές αέριο στα συστήματα δεξαμενών φορτίου.

2.4. Συστήματα διανομής αδρανούς αερίου (Inert Gas Distribution System): σημαίνει όλες τις σωληνώσεις, τα επιστόμια και τις συναφείς κατασκευές για τη διανομή αδρανούς αερίου από τις εγκαταστάσεις I.G. στις δεξαμενές φορτίου, για να δίνουν διέξοδο στα αέρια προς την ατμόσφαιρα και να προφυλάσσουν τις δεξαμενές από υπερβολική πίεση ή υποπίεση (κενό).

2.5. Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System): σημαίνει μία εγκατάσταση αδρανούς αερίου και ένα σύστημα διανομής του μαζί με τα μέσα που να εμποδίζουν την επιστροφή των αερίων φορτίου προς τους χώρους μηχανοστασίου, μόνιμα και φορητά όργανα μετρήσεως και μηχανισμούς ελέγχου.

2.6. Αδρανοποίηση (Inerting): σημαίνει την εισχώρηση του αδρανούς αερίου μέσα σε μια δεξαμενή, με σκοπό την επίτευξη αδρανούς καταστάσεως όπως ορίζεται στην §1.3.2.

2.7. Ελευθέρωση από επικίνδυνα αέρια (Gas Freeing): σημαίνει στην εισαγωγή καθαρού αέρα σε μία δεξαμενή, με σκοπό την αποβολή τοξικών, εύφλεκτων και αδρανών αερίων και την αύξηση του ποσοστού οξυγόνου σε 21% κατ' όγκο.

2.8. Κάθαρση (Purging): σημαίνει την εισαγωγή αδρανούς αερίου μέσα σε μία δεξαμενή που ήδη βρίσκεται σε αδρανοποιημένη κατάσταση, με σκοπό την:

2.8.1. επιπλέον μείωση του υπάρχοντος ποσοστού οξυγόνου, και/ή τη

2.8.2. μείωση του υπάρχοντος ποσοστού αερίων υδρογονανθράκων σε βαθμό χαμηλότερο από εκείνο που μπορεί να διατηρήσει την καύση, αν ακολούθως εισχωρήσει αέρας μέσα στη δεξαμενή.

2.9. Συμπλήρωση πίεσεως (Topping Up): σημαίνει τη διοχέτευση αδρανούς αερίου μέσα σε μια δεξαμενή, που ήδη βρίσκεται σε αδρανοποιημένη κατάσταση, με σκοπό να ανεβεί η πίεση της, ώστε να εμποδιστεί η είσοδος αέρα.

2.10. Φόρτωση φορτίου ή ερματισμός. Δεν χρειάζεται να λειτουργεί η εγκατάσταση αδρανούς αερίου. Απλώς οι δεξαμενές πρέπει να είναι αδρανοποιημένες προτού να αρχίσει η φόρτωση φορτίου ή έρματος. Καθώς τώρα το φορτίο ή το έρμα εισέρχεται στις δεξαμενές τα υπάρχοντα αέρια εκτοπίζονται στην ατμόσφαιρα.

2.11. Εκφόρτωση ή αφερματισμός. Αδρανές αέριο διοχετεύεται στις δεξαμενές στη διάρκεια εκφόρτωσης ή αφερματισμού για την αποφυγή εισόδου ατμοσφαιρικού αέρα στις δεξαμενές.

2.12. Πλύσιμο των δεξαμενών με αργό πετρέλαιο ή νερό. Διοχετεύεται αδρανές αέριο στις δεξαμενές για να διατηρούνται αδρανοποιημένες.

2.13. Έμφορτο και άφορτο ταξίδι. Στη διάρκεια του ταξιδιού είναι δυνατό να μειωθεί η πίεση του αδρανούς αερίου στις δεξαμενές από απώλειες σε διάφορα σημεία του συστήματος ή ακόμη και από κλιματολογικές συνθήκες, για αυτό απαιτείτε η συμπλήρωση των δεξαμενών με αδρανές αέριο για να διατηρηθεί η θετική πίεση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

3.1. Ευφλεκτότητα

Είναι γενικά παραδεκτό ότι κατά τις εργασίες στα δεξαμενόπλοια ο καθαρισμός των δεξαμενών και η απαλλαγή τους από αέρια είναι οι πιο επικίνδυνες περιόδους. Επίσης ο πρόσθετος κίνδυνος από τις τοξικές επιδράσεις των αέριων πετρελαιοειδών κατά τη διάρκεια της απαλλαγής από αέρια, πρέπει να τονίζεται με έμφαση για να αποτυπωθεί στο μυαλό όλων όσων αφορά. Για αυτό το λόγο όλες οι εργασίες που αφορούν την απαλλαγή αερίων από τις δεξαμενές είναι απαραίτητο να εκτελούνται με τη μέγιστη δυνατή φροντίδα και προσοχή.

Κατά τη διάρκεια των εργασιών στα δεξαμενόπλοια και γενικά σε όλα τα είδη των πλοίων που μεταφέρουν παρόμοια φορτία, όπως για παράδειγμα αμμωνία, βουτάνιο, μεθάνιο, προπάνιο, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κάποιες ιδιότητες των πετρελαιοειδών. Όλα τα μέλη του προσωπικού που εργάζονται σε αυτήν την κατηγορία των πλοίων θα πρέπει να γνωρίζουν τις ιδιότητες της εκλεκτικότητας των πετρελαιοειδών, τις επιπτώσεις της πυκνότητας των αερίων των πετρελαιοειδών και τις διάφορες τοξικές ιδιότητες τους.

Ειδικότερα ο όρος της εκλεκτικότητας των πετρελαιοειδών είναι αυτός που καθορίζει τις συνθήκες ατμόσφαιρας που επικρατούν στις δεξαμενές φορτίου, όταν αυτές είναι φορτωμένες με κάποιο είδος υγρού φορτίου. Τα αέρια των πετρελαιοειδών μπορούν να ανάψουν και να καίγονται μόνο όταν αναμιχθούν με ατμοσφαιρικό αέρα σε ορισμένη αναλογία. Αν το μίγμα περιέχει πολύ μικρή ή μεγάλη ποσότητα αέριων πετρελαιοειδών δεν μπορεί να καεί. Η αναλογία κάτω από την οποία δεν είναι δυνατή η καύση εκφράζεται ως κατ' όγκο ποσοστό αέριων πετρελαιοειδών σε ατμοσφαιρικό αέρα και ονομάζεται ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΟΡΙΟ ΕΥΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (LOWER FLAMMABLE LIMIT - LFL). Αντίστοιχα η αναλογία πάνω από την οποία δεν είναι δυνατή η καύση εκφράζεται ως κατ' όγκο ποσοστό αέριων πετρελαιοειδών σε ατμοσφαιρικό αέρα και ονομάζεται ΑΝΩΤΕΡΟ ΟΡΙΟ ΕΥΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (UPPER FLAMMABLE LIMIT - UFL). Τα όρια ευφλεκτότητας διαφέρουν μεταξύ των διαφόρων συστατικών που είναι δυνατόν να περιέχονται στα αέρια πετρελαιοειδών. Για τα μίγματα αερίων που προέρχονται από τα υγρά πετρελαιοειδή που συναντιούνται κατά τη διάρκεια των συνηθών εργασιών στα δεξαμενόπλοια, η ζώνη ευφλεκτότητας, περιλαμβάνεται μεταξύ ενός ελάχιστου κατώτερου ορίου ευφλεκτότητας περίπου 1% κατ' όγκο αέριο σε ατμοσφαιρικό αέρα και ενός μέγιστου ανώτερου ορίου ευφλεκτότητας, περίπου 10% κατ' όγκο αέριο σε ατμοσφαιρικό αέρα.

Όταν ένα υγρό πετρελαιοειδές θερμαίνεται τότε αυξάνεται και η συγκέντρωση των αερίων στον ατμοσφαιρικό αέρα πάνω από το υγρό. Η θερμοκρασία του υγρού πετρελαιοειδούς στην οποία όταν χρησιμοποιείται

καθορισμένη μέθοδος μέτρησης, αυτή η συγκέντρωση αερίων φτάνει το κατώτερο όριο ευφλεκτότητας, ονομάζει σημείο ανάφλεξης (Flash Point) του υγρού.

Τα συστήματα ταξινόμησης που χρησιμοποιούνται για τον ορισμό των χαρακτηριστικών ευφλεκτότητας των πετρελαιοειδών, βασίζονται σε στοιχεία που αφορούν το σημείο ανάφλεξης και την τάση ατμών Reid. Τα υγρά πετρελαιοειδή διαιρούνται σε δύο κατηγορίες με βάση την ευφλεκτικότητά τους, στην κατηγορία α) των πτητικών υγρών πετρελαιοειδών και στην κατηγορία β) των μη πτητικών υγρών πετρελαιοειδών. Ειδικότερα με τον όρο πτητικό εννοούμε το φορτίο το οποίο έχει σημείο ανάφλεξης χαμηλότερο από 60°C (140°F) όπου προσδιορίστηκε με τη μέθοδο μέτρησης σε κλειστό δοχείο και περιλαμβάνονται τα καύσιμα των αεριοθούμενων, οι κηροζίνες, οι βενζίνες, και οι περισσότεροι τύποι αργού πετρελαίου. Με τον όρο μη πτητικό εννοούμε ένα φορτίο το οποίο έχει σημείο ανάφλεξης 60°C (140°F) ή υψηλότερα το οποίο προσδιορίστηκε με τη μέθοδο μέτρησης σε κλειστό δοχείο και περιλαμβάνονται τα καύσιμα κατάλοιπα, βαριά Gasoil και τα πετρέλαια Diesel. Η τάση των ατμών Reid αυτών των υγρών πετρελαιοειδών είναι κάτω από 0,007 bar και συνήθως δεν μετρούνται.

Αν υπάρχει αμφιβολία για κάποιο φορτίο, όσον αφορά την πτητικότητα του, δηλαδή αν είναι πτητικό ή μη πτητικό, ή αν ένα μη πτητικό φορτίο έχει θερμοκρασία υψηλότερη από το σημείο ανάφλεξης μειωμένο κατά 10% το φορτίο αυτό πρέπει να θεωρείται πτητικό.

3.2. Τάση ατμών

Για την καλύτερη κατανόηση όλων των παραπάνω θα πρέπει να αναφερθούμε και στην τάση ατμών, στην αληθή τάση ατμών και την τάση ατμών Reid. Όλα σχεδόν τα πετρελαιοειδή προϊόντα είναι στην ουσία μίγματα χημικών ενώσεων υδρογονανθράκων στα οποία το σημείο βρασμού είναι μεταξύ του -162°C και αρκετά πάνω από το +400°C, ενώ η πτητικότητα τους - δηλαδή η τάση ενός αργού πετρελαίου ή προϊόντος πετρελαίου να παράγει αέρια - οποιοδήποτε μίγματος ενώσεων εξαρτάται κυρίως από τις ποσότητες των πιο πτητικών συστατικών του, αυτών που έχουν δηλαδή χαμηλότερο σημείο βρασμού.

Η πτητικότητα ενός μίγματος ενώσεων χαρακτηρίζεται από την τάση των ατμών του. Όταν ένα μίγμα πετρελαιοειδών φορτώνεται σε μια δεξαμενή, αυτό αρχίζει να απελευθερώνει αέρια στον κενό χώρο. Επίσης τα αέρια αυτά έχουν την τάση να ξαναδιαλύονται μέσα στο υγρό μίγμα. Η διαδικασία αυτή τώρα - παραγωγής αερίου και διάλυσης του αερίου στο υγρό - σταματάει όταν επέλθει ισορροπία μεταξύ τους με ένα ποσό αερίου να κατανέμεται ομοιόμορφα μέσα στο χώρο. Η πίεση που ασκεί αυτό το αέριο ονομάζεται τάση ατμών σε συνθήκες ισορροπίας και συνήθως αναφέρεται απλά σαν τάση ατμών.

Η τάση ατμών μιας καθαρής ένωσης εξαρτάται μόνο από την θερμοκρασία της, ενώ η τάση ατμών ενός μίγματος εξαρτάται και από τη θερμοκρασία του αλλά και από τον όγκο του κενού χώρου που υπάρχει μεταξύ του υγρού και της δεξαμενής μέσα στην οποία βρίσκεται το υγρό και μέσα στον οποίο γίνεται η εξάτμιση.

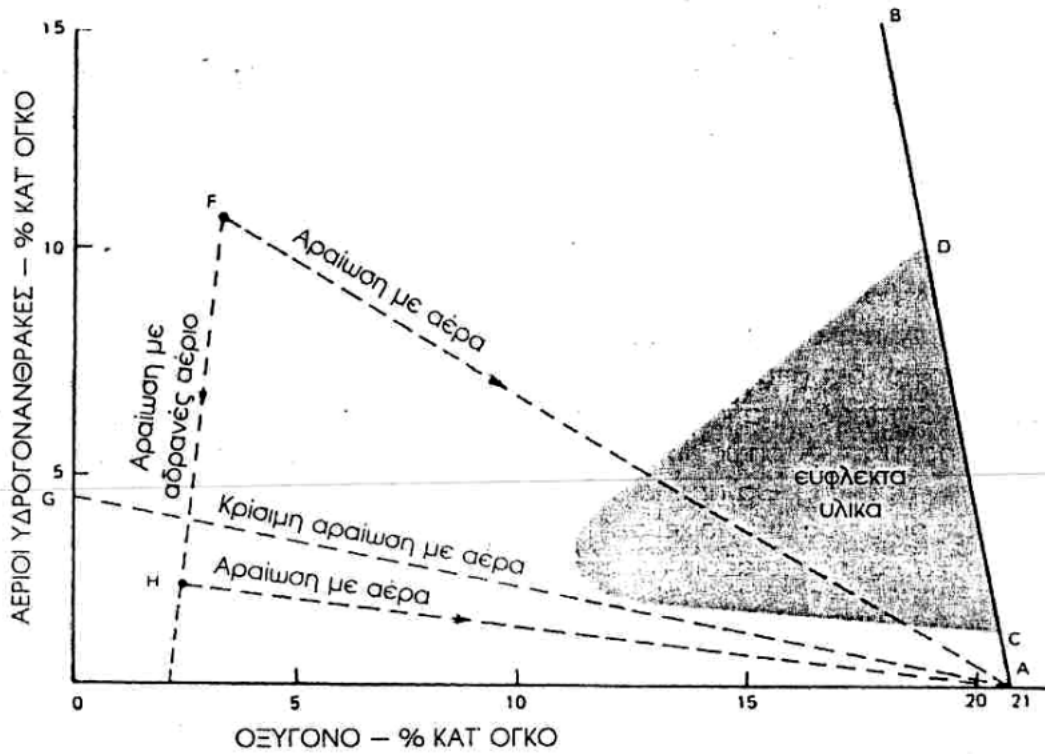
Η αληθής τάση ατμών (TUP) είναι η μέγιστη τάση ατμών σε συνθήκες ισορροπίας ενός μίγματος όταν η αναλογία αερίου προς το υγρό είναι πρακτικά (0) μηδέν και σε ορισμένη θερμοκρασία. Η αληθής τάση ατμών ενός μίγματος αυξάνεται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του, ενώ αν η αληθής τάση ατμών υπερβεί την ατμοσφαιρική πίεση τότε το υγρό αρχίζει να βράζει.

Η αληθής τάση ατμών ενός μίγματος πετρελαιοειδών μας δείχνει την ικανότητα του μίγματος να παράγει αέρια. Όμως είναι μια ιδιότητα που είναι δύσκολο να μετρηθεί εκτός και αν γνωρίζουμε τη σύνθεση του μίγματος, ενώ το αργό πετρέλαιο μπορεί να μετρηθεί από τις συνθήκες σταθεροποίησης, εφόσον βέβαια λάβουμε υπόψη και τις τυχόν μεταβολές θερμοκρασίας ή σύνθεσης που μπορεί να γίνουν.

Η τάση ατμών Reid είναι μια μέθοδος για τη μέτρηση της πτητικότητας υγρών πετρελαιοειδών. Εκτελείται από ένα πρότυπο όργανο και με συγκεκριμένο τρόπο. Στο δοχείο του οργάνου τοποθετείται ένα δείγμα του υγρού, υπό ατμοσφαιρική πίεση και σε ποσότητα τέτοια ώστε ο όγκος του υγρού να είναι το 1/5 του συνολικού εσωτερικού όγκου του δοχείου. Ύστερα το δοχείο κλείνεται αεροστεγώς και βυθίζεται σε νερό όπου θερμαίνεται σε θερμοκρασία 100°F ή 37,7°C. Αφού αναταραχθεί το δοχείο για να επέλθει πιο γρήγορα η ισορροπία διαβάζεται από ένα μανόμετρο που βρίσκεται στο δοχείο, η αύξηση της πίεσης που οφείλεται στην εξάτμιση. Αυτή η ένδειξη του μανομέτρου μας δείχνει την τάση ατμών του υγρού στους 100°F. Η τάση ατμών Reid χρησιμοποιείται για την σύγκριση της πτητικότητας ενός μεγάλου αριθμού υγρών πετρελαιοειδών, βέβαια δεν μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε σα μέσο για να εκτιμήσουμε τη δημιουργία αερίου, επειδή η μέτρηση γίνεται με σταθερή θερμοκρασία και σταθερή αναλογία αερίου προς υγρό. Έτσι η αληθής τάση ατμών είναι πολύ πιο χρήσιμη, ενώ σε μερικές περιπτώσεις έχουμε συσχέτιση μεταξύ αληθούς τάσης ατμών, τάσης ατμών Reid και θερμοκρασίας.

3.3. Σχέση αδρανούς αερίου και ευφλεκτικότητας

Οι αέριοι υδρογονάνθρακες ο οποίοι παράγονται μέσα σε μία δεξαμενή λόγω της τάσης ατμών των μιγμάτων πετρελαιοειδών που φορτώνονται στη δεξαμενή είναι πάρα πολύ επικίνδυνοι για τη δημιουργία πυρκαγιάς ή έκρηξης μέσα στον κενό χώρο της δεξαμενής. Ένας τρόπος αποφυγής πυρκαγιών και έκρηξης μέσα στη δεξαμενή είναι η διατήρηση του ποσοστού του οξυγόνου κάτω από το 11% μια και οι αέριοι υδρογονάνθρακες δεν μπορούν να καούν σε ατμόσφαιρα με λιγότερο από 11% κατ' όγκο οξυγόνο. Αυτό πετυχαίνεται με την εισαγωγή αδρανούς αερίου μέσα στη δεξαμενή φορτίου το οποίο μειώνει την περιεκτικότητα της σε ατμοσφαιρικό αέρα και άρα την περιεκτικότητα της σε οξυγόνο και έτσι η ατμόσφαιρα της δεξαμενής παύει να είναι εύφλεκτη. Άρα το αδρανές αέριο λειτουργεί καταλυτικά στην ευφλεκτότητα. Περισσότερες όμως επεξηγήσεις μας δίνει το διάγραμμα ευφλεκτότητας μιγμάτων αερίου, υδρογονανθράκων, ατμοσφαιρικού αέρα και αδρανούς αερίου:



Σχήμα 1.

Κάθε σημείο στο διάγραμμα απεικονίζει ένα μίγμα αερίου υδρογονάνθρακα, ατμοσφαιρικού αέρα και αδρανούς αερίου. Στην ευθεία AB βρίσκονται τα μίγματα αερίου, υδρογονάνθρακα και ατμοσφαιρικού αέρα χωρίς αδρανές αέριο και στο σχήμα φαίνεται ότι έχουμε μείωση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο καθώς έχουμε αύξηση του σε αέριο υδρογονάνθρακα. Τα σημεία που βρίσκονται αριστερά από την AB είναι μίγματα με μειωμένη περιεκτικότητα σε οξυγόνο λόγω πρόσθεσης σε αυτά αδρανούς αερίου. Τα σημεία C και D μας απεικονίζουν τα μίγματα αερίου υδρογονάνθρακα που αντιστοιχούν στο ανώτερο και κατώτερο όριο εφλεκτικότητας. Καθώς αυξάνεται η περιεκτικότητα σε αδρανές αέριο, τα μίγματα που αντιστοιχούν στα όρια της ευφλεκτότητας μεταβάλλονται όπως δείχνουν οι γραμμές CE και DE που τελικά συγκλίνουν στο σημείο E. Τα μίγματα τα οποία είναι ικανά να καίγονται είναι μόνο εκείνα που απεικονίζονται στη σκιασμένη περιοχή DED. Από το σχήμα καταλαβαίνουμε ότι όταν προσθέσουμε αδρανές αέριο σε ένα μίγμα αερίου υδρογονάνθρακα και ατμοσφαιρικού αέρα, η ευφλεκτότητα μειώνεται προοδευτικά μέχρι η περιεκτικότητα σε οξυγόνο να φτάσει σε ένα ποσοστό 11% και κατ' όγκο όπου κανένα μίγμα δεν μπορεί να καεί. Σαν περιθώριο ασφάλειας μπορούμε να πάρουμε το 8% κατ' όγκο ποσοστό οξυγόνου. Όταν ένα αδρανοποιημένο μίγμα διαλυθεί με ατμοσφαιρικό αέρα τότε σε κάποια χρονική στιγμή περνάει μέσα από την εύφλεκτη ζώνη και άρα μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται σε εύφλεκτη κατάσταση. Τα μίγματα τα οποία βρίσκονται κάτω από τη γραμμή 4A δεν γίνονται εύφλεκτα σε κανένα στάδιο διάλυσης τους με ατμοσφαιρικό αέρα. Ένα μίγμα σαν αυτό που απεικονίζει το σημείο F μπορεί να γίνει σαν ένα μίγμα που απεικονίζει το σημείο H αν διαλυθεί με πρόσθετο αδρανές αέριο δηλαδή γίνει εκκαθάριση, για την αφαίρεση αερίων υδρογονανθράκων.

Κεφάλαιο 4

ΠΗΓΕΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

4.1. Πως παράγεται το αδρανές αέριο

Όπως αναφέρθηκε το αδρανές αέριο είναι στη πράξη παράγωγο καύσεως. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι:

4.1.1. Γεννήτριες Αδρανούς Αερίου οι οποίες καίνε ελαφρό πετρέλαιο με ειδικά σχεδιασμένο καυστήρα.

4.1.2. Συνδυασμένα Συστήματα Αδρανούς Αερίου Αποτεφρωτή (Inert Gas Plant/Incinerator), τα οποία παράλληλα με την παραγωγή αδρανούς αερίου χρησιμοποιούνται και σαν αποτεφρωτές όλων των στερεών και υγρών καταλοίπων και απορριμμάτων των πλοίων για την παραγωγή επίσης αδρανούς αερίου (αποφυγή ρύπανσης και οικονομία στο καύσιμο).

4.1.3. Συστήματα Επεξεργασίας Αδρανούς Αερίου (Flue Gas), τα οποία τροφοδοτούνται με καυσαέρια από τον καπναγωγό των κυρίως η βοηθητικών λεβήτων του πλοίου για ψύξη και καθαρισμό.

4.1.4. Συστήματα Αδρανούς Αερίου από Στρόβιλο Κινητήρα (Turb - Inert), τα οποία τροφοδοτούνται με καυσαέρια στροβιλοκινητήρων βοηθητικών ηλεκτροπαραγωγών συγκροτημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

Η μείωση του οξυγόνου για την αποφυγή κάθε επικίνδυνης κατάστασης μέσα στις δεξαμενές φορτίου, οφείλεται κυρίως στην καλή ποιότητα του αδρανούς αερίου. Η καλή αυτή ποιότητα του αδρανούς αερίου εξαρτάται κυρίως από την πηγή από την οποία παράγεται το αέριο αυτό, και από την καλή λειτουργία του συστήματος. Το αδρανές αυτό αέριο, όταν παραχθεί και περάσει από τη διαδικασία καθαρισμού και ψύξεως του, διοχετεύεται μέσω του δικτύου σωληνώσεων στις δεξαμενές φορτίου του πλοίου, με σκοπό τη μείωση του οξυγόνου σε ένα τελικό ποσοστό 8%. Το ποσοστό αυτό πετυχαίνεται ευκολότερα, αν το αδρανές αέριο που διοχετεύεται στις δεξαμενές περιέχει ποσοστό οξυγόνου κάτω από το 8%. Στα περισσότερα πλοία (δεξαμενόπλοια) χρησιμοποιείται ένα κατώτερο όριο οξυγόνου το οποίο αποκλείει την ύπαρξη επικίνδυνης κατάστασης μέσα στο χώρο της δεξαμενής.

Η παραγωγή αυτού του ποσοστού είναι εφικτή όταν χρησιμοποιείται καυσαέριο από τον κύριο ή βοηθητικό λέβητα, ανάλογα με την ποιότητα του ελέγχου της καύσης και το φορτίο του λέβητα.

Το ποσοστό αυτό του οξυγόνου μπορεί να μειωθεί ακόμα περισσότερο, μεταξύ 1,5% και 2,5% κατ' όγκο, όταν υπάρχει ανεξάρτητη γεννήτρια αδρανούς αερίου ή εγκατάσταση αεριοστροβίλου εφοδιασμένο με μετακαυστήρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Μέθοδοι Αντικατάστασης Ατμόσφαιρας Δεξαμενής (Αερίων)

Τρεις λειτουργίες επιφέρουν μετατόπιση αερίων στις δεξαμενές φορτίου:

1. Αδρανοποίηση
2. Κάθαρση
3. Απελευθέρωση από αέρια (Gas Freeing) (αερισμός).

Σε κάθε μια από τις λειτουργίες αντικαταστάσεως αερίων ή ο ένας η ο άλλος από τους παρακάτω τρόπους μπορεί να επικρατήσει :

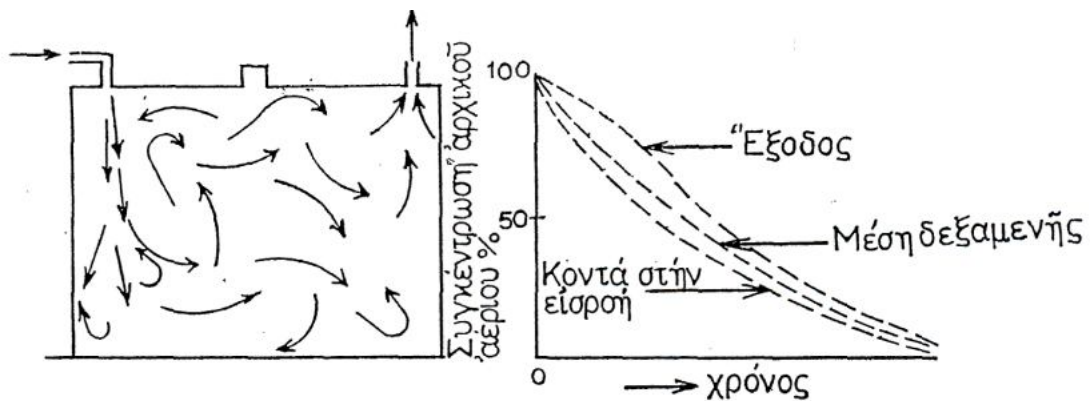
1. Διάλυση (Dilution) η οποία είναι μέθοδος αναμείξεως.
2. Εκτόπιση (Displacement) η οποία είναι μέθοδος στρωματοποίησης.

Αυτοί οι δύο τρόποι έχουν μια αξιοσημείωτη επίδραση στη μέθοδο ελέγχου της ατμόσφαιρας της δεξαμενής και στην εξήγηση των από αποτελεσμάτων.

Τα σχήματα 2 και 3 δείχνουν ότι η κατανόηση της φύσεως του τρόπου αντικαταστάσεως των αερίων που πράγματι επιτελείται εντός της δεξαμενής είναι απαραίτητη για τη σωστή εξήγηση των ενδείξεων που Φαίνονται στο κατάλληλο όργανο δειγματοληψίας αερίων.

Εμφανίζει διάταξη εισαγωγής και εξαγωγής της μεθόδου με διάλυση και απεικονίζει τη στροβιλώδη φύση της ροής του αερίου εντός της δεξαμενής.

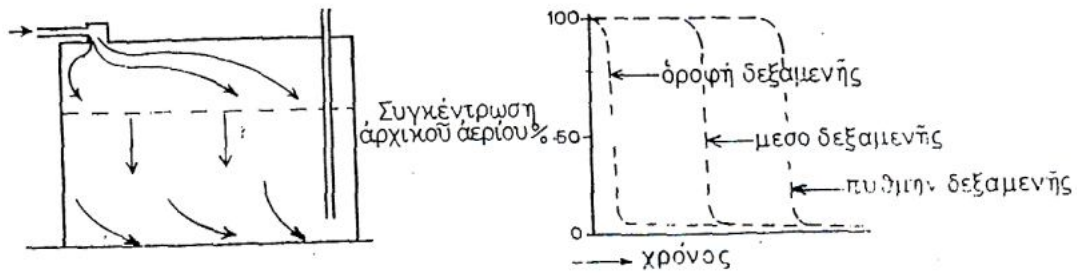
Δείχνει τυπικές καμπύλες της συγκεντρώσεως των αερίων ως προς το χρόνο για τρεις διαφορετικές θέσεις δειγματοληψίας.



Σχήμα 2.

Εμφανίζει διάταξη εισαγωγής και εξαγωγής για τη μέθοδο εκτοπίσεως και απεικονίζει τη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ του εισρέοντα και του εξερχόμενου αερίου .

Δείχνει τυπικές καμπύλες της συγκεντρώσεως αερίων, ως προς το χρόνο για τα τρία διαφορετικά επίπεδα δειγματοληψίας.



Σχήμα 3.

Κατά τη θεωρία της διαλύσεως υποτίθεται ότι το εισερχόμενο αέριο αναμειγνύεται με το προϋπάρχον αέριο για τη δημιουργία ενός ομοιογενούς μείγματος σε όλη την δεξαμενή. Η συνέπεια είναι ότι η συγκέντρωση του προϋπάρχοντος αερίου μειώνεται εκθετικά. Στην πράξη ο πραγματικός ρυθμός αντικατάστασης του αερίου εξαρτάται από τον όγκο της ροής του εισρέοντος αερίου, την ταχύτητα του και τις διαστάσεις της δεξαμενής. Για ολοκληρωτική αντικατάσταση αερίων είναι σημαντικό η ταχύτητα εισόδου του εισρέοντος αερίου να είναι αρκετά μεγάλη. Είναι επομένως σημαντικό να επιβεβαιώνεται η ικανότητα κάθε εγκατάστασης που χρησιμοποιεί αυτή την αρχή ώστε αυτή να επιτυγχάνει τον απαραίτητο βαθμό αντικατάστασης των αερίων σε ολόκληρη τη δεξαμενή. Η ιδανική εκτόπιση απαιτεί μία σταθερή οριζόντια διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ του ελαφρότερου από πάνω εισρέοντος αερίου στην δεξαμενή και του βαρύτερου αερίου που θα εκτοπιστεί από τον πυθμένα της δεξαμενής μέσω κάποιου κατάλληλου συστήματος σωληνώσεων. Αυτή η μέθοδος απαιτεί μία σχετικά χαμηλή ταχύτητα εισόδου του αερίου και στην πράξη περισσότερες της μιας αλλαγής όγκου είναι αναγκαίες. Είναι επομένως σημαντικό να επιβεβαιώνεται η ικανότητα κάθε εγκατάστασης που χρησιμοποιεί αυτή την αρχή να επιτυγχάνει τον απαιτούμενο βαθμό της αντικατάστασης των αερίων σε ολόκληρη, τη δεξαμενή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΚΥΡΙΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

7.1 Πύργος Καθαρισμού ή Καθαριστήρας (scrubber tower)

Ο κύριος σκοπός του πύργου καθαρισμού είναι:

1. να κατεβάζει τη θερμοκρασία του καυσαερίου όσο πιο κοντά στη θερμοκρασία του δροσερού νερού είναι δυνατό.
2. Να καθαρίζει το gas από την καπνιά και τη βρωμιά η οποία παράγεται από τον λέβητα, καθώς και από τα άλλα στερεά στοιχεία,
3. Να αφαιρέσει όσο το δυνατόν περισσότερο θειάφι και διοξείδιο του θείου από το καυσαέριο.

Αυτά τα τρία προβλήματα μπορούν να λυθούν με διαφορετικούς τρόπους. Ξέρουμε ότι η επίδραση της ψύξης είναι ανάλογη με τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο αέριο / βενζίνη και το νερό και ανάλογη με την επιφάνεια επαφής ανάμεσα στο αέριο και το νερό.

Είναι επίσης φανερό ότι η ψύξη αυξάνεται την ώρα που το gas είναι σε επαφή με το ψυγμένο νερό. Το καυσαέριο του Scrubber είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τις αρχές που αναφέρθηκαν παραπάνω καθώς το ζεστό καυσαέριο περνάει τη θύρα εισαγωγής αερίου του Scrubber αναμειγνύεται με σταγόνες νερού. Η θερμοκρασία του gas πέφτει πολύ γρήγορα εξαιτίας μιας άμεσης ατμοποίησης από τις σταγόνες. Το δροσερό gas πέφτει προς τον πάτο του κύριου ψυκτήρα. Σε αυτό το στάδιο επέρχεται το σημείο κόρου του υδρατμού του θεικού οξέος και αραιωμένο οξύ παράγεται με νερό. Το μίγμα του gas και του ατμού πηγαίνει προς τα πάνω διάμεσο δύο υγρών φίλτρων και διάμεσο σταγόνων νερού ανάμεσα στα φίλτρα. Στα υγρά φίλτρα του διοξειδίου του θείου, το φούμο (καπνιά) και άλλα στερεά στοιχεία ξεπλένονται. Στην κορυφή του Scrubber το ψυγμένο και καθαρό gas περνάει μέσα από τα φίλτρα πριν εισέλθει στο φουσερό του gas.

7.2. Το περίβλημα του Scrubber Unit

Το κύριο μέρος του Scrubber έχει παραλληλόγραμμο σχήμα και είναι ολόκληρο συγκολλημένο. Το χαμηλότερο μέρος του Scrubber καθώς επίσης και οι θάλαμοι εισαγωγής που έρχονται σε επαφή με ζεστό αέριο και ψυγμένο νερό, είναι φτιαγμένα από ανοξείδωτο ατσάλι τύπου AISI 316 L με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα και υψηλή περιεκτικότητα σε μόλυβδο.

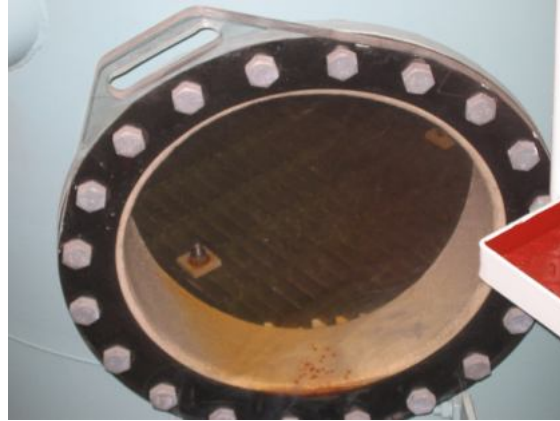
Το υψηλότερο μέρος του περιβλήματος (θήκης) είναι φτιαγμένο από ανθρακικό μέταλλο και καμένο αμμόλιθο και είναι και τα δύο επιστρωμένα εσωτερικά με μπογιά εποξικής πίσσας.

7.3. Υγρά φίλτρα

Τα βασικά ψυκτικά στοιχεία είναι δύο υγρά φίλτρα στη σειρά. Κάθε φίλτρο αποτελείται από αρκετά παραλληλόγραμμα καλάθια με μάζα χαλαζία με κόκκους. Τα καλάθια του φίλτρου είναι συγκολλημένα από ανοξείδωτο ατσάλι και οι πλευρές των καλάθιών που είναι σε σχήμα T επίσης δουλεύουν σαν πόστα, για τις πλευρές της θήκης.

7.4. Μονάδες των φίλτρων του gas (Demister)

Αφού θα έχει περάσει μέσα από τα υγρά φίλτρα, το gas περνάει από ορισμένες σταγόνες νερού και αναμιγνύεται με νερό, για περαιτέρω καθαρισμό και ψύξη. Εξαιτίας της ανοδικής τάσης, κάποια μόρια του νερού ακολουθούν το gas στην κορυφή του ψύκτη. Για να χωριστούν οι σταγόνες του νερού από το gas που ίσως να το έχουν ακολουθήσει, το gas ρέει διαμέσω μονάδων demister φίλτρων που είναι ταξινομημένες σε διαβαθμισμένη πλάκα. Οι μονάδες φίλτρου είναι στρωματοποιημένες.



Φωτογραφία 1.

7.5. Σύστημα ψύξης νερού



Φωτογραφία 2.

Το σύστημα ψύξης νερού του Scrubber αποτελείται κυρίως από ένα πολλαπλό διανομέα, που είναι τοποθετημένος κατά μήκος του Scrubber, όπου βρίσκεται η οπή εξαγωγής του gas. Από αυτό τον πολλαπλό διανομέα οι σωλήνες οδηγούν το νερό σε εσωτερικά στόμια, που το καθένα έχει δύο προφύσια που εκπέμπουν σταγόνες νερού. Για να ψυχθεί ο εσωτερικός θάλαμος υπάρχει ένας κρίκος γύρω από τον Scrubbing tower που είναι συνδεδεμένος σε κάθε άκρο του πολλαπλού διανομέα. Το ψυγμένο νερό για τον εσωτερικό θάλαμο το παίρνουν από τον κρίκο. Ο σωλήνας παροχής νερού μπορεί να συνδεθεί με το άκρο του διανομέα εκείνο που βολεύει περισσότερο την παράταξη επί το πλοίο.

Για να μην βουλώσουν τα στόμια από ξένα σώματα πρέπει να τοποθετηθεί ένας «ηθμός» (σουρωτήρι) στο σωλήνα παροχής νερού. Το ψυκτικό στόμιο για τον κύριο ψύκτη φαίνεται παρακάτω.

7.6. Ο εξοπλισμός του Scrubber

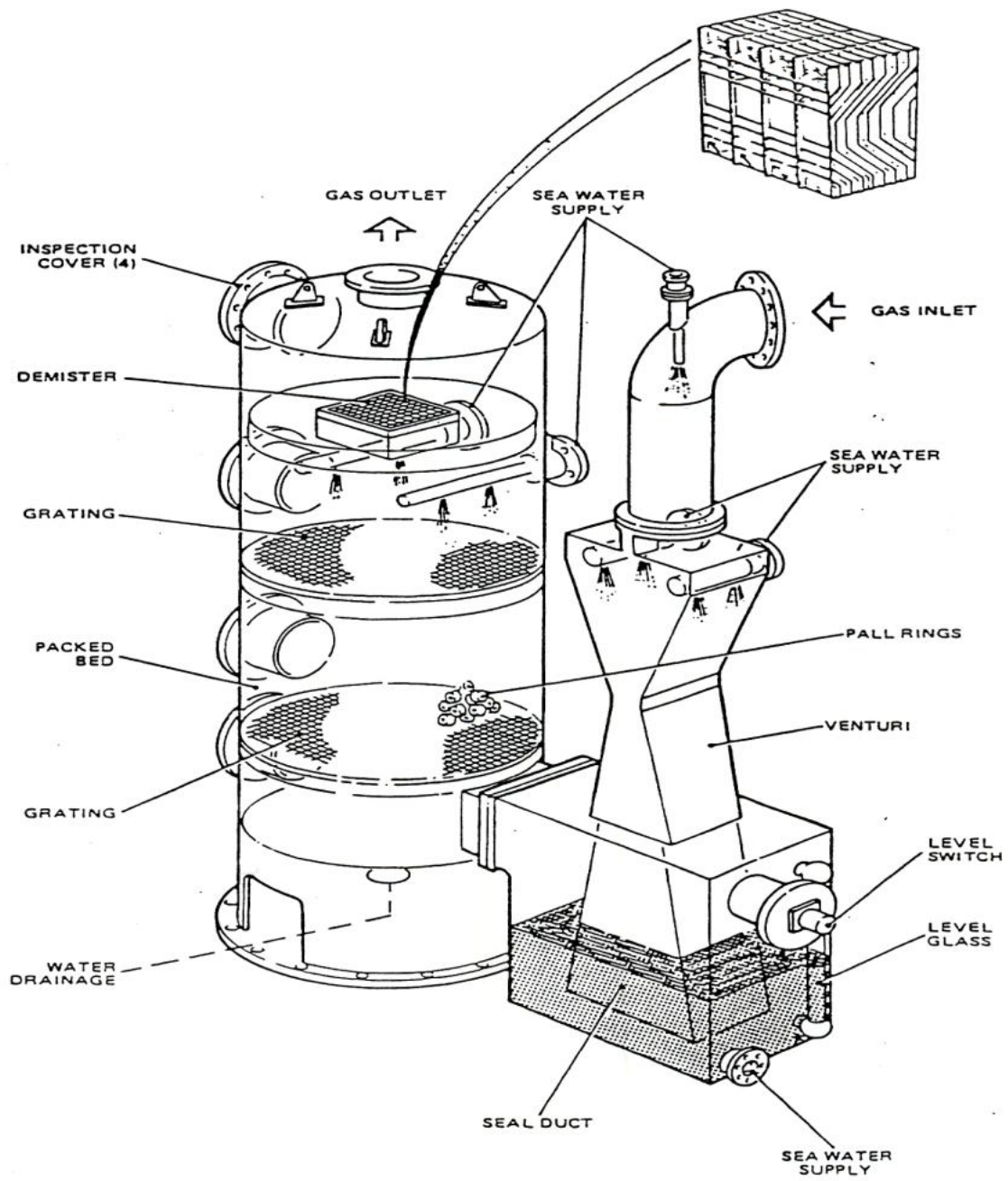
Το Scrubber είναι εξοπλισμένο με τα παρακάτω εξαρτήματα: Διακόπτη στάθμης: για να σταματάει τα φυσερά και να δίνει ορατό και ευδιάκριτο συναγερμό (στο υψηλό επίπεδο νερού στη θήκη του Scrubber).

Διακόπτη θερμοκρασίας: για να σταματάει τα φυσερά και να δίνει ορατό και ευδιάκριτο συναγερμό στην υψηλή θερμοκρασία στην κορυφή του Scrubber.



Φωτογραφία 3.

Διακόπτη πίεσης: συνδεδεμένο με το διανομέα ψυγμένου νερού, ο διακόπτης πίεσης σταματάει τα φυσερά και δίνει ορατό και ευδιάκριτο συναγερμό στη χαμηλή πίεση ψύξης νερού. Ένα επιτόπια τοποθετημένο θερμόμετρο για τον διανομέα ψυγμένου νερού. Ένα επιτόπια τοποθετημένο θερμόμετρο για την οπή εξαγωγής του ψυγμένου νερού.



SCRUBBER UNIT

Σχήμα 4.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Φυσητήρες Αδρανούς Αερίου (I.G.S. – Blowers)

8.1. Μελέτες σχεδίασης των φυσητήρων αδρανούς αερίου

Όπως ο πύργος καθαρισμού έτσι και οι φυσητήρες του αδρανούς αερίου έχουν κάποια κατασκευαστικά στοιχεία τα οποία πρέπει να προσεχθούν κατά τη σχεδίαση τους. Το σώμα των φυσητήρων θα κατασκευάζεται από υλικό ανθεκτικό στη διάβρωση ή εναλλακτικά από μαλακό χάλυβα, ενώ οι εσωτερικές του επιφάνειες πρέπει να επιστρώνονται με κάποιο ελαστικό ή υαλοβάμβακα με εποξειδική ρητίνη για να προστατεύει αυτό από τη διάβρωση που προκαλείται από το αέριο.

Οι φτερωτές και αυτές θα πρέπει να κατασκευάζονται από ανθεκτικό στη διάβρωση υλικό. Επίσης οι φτερωτές που είναι από κράμα αλουμινίου και ορειχάλκου ύστερα από τη συγκόλληση πρέπει να υποβάλλονται σε επαναφορά για την εξάλειψη των τάσεων. Όλες οι φτερωτές πρέπει να δοκιμάζονται σε υπερτάχυνση – overspeed με πάνω από 20% από την ταχύτητα σχεδίασης του ηλεκτρικού κινητήρα ή πάνω από 10% από την ταχύτητα στην οποία λειτουργεί ο ρυθμιστής υπερτάχυνσης του στροβίλου.

Επίσης θα πρέπει να έχουν βασικές διατάξεις εξυδάτωσης για την πρόληψη της βλάβης λόγω συσσώρευσης νερού. Ακόμα θα πρέπει να υπάρχουν μέσα με τα οποία να γίνεται πλύση με γλυκό νερό έτσι ώστε να απομακρύνονται οι επικαθήσεις που προκαλούν κραδασμό κατά τη λειτουργία του φυσητήρα.

Το περίβλημα πρέπει να είναι ενισχυμένο για να αποφεύγονται οι κραδασμοί και με τέτοιο τρόπο σχεδιασμένο και τοποθετημένο ώστε να γίνεται εύκολα η εξαγωγή του δρομέα χωρίς να χρειάζεται η αποσύνδεση μεγαλύτερων τμημάτων της συνδεσμολογίας εισαγωγής και εξαγωγής αερίου. Επίσης θα πρέπει να υπάρχουν και επαρκή ανοίγματα που να επιτρέπουν την επιθεώρηση.

Εάν υπάρχουν ξεχωριστοί άξονες για τον αρχικό κινητήρα και τον φυσητήρα πρέπει να τοποθετείται ένας εύκαμπτος σύνδεσμος μεταξύ αυτών των αξόνων. Όπου τώρα χρησιμοποιούνται έδρανα (κουζινέτα) ή ένσφαιροι τριβείς (ρουλεμάν) θα πρέπει να δίδεται μεγάλη προσοχή στην αλμύρα που κάθεται πάνω σε αυτά καθώς επίσης και στη μέθοδο λίπανσης.

8.2. Φυσητήρες (Blowers)

Οι φυσητήρες χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία των δεξαμενών φορτίου με καθαρισμένο καυσαέριο. Ο κανονισμός 62.3.1 απαιτεί όπως υπάρχουν τουλάχιστον δύο φυσητήρες που μαζί θα είναι ικανοί να τροφοδοτούν τις δεξαμενές φορτίου με αδρανές αέριο με ένα ρυθμό τουλάχιστον 125% της μέγιστης τιμής της δυναμικότητας εκφόρτωσης του πλοίου όπως αυτή εκφράζεται σε όγκο.

Στην πράξη, οι εγκαταστάσεις ποικίλουν από εκείνες που έχουν ένα μεγάλο φυσητήρα και ένα μικρό οι οποίοι συνδυαζόμενοι έχουν μια συνολική δυναμικότητα σύμφωνα με τον κανονισμό 62 προς εκείνη που κάθε φυσητήρας μπορεί να ικανοποιεί αυτή την απαίτηση. Το πλεονέκτημα που παρέχει ο πρώτος συνδυασμός είναι ότι παρέχεται η ευχέρεια να λειτουργεί ο μικρής δυναμικότητας φυσητήρας όταν απαιτείται συμπλήρωση της πίεσης των δεξαμενών φορτίου κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Το πλεονέκτημα που παρέχει ο δεύτερος συνδυασμός είναι ότι αν είτε ο

ένας ή ο άλλος φυσητήρας, παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα τότε ο άλλος είναι ικανός να διατηρεί μια θετική πίεση αερίου στις δεξαμενές φορτίου, χωρίς παράταση της χρονικής διάρκειας της εκφόρτωσης του φορτίου.

8.3. Οι κύριοι φυσητήρες

Το κύριο φυσητό είναι δύο σταδίων φυγοκεντρικής πίεσης.

Το περιστρεφόμενο τμήμα του φυσητού αποτελείται από ένα άξονα και δύο τροχούς, που έχουν αναρρόφηση σε αντίθετη κατεύθυνση και έτσι εξισώνονται οι αξονικές δυνάμεις. Οι τροχοί είναι συγκολλημένοι από καμένο αμμόλιθο και επιστρωμένοι με μπογιά εποξικού ψευδαργύρου. Ο άξονας έχει δύο ρουλεμάν σφαιρικού σχήματος. Το κυρίως φυσητό και η κύρια κινητήρια δύναμη (κινητήρας) είναι τοποθετημένα σε ένα κοινό πλαίσιο και συνδεδεμένα με εύκαμπτη σύνδεση.



Φωτογραφία 4.

Ο κύριος κινητήρας είναι ένα τριφασικό ηλεκτρικό μηχάνημα με προστασία από σταγόνες. Στη βάση του ανεμιστήρα υπάρχουν τέσσερις κροκοί αποστραγγίσεως, ένας για κάθε θάλαμο του φυσητού.

Για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του κυρίως ανεμιστήρα σε χαμηλό φορτίο, υπάρχει μια βαλβίδα στην εξαγωγή του ανεμιστήρα. Αυτή η βαλβίδα είναι ρυθμισμένη να ανοίγει στις 2500m.m. WG.

Η βαλβίδα έχει τρεις σκοπούς:

- α)** Να κόβει το χαρακτηριστικό του ανεμιστήρα το οποίο είναι να πλημμυρίζει στην παράδοση αν οι δύο ανεμιστήρες λειτουργούν παράλληλα,
- β)** Για να γυρίσει το αέριο πίσω στο Scrubber και να αποφύγει την υπερθέρμανση σε χαμηλό φορτίο.
- γ)** Για να επιστρέφει το αέριο πίσω στο Scrubber για περαιτέρω καθαρισμό σε χαμηλότερο φορτίο από 11000 Nm³/h.



Φωτογραφία 5.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Ανεπίστροφοι Μηχανισμοί

9.1. Μελέτες σχεδίασης των ανεπίστροφων μηχανισμών (Deck Water Seal Unit)

Όπως και τα άλλα μέρη του συστήματος του αδρανούς αερίου έτσι και οι ανεπίστροφοι μηχανισμοί έχουν κάποιες απαιτήσεις σχεδίασης. Το υλικό από το οποίο θα κατασκευάζονται θα πρέπει να είναι τέτοιο που να αντέχει την πυρκαγιά και την επίδραση της διάβρωσης από τα οξέα που δημιουργούνται από το αέριο. Στην περίπτωση που αυτό δεν μπορεί να γίνει μπορεί να χρησιμοποιηθεί χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα χάλυβας που θα προστατεύεται από ένα επίστρωμα ελαστικού ή θα είναι επενδυμένος με εποξειδική ρητίνη υαλοβάμβακας. Ειδικότερα θα πρέπει να προσεχθεί στη σωλήνωση εισόδου του αερίου προς την υδροφραγή.

Η υδροφραγή καταστρώματος θα παρουσιάζει αντίσταση στην εισροή, όχι μικρότερη από την πίεση που είναι ρυθμισμένος ο μηχανισμός πίεσης / κενού στο σύστημα διανομής του αδρανούς αερίου και πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένος που να εμποδίζει την εισροή αερίων κάτω από οποιαδήποτε προβλέψιμη κατάσταση λειτουργίας.

Το νερό στην υδροφραγή καταστρώματος θα πρέπει πάντα να διατηρείται με ρυθμιζόμενη ροή καθαρού νερού δια μέσου της δεξαμενής της φραγής καταστρώματος. Στη φραγή καταστρώματος πρέπει να υπάρχουν γυάλινοι σωληνίσκοι παρατήρησης και ανοίγματα επιθεώρησης που να επιτρέπουν την ικανοποιητική παρατήρηση της στάθμης του νερού κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του αλλά και να διευκολύνουν την πλήρη επιθεώρηση. Οι γυάλινοι αυτοί σωληνίσκοι πρέπει να είναι ενισχυμένοι για να αντέχουν σε πρόσκρουση.

9.2. Σφραγίδες Νερού

Το ανεπίστροφο επιστόμιο νερού του καταστρώματος και το μηχανικό ανεπίστροφο επιστόμιο, αποτελούν τα μέσα αυτόματης πρόληψης της επιστροφής αερίων του φορτίου από τις δεξαμενές φορτίου στο χώρο του μηχανοστασίου ή σε άλλη ασφαλή περιοχή στην οποία εγκαθίσταται η μονάδα παραγωγής αδρανούς αερίου.

Τα δύο διαφορετικά είδη σφραγίδων νερού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν εμπόδια ενάντια στο ξεχείλισμα είναι τα παρακάτω:

9.2.1. Αυτόματες σφραγίδες νερού

Η αυτόματη σφραγίδα νερού στον κύριο αγωγό αερίου από τον ανεμιστήρα λειτουργεί σαν εμπόδιο ενάντια στο ξεχείλισμα των αερίων υδρογονανθράκων από τις δεξαμενές στο σύστημα εισόδου αερίου. Αν σταματήσει ο ανεμιστήρας και η πίεση αερίου στο θάλαμο σφραγίδας νερού είναι πάνω από την ατμοσφαιρική πίεση το νερό θα πάει στον αγωγό εισαγωγής και θα σχηματιστεί μια στήλη νερού ίση με την πίεση αερίου στο θάλαμο σφραγίδας. Η στήλη του νερού εμποδίζει το αέριο να πάει προς τον ανεμιστήρα και το Scrubber. Καθώς οι βαλβίδες πίεσης στις δεξαμενές υγρού φορτίου συνήθως ανοίγουν στα δύο psig. Η πίεση της δεξαμενής δεν μπορεί να υπερτερήσει αυτό το νούμερο. Όμως προτείνεται να υπάρχει μια σφραγίδα νερού για μια στατική κεφαλή των mm W.G. Για να αποφευχθεί η μεταφορά του νερού από τη σφραγίδα νερού στις δεξαμενές, όταν το σύστημα εισαγωγής αερίου βρίσκεται σε λειτουργία, ο θάλαμος σφραγίδας νερού εκκενώνεται

από μια βαλβίδα εκκένωσης που λειτουργεί με αέρα, όταν αρχίζει ο ανεμιστήρας να δουλεύει. Όταν σταματήσει ο ανεμιστήρας ο θάλαμος σφραγίδας γεμίζεται από μία δεξαμενή μέσω μιας βαλβίδας. Η διαδικασία εκκένωσης και πλήρωσης είναι η ακόλουθη:

Ο ανεμιστήρας του αερίου ξεκινάει. Η βαλβίδα εκκένωσης ανοίγει με την πίεση του αέρα μέσω μιας ελικοειδούς βαλβίδας που χειρίζεται από ένα ανεμιστήρα. Το αέριο πηγαίνει μέσω ενός άδειου θαλάμου σφραγίδας στη γραμμή καταστρώματος. Η δεξαμενή γεμίζεται μέσω μιας βαλβίδας (ατμοδιανομέας). Ο ανεμιστήρας σταματάει. Ο αέρας εκκενώνεται από ένα βοηθητικό κινητήρα στη βαλβίδα καταθλίψεως. Η βαλβίδα καταθλίψεως ανοίγει και το νερό μπαίνει στο θάλαμο σφραγίδας νερού. Όταν έχει φτάσει το κανονικό επίπεδο νερού στο θάλαμο σφραγίδας ο διακόπτης επιπέδου κλείνει τη βαλβίδα καταθλίψεως. Η δεξαμενή ξαναγεμίζει μέσω μιας βαλβίδας εισαγωγής. Σε περίπτωση Black Out η σφραγίδα γεμίζει όπως αναφέρθηκε παραπάνω και η βαλβίδα παροχής στη δεξαμενή παραμένει ανοικτή. Η σφραγίδα νερού μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για συνεχή παροχή νερού και για εκκένωση μέσω υπερχειλίσης. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια χειροκίνητη βαλβίδα παροχής. Αν η σφραγίδα νερού είναι τοποθετημένη στο κατάστρωμα, οι διακόπτες επιπέδου αντικαθίστανται από διακόπτες επιπέδου αέρα. Θερμαινόμενα πηνία τοποθετούνται και στο θάλαμο σφραγίδας και στη δεξαμενή, αν η σφραγίδα νερού είναι τοποθετημένη στο κατάστρωμα.

9.2.2. Σφραγίδα νερού συνεχής πλήρωσης

Ο θάλαμος σφραγίδας έχει συνεχή παροχή νερού και το επίπεδο νερού κανονίζεται από την υπερχειλίση στη γραμμή υπερφορτώσεως του καραβιού. Για αυτό το λόγο μια ειδική βοηθητική αντλία νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή η παροχή νερού μπορεί να παρθεί από μια αντλία υγιεινής, αντλία γενικής χρήσεως ή αντλία ψύξεως νερού για την προμήθεια εργαλείων ψύξεως. Μια δεύτερη σφραγίδα νερού χρειάζεται μόνο μια μικρή ποσότητα νερού που θα παρέχεται συνεχώς καθώς η πρώτη σφραγίδα νερού χρειάζεται τόση ώστε η δεξαμενή να γεμίσει σε 3-5 λεπτά. Το αδρανές αέριο από τους ανεμιστήρες μπαίνει στη σφραγίδα νερού. Το πηνίο θέρμανσης ατμού υπάρχει για να αποφεύγεται η ψύξη στα κρύα κλίματα.

9.3. Ανεπίστροφη βαλβίδα

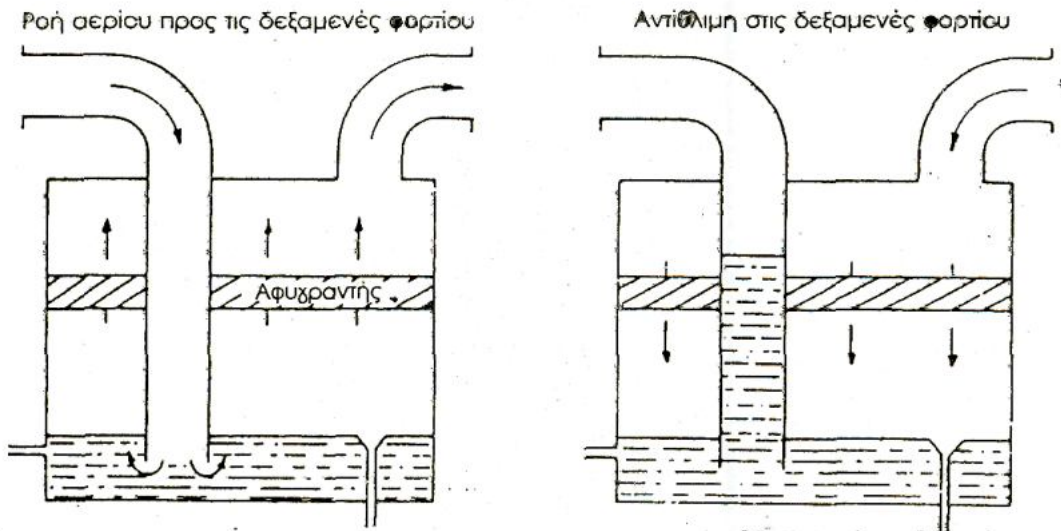
Μια ανεπίστροφη βαλβίδα δύο θέσεων ενεργεί σαν το πρώτο εμπόδιο ενάντια στην επιστροφή των αερίων υδρογονάνθρακα από τις δεξαμενές. Η βαλβίδα έχει στέγαστρο από γαλβανισμένο μέταλλο με εσωτερικά μέρη από ανοξείδωτο ατσάλι. Είναι σημαντικό η δεύτερη θέση της ανεπίστροφης βαλβίδας να είναι κλειστή πριν να σταματήσει ο ανεμιστήρας αφού αυτό εμποδίζει την ξαφνική επιστροφή των αερίων πετρελαίου όταν οι δεξαμενές είναι διατηρημένες σε σταθερή ατμοσφαιρική πίεση.

9.3.1 Τύποι ανεπίστροφων βαλβίδων

Υπάρχουν διάφορα είδη τύπων ανεπίστροφων βαλβίδων αλλά οι κυριότεροι τύποι είναι οι παρακάτω:

9.3.1.1. Υγρός τύπος

Θεωρείται ως ο πιο απλός τύπος υδροφραγής. Όταν λειτουργεί η εγκατάσταση αδρανούς αερίου το αέριο διέρχεται μέσω του νερού από το βυθισμένο σωλήνα εισαγωγής αδρανούς αερίου, αλλά αν η πίεση της δεξαμενής υπερβαίνει εκείνη του αδρανούς αερίου στο σωλήνα εισαγωγής και συνεπώς εμποδίζεται η επιστροφή. Το μειονέκτημα αυτού του τύπου υδροφραγής είναι ότι μαζί με το αδρανές αέριο μπορεί να παρασύρονται και σταγονίδια νερού τα οποία δυνατόν να αυξήσουν τη διάβρωση αν και αυτό δεν βλάπτει την ποιότητα του αδρανούς αερίου. Συνεπώς μπορεί να τοποθετηθεί ένας αφυγραντήρας στην εξαγωγή των αερίων μετά την υδροφραγή για να μειωθεί κάθε μεταφορά σταγονιδίων νερού.

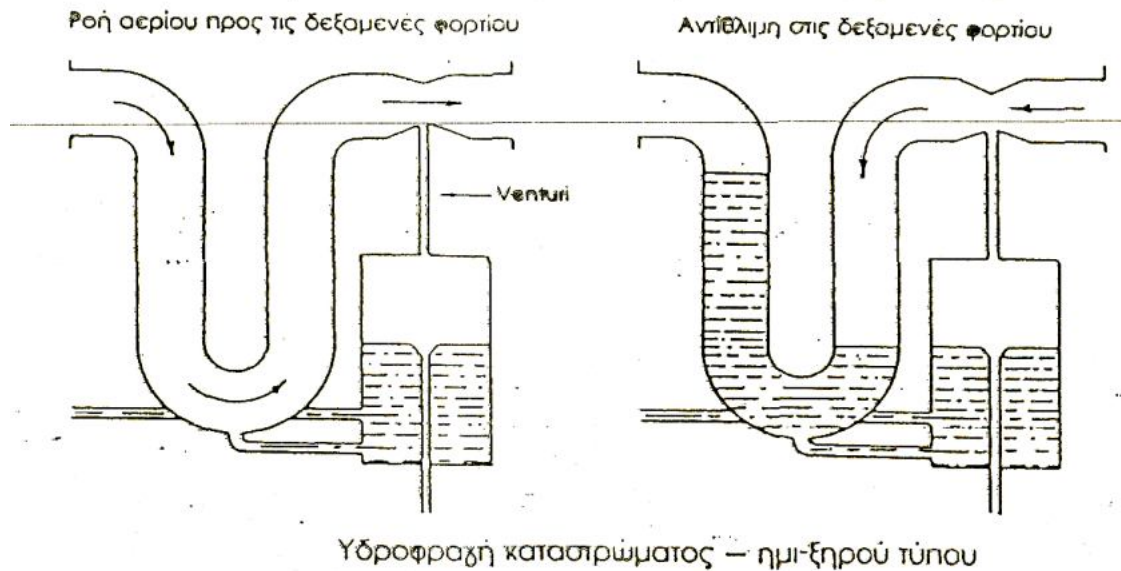


Υδροφραγή καταστρώματος — υγρού τύπου

Σχήμα 5.

9.3.1.2. Ημίξηρος τύπος

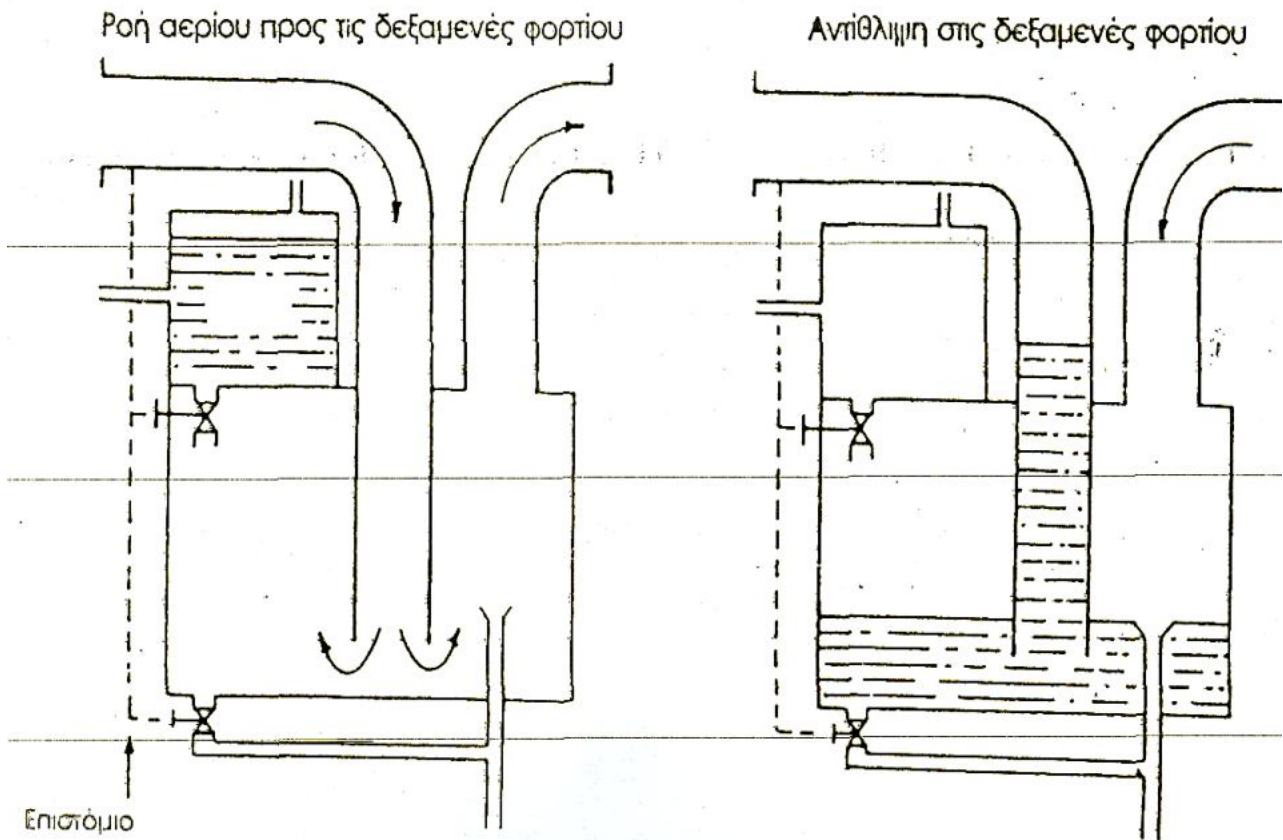
Σε αυτόν τον τύπο αλλάζει η ροή αδρανούς αερίου δηλαδή αντί να διέρχεται μέσω της υδάτινης παγίδας η ροή του αδρανούς αερίου ωθεί το νερό της φραγής μέσα σε ξεχωριστό χώρο με τη βοήθεια δράσης Venturi και έτσι αποφεύγεται ή τουλάχιστον μειώνεται η ποσότητα των σταγονιδίων νερού που συμπαρασύρονται. Κατά τα άλλα η λειτουργία του είναι όπως του υγρού τύπου.



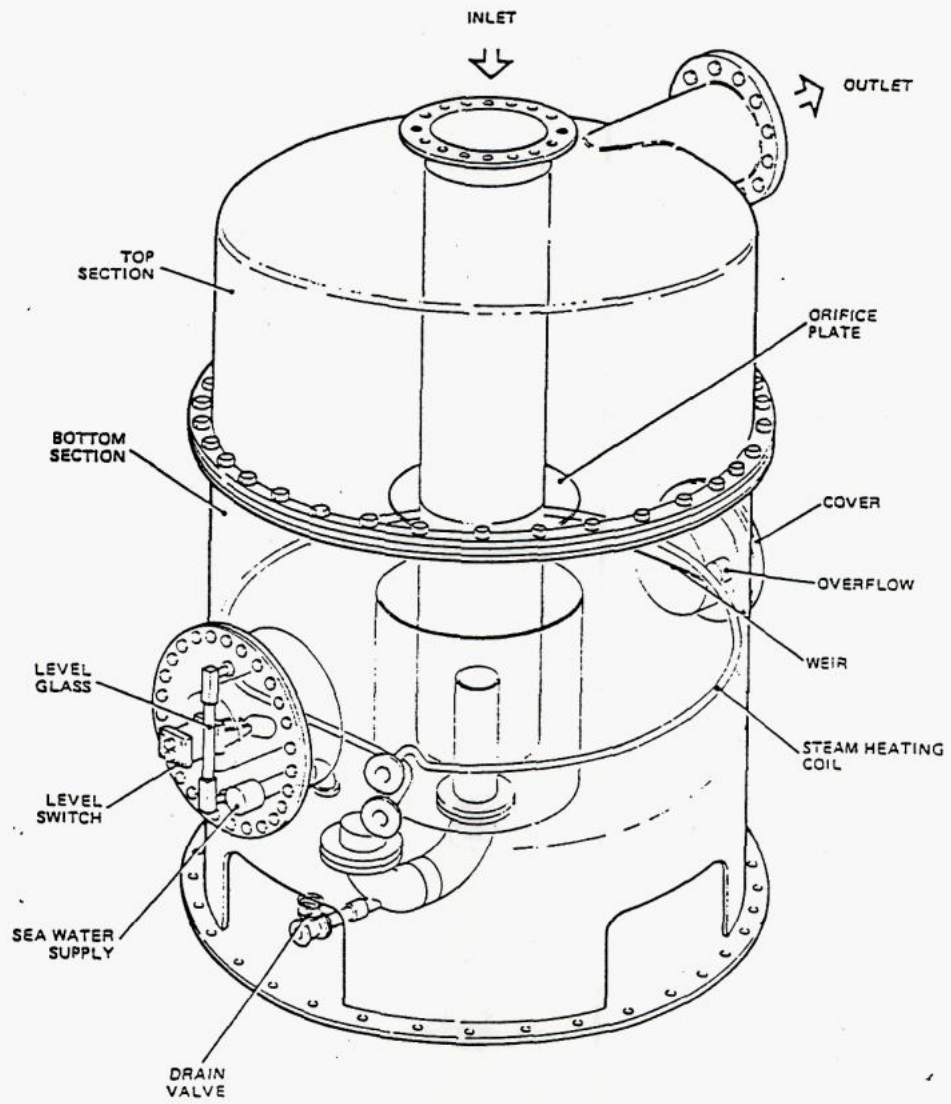
Σχήμα 6.

9.3.1.3 Ξηρός τύπος

Σε αυτόν τον τύπο το νερό αποστραγγίζεται όταν λειτουργεί η εγκατάσταση αδρανούς αερίου (το αέριο ρέει προς τις δεξαμενές) και γεμίζει με νερό όταν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου είναι εκτός λειτουργίας ή η πίεση των δεξαμενών υπερβαίνει την πίεση κατάθλιψης του φυσητήρα αδρανούς αερίου. Η πλήρωση και η αποστράγγιση πραγματοποιούνται με επιστόμια που λειτουργούν αυτόματα και τα οποία ελέγχονται από τις στάθμες στον υδροφράκτη και στις δεξαμενές πτώσης νερού και με την κατάσταση λειτουργίας των φυσητήρων. Το πλεονέκτημα αυτού του τύπου είναι ότι παρεμποδίζεται η υπερπήδηση νερού. Η εισροή δυνατόν να αποτελεί κίνδυνο βλάβης των αυτόματα ελεγχόμενων επιστομίων τα οποία πιθανόν να καθιστούν αναποτελεσματική τη φραγή του νερού.

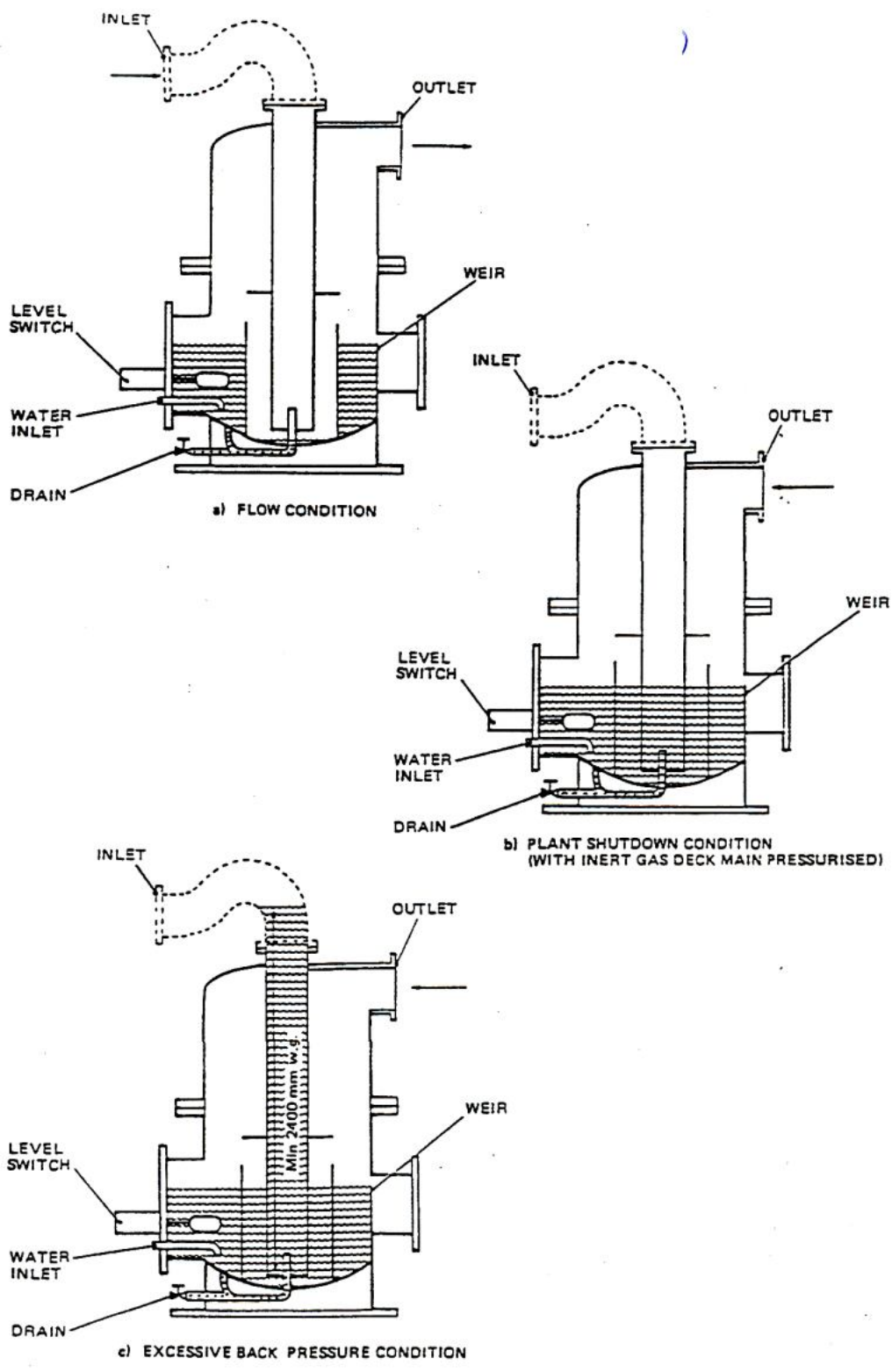


Σχήμα 7.



DECK WATER SEAL

Σχήμα 8.



Σχήμα 9.

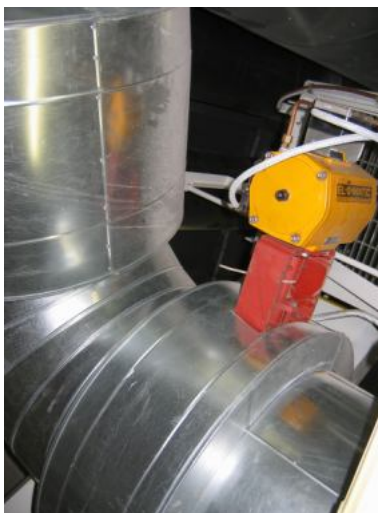
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΕΠΙΣΤΟΜΙΑ-ΔΙΚΤΥΟ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

10.1 Μελέτη Σχεδίασεως

Το σημείο της καπνοδόχου καυσαερίων πρέπει να επιλέγεται έτσι ώστε το αέριο να μην είναι ούτε θερμό, ούτε ψυχρό, αλλά ούτε και να δημιουργεί σκληρές επικαθήσεις πάνω στα επιστόμια απομόνωσης του καυσαερίου. Επίσης δεν πρέπει να είναι δίπλα στην εξαγωγή της καπνοδόχου επειδή ο αέρας μπορεί να εισχωρήσει στο σύστημα. Όταν οι λέβητες είναι εφοδιασμένοι με περιστρεφόμενους θερμαντήρες αέρα το σημείο λήψης του καυσαερίου πρέπει να είναι πριν από την εισαγωγή του θερμαντήρα του αέρα.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τα επιστόμια απομόνωσης του καυσαερίου, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη θερμοκρασία του αερίου στο σημείο λήψης. Ο χυτοσίδηρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμοκρασίες κάτω των 220 °C. Τα επιστόμια τα οποία εκτίθενται σε θερμοκρασίες άνω των 220 °C, πρέπει να κατασκευάζονται από υλικό που δε θα είναι μόνο συμβατό με τη θερμοκρασία αλλά θα είναι και ανθεκτικό στη διάβρωση από τα στάσιμα καυσαέρια.



Φωτογραφία 6.

Τα επιστόμια απομόνωσης του καυσαερίου πρέπει να εφοδιάζονται με ευκολίες διατήρησης των εδρών τους καθαρές από αιθάλη εκτός αν το επιστόμιο σχεδιάζεται να κλείνεται με ενέργεια καθαρισμού της έδρας. Επίσης πρέπει να εφοδιάζονται με αεροστεγείς διατάξεις.



Φωτογραφία 7.

Αν είναι αναγκαία η εγκατάσταση αναστολέων διαστολής, αυτοί πρέπει να έχουν λεία εσωτερικά χιτώνια και θα πρέπει να συνδέονται έτσι ώστε να είναι κάθετη η ροή διαμέσου αυτών. Αυτοί πρέπει να κατασκευάζονται από υλικό ανθεκτικό σε μόνιμη υγρή όξινη αιθάλη.

Το δίκτυο σωληνώσεων μεταξύ του επιστομίου απομόνωσης καυσαερίων και του πύργου καθαρισμού πρέπει να είναι κατασκευασμένη από χάλυβα υψηλής αντοχής, που να αντέχει στη

διάβρωση και να είναι κατά τέτοιο τρόπο διευθετημένο ώστε να παρεμποδίζεται η συσσώρευση υγρής όξινης αιθάλης, δηλαδή πρέπει να αποφεύγεται η ύπαρξη των μη αναγκαίων γωνιών και διακλαδώσεων.

Η σωλήνωση εισαγωγής στον πύργο καθαρισμού θα είναι έτσι ώστε να επιτρέπει να απομονώνεται από τα καυσαέρια προκειμένου να γίνεται εύκολα η συντήρηση του. Αυτό μπορεί να γίνει με την αφαίρεση κατάλληλου μήκους τμήματος της σωλήνωσης και τύφλωση με διπλή φλάντζα ή υδροφραγή η οποία θα παρεμποδίζει την οποιαδήποτε διαρροή αερίου από τα λέβητα όταν το επιστόμιο απομόνωσης καυσαερίων είναι κλειστό και ο πύργος ελέγχου ανοίγεται για επιθεώρηση και συντήρηση. Στην περίπτωση για την οποία πρέπει να γίνει εξυδάτωση του νερού της υδροφραγής για σκοπούς επιθεώρησης, τότε η απομόνωση θα γίνεται ή με αφαίρεση τμημάτων της σωλήνωσης και τύφλωσης ή με χρησιμοποίηση τυφλών φλαντζών.

Η σωλήνωση της εξαγωγής αερίου από τον πύργο καθαρισμού προς τους φυσητήρες και τις γραμμές επανακυκλοφορίας θα κατασκευάζεται από κατάλληλα εσωτερικά επενδεδυμένο χάλυβα. Επίσης πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες διατάξεις απομόνωσης στην εισαγωγή και εξαγωγή κάθε φυσητήρα που να επιτρέπουν την ασφαλή και λεπτομερή συντήρηση ενώ θα επιτρέπεται η χρήση του συστήματος αδρανούς αερίου που χρησιμοποιεί άλλο φυσητήρα.

Το ρυθμιστικό επιστόμιο πρέπει να εφοδιάζεται με μέσα ένδειξης για το αν είναι ανοικτό ή κλειστό. Όπου τώρα το επιστόμιο χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της ροής του αδρανούς αερίου αυτό πρέπει να ελέγχεται με την πίεση του αδρανούς αερίου.

Οι γραμμές του καταστρώματος πρέπει να είναι χαλύβδινες και κατασκευασμένες έτσι ώστε να μπορούν να αυτοεξυδατώνονται όπως επίσης και να είναι σταθερά προσαρμοσμένες στην κατασκευή του πλοίου με κατάλληλες διατάξεις που να τις προφυλάσσουν από τις κινήσεις του πλοίου που οφείλονται, σε αντίξοες καιρικές συνθήκες σε θερμική διαστολή και κάμψη του πλοίου. Για την αποφυγή υπερβολικής πτώσης της πίεσης, η ταχύτητα του αδρανούς αερίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 40m/s, σε οποιοδήποτε τμήμα του συστήματος διανομής, όταν το σύστημα λειτουργεί στη μέγιστη δυναμικότητα του.

Όλα τα ανοίγματα ανακούφισης πίεσης και κενού θα εφοδιάζονται με πλέγματα συγκράτησης φλόγας με εύκολη πρόσβαση για τον καθαρισμό και την αντικατάστασή τους. Τα πλέγματα αυτά θα είναι στις εισαγωγές και εξαγωγές κάθε ανακουφιστικού μηχανισμού και θα είναι ισχυρής κατασκευής προκειμένου να αντέχει την πίεση που δημιουργεί το αέριο στη μέγιστη παροχή φόρτωσης και κατά την διάρκεια του ερματισμού ενώ αυτό θα παρουσιάζει ελάχιστη αντίσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Περιγραφή Συστήματος Γεννήτριας Αδρανούς Αερίου. (Inert Gas Generator)

Καυστήρας - Καύση. Για να επιτευχθεί μια τέλεια καύση παίζει σπουδαιότατο ρόλο το σχήμα, η ταχύτητα του αέρα, ο ψεκασμός του πετρελαίου και οι συνθήκες θερμοκρασίας του καυστήρα. Η ανάμιξη πετρελαίου / αέρα γίνεται μέσω ψεκασμού δια πίεσεως και τα σταγονίδια εκχέονται στο κέντρο του θαλάμου καύσεως. Το ρεύμα του αέρα εισέρχεται εφαπτόμενο μέσω παραλληλισμένου ακροφυσίου και με τη μέγιστη ταχύτητα. Ο καυστήρας ψύχεται μέσω κλειστού κυκλώματος γλυκού νερού για να επιτυγχάνεται η σωστή θερμοκρασία του και η μέγιστη δυνατή διάρκεια ζωής του. Ο θάλαμος καύσεως διαθέτει έναν εναλλάξιμο ακροφύσιον καυστήρα απο υψηλής ποιότητας χάλυβα ανθεκτικό στην μεγάλη θερμοκρασία. Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας η διάρκεια ζωής του ακροφυσίου είναι απεριόριστη, η τέλεια ανάμιξη πετρελαίου / αέρα είναι μείζονος σπουδαιότητας για τον μειωμένο σχηματισμό μονοξειδίου του άνθρακα και οι συνθήκες θερμοκρασίας είναι βασικές για την αποφυγή σχηματισμού αιθάλης και οξειδίων του αζώτου καθώς και για την ποιότητα της καύσεως αυτής καθ' εαυτής.

11.1. Πύργος ψύξεως καθαρισμού

Το αέριο διέρχεται από τον καυστήρα μέσω του κεντρικού οχετού ενός υγρού φίλτρου. Αφού διέλθει το υγρό φίλτράρισμα έρχεται στο πύργο ανοικτού ψεκασμού. Ο πύργος ανοικτού ψεκασμού έχει επιλεγεί κατόπιν κακής εμπειρίας από τους πύργους παρεμβυσματικού τύπου. Τα προβλήματα με τους πύργους αυτούς ήταν οι επικαθήσεις και οι θραύσεις του υλικού γομώσεως, αυξημένη πτώση πίεσεως και τελικώς η υπερπλήρωση των πύργων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

Περιγραφή Συστήματος Συνδυασμού Γεννήτριας Αδρανούς Αερίου Με Αποτεφρωτή (INERT GAS PLANT/INCINERATOR).

Τελευταίως αναπτύχθηκε απόλυτα επιτυχώς ένα σύνθετο σύστημα στο οποίο το μέρος μεταξύ του καυστήρα και του πύργου καθαρισμού μετατράπηκε σε αποφρωτή στερεών απορριμμάτων. Επί πλέον ο καυστήρας μετατράπηκε στο να καίει υγρά κατάλοιπα πετρελαιοειδών και ορυκτελαίων και ζωικά απορρίμματα.

Τα υγρά κατάλοιπα και απορρίμματα εισάγονται στο θάλαμο καύσεως ταυτόχρονα με τον αέρα με την βοήθεια ειδικής αντλίας για παχύρευστα και λασπώδη υλικά. Ακόμα και ακάθαρτα ύδατα δύναται να τροφοδοτηθούν στη διπλασία ποσότητα των καταλοίπων πετρελαιοειδών - ή ορυκτελαίων χωρίς το ελάχιστο πρόβλημα.

Το σύστημα αυτό αποτελεί μία μοναδική οικονομοτεχνική λύση γιατί πέραν του ότι εξυπηρετεί τον βασικό του προορισμό παραγωγής αδρανούς αερίου επιλύει και το εξίσου σημαντικό πρόβλημα της απαλλαγής των αποβλήτων γενικώς με τελικό κατάλοιπο ελάχιστη αβλαβή τέφρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

Περιγραφή Συστήματος Αδρανούς Αερίου Από Στρόβιλο Κινητήρα (TURB-INERT).

Μία ενδιαφέρουσα παραλλαγή γεννήτριας αδρανούς αερίου από καύση πετρελαίου είναι η ανωτέρω. Η ιδέα βασίζεται στον συνδυασμό ενός στροβιλοκινητήρα και μιας γεννήτριας αδρανούς αερίου όπου η γεννήτρια χρησιμοποιεί τα καυσαέρια του στροβιλοκινητήρα ως αέρα καύσεως.

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται όπου υπάρχει επίσης ανάγκη βοηθητικού ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους και ο συνδυασμός του αποτελεί μία συμφέρουσα οικονομοτεχνική λύση.

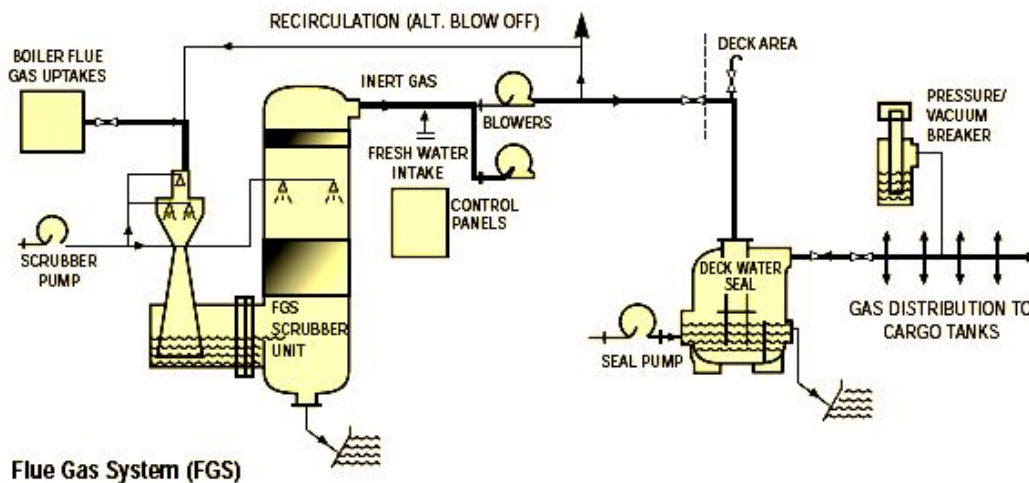
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

Περιγραφή Συστήματος Επεξεργασίας Καυσαερίων Αδρανούς Αερίου (FLUE GAS).

Το σύστημα αυτό παραγωγής αδρανούς αερίου απορροφά καυσαέρια από τον καπναγωγό του λέβητα μέσω ενός πύργου καθαρισμού όπου τα καυσαέρια ψύχονται και καθαρίζονται και το αδρανές αέριο διέρχεται από την ασφαλιστική βαλβίδα του καταστρώματος και διανέμεται στην περιοχή του φορτίου.

Το σύστημα αυτό είναι οικονομικότερο από μία γεννήτρια, αλλά η ποιότητα του αδρανούς αερίου εξαρτάται ανά πάσα στιγμή από την ποιότητα των καυσαερίων του λέβητα.

Το σύστημα FLUE GAS γίνεται να παραδοθεί ως μία αυτοτελώς συναρμολογούμενη και δοκιμασμένη μονάδα, έτοιμη προς άμεση εγκατάσταση και λειτουργία ή άλλως σε κομμάτια. Επίσης δοκιμασθέντα σαν πλήρες σύστημα και έτοιμα προς εγκατάσταση και σύνδεση αναλόγως της επιθυμητής διατάξεως πάνω στο πλοίο.



Σχήμα 11.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ (I.G.S.)

Το σύστημα διανομής αδρανούς αερίου, μαζί με το σύστημα εξαερισμού των δεξαμενών φορτίου, όπου υπάρχει, θα πρέπει να εφοδιάζεται με:

1. Μέσα παροχής αδρανούς αερίου στις δεξαμενές φορτίου κατά τη διάρκεια των εργασιών εκφόρτωσης, αφερματισμού και καθαρισμού των δεξαμενών, καθώς και για τη συμπλήρωση της πίεσης του αερίου στη δεξαμενή.
2. Μέσα εξαερισμού των αερίων των δεξαμενών στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της φόρτωσης και του ερματισμού.
3. Επιπρόσθετα σημεία εισαγωγής ή εξαγωγής, για αδρανοποίηση, έκπλυση με αέριο και απελευθέρωση από αέρια.
4. Μέσα απομόνωσης μεμονωμένων δεξαμενών από κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου για απελευθέρωση από αέρια.
5. Μέσα προστασίας των δεξαμενών από υπερβολική πίεση ή κενό.

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεγάλη ποικιλία σχεδιασμών και λειτουργιών διαδικασιών για ικανοποίηση των παραπάνω απαιτήσεων. Παρακάτω θα εξετάσουμε μερικές από τις κύριες σχεδιάσεις και τις περισσότερες σπουδαίες λειτουργικές συνέπειες.

15.1. Επιστόμια ρυθμιστικά της πίεσης αερίου και διατάξεις επανακυκλοφορίας

Οι διατάξεις ελέγχου της πίεσης θα εγκαθίστανται για την εκπλήρωση δύο λειτουργιών:

1. για την αυτόματη παρεμπόδιση κάθε εισροής αερίου σε περίπτωση είτε μιας βλάβης του φουσητήρα αδρανούς αερίου της αντλίας της πλυντρίδας κ.λπ. ή επίσης όταν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου λειτουργεί σωστά αλλά η υδροφραγή καταστρώματος και το μηχανικό ανεπίστροφο επιστόμιο έχει βλάβη και η πίεση του αερίου στη δεξαμενή υπερβαίνει την πίεση κατάθλιψης του φουσητήρα π.χ. κατά την διάρκεια ταυτόχρονων εργασιών ερματισμού και αποστράγγισης,
2. να ρυθμίζει τη ροή αδρανούς αερίου προς την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου στο κατάστρωμα.

15.2. Συστήματα με αυτόματα έλεγχο της πίεσης και γραμμή επανακυκλοφορίας αερίου

Οι εγκαταστάσεις αυτές επιτρέπουν έλεγχο της πίεσης του αερίου στην κύρια σωλήνωση καταστρώματος χωρίς να γίνει ρύθμιση της ταχύτητας του φουσητήρα αδρανούς αερίου. Το αέριο που δεν χρειάζεται στις δεξαμενές φορτίου επανακυκλοφορείται προς τον πύργο καθαρισμού ή εξαερίζεται στην ατμόσφαιρα. Τα επιστόμια ρύθμισης της πίεσης αερίου τοποθετούνται και στις δύο σωληνώσεις δηλ. στην κύρια και στη γραμμή επανακυκλοφορίας, το ένα ελέγχεται από μεταδότη και ρυθμιστή πίεσης αερίου, ενώ το άλλο δύναται να ελέγχεται είτε με παρόμοιο τρόπο ή

με επιστόμιο το οποίο λειτουργεί με βάρος. Ο μεταδότης πίεσης τοποθετείται μετά το επιστόμιο απομόνωσης καταστρώματος. Αυτό καθιστά ικανή τη διατήρηση μιας θετικής πίεσης στις δεξαμενές φορτίου κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης. Οποσδήποτε αυτό δεν εξασφαλίζει αναγκαστικά ότι η – πλυντρίδα δεν υπερφορτώνεται κατά τη διάρκεια των εργασιών αδρανοποίησης και έκπλυσης με αέριο.

15.3. Διατάξεις για αδρανοποίηση, έκπλυση με αέριο και απαλλαγή από αέρια

Οι αρχές της αραίωσης και εκτόπισης έχουν ήδη περιγραφεί και η εφαρμογή τους στις ειδικές εγκαταστάσεις εξαρτάται από μία ποικιλία συντελεστών που περιλαμβάνουν:

1. Τα αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών
2. Αν απαιτείται ή όχι έκπλυση με αέριο των αερίων υδρογονανθράκων κάθε δεξαμενής σε κάθε ταξίδι και
3. Τη μέθοδο εξαερισμού των ατμών της δεξαμενής φορτίου.

Διάφορες διατάξεις είναι δυνατές. Ένα χαρακτηριστικό το οποίο θα είναι κοινό σε όλες είναι ότι τα σημεία εισαγωγής και εξαγωγής θα είναι έτσι τοποθετημένα ώστε επαρκής εκτόπιση αερίου να μπορεί να λάβει χώρα από ολόκληρη τη δεξαμενή.

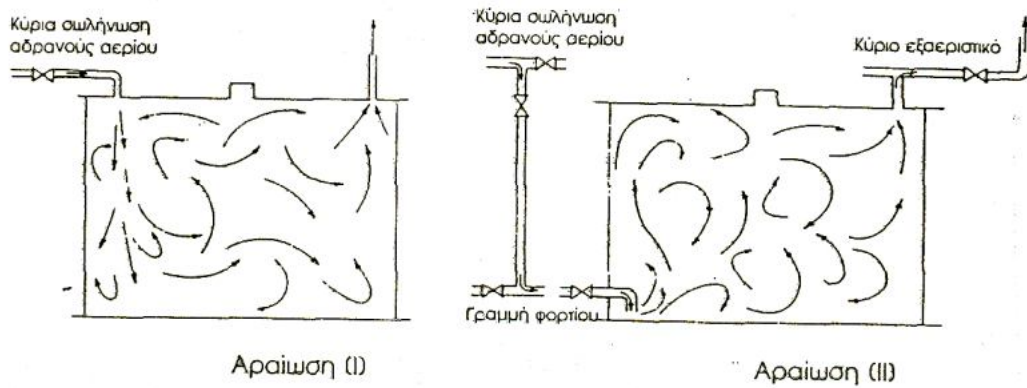
Τα είδη των βασικών διατάξεων είναι τα παρακάτω:

Διάταξη	Σημείο εισαγωγής	Σημείο εξαγωγής	Αρχή
Διάταξη 1	Άνω μέρος	Άνω μέρος	Αραίωση
Διάταξη 2	Πυθμένας	Άνω μέρος	Αραίωση
Διάταξη 3	Άνω μέρος	πυθμένας	εκτόπιση ή αραίωση

Επίσης θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι προαναφερθείσες διατάξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αδρανοποίηση, έκπλυση με αέριο και απαλλαγή από αέρια. Η ανάλυση των τριών διατάξεων θα γίνει εκτενέστερα παρακάτω.

Διάταξη 1

Τα αέρια εισάγονται και εξαερίζονται από το άνω μέρος της δεξαμενής. Αυτή είναι η πιο απλή διάταξη. Επίσης η εκτόπιση του αερίου γίνεται με τη μέθοδο της αραίωσης. Το εισερχόμενο αέριο πάντοτε θα εισέρχεται στη δεξαμενή κατά, τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη διείσδυση του και η πλήρης ανάμιξη σε ολόκληρη τη δεξαμενή. Τα αέρια είναι δυνατόν να εξαεριστούν μέσω αγωγού εξαερισμού σε κάθε δεξαμενή ή μέσω ενός κύριου εξαεριστικού αγωγού.



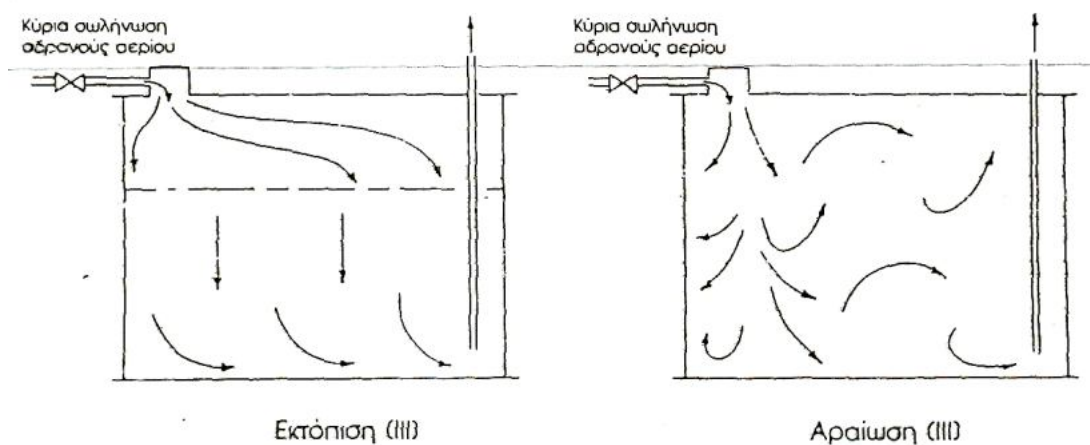
Σχήμα 12.

Διάταξη 2

Το αέριο εισάγεται στον πυθμένα της δεξαμενής και εξαερίζεται από το άνω μέρος, δηλαδή από την οροφή. Το αέριο εκτοπίζεται με τη μέθοδο της αραιώσης. Η διάταξη αυτή εισάγει το αέριο δια μέσου μιας σύνδεσης μεταξύ της κύριας σωλήνωσης αδρανούς αερίου καταστρώματος και των γραμμών φορτίου του πυθμένα. Ένας εξειδικευμένος ανεμιστήρας απαλλαγής αερίων δυνατόν επίσης αν εγκαθίσταται. Τα δημιουργούμενα αέρια δυνατόν να εξαερίζονται δια μέσου ξεχωριστών αγωγών εξαερισμού ή να εγκαθίστανται επιστόμια για την απομόνωση κάθε δεξαμενής φορτίου από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου δια μέσου αυτής προς τον υπερυψωμένο ιστό ή το υψηλής ταχύτητας εξαεριστικό.

Διάταξη 3

Το αέριο εισάγεται στην οροφή της δεξαμενής και απομακρύνεται από τον πυθμένα. Η διάταξη αυτή επιτρέπει τη μέθοδο της εκτόπισης αν και η μέθοδος της αραιώσης δύναται να επικρατεί αν η διαφορά πυκνότητας μεταξύ του εισερχόμενου αερίου και εκείνων που υπάρχουν (στο εσωτερικό της δεξαμενής) είναι μικρή ή αν η ταχύτητα εισαγωγής του αερίου είναι μεγάλη. Το σημείο εισαγωγής του αδρανούς αερίου βρίσκεται συνήθως οριζόντια στο στόμιο της δεξαμενής, προκειμένου να ελαχιστοποιεί το στροβιλισμό στη διαχωριστική επιφάνεια. Το σημείο εξαγωγής συνήθως είναι ένας ειδικά τοποθετημένος σωλήνας έκπλυσης, που εκτείνεται εντός 1mm από το έλασμα του πυθμένα σε 2m πάνω από το επίπεδο του καταστρώματος (για να ελαχιστοποιεί την ποσότητα των ατμών στο επίπεδο του καταστρώματος).



Σχήμα 13.

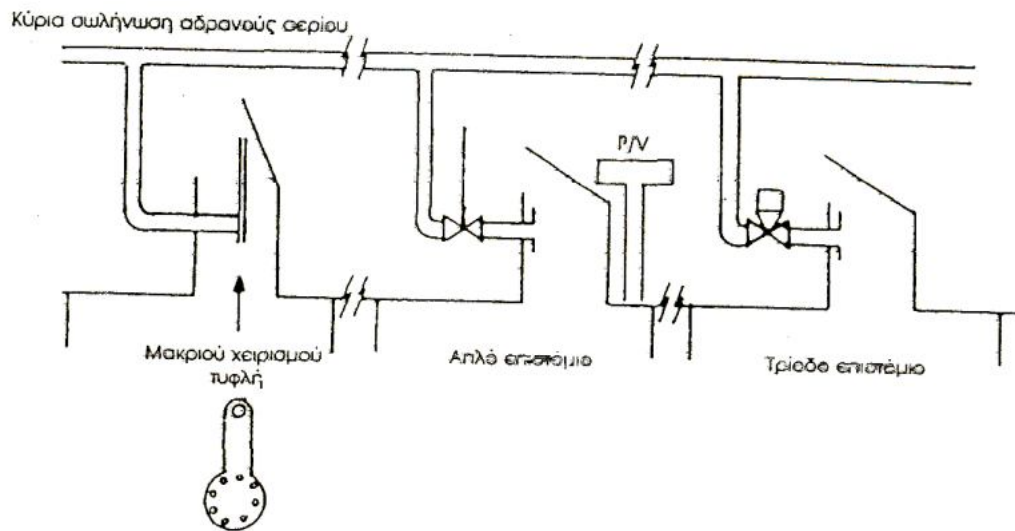
15.4 Απομόνωση των δεξαμενών φορτίου από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου του καταστρώματος

Για την απαλλαγή από αέρια και την είσοδο στη δεξαμενή πάντοτε τοποθετούνται ορισμένα επιστόμια ή διατάξεις τύφλωσης για την απομόνωση, μεμονωμένων δεξαμενών φορτίου, από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου του καταστρώματος.

Οι παρακάτω παράγοντες πρέπει να εξετάζονται κατά την επιλογή μιας κατάλληλης διάταξης.

1. Η προστασία έναντι διαρροής αερίου ή μη ορθή λειτουργία κατά την είσοδο εντός της δεξαμενής.
2. Η ευκολία και η ασφάλεια της χρήσης.
3. Η ευκολία στη χρήση της κυρίας σωλήνωσης αδρανούς αερίου για συνήθεις εργασίες απαλλαγής από αέρια.
4. Η ευκολία απομόνωσης δεξαμενών για βραχείς περιόδους προς ρύθμιση των πιέσεων και λήψη μετρήσεων των κενών χώρων (Ullaging).
5. Η προστασία έναντι ζημιών στην κατασκευή λόγω εργασιών άντλησης και ερματισμού όταν μια δεξαμενή φορτίου απομονώνεται απρόσεκτα από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου.

Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει η διάταξη να παρεμποδίζει τον κατάλληλο εξαερισμό της δεξαμενής. Διάφορα παραδείγματα διατάξεων φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Παραδείγματα μεθόδων απομόνωσης των δεξαμενών από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου

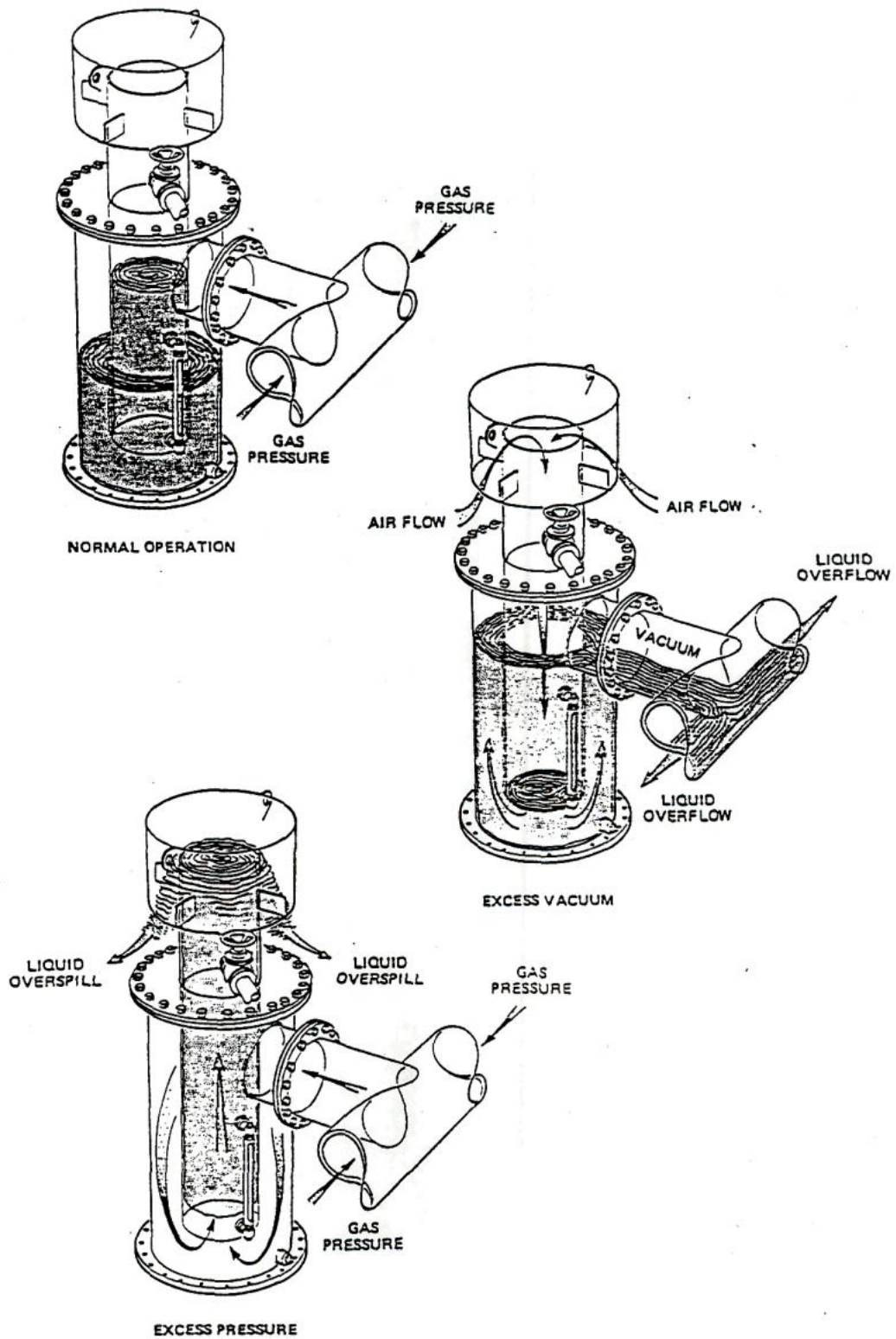
Σχήμα 14.

15.5. Διακόπτες πίεσης / κενού πλήρεις υγρού

Ένας ή περισσότεροι πλήρεις υγρού διακόπτες πίεσης / κενού, πρέπει να τοποθετούνται, εκτός αν τοποθετούνται επιστόμια πίεσης / κενού που έχουν τη δυνατότητα να παρεμποδίζουν την υπερβολική πίεση ή το κενό σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού 62.14.

Οι μηχανισμοί αυτοί απαιτούν μικρή συντήρηση, αλλά θα λειτουργούν μόνο στην απαιτούμενη πίεση αν αυτοί είναι πληρωμένοι μέχρι την ορθή στάθμη με υγρό σωστής πυκνότητας. Κατάλληλο έλαιο ή μίγμα γλυκού νερού / γλυκόζης θα χρησιμοποιούνται για την πρόληψη πήξης σε κρύο καιρό. Εξάτμιση, είσοδος θαλασσινού νερού, συμύκνωση και διάβρωση θα λαμβάνονται υπόψη και θα αντισταθμίζονται επαρκώς. Σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες η αντίθλιψη που προκαλείται από την κίνηση του υγρού στις δεξαμενές φορτίου δυνατόν να προκαλέσει υπερχειλίση του υγρού στο διακόπτη πίεσης / κενού.

Ο σχεδιαστής πρέπει να εξασφαλίζει ότι τα χαρακτηριστικά της υδροφραγής καταστρώματος, των διακοπών πίεσης / κενού και των επιστομίων πίεσης / κενού καθώς και οι ρυθμίσεις των συναγερμών υψηλής και χαμηλής πίεσης αδρανούς αερίου στο κατάστρωμα είναι συμβατά. Επίσης είναι επιθυμητό να ελέγχεται ότι όλοι οι μηχανισμοί πίεσης / κενού λειτουργούν στις ρυθμισμένες πιέσεις της σχεδίασης τους.



PRESSURE/VACUUM BREAKER OPERATION

Σχήμα 15.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

16.1. Όργανα και Συναγερμοί

Ορισμένα μόνιμα και φορητά όργανα απαιτούνται για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία ενός συστήματος αδρανούς αερίου. Επιθυμητό είναι όπως όλα τα όργανα βαθμολογούνται σε ένα σταθερό σύστημα μονάδων.

Σαφείς οδηγίες πρέπει να διατίθενται για τη λειτουργία, βαθμονόμηση και δοκιμή όλων των οργάνων και συναγερμών. Πρέπει να διατίθενται κατάλληλες ευκολίες βαθμονόμησης.

Όλος ο εξοπλισμός οργάνων και συναγερμών που απαιτείται σύμφωνα με τον κανονισμό 62 θα είναι κατάλληλα σχεδιασμένος για να ανθίσταται στις διακυμάνσεις της ηλεκτρικής τάσης, τις αλλαγές στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, -τη δόνηση, την υγρασία, τον κλονισμό, την πρόσκρουση και τη διάβρωση που συνήθως συναντώνται στα πλοία.

Η διάταξη των οργάνων και συναγερμών της πλυντρίδας θα είναι ως εξής:

1. Η ροή του νερού προς την πλυντρίδα θα παρακολουθείται είτε από ροόμετρο ή από μετρητή πίεσης. Ένας συναγερμός θα ενεργοποιείται όταν η ροή του νερού πέφτει κάτω από τις Σχεδιασμένες απαιτήσεις ροής για κάποια προκαθορισμένη ποσότητα και οι φυσητήρες αδρανούς αερίου πρέπει αυτόματα να σταματήσουν σε περίπτωση παραπέρα μείωσης της ροής. Η ακριβής θέση ρύθμισης του συναγερμού και τα όρια διακοπής θα σχετίζονται με τη συγκεκριμένη σχεδίαση της πλυντρίδας και τα υλικά.

2. Η στάθμη του νερού στην πλυντρίδα πρέπει να παρακολουθείται από έναν υψηλής στάθμης νερού συναγερμό. Ο συναγερμός αυτός θα ενεργοποιείται όταν προσεγγίζονται τα προκαθορισμένα όρια και διακόπτεται η λειτουργία της αντλίας της πλυντρίδας δηλ. όταν η στάθμη ανέρχεται πάνω από τα καθορισμένα όρια. Τα όρια αυτά θα καθορίζονται λαμβάνοντας υπόψη τη σχεδίαση της πλυντρίδας και την κατάκλυση της σωλήνωσης εισαγωγής της από τους καπναγωγούς του λέβητα.

3. Η θερμοκρασία του αδρανούς αερίου στην πλευρά της κατάθλιψης των φυσητήρων πρέπει να παρακολουθείται. Ένας συναγερμός θα ενεργοποιείται όταν η θερμοκρασία φθάνει στους 65°C και αυτόματη διακοπή των φυσητήρων αδρανούς αερίου θα διατίθεται αν η θερμοκρασία φθάσει έως 75°C.

4. Αν είναι αναγκαίος ένας προψύκτης στην εισαγωγή της πλυντρίδας για την προστασία των υλικών επίστρωσης αυτής, θα εφαρμόζονται οι διατάξεις της 3 για ενεργοποίηση του συναγερμού στη θερμοκρασία εξαγωγής από τον προψύκτη.

5. Για την παρακολούθηση της απόδοσης της πλυντρίδας συνιστάται όπως γίνεται ένδειξη των θερμοκρασιών εισαγωγής και εξαγωγής του νερού ψύξης καθώς και οι διαφορές πίεσης στην πλυντρίδα.

6. Όλοι οι αισθητήριοι ακροδέκτες, οι πλωτήρες και οι ανιχνευτές που απαιτείται να είναι σε επαφή με το νερό και το αέριο στον πύργο καθαρισμού, πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά ανθεκτικά στην επίδραση των οξέων.

Για την υδροφραγή του καταστρώματος, ένας συναγερμός θα ενεργοποιείται όταν η στάθμη του νερού πέφτει κάτω από μια καθορισμένη τιμή αλλά πριν η υδροφραγή καταστεί αναποτελεσματική. Για ορισμένους, τύπους υδροφραγών καταστρώματος, τέτοιους όπως ο ξηρός τύπος, ο συναγερμός της στάθμης του νερού δυνατόν ν' απαιτείται να καταπνίγεται όταν αδρανές αέριο ήδη παρέχεται προς το σύστημα διανομής του αδρανούς αερίου.

Η πίεση του αδρανούς αερίου στην κύρια σωλήνωση αυτού πρέπει να παρακολουθείται. Ένας συναγερμός θα ενεργοποιείται όταν η πίεση φθάνει στο όριο ρύθμισης. Το τελευταίο θα ορίζεται έχοντας υπόψη τη σχεδίαση των δεξαμενών φορτίου, το ανεπίστροφο μηχανικό επιστόμιο και την υδροφραγή καταστρώματος.

Η διάταξη για τον αναλυτή οξυγόνου, τον καταγραφέα και τον εξοπλισμό ένδειξης θα είναι ως εξής:

1. Το σημείο δειγματοληψίας για τον αναλυτή οξυγόνου και τη μονάδα καταγραφής θα τοποθετείται σε μια θέση στο δίκτυο σωληνώσεως μετά τους φυσητήρες και πριν το επιστόμιο ρύθμισης της πίεσης του αερίου που προδιαγράφεται στον κανονισμό 62. Στην επιλεγείσα θέση συνθήκες τυρβώδους ροής πρέπει να επικρατούν σε όλες τις εξόδους των φυσητήρων. Το σημείο δειγματοληψίας πρέπει να είναι εύκολα προσιτό κι εφοδιασμένο με κατάλληλες συνδέσεις αέρα ή ατμού για καθαρισμό.
2. Ο ακροδέκτης δειγματοληψίας θα έχει ενσωματωμένο ένα φίλτρο σκόνης σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του οργάνου. Ο ακροδέκτης και το φίλτρο θα μπορούν ν' απομακρύνονται και να καθαρίζονται ή να αντικαθίστανται αν αυτό είναι αναγκαίο.
3. Η αισθητήρια σωλήνωση από τον ακροδέκτη δειγματοληψίας προς τον αναλυτή οξυγόνου θα είναι έτσι διευθετημένος ώστε κάθε συμπίκνωση σε αυτήν να μην παρεμποδίζει το δείγμα του αερίου να φθάσει στον αναλυτή οξυγόνου. Οι συνδέσεις στη σωλήνωση πρέπει να είναι οι ελάχιστες δυνατές για να αποφεύγεται η είσοδος του αέρα.
4. Κάθε ψύκτης που απαιτείται στους αισθητήριους σωλήνες θα τοποθετείται στο ψυχρότερο σημείο του συστήματος, εναλλακτικά, σε ορισμένες περιπτώσεις δυνατόν να ενδείκνυται η θέρμανση των αισθητήριων σωλήνων προς παρεμπόδιση συμπίκνωσης.
5. Η θέση του αναλυτή θα επιλέγεται έτσι ώστε αυτός να προστατεύεται από θερμότητα και αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος αλλά πάντοτε αυτός θα τοποθετείται όσο το δυνατόν είναι πρακτικά πλησιέστερα του σημείου δειγματοληψίας για να μειώνεται στο ελάχιστο ο χρόνος μεταξύ της λήψης και της ανάλυσης του δείγματος.
6. Η μονάδα καταγραφής και ο επαναλήπτης ενδείξεων που απαιτείται από τον κανονισμό δεν θα τοποθετούνται σε θέσεις που υπόκεινται σε θερμότητα και ανεπιθύμητους κραδασμούς.
7. Η αντίσταση των καλωδίων σύνδεσης μεταξύ του αναλυτή και του καταγραφέα θα είναι σύμφωνη με τις οδηγίες του κατασκευαστή του οργάνου.
8. Ο αναλυτής οξυγόνου θα έχει μια ακρίβεια της τάξης $\pm 1\%$ της πλήρους κλίμακας απόκλισης του ενδείκτη.
9. Ανάλογα με την αρχή μέτρησης, σταθερό μηδέν και / ή διατάξεις αερίου βαθμονόμησης θα διατίθενται κοντά στον αναλυτή οξυγόνου εφοδιασμένες με κατάλληλες συνδέσεις για φορητούς αναλυτές.

Ένα σημείο δειγματοληψίας θα υπάρχει μεταξύ του αυτόματου επιστομίου που ρυθμίζει την πίεση του αερίου και της υδροφραγής καταστρώματος για να χρησιμοποιείται από φορητά όργανα.

Ο αισθητήρας της πίεσης αδρανούς αερίου και ο καταγραφέας θα λαμβάνουν, μήνυμα από ένα σημείο της κύριας σωλήνωσης αδρανούς αερίου μεταξύ του απομονωτικού / ανεπίστροφο επιστόμιο και των δεξαμενών φορτίου.

Όταν η πίεση στην κύρια γραμμή αδρανούς αερίου πλώρα των ανεπίστροφων μηχανισμών πέφτει κάτω από 50mm της στήλης νερού, μέσα πρέπει να προβλέπονται για να μεταδώσουν ένα ακουστικό σήμα συναγερμού ή να διακόψουν αυτόματα τη λειτουργία των κύριων αντλιών φορτίου. Οι συναγερμοί που απαιτούνται από τον κανονισμό θα δίδονται στη γέφυρα και στο χώρο του μηχανοστασίου.

Σύμφωνα με τον κανονισμό, φορητά όργανα θα πρέπει να διατίθενται για τη μέτρηση της συγκέντρωσης του οξυγόνου και των εύφλεκτων ατμών. Σχετικά με το μετρητή ατμών υδρογονανθράκων, πρέπει να ληφθεί υπόψη, ότι οι μετρητές αυτοί λειτουργούν με βάση την αρχή του καταλυτικού νήματος και είναι ακατάλληλοι για μέτρηση συγκέντρωσης υδρογονανθράκων σε ατμόσφαιρες με ανεπαρκή περιεκτικότητα σε οξυγόνο. Πέρα από αυτό μετρητές που λειτουργούν με βάση την πιο πάνω αρχή δεν μπορούν να μετρούν συγκεντρώσεις ατμών υδρογονανθράκων πάνω από το κατώτερο όριο ανάφλεξης. Συνεπώς συνιστάται η χρησιμοποίηση μετρητών οι οποίοι χρησιμοποιούν μια αρχή η οποία δεν επηρεάζεται από την ανεπάρκεια οξυγόνου και οι οποίοι είναι ικανοί να μετρούν συγκέντρωση υδρογονανθράκων και πάνω από την περιοχή ανάφλεξης. Για μετρήσεις κάτω από το κατώτερο όριο ανάφλεξης υποτίθεται ότι υπάρχει επαρκές οξυγόνο και είναι κατάλληλος μετρητής καταλυτικού νήματος.

Όλα τα μεταλλικά μέρη του φορητών οργάνων και οι σωλήνες δειγματοληψίας που απαιτείται να εισάγονται στις δεξαμενές θα είναι ασφαλώς γειωμένα στην κατασκευή του πλοίου ενώ (τα όργανα και οι δειγματοληπτικοί σωλήνες) θα χρησιμοποιούνται. Αυτά τα φορητά όργανα θα πρέπει να είναι εσωτερικά ασφαλούς τύπου. Επαρκής σωλήνωση κ.λπ. θα διατίθεται για να καθίσταται δυνατή η λήψη πλήρως αντιπροσωπευτικού δείγματος από την ατμόσφαιρα της δεξαμενής.

Κατάλληλα ανοίγματα πρέπει να προβλέπονται στις δεξαμενές φορτίου για να καθιστούν δυνατή τη λήψη πλήρως αντιπροσωπευτικού δείγματος από κάθε δεξαμενή. Όπου οι δεξαμενές υποδιαιρούνται από πλήρεις ή μερικές φράκτες πλύσης, επιπρόσθετα ανοίγματα θα προβλέπονται για κάθε τέτοια υποδιαίρεση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17

Λειτουργία Εγκατάστασης Αδρανούς Αερίου

Αν και τα συστήματα καυσαερίου διαφέρουν σε λεπτομέρειες, ορισμένες βασικές αρχές παραμένουν ίδιες. Αυτές είναι:

1. Εκκίνηση της εγκατάστασης αδρανούς αερίου,
 2. Διακοπή λειτουργίας της εγκατάστασης αδρανούς αερίου,
 3. Έλεγχος ασφάλειας όταν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου είναι εκτός λειτουργίας.
- Σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να ακολουθούνται λεπτομερώς οι οδηγίες του κατασκευαστή.

Οι διαδικασίες εκκίνησης θα είναι οι ακόλουθες:

1. Εξασφάλιση ότι ο λέβητας παράγει καυσαέριο με περιεκτικότητα σε οξυγόνο μέχρι 5% κατ' όγκο ή μικρότερη (για τα υπάρχοντα πλοία 8% κατ' όγκο ή όσο είναι πρακτικά δυνατό μικρότερη).
2. Εξασφάλιση ότι διατίθεται ισχύς για όλους τους ελέγχους, συναγερμούς και εργασίες αυτόματης διακοπής.
3. Εξασφάλιση ότι η ποσότητα νερού που απαιτείται από την πλυντρίδα και την υδροφραγή καταστρώματος διατηρείται ικανοποιητικά με αντλίες επιλεγμένες για την εργασία αυτή.
4. Δοκιμή λειτουργίας του συναγερμού και των χαρακτηριστικών διακοπής λειτουργίας του συστήματος που εξαρτάται από την απόδοση του νερού στην πλυντρίδα και την υδροφραγή καταστρώματος.
5. Έλεγχος των επιστομίων εισαγωγής καθαρού αέρα για την απαλλαγή από αέρια, όπου υπάρχουν, ότι αυτά είναι κλειστά και οι τυφλές φλάντζες είναι ασφαλισμένες στη θέση τους.
6. Κλείσιμο του αέρα προς οποιαδήποτε αεροστεγή διάταξη για το επιστόμιο απομόνωσης καυσαερίων διάταξη για το επιστόμιο απομόνωσης καυσαερίων.
7. Άνοιγμα του επιστομίου απομόνωσης καυσαερίων.
8. Άνοιγμα του επιστομίου αναρρόφησης του επιλεγέντος φυσητήρα. Εξασφάλιση ότι τα επιστόμια αναρρόφησης και κατάθλιψης του άλλου φυσητήρα είναι κλειστά εκτός αν υπάρχει πρόθεση ταυτόχρονης χρησιμοποίησης και των δύο φυσητήρων.
9. Εκκίνηση του φυσητήρα.
10. Δοκιμή του συναγερμού «βλάβη» φυσητήρα.
11. Άνοιγμα του επιστομίου κατάθλιψης του φυσητήρα.
12. Άνοιγμα του επιστομίου επανακυκλοφορίας προκειμένου να σταθεροποιηθεί η εγκατάσταση.
13. Άνοιγμα του επιστομίου ρύθμισης καυσαερίων.
14. Έλεγχος ότι η περιεκτικότητα σε οξυγόνο είναι 5% κατ' όγκο ή μικρότερη, (για τα υπάρχοντα πλοία 8% κατ' όγκο ή εφόσον είναι πρακτικά δυνατό, μικρότερη) τότε κλείνεται το εξαεριστικό προς την ατμόσφαιρα μεταξύ του επιστομίου ρύθμισης της πίεσης καυσαερίων και του επιστομίου απομόνωσης στο κατάστρωμα.

Σημείωση: Ορισμένοι αναλυτές οξυγόνου απαιτούν περίπου δύο ώρες για να σταθεροποιηθούν πριν ληφθούν ακριβείς μετρήσεις.

Το σύστημα αδρανούς αερίου είναι τώρα έτοιμο να τροφοδοτήσει με αδρανές αέριο τις δεξαμενές φορτίου. Οι διαδικασίες διακοπής λειτουργίας θα έχουν ως εξής:

1. Όταν οι ατμόσφαιρες όλων των δεξαμενών έχουν ελεγχθεί για μια περιεκτικότητα οξυγόνου όχι μεγαλύτερη από 8% και έχει επιτευχθεί η απαιτούμενη πίεση εντός των δεξαμενών, κλείνεται το επιστόμιο απομόνωσης/ ανεπίστροφο του καταστρώματος.
2. Ανοίγεται το εξαεριστικό προς την ατμόσφαιρα μεταξύ του επιστομίου ρύθμισης της πίεσης και εκείνου απομόνωσης / ανεπίστροφο του καταστρώματος.
3. Κλείνεται το επιστόμιο ρύθμισης της πίεσης του αερίου.
4. Διακόπτεται η λειτουργία του φυσητήρα αδρανούς αερίου.
5. Κλείνονται τα επιστόμια αναρρόφησης και κατάθλιψης του φυσητήρα. Ελέγχεται ότι οι εξυδατώσεις είναι καθαρές. Ανοίγεται το σύστημα πλύσης νερού του φυσητήρα ενώ αυτός ακόμη περιστρέφεται με κλειστή την παροχή ενεργείας στον κινητήρα του, εκτός αν διαφορετικά συνιστάται από τον κατασκευαστή. Κλείνεται η παροχή νερού της εγκατάστασης καθαρισμού μετά από μια κατάλληλη χρονική περίοδο.
6. Κλείνεται το επιστόμιο απομόνωσης καυσαερίων και ανοίγεται το σύστημα φραγής αέρα.
7. Διατηρείται η πλήρης τροφοδοσία νερού στον πύργο της πλυντρίδας σύμφωνα με τη σύσταση του κατασκευη.
8. Εξασφαλίζεται ότι η παροχή νερού προς την υδροφραγή του καταστρώματος ρέει ικανοποιητική, ότι επαρκής ποσότητα νερού κατακρατείται και ότι οι διατάξεις συναγερμού για αυτό είναι σε λειτουργία.

Οι έλεγχοι ασφαλείας όταν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου δε λειτουργεί πρέπει να είναι οι εξής:

1. Η παροχή νερού καθώς και η στάθμη του στη φραγή καταστρώματος πρέπει να επιβεβαιώνονται σε τακτικά διαστήματα, τουλάχιστον μια φορά την ημέρα σε συνάρτηση με τις καιρικές συνθήκες.
2. Έλεγχος της στάθμης του νερού στις κυρτώσεις που εγκαθίστανται στο δίκτυο σωληνώσεων του αερίου, επίσης ελέγχεται η στάθμιση του νερού στις στήλες νερού ή συσκευές πίεσης που χρησιμοποιούνται για την παρεμπόδιση εισροής αερίων υδρογονανθράκων σε ασφαλείς από αέρια χώρους.
3. Σε περιπτώσεις ψυχρού καιρού εξασφαλίζεται ότι οι διατάξεις πρόληψης παγώματος του νερού φραγής στο κατάστρωμα, διακόπτες πίεσης / κενού κ.λπ. είναι σε λειτουργία.
4. Πριν η πίεση σε αδρανοποιημένες δεξαμενές φορτίου, πέσει στα 100mm, αυτές θα επανασυμπιέζονται με αδρανές αέριο.

Πιθανές βλάβες του συστήματος αδρανούς αερίου και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν περιλαμβάνουν:

1. Υψηλή περιεκτικότητα οξυγόνου η οποία μπορεί να προκληθεί ή να εντοπιστεί από τις ακόλουθες συνθήκες:

- 1.1.** όχι καλός έλεγχος της καύσης στο λέβητα, ειδικά κάτω από συνθήκες χαμηλού φορτίου,
- 1.2.** εισροή αέρα χαμηλά στην καπνοδόχο όταν η σε αέριο απόδοση του λέβητα είναι μικρότερη από την απαίτηση του φυσητήρα αδρανούς αερίου, ειδικά υπό συνθήκες χαμηλού φορτίου,
- 1.3.** διαρροές αέρα μεταξύ του φυσητήρα αερίου και της καπνοδόχου του λέβητα,
- 1.4.** ελαττωματική λειτουργία ή βαθμονόμηση του αναλυτή οξυγόνου,
- 1.5.** εγκατάσταση αδρανούς αερίου που λειτουργεί με επανακυκλοφορία, ή
- 1.6.** είσοδος αέρα στην κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου δια μέσου επιστομίων πίεσης /κενού, αγωγού ιστού κ.λπ. λόγω κακής λειτουργίας.

2. Αν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου παράγει αδρανές αέριο με περιεκτικότητα οξυγόνου μεγαλύτερη από 5%, το σφάλμα πρέπει να εντοπιστεί και να επισκευαστεί. Οπωσδήποτε ο κανονισμός απαιτεί, όπως όλες οι εργασίες στις δεξαμενές φορτίου διακοπών αν η σε οξυγόνο περιεκτικότητα υπερβαίνει το 8% εκτός αν βελτιώνεται η ποιότητα του αερίου.

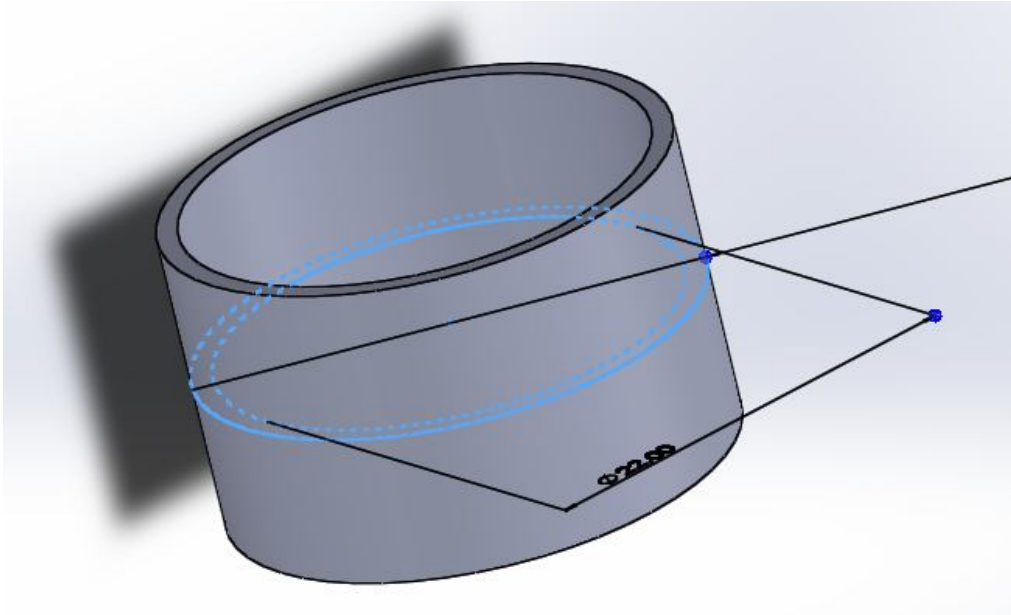
3. Αδυναμία διατήρησης θετικής πίεσης κατά τη διάρκεια των εργασιών εκφόρτωσης ή αφερματισμού που μπορεί να προκληθεί από:

- 3.1.** απρόσεκτο κλείσιμο των επιστομίων αδρανούς αερίου,
- 3.2.** ελαττωματική λειτουργία του συστήματος αυτόματου ελέγχου πίεσης,
- 3.3.** ανεπαρκή πίεση φυσητήρα, ή
- 3.4.** παροχή εκφόρτωσης φορτίου που υπερβαίνει την απόδοση του φυσητήρα.

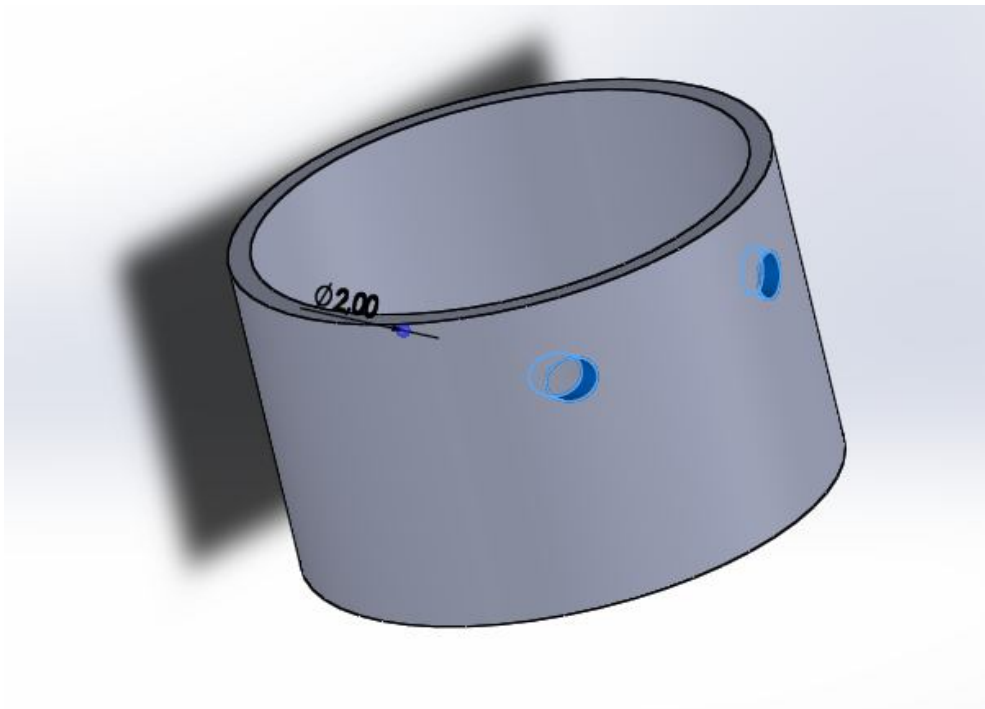
4. Η εκφόρτωση του φορτίου ή ο αφερματισμός θα διακόπτεται ή θα μειώνεται σε συνάρτηση με τον αν η θετική πίεση στις δεξαμενές μπορεί να διατηρηθεί ενώ διορθώνεται η βλάβη.

3D ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

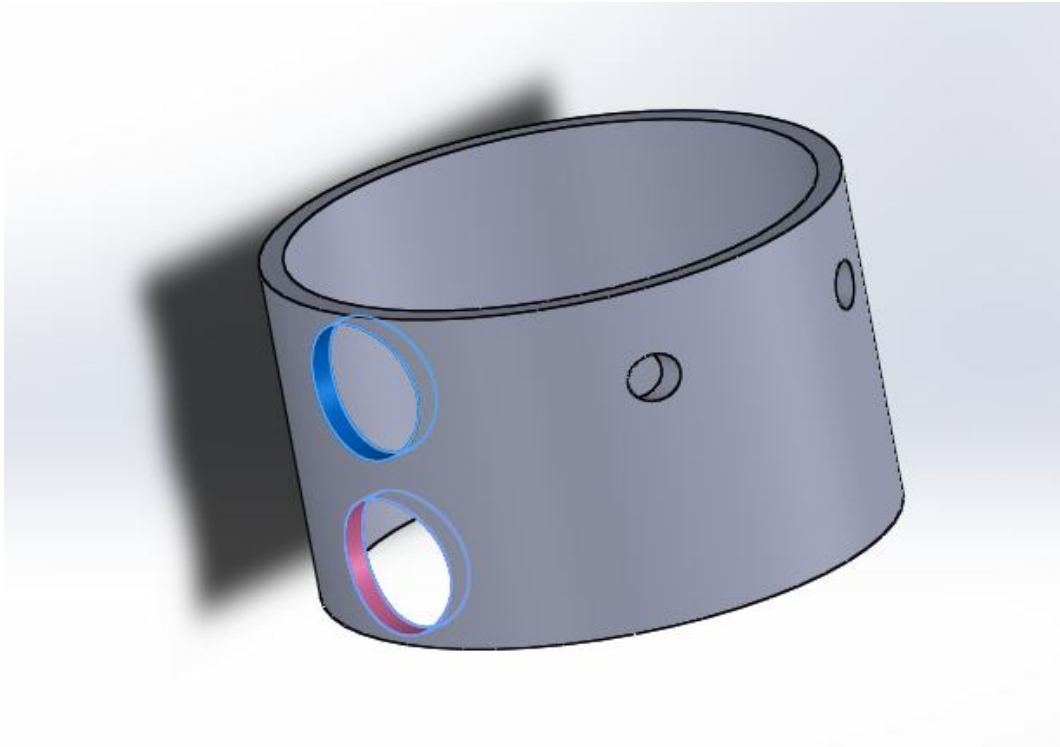
Αρχική σχεδίαση



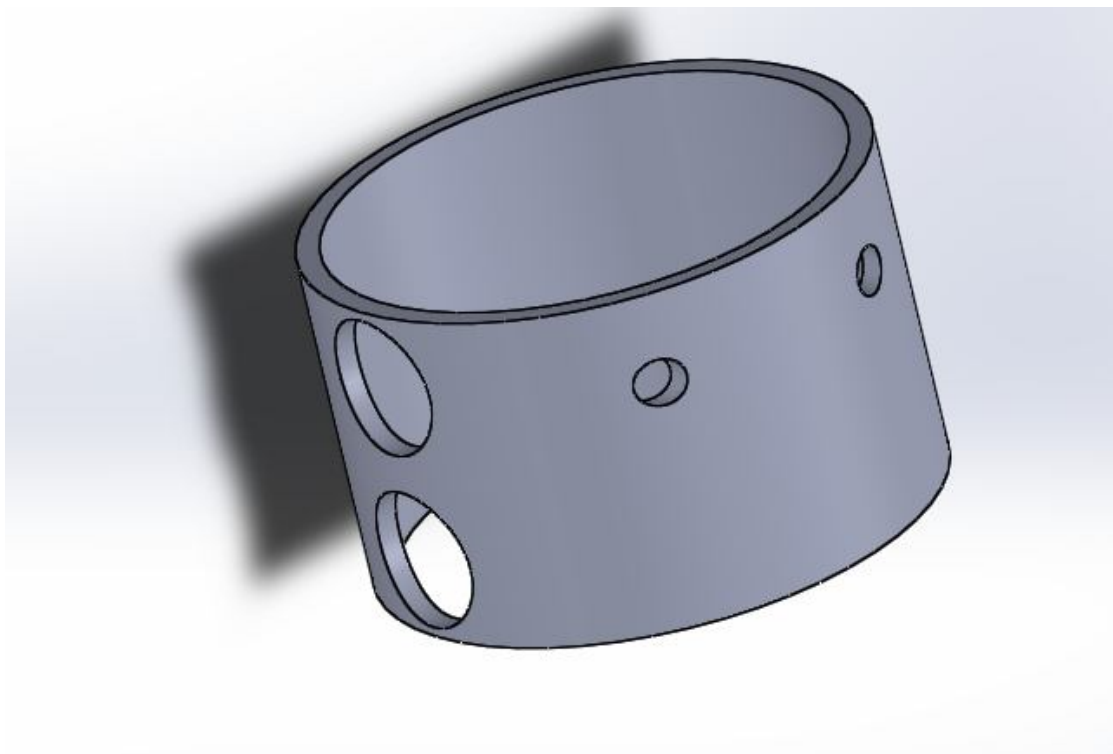
Σχεδίαση κυλινδρικής οντότητας με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude



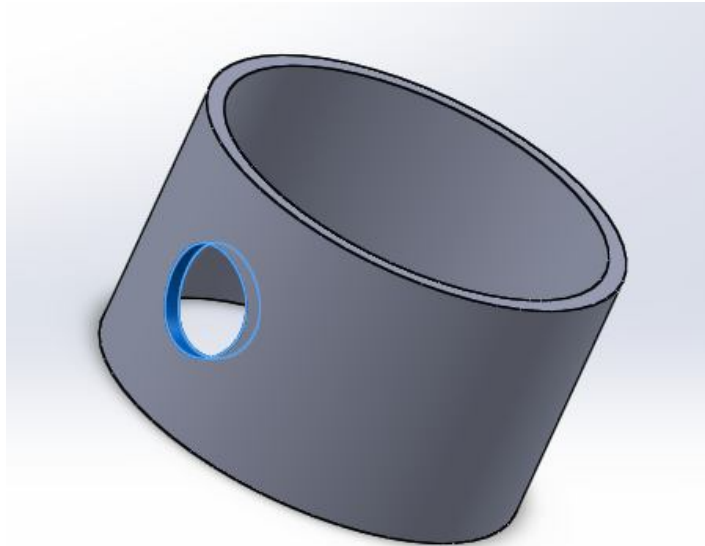
Σχεδίαση δύο οπών με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude - Cut



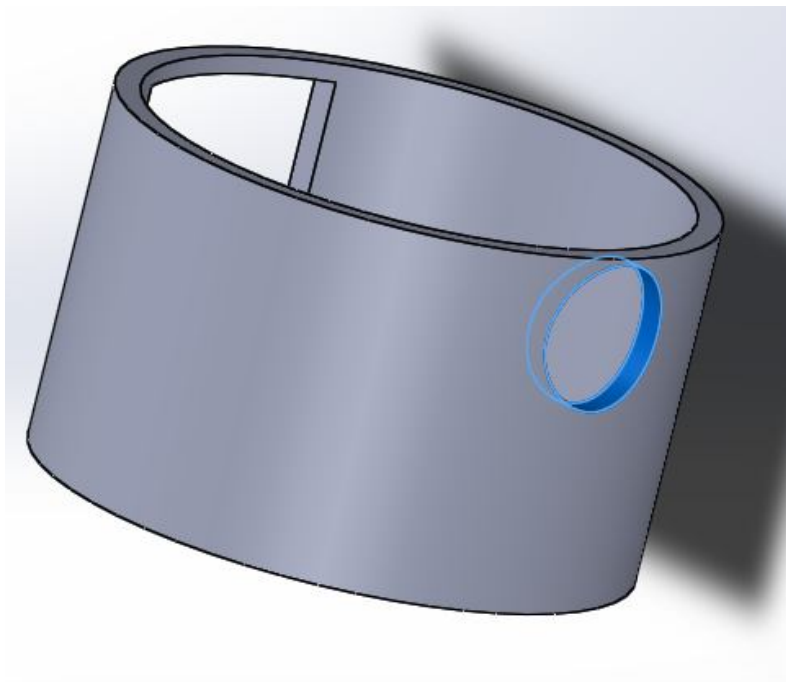
Σχεδίαση δύο οπών με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude - Cut



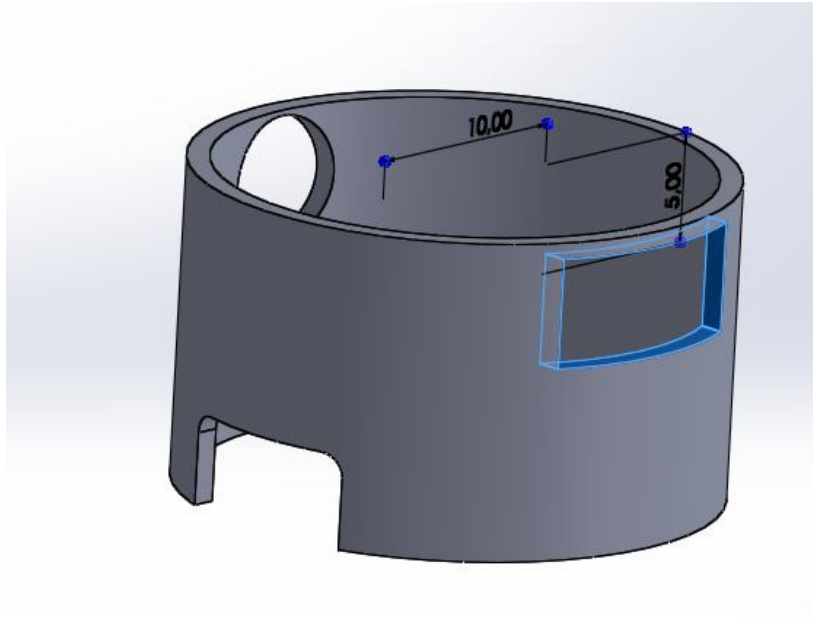
Τελική κυλινδρική οντότητα



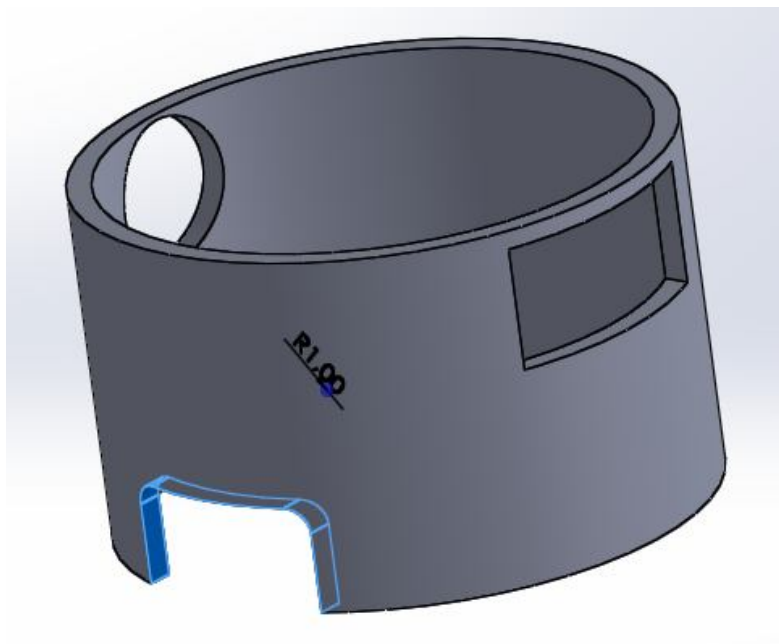
Σχεδίαση κυλινδρικής οντότητας με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude και σχεδίαση μίας οπής με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude – Cut



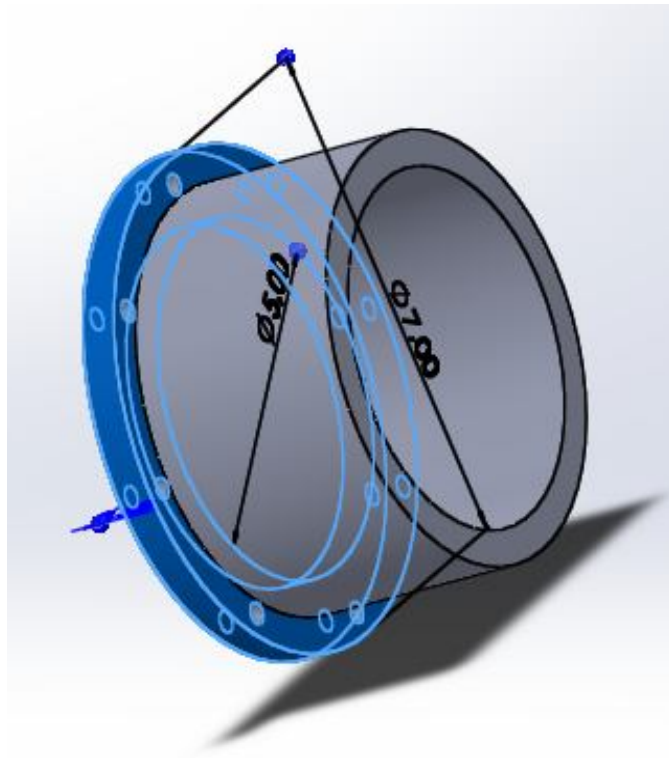
Σχεδίαση κυλινδρικής οντότητας με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude και σχεδίαση μίας οπής, καθώς και μίας εσοχής με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude – Cut



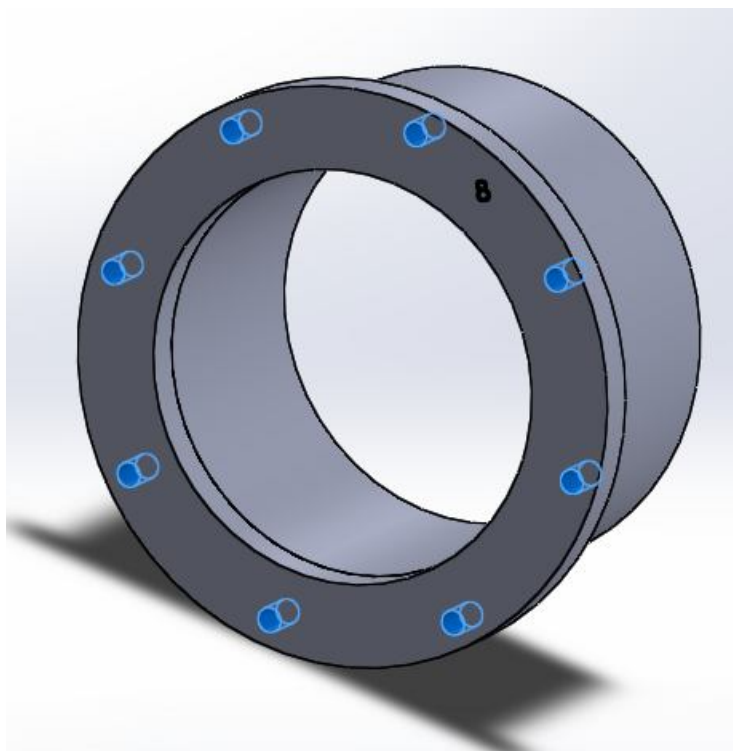
Σχεδίαση κυλινδρικής οντότητας με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude και σχεδίαση μίας οπής, καθώς και δύο εσοχών με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude – Cut



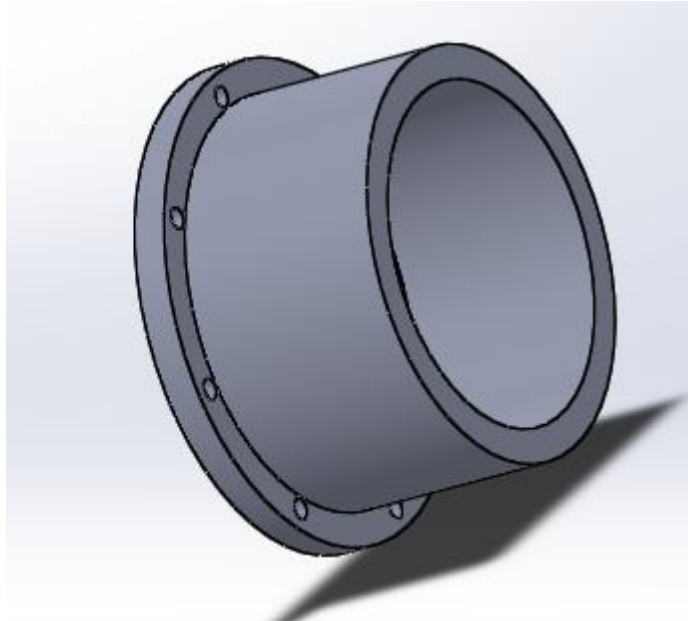
Τελική κυλινδρική οντότητα με τις εσοχές και την οπή



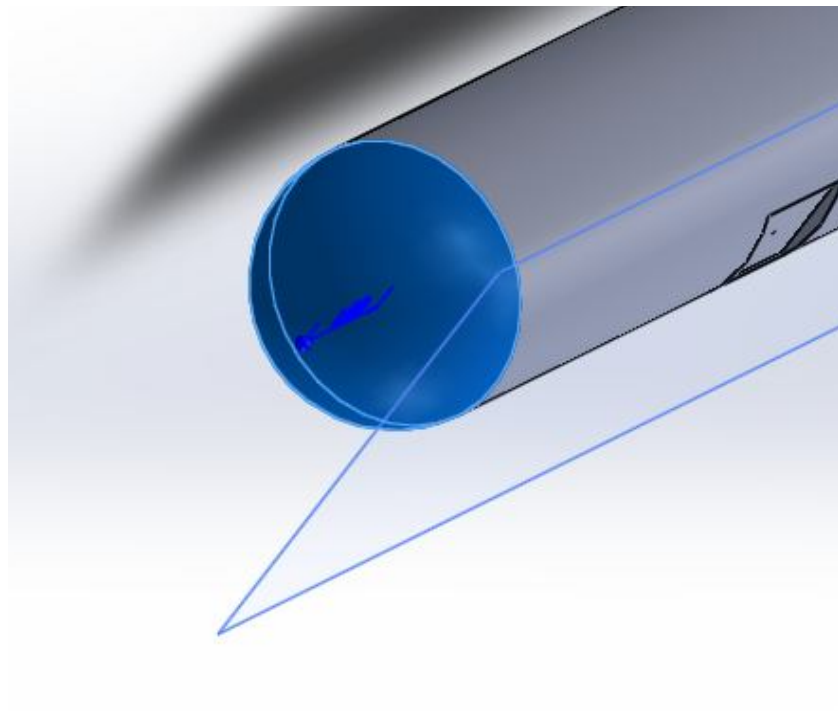
Κατασκευή φλάντζας με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude



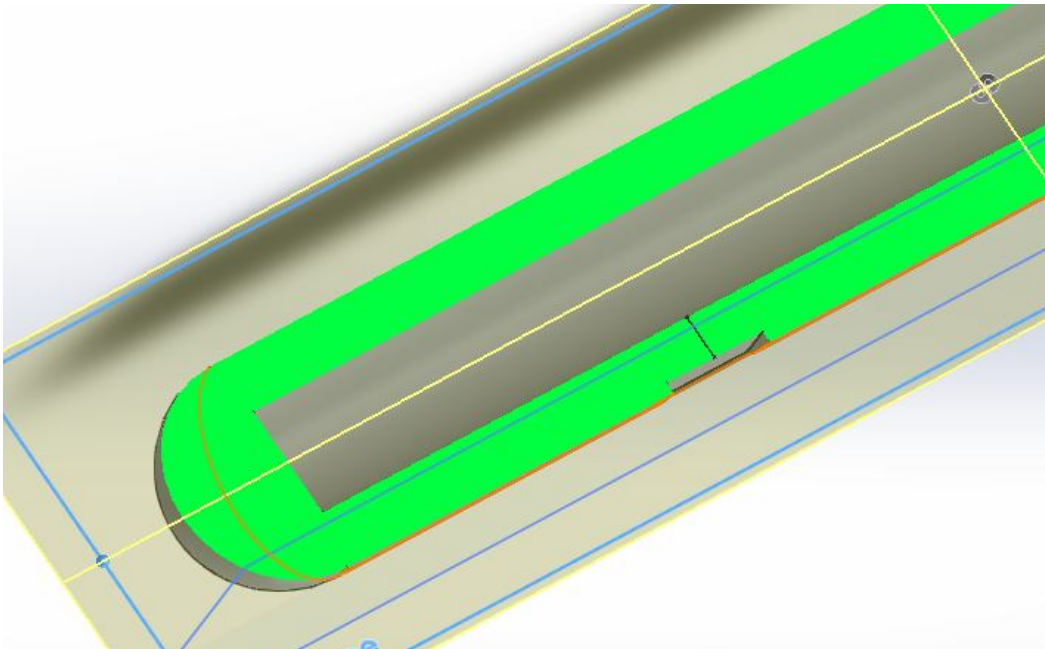
Δημιουργία οκτώ οπών περιφερειακά της φλάντζας



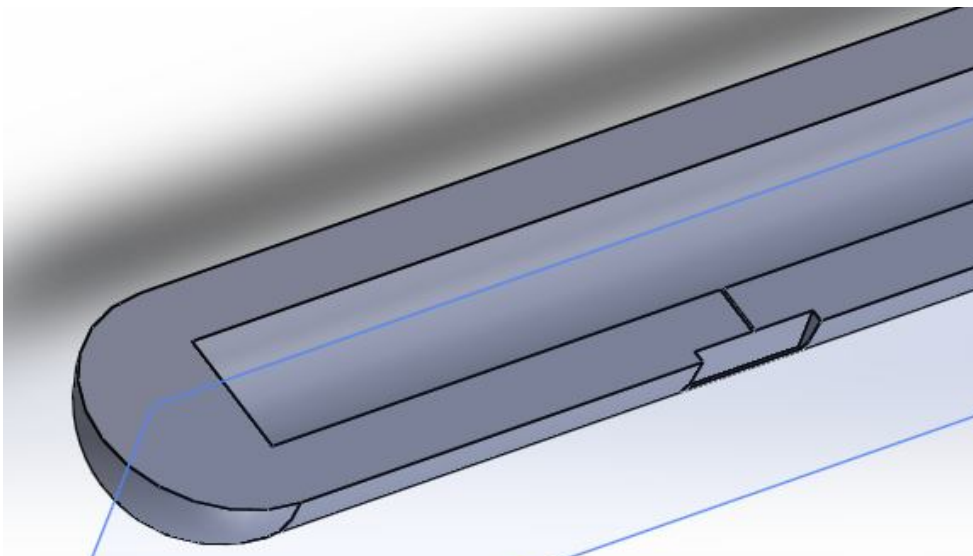
Τελική μορφή φλάντζας



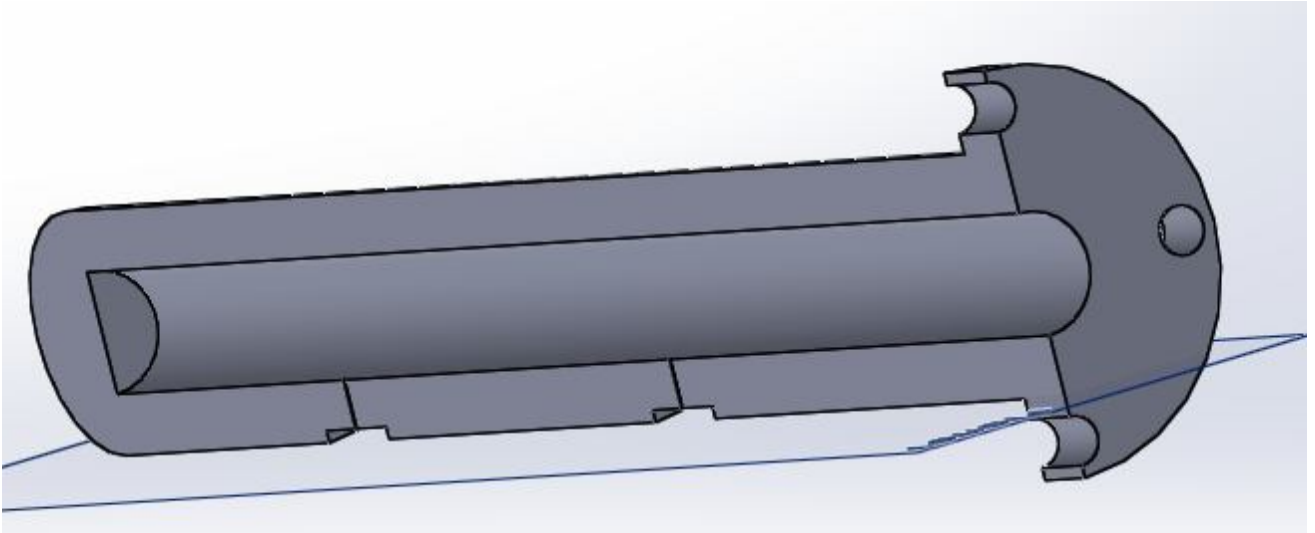
Σχεδίαση ακροφυσίου με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude και στη συνέχεια δημιουργία ημισφαιρίου στο άκρο



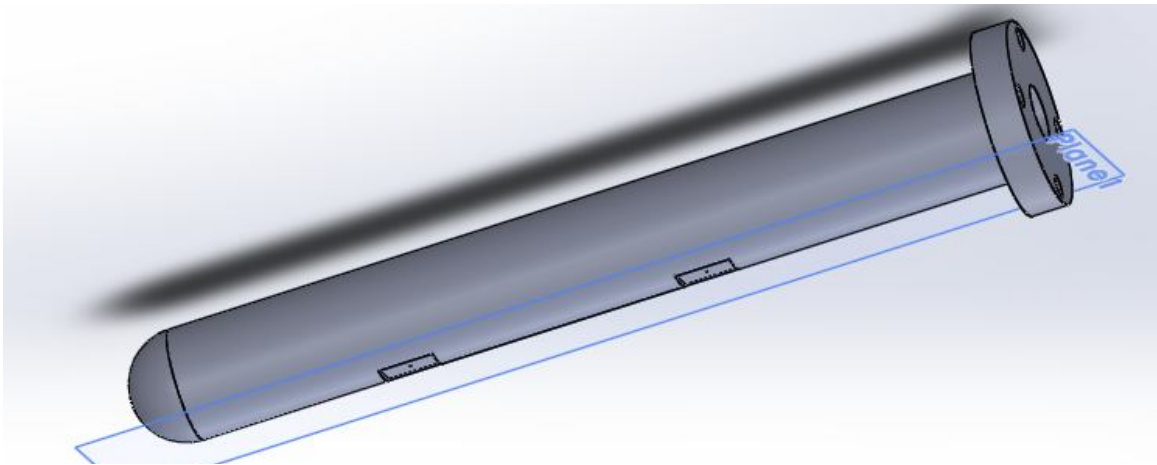
Δημιουργία σπών με τη χρησιμοποίηση της εντολής Extrude - Cut



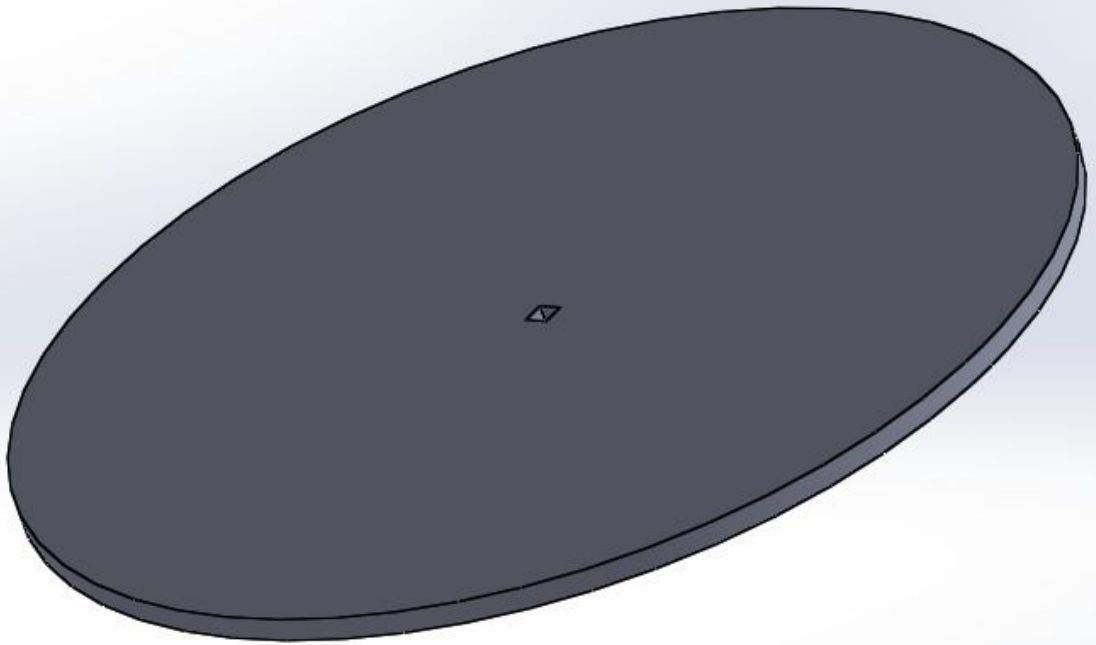
Τομή ακροφυσίου



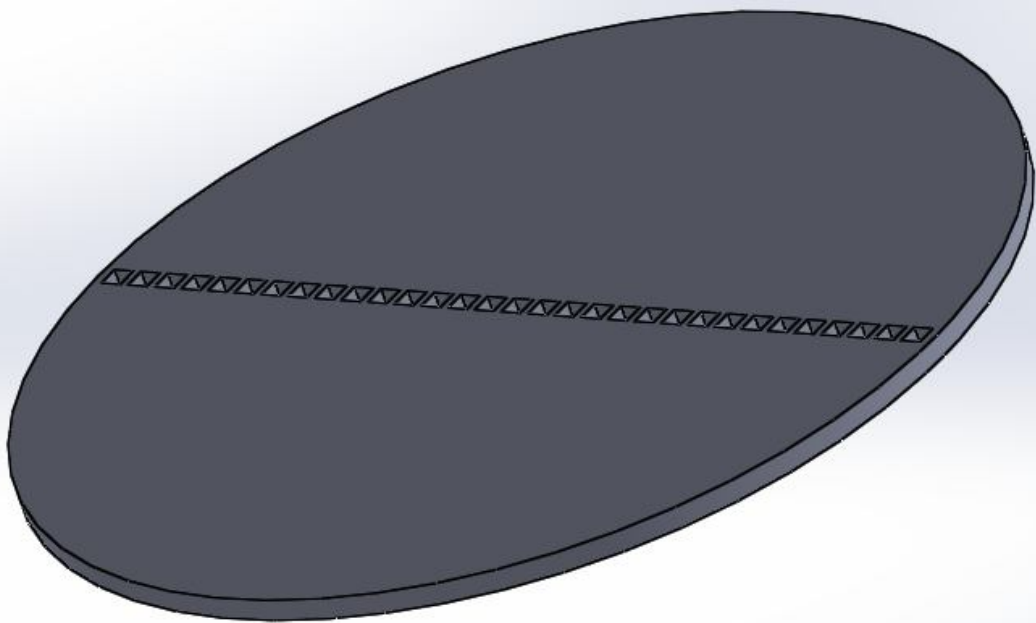
Τομή ακροφυσίου



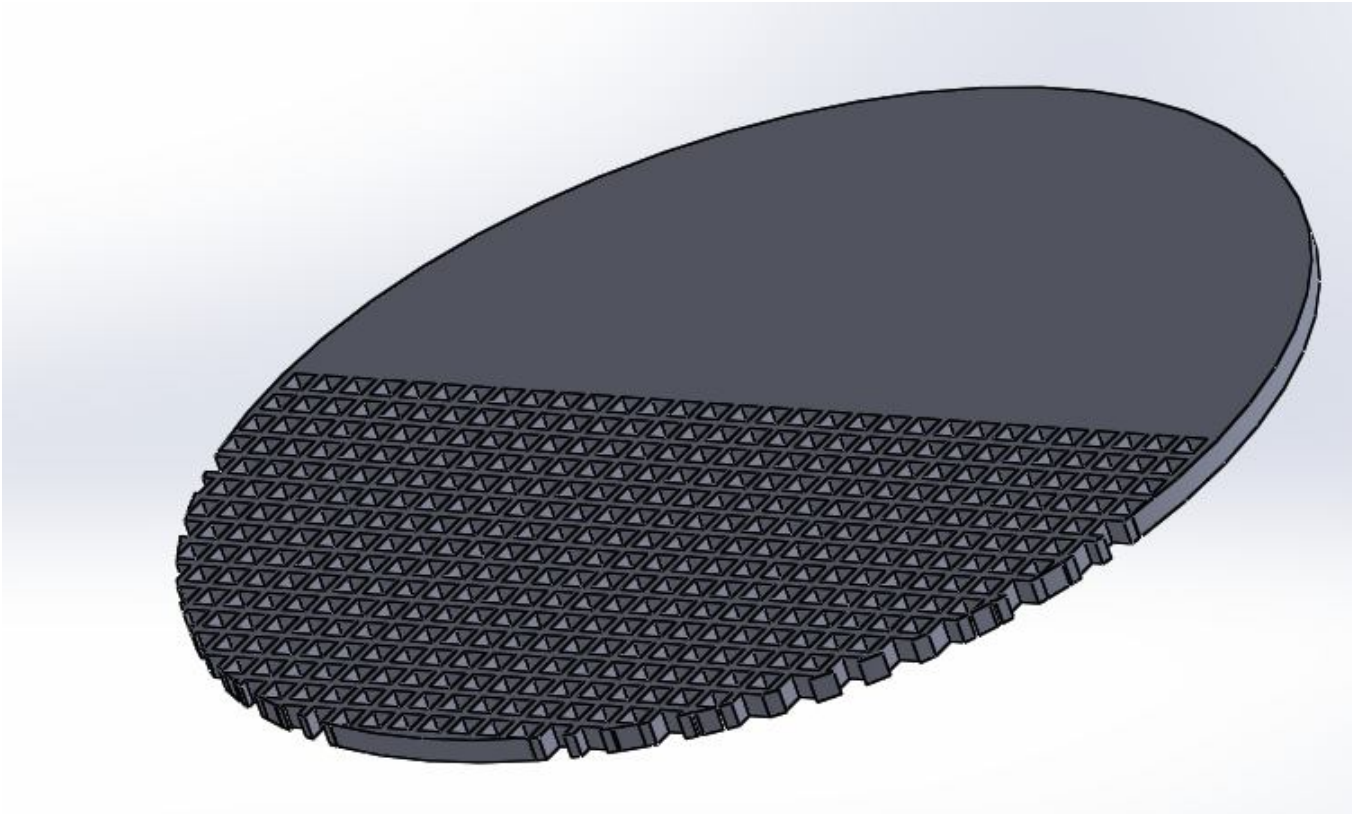
Τελική μορφή ακροφυσίου



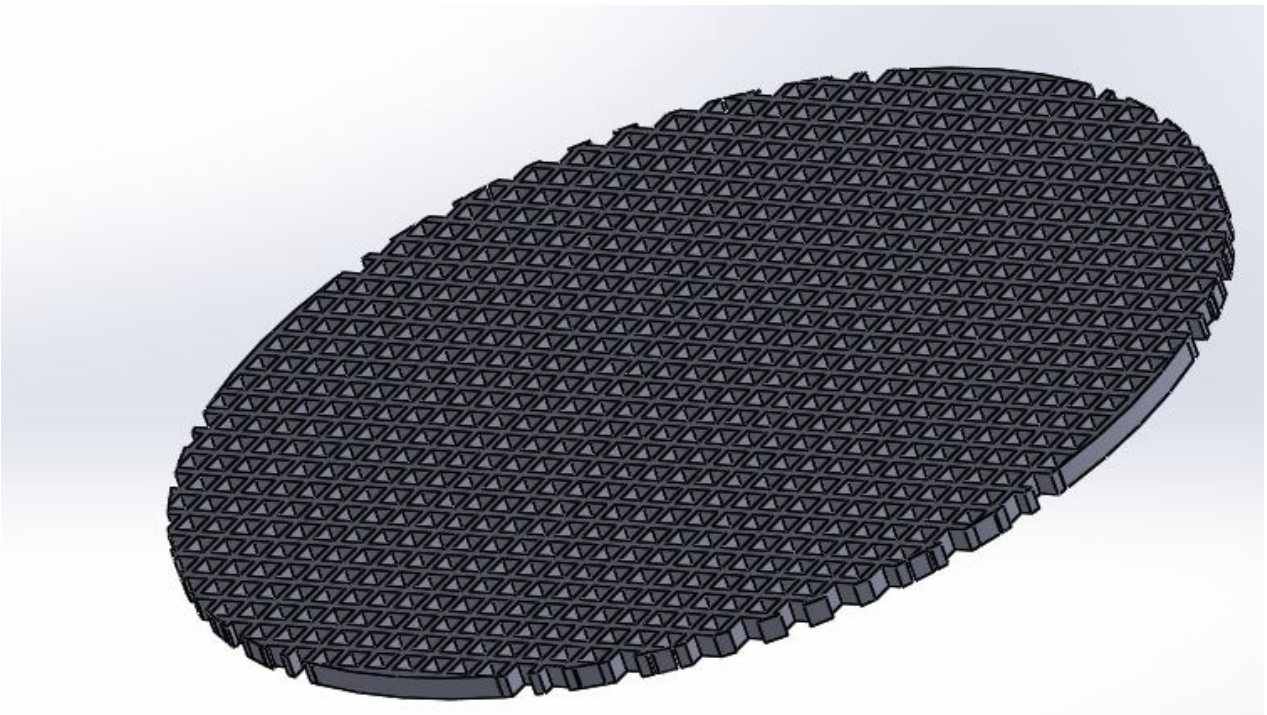
Δημιουργία φίλτρου με τη χρησιμοποίηση του Extrude και Extrude Cut



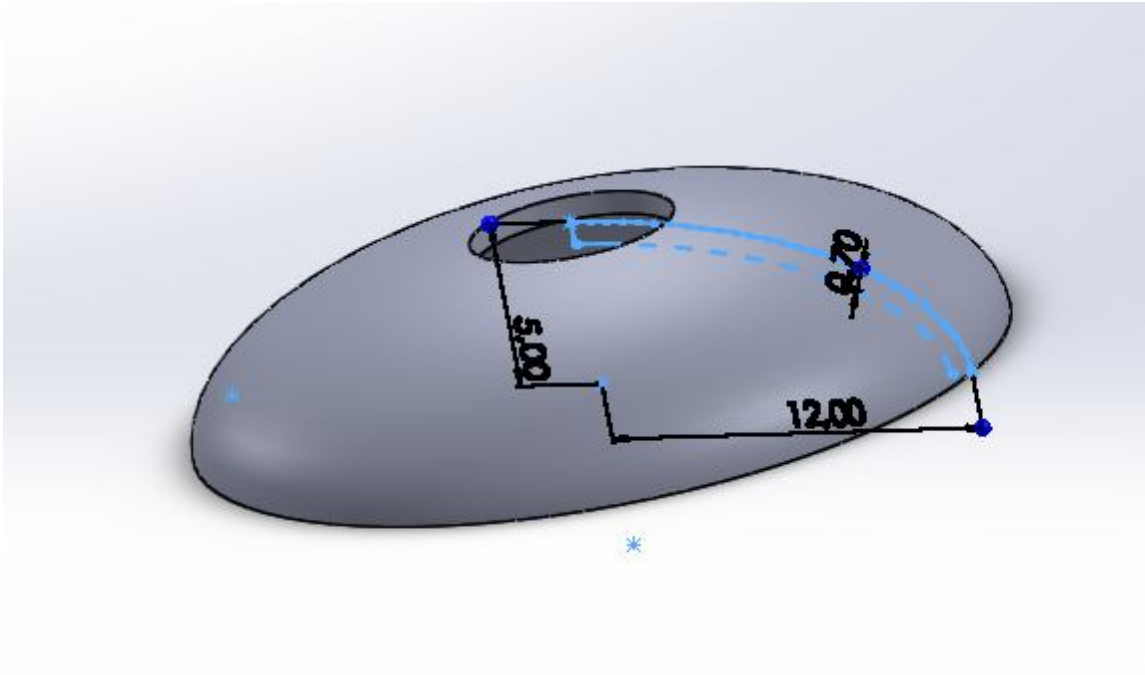
Πολλαπλασιασμός της δημιουργημένης οντότητας Extrude Cut στον άξονα x και -x



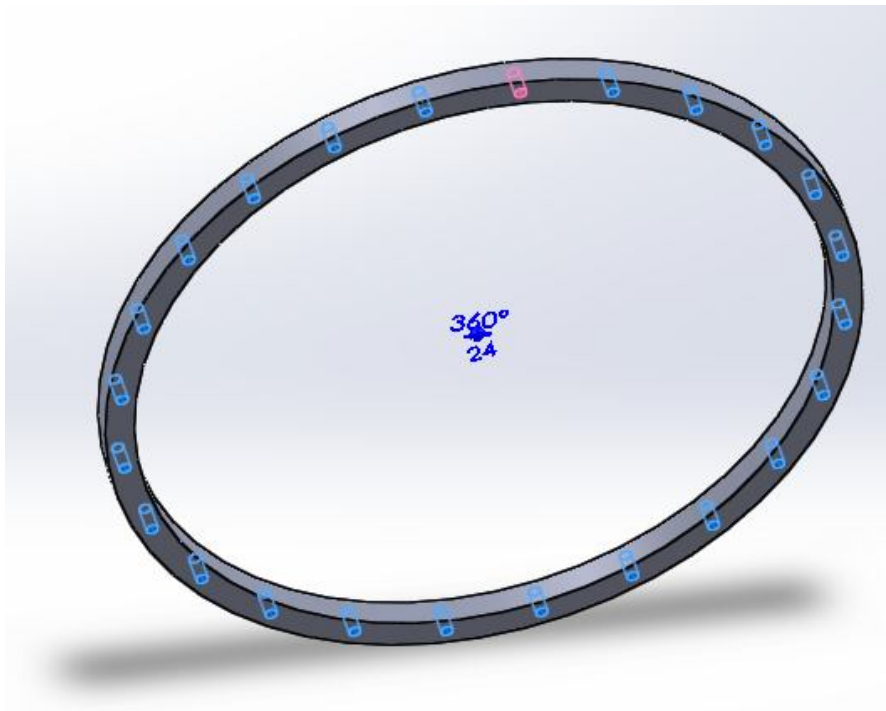
Πολλαπλασιασμός της δημιουργημένης οντότητας Extrude Cut στον άξονα -y



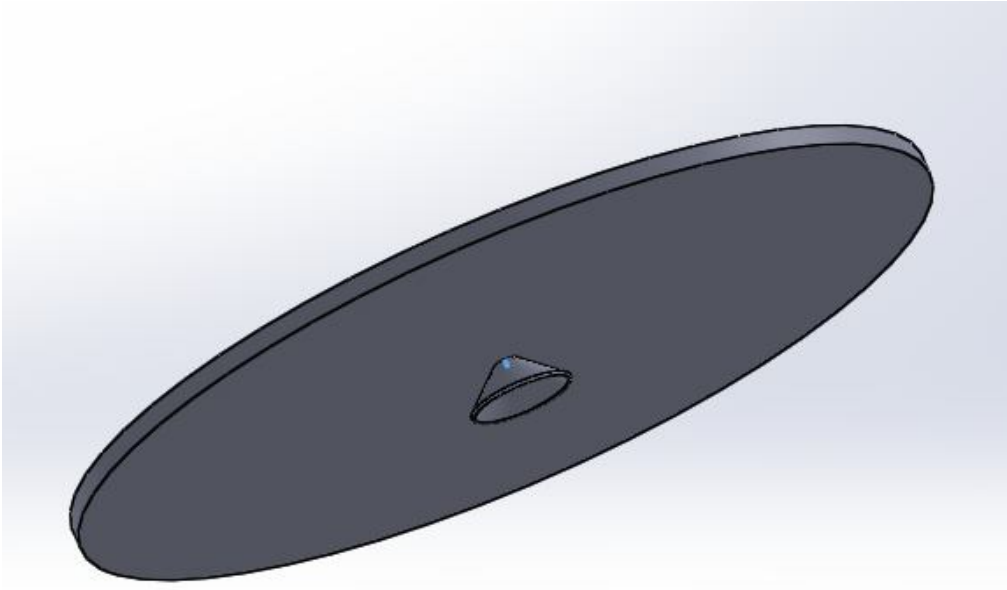
Πολλαπλασιασμός της δημιουργημένης οντότητας Extrude Cut στον άξονα y



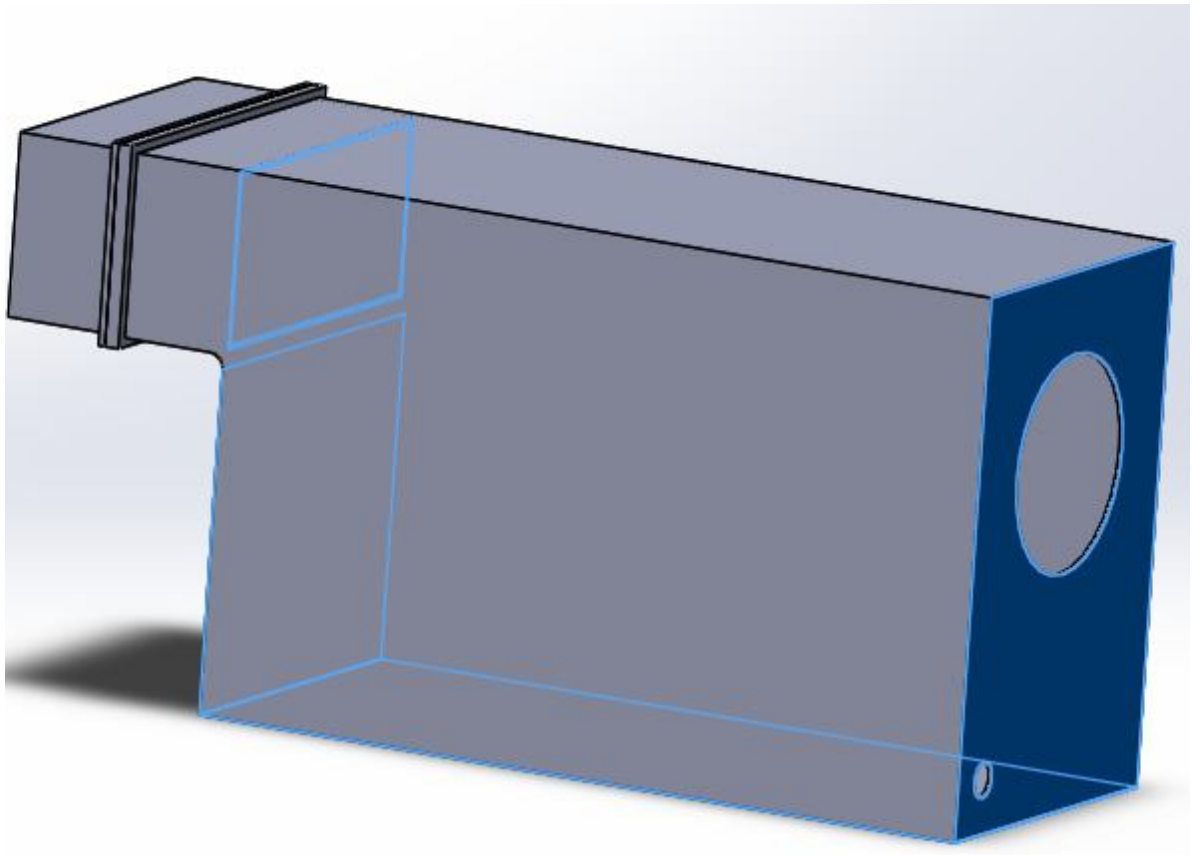
Δημιουργία πλευρικού καπακιού στο καζάνι με τη βοήθεια Revolve



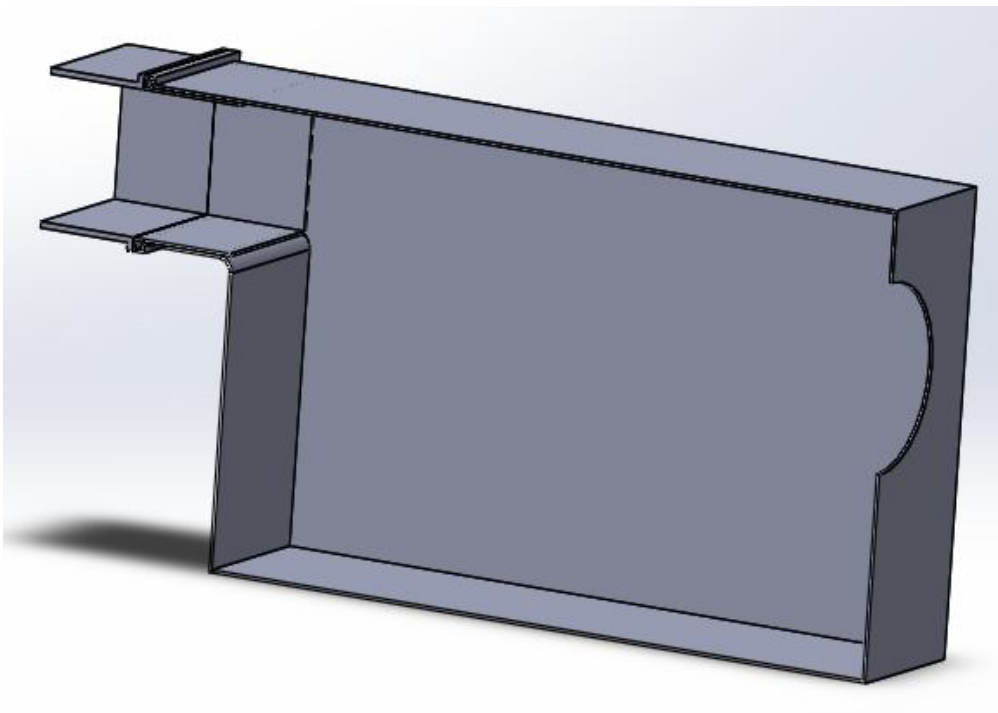
Δημιουργία είκοσι τεσσάρων οπών περιφερειακά της φλάντζας



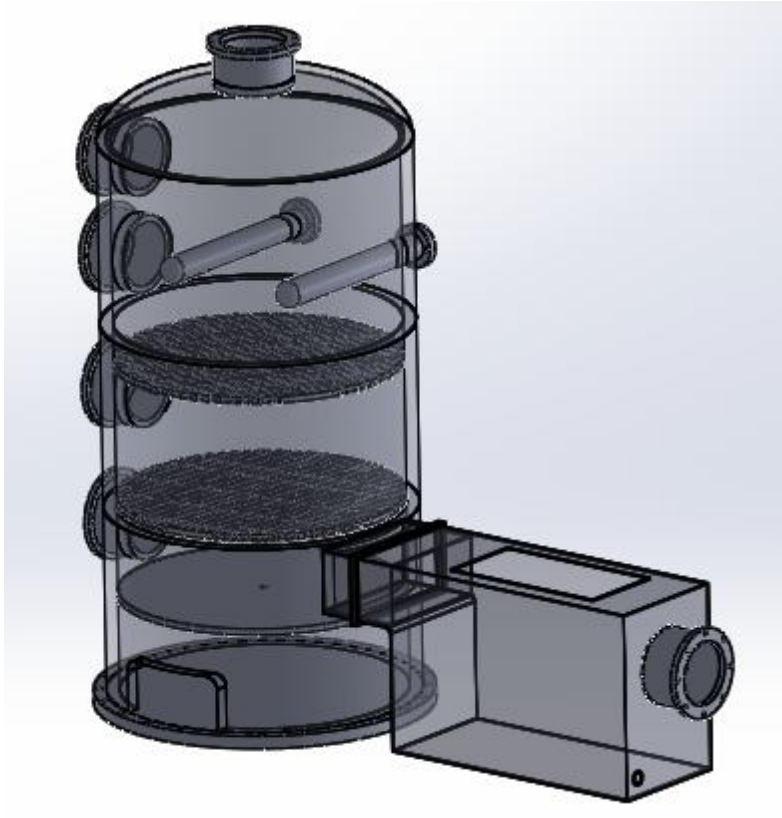
Δημιουργία πλάκας (Water Drainage) με την εντολή Extrude



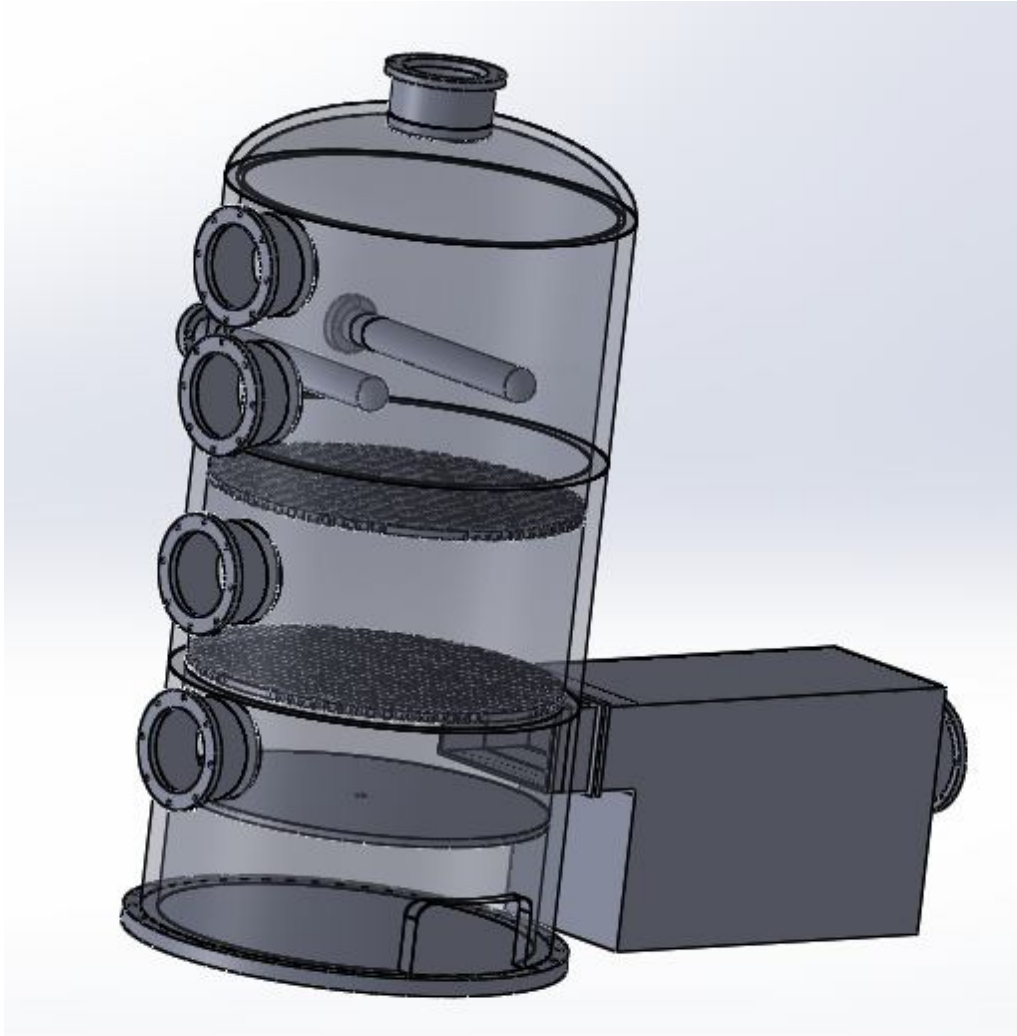
Δημιουργία κελύφους (Seal Duct – Sea water supply – Gas Inlet) με την χρησιμοποίηση των εντολών Extrude – Shell – Extrude Cut



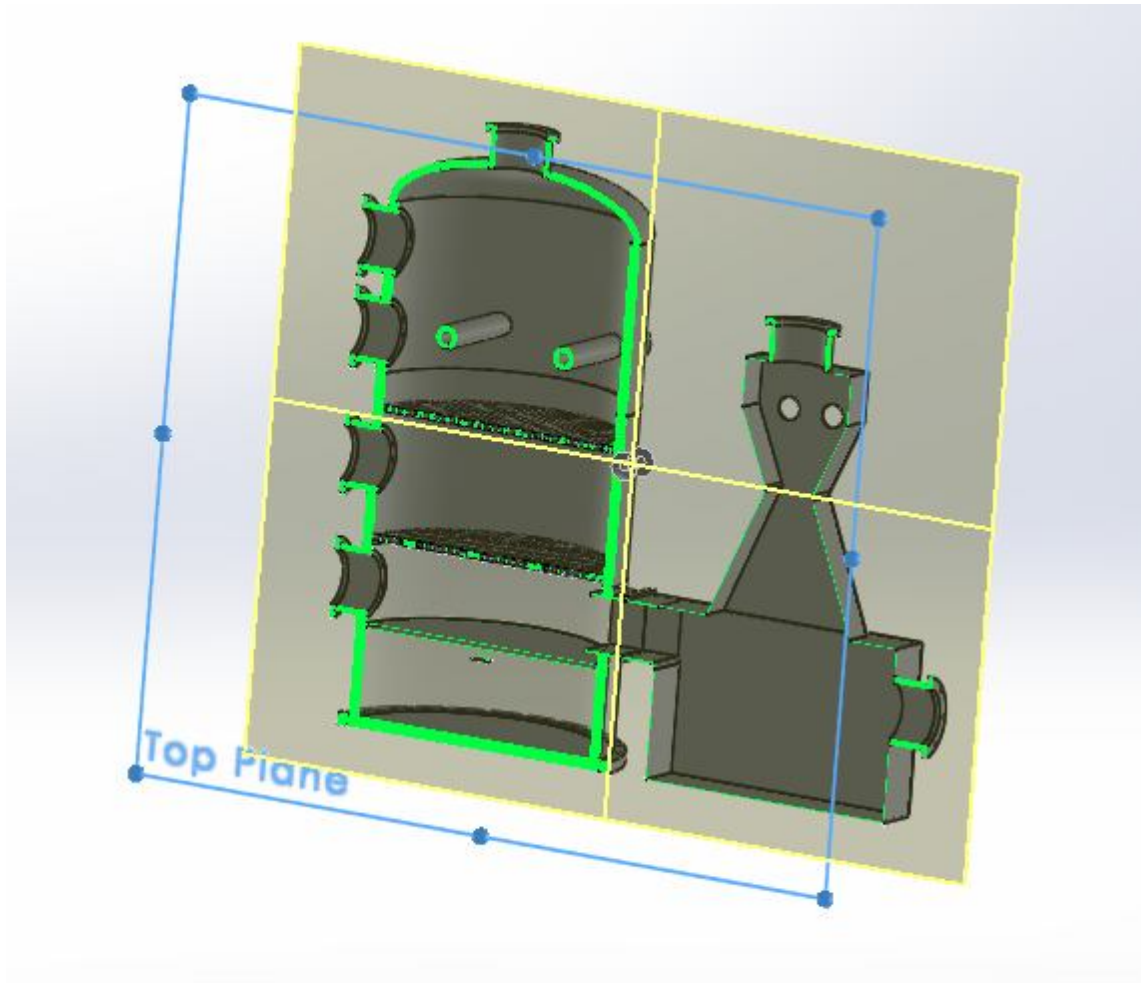
Τομή κελύφους



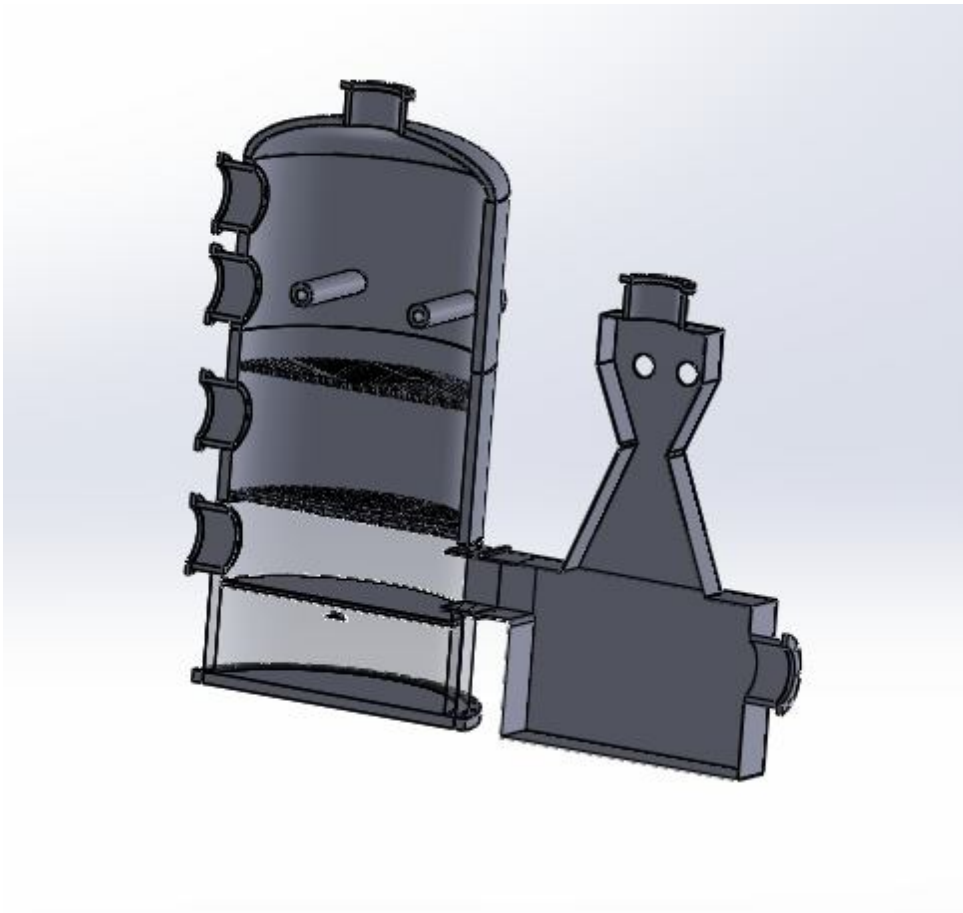
Συναρμολόγηση Inert Gas



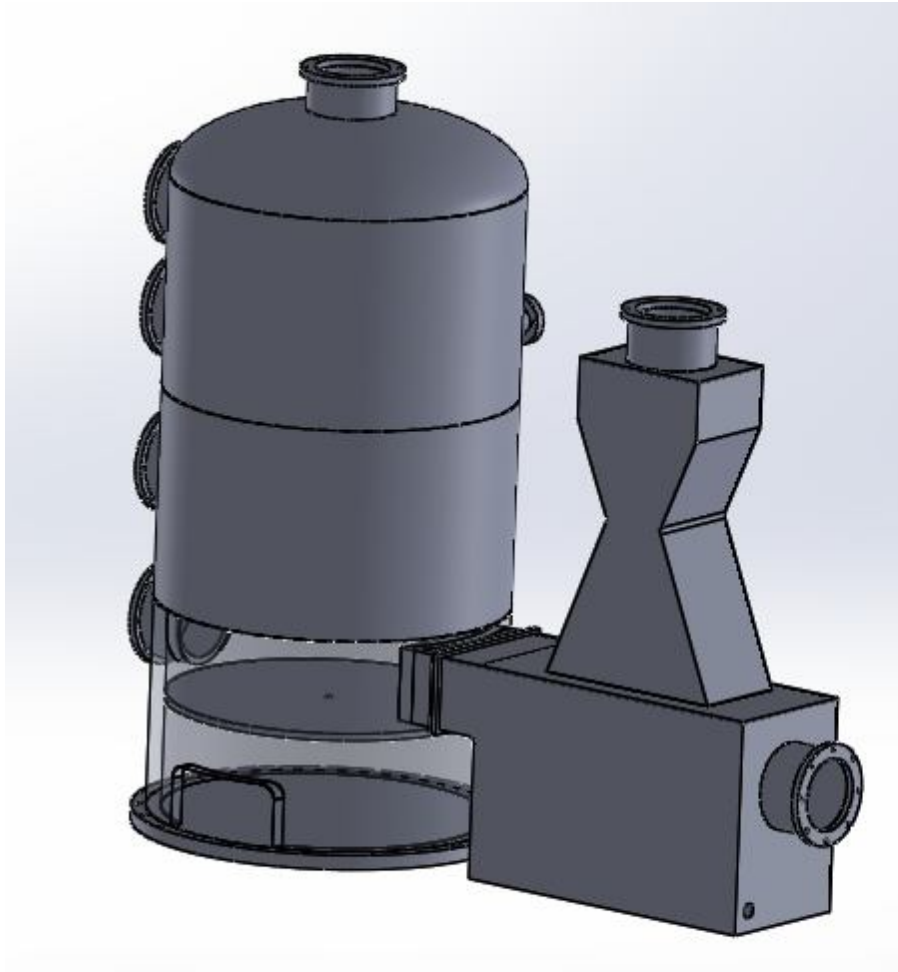
Συναρμολόγηση Inert Gas



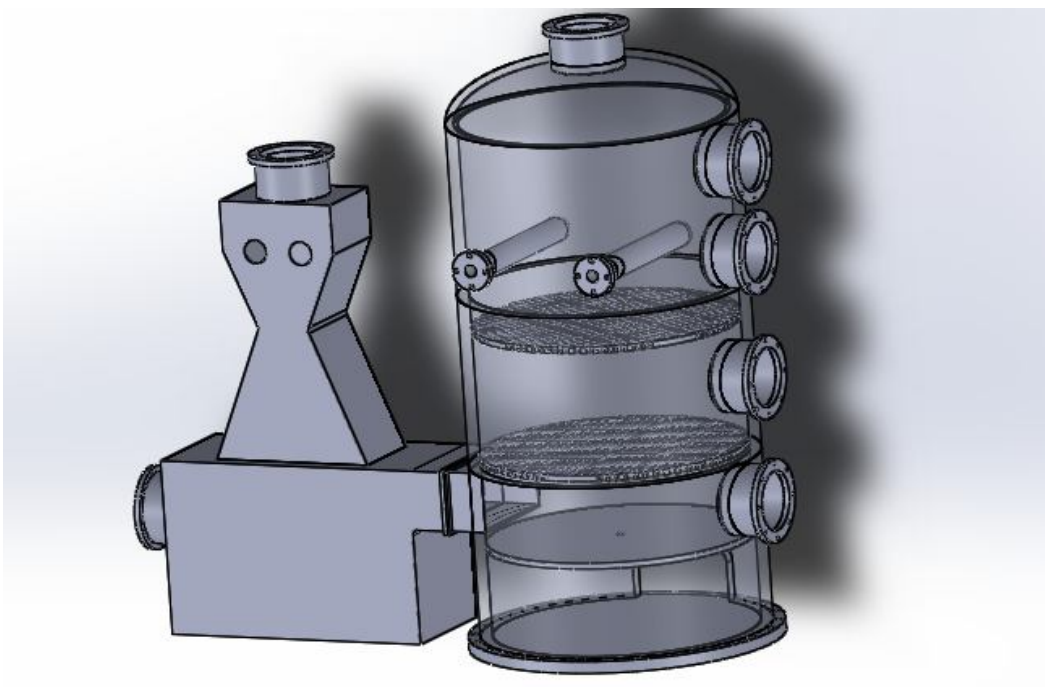
Τομή Inert gas



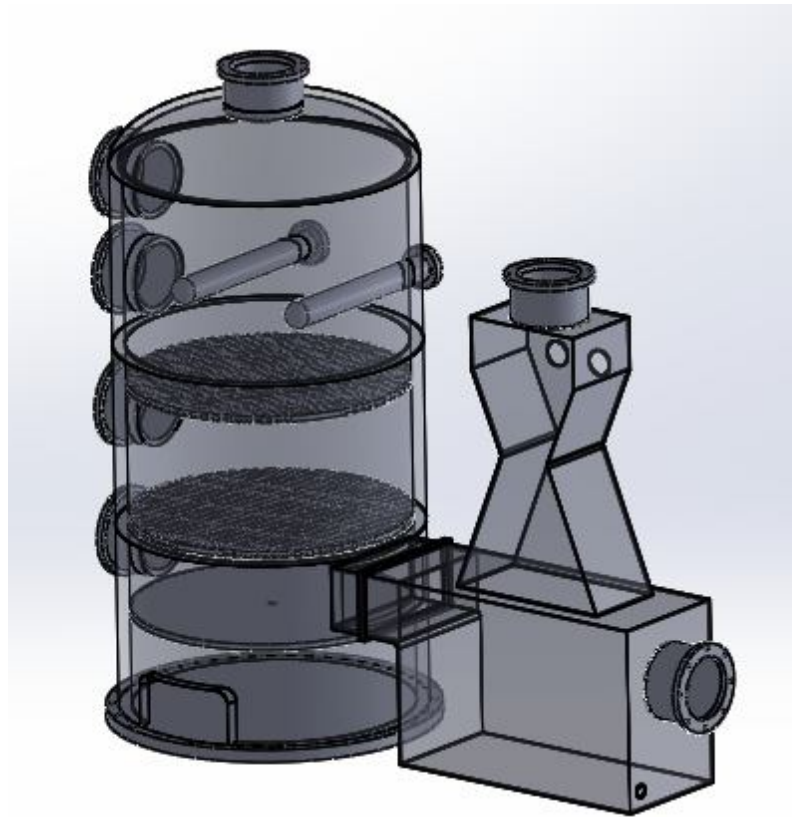
Τομή Inert gas



Σύστημα Inert gas



Σύστημα Inert gas



Σύστημα Inert gas

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Τρισδιάστατη σχεδίαση και ενοποίηση των εξαρτημάτων

- **Boss extrude:** Κάνει εξώθηση κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας
- **Cut extrude:** Κάνει εξώθηση και ταυτόχρονα κόβει κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας
- **Revolve:** Κάνει περιστροφή κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας σε σχέση με κάποια αξονική
- **Sweep:** Κάνει τρισδιάστατη οντότητα κάποιας γεωμετρίας (όπως ο κύκλος) δημιουργούμενη από μία γραμμή (όπως η έλικα)
- **Boss extrude:** Κάνει εξώθηση κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας
- **Cut extrude:** Κάνει εξώθηση και ταυτόχρονα κόβει κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας
- **Shell:** Δημιουργεί κέλυφος
- **Sweep:** Κάνει τρισδιάστατη οντότητα κάποιας γεωμετρίας (όπως ο κύκλος) δημιουργούμενη από μία γραμμή (όπως η έλικα)
- **Fillet:** Δημιουργεί καμπυλότητα σε ένα στερεό
- **Distance:** τοποθετεί το εξάρτημα σε κάποια συγκεκριμένη απόσταση σε σχέση με κάποιο άλλο εξάρτημα
- **Concentric:** τοποθετεί το εξάρτημα ομοκεντρικά με κάποιο άλλο
- **Coincident:** τοποθετεί το εξάρτημα να συμπίπτει με κάποιο άλλο εξάρτημα
- **Angle:** τοποθετεί το εξάρτημα σε συγκεκριμένη γωνία σε σχέση με κάποιο άλλο εξάρτημα

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Για την πραγματοποίηση της τρισδιάστατης σχεδίασης συστήματος γαντζωτής αντλίας, χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα 3D σχεδίασης CAD free trial 2012. Μία από τις χρησιμότητες του προγράμματος είναι ότι σε ένα ήδη κατασκευασμένο εξάρτημα μπορεί να γίνει πιστή αντιγραφή ακόμα και μετά την ολοκλήρωση του. Επίσης, σε διάφορα κομμάτια που σχεδιάστηκαν υπάρχει η δυνατότητα συναρμολόγησης τους με αποτέλεσμα το επιθυμητό τρισδιάστατο σχέδιο. Μία ακόμα σημαντική δυνατότητα του προγράμματος είναι ότι μπορεί και επεξεργάζεται το τελικό σχέδιο σε animation, μπορεί να το φανεί και το εσωτερικό του μέρος σε τομή ή και ακόμα σε διάγραμμα αντοχής υλικού, ώστε να προσδιοριστούν σε ποια σημεία καταπονείται η διάταξη. Η σχεδίαση γίνεται σε CAD απ το οποίο το τελικό σχέδιο μπορεί να εισαχθεί και σε πρόγραμμα CAM και να προκύψει ο G κώδικας βάσει του οποίου θα υλοποιηθεί σε αυτόματο κέντρο κατεργασίας C.N.C.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βιβλίο βοηθητικών Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού, κεφάλαιο για σύστημα αδρανούς αερίου.(Κεφ.12 παρ.19)
- Instruction Manuals of tankers Atlantic Explorer, Venice and Aegean Legend.
- Operating Manual of Inert Gas System (Atlantic explorer)
- Blue Book Machineries of M/V Venice.(Section 2.15 Inert gas system – Main and top/up generator)
- <http://www.maritimeprotection.no/inert-gas-systems.html>
- <http://www.marineinsight.com/misc/marine-safety/protection-against-explosion-the-i-g-system>
- <http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/inert-gas>
- <http://shipbusiness.com/inert-gas-system.html>
- https://en.m.wikipedia.org/wiki/Oil_tanker
- <http://www.brighthubengineering.com/naval-architecture/15473-layout-of-i-g-plant-on-ships/#>

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	σελ.3
Abstract.....	σελ.4
Κεφάλαιο 1: ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ.....	σελ.5-6
Κεφάλαιο 2: ΟΡΙΣΜΟΙ.....	σελ.7-8
Κεφάλαιο 3: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	σελ.9-12
Κεφάλαιο 4: ΠΗΓΕΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ.....	σελ.13
Κεφάλαιο 5: ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ.....	σελ.14
Κεφάλαιο 6: Μέθοδοι Αντικατάστασης Ατμόσφαιρας Δεξίνης (Αερίων).....	σελ.15-16
Κεφάλαιο 7: Κύριες Μονάδες Συστημάτων Αδρανούς Αερίου.....	σελ.17-20
Κεφάλαιο 8: Φυσητήρες Αδρανούς Αερίου (I.G.S. – Blower).....	σελ.21-22
Κεφάλαιο 9: Ανεπίστροφοι Μηχανισμοί.....	σελ.23-29
Κεφάλαιο 10: Επιστόμια – Δίκτυο Σωληνώσεων Συστημάτων Αδρανούς Αερίου.....	σελ.30-31
Κεφάλαιο 11: Περιγραφή Συστήματος Γεννήτριας Αδρανούς Αερίου (Inert Gas Generator).....	σελ.32
Κεφάλαιο 12: Περιγραφή Συστήματος Συνδυασμού Γεννήτριας Αδρανούς Αερίου Με Αποτεφρωτή (INERT GAS PLANT/INCINERATOR).	σελ.33
Κεφάλαιο 13: Περιγραφή Συστήματος Αδρανούς Αερίου Από Στρόβιλο Κινητήρα (TURB- INERT).....	σελ.34
Κεφάλαιο 14: Περιγραφή Συστήματος Επεξεργασίας Καυσαερίων Αδρανούς Αερίου (FLUE GAS).	σελ.34
Κεφάλαιο 15: Συστήματα Διανομής Αδρανούς Αερίου (I.G.S.)	σελ.35-40
Κεφάλαιο 16: Έλεγχος Αδρανούς Αερίου.....	σελ.41-43
Κεφάλαιο 17: Λειτουργία Εγκαταστάσεως Αδρανούς Αερίου.....	σελ.44-46
ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	σελ.47-65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	σελ.66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	σελ.67
Βιβλιογραφία.....	σελ.68