

**ΑΕΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ**



**ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ  
ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΑ  
ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ**

**ΜΟΥΓΓΡΙΔΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**2016**

# ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

Α.Ε.Ν. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΤΣΗΣ ΔΗΜΟΣ

**ΘΕΜΑ: ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ  
ΣΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ**

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΜΟΥΓΓΡΙΑΔΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

ΑΓΜ: 3155

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 24/04/2015

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

Α/Α	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότητα	Αξιολόγηση	Υπογραφή
1				
2				
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ: ΤΣΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

## Περιεχόμενα

Πρόλογος.....σελ. 4

### Κεφάλαιο 1 Τι είναι πυρκαγιά;

Τρίγωνο της φωτιάς - Τετράεδρο της φωτιάς.....σελ. 5

Τάση ατμών - Σημείο ανάφλεξης - Σημείο αυτανάφλεξης.....σελ. 6

Ευφλεκτικότητα - Πτητικότητα.....σελ. 7

Κατηγορίες πυρκαγιών.....σελ. 8

Τρόποι εξάπλωσης πυρκαγιών.....σελ. 9

### Κεφάλαιο 2 Πρόληψη πυρκαγιάς

Αιτίες πυρκαγιών.....σελ. 10

Παθητική προστασία - Πυράντοχες πόρτες/μπουλμέδες.....σελ. 12

Πυρανίχνευση.....σελ. 13

Ανιχνευτές πυρκαγιάς.....σελ. 14

### Κεφάλαιο 3 Κατάσβεση πυρκαγιάς

Τρόποι κατάσβεσης πυρκαγιάς.....σελ. 16

Κατασβεστικά υλικά.....σελ. 17

Τεχνικές διπλών πρακτόρων.....σελ. 20

### Κεφάλαιο 4 Φορητά μέσα πυρόσβεσης

Φορητοί πυροσβεστήρες.....σελ. 21

Τροχήλατοι πυροσβεστήρες.....σελ. 23

Πυρίμαχες κουβέρτες.....σελ. 24

Εξοπλισμός πυροσβέστη.....σελ. 24

Αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές διαφυγής .....σελ. 26

## Κεφάλαιο 5 Μόνιμα κατασβεστικά συστήματα

Εισαγωγή.....σελ.	27
Μόνιμο κατασβεστικό σύστημα νερού.....σελ.	27
Μόνιμο κατασβεστικό σύστημα αφρού.....σελ.	30
Μόνιμο κατασβεστικό σύστημα διοξειδίου του άνθρακα.....σελ.	32
Αυτόματο κατασβεστικό σύστημα Sprinkler.....σελ.	34

## Κεφάλαιο 6 Σύστημα αδρανούς αερίου

Χρησιμότητα του συστήματος αδρανούς αερίου.....σελ.	36
Περιγραφή συστήματος αδρανούς αερίου.....σελ.	37
Αδρανοποίηση δεξαμενής.....σελ.	39
Επίλογος.....σελ.	40
Βιβλιογραφία.....σελ.	41

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Όπως όλοι γνωρίζουμε ένας βασικός κίνδυνος με τον οποίο μπορούν να έρθουν αντιμέτωπα τα πλοία είναι αυτός της πυρκαγιάς. Η πυρκαγιά μπορεί να προκληθεί κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, της φόρτωσης ή της εκφόρτωσης, της αγκυροβολίας και γενικά οποιαδήποτε στιγμή ευδοκιμήσουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις.

Η φωτιά μπορεί να δημιουργηθεί σε πολλά μέρη του πλοίου αλλά αυτά με τη μεγαλύτερη επικινδυνότητα είναι οι χώροι του φορτίου, το μηχανοστάσιο, το αντλιοστάσιο, οι χώροι ενδιαίτησης, το μαγειρείο και γενικά οι χώροι όπου υπάρχουν μηχανήματα ή εύφλεκτες ουσίες. Ειδικότερα, όσον αφορά τα δεξαμενόπλοια, τα οποία μεταφέρουν χύδην υγρό φορτίο και κυρίως πετρέλαιο και παράγωγά του, απαιτείται ακόμη μεγαλύτερη προσοχή σχετικά με τη διαχείριση αυτού του φορτίου και των αναθυμιάσεων που αναδύει.

Χάρη στην πρόοδο της τεχνολογίας τα σύγχρονα πλοία είναι εξοπλισμένα με τα απαραίτητα μέσα που χρειάζονται για την αντιμετώπιση πιθανών πυρκαγιών που θα ξεσπάσουν σε αυτά. Έτσι, υπάρχει ποικιλία πυροσβεστικών μέσων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα επιμέρους είδη πυρκαγιών με στόχο την καταπολέμηση και καταστολή της. Ασφαλώς όμως για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπισή της είναι σημαντικό να υπάρχει έγκαιρη προειδοποίηση με κατάλληλα μέσα ούτως ώστε να μην επεκταθεί περαιτέρω και να κατασβηστεί γρηγορότερα και πιο εύκολα. Ακόμη πιο σημαντικό όμως είναι να μην δημιουργηθούν καν οι συνθήκες αυτές που θα ευνοήσουν και θα προξενήσουν μια φωτιά, δηλαδή να υπάρχουν τα αναγκαία μέτρα πρόληψης και παθητικής προστασίας.

Με την παρούσα εργασία θα επιχειρήσω να αναλύσω όλα τα μέσα που υπάρχουν επί του πλοίου για την έγκαιρη, σωστή και αποτελεσματική αντιμετώπιση πυρκαγιών σε αυτό.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΑ;

### Τρίγωνο της φωτιάς - Τετράεδρο της φωτιάς

Η φωτιά είναι το αποτέλεσμα της καύσης δηλαδή μιας εξώθερμης αντίδρασης που λαμβάνει χώρα ανάμεσα στην καύσιμη ύλη και στο οξυγόνο και ως εκ τούτου εκλύει διοξείδιο του άνθρακα και νερό στο περιβάλλον. Με τον όρο εξώθερμη αντίδραση εννοούμε ότι όταν συμβαίνει απελευθερώνει ενέργεια.

Έτσι, γίνεται κατανοητό πως για να υπάρξει μια φωτιά χρειάζεται ένα καύσιμο, την παρουσία οξυγόνου αλλά και θερμότητα με τη μορφή ενέργειας. Οπότε οι αναγκαίες προϋποθέσεις για τη δημιουργία και συντήρηση της φωτιάς, το λεγόμενο τρίγωνο της φωτιάς είναι:

- καύσιμη ύλη
- θερμότητα
- οξυγόνο

Η ύπαρξη των παραπάνω στοιχείων όμως δεν σήμαινει απαραίτητα ότι έχουμε φωτιά. Σημαίνει ότι χωρίς κάποιο ή κάποια από αυτά δεν μπορεί να υπάρξει φωτιά. Αυτό που λείπει είναι μια πηγή ανάφλεξης που θα προκαλέσει την φωτιά. Άρα, η ανάφλεξη είναι η εναρκτήρια αιτία της πυρκαγιάς. Πηγές ανάφλεξης είναι οι εξής:

1. Φυσικές: η χημική αντίδραση ξεκινά από φυσικά αίτια δηλαδή από μια φλόγα.
2. Βιολογικές: η χημική αντίδραση ξεκινά από κάποια βιολογική αντίδραση που συμβαίνει στο υλικό όπως σάπισμα.
3. Χημικές: η καύση ξεκινά από κάποια χημική αντίδραση που συμβαίνει στο υλικό όπως οξείδωση ή ηλεκτρόλυση.
4. Ηλεκτρικές: η καύση ξεκινά από κάποιο βραχυκύκλωμα του υλικού ή σπινθήρα.

Όταν χάρη σε μια πηγή ανάφλεξης και τις ιδανικές συνθήκες ξεσπάσει μια πυρκαγιά τότε το τρίγωνο της φωτιάς μετατρέπεται σε τετράεδρο ή πυραμίδα και η πλευρά αυτή που προστίθεται είναι η χημική αλυσιδωτή αντίδραση. Η χημική αλυσιδωτή αντίδραση είναι η διαδικασία μέσω της οποίας η φωτιά κλιμακώνεται και από μια σπίθα μπορεί να διαχυθεί και να προκαλέσει μιας μεγάλης έκτασης πυρκαγιά. Οπότε τελικά το τετράεδρο της πυρκαγιάς αποτελούν τα εξής στοιχεία:

- 1) Καύσιμη ύλη
- 2) Θερμότητα
- 3) Οξυγόνο
- 4) Χημική αλυσιδωτή αντίδραση

## Τάση ατμών - Σημείο ανάφλεξης - Σημείο αυτανάφλεξης

Το κύριο αγαθό που μεταφέρεται από τα δεξαμενόπλοια είναι το αργό πετρέλαιο και παράγωγα πετρελαίου. Με άλλα λόγια τα προϊόντα μεταφοράς είναι ενώσεις υδρογονανθράκων οι οποίοι βρίσκονται σε υγρή μορφή. Μερικές χαρακτηριστικές ιδιότητες αυτών των ενώσεων θα μας φανούν πολύ χρήσιμες στο αντικείμενο που πραγματευόμαστε.

Όταν ένα μίγμα πετρελαιοειδών μεταγγίζεται σε μια δεξαμενή ή σε ένα δοχείο απαλλαγμένο από αέρια αρχίζει να εξατμίζεται, δηλαδή, να απελευθερώνει αέριο στο χώρο που βρίσκεται από πάνω του. Υπάρχει επίσης μια τάση αυτού του αερίου να ξσναδιαλύεται μέσα στο υγρό και τελικά επέρχεται ισορροπία με ορισμένο ποσό αερίου κατανεμημένο ομοιόμορφα σε ολόκληρο το χώρο. Η πίεση που ασκεί αυτό το αέριο ονομάζεται τάση ατμών σε συνθήκες ισορροπίας (equilibrium vapour pressure) και συνήθως αναφέρεται απλά ως **τάση ατμών**. Αυτή εξαρτάται άμεσα από την θερμοκρασία, καθώς μεγαλύτερη θερμοκρασία μεταφράζεται ως αυξημένη τάση ατμών. Επίσης, είναι χρήσιμο να αναφερθούμε και στην τάση ατμών Reid (reid vapour pressure) που είναι τάση που έχουν οι υδρατμοί που απελευθερώνονται από το πετρέλαιο μετρημένη με τη συσκευή Reid στους 100 °F ή 37.8 °C και σε αναλογία κατ' όγκο αέριο προς υγρό 4:1.

Σε ορισμένη θερμοκρασία η οποία είναι διαφορετική για κάθε πετρελαιοειδές αρχίζει η εξάτμιση. Τα μόρια των υδρογονανθράκων που εξατμίζονται, όταν αναμειχθούν με τον ατμοσφαιρικό αέρα σχηματίζουν εύφλεκτο μίγμα. Τα εξατμιζόμενα λοιπόν αέρια από το πετρέλαιο εφόσον είναι αναμειγμένα με οξυγόνο σε κατάλληλη αναλογία και με την ταυτόχρονη ύπαρξη ανάφλεξης, είναι αυτά τα οποία αναφλέγονται. Όταν η ανάφλεξη γίνει σε ανοιχτό χώρο τότε τα αέρια θα καούν αναδύοντας καπνό και φλόγα. Εάν όμως η ανάφλεξη γίνει σε κλειστό χώρο, τότε η γρήγορη εκτόνωση των αερίων προκαλεί έκρηξη. Η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία τα εξατμιζόμενα αέρια αναφλέγονται στιγμιαία από την ύπαρξη πηγής ανάφλεξης στην επιφάνεια του πετρελαιοειδούς, καλείται **σημείο ανάφλεξης** (flashpoint). Όμως αυτό δεν σημαίνει ότι μπορεί να διατηρηθεί η φωτιά καθώς τα εξατμιζόμενα αέρια σε αυτή τη θερμοκρασία δεν επαρκούν. Το χαρακτηριστικό μέγεθος που μας δείχνει από ποια θερμοκρασία και πάνω οι υδρατμοί που εκλύονται από τους υδρογονάνθρακες θα δημιουργήσουν φωτιά ύστερα από ανάφλεξη, η οποία θα είναι ικανή να καίει για τουλάχιστον 5 δευτερόλεπτα είναι το **σημείο καύσης** (fire point). Το σημείο καύσης μπορεί να θεωρηθεί από γενίκευση ότι είναι περίπου 10 °C μεγαλύτερο από το σημείο ανάφλεξης. Σε αντίθεση με τα παραπάνω, το **σημείο αυτανάφλεξης** (auto-ignition temperature) είναι η θερμοκρασία στην οποία πρέπει να θερμανθεί μια ουσία για να αναφλεγεί αυθόρμητα, χωρίς την παρουσία εξωτερικής πηγής θερμότητας και είναι συνήθως κατά πολύ μεγαλύτερη του σημείου αναφλέξεως.

## Ευφλεκτικότητα - Πτητικότητα

**Ευφλεκτικότητα** είναι η ικανότητα μιας χημικής ουσίας να καίγεται ή να εκρήγνυται προκαλώντας φωτιά ή καύση. Ένα μίγμα αερίων υδρογονανθράκων και ατμοσφαιρικού αέρα δεν μπορεί να αναφλέγει και να καεί, εκτός αν η σύνθεση του βρίσκεται σε μια ζώνη περιεκτικότητας σε υδρογονάνθρακες στην οποία υπάρχει αρκετό αέριο υδρογονανθράκων για τη διατήρηση και διάδοση της καύσης. Το άνω όριο αυτής της ζώνης είναι γνωστό ως **ανώτερο όριο ευφλεκτικότητας** (Upper Flammable Limit - UFL) και το χαμηλότερο σημείο είναι γνωστό ως **κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας** (Lower Flammable Limit - LFL). Το ανώτερο όριο ευφλεκτικότητας είναι η περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες πάνω από την οποία δεν υπάρχει αρκετός ατμοσφαιρικός αέρας για τη διατήρηση και διάδοση της καύσης. Αντίστοιχα, το κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας είναι η περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες κάτω από την οποία δεν υπάρχει επαρκές αέριο υδρογονάνθρακα για να υποστηρίξει και να διαδώσει την καύση. Έχει γίνει αποδεκτό στην πράξη να θεωρούμε ως το κατώτερο και το ανώτερο όριο ευφλεκτικότητας των φορτίων πετρελαίων ως 1% και 10% κατ' όγκο αντίστοιχα.

Με τον όρο **πτητικότητα** (volatility) εννοούμε την τάση ενός αργού πετρελαίου ή προϊόντος πετρελαίου να παράγει αέρια τα οποία στη συνέχεια μπορούν να αναφλεγούν και να πιάσουν φωτιά. Έτσι, τα υγρά πετρελαιοειδή μπορούν να καταταγούν στις εξής κατηγορίες:

- **Μη πτητικά** (non volatile): Έχουν σημείο ανάφλεξης που προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της μέτρησης σε κλειστό δοχείο και είναι 60°C (140°F) ή υψηλότερο. Αυτά τα υγρά, όταν βρίσκονται σε συνηθισμένες θερμοκρασίες περιβάλλοντος, παράγουν κορεσμένα μίγματα που η περιεκτικότητά τους είναι κάτω από το κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας. Στα μη πτητικά πετρελαιοειδή περιλαμβάνονται τα κατάλοιπα καυσίμων (residual fuel oils), βαριά καύσιμα (heavy gas oils) και τα πετρέλαια ντίζελ (diesel oils).
- **Πτητικά** (volatile). Έχουν σημείο ανάφλεξης που προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της μέτρησης σε κλειστό δοχείο και είναι κάτω από 60°C (140°F). Μερικά υγρά πετρελαιοειδή που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία όταν έχουν ορισμένες θερμοκρασίες μέσα στα συνηθισμένα όρια θερμοκρασιών περιβάλλοντος, έχουν την ικανότητα να παράγουν κορεσμένα μίγματα αερίου και ατμοσφαιρικού αέρα που βρίσκονται μέσα στα όρια ευφλεκτικότητας. Τα περισσότερα από τα υπόλοιπα υγρά πετρελαιοειδή αυτής της κατηγορίας δημιουργούν σε όλες τις συνηθισμένες θερμοκρασίες περιβάλλοντος κορεσμένα μίγματα αερίων και ατμοσφαιρικού αέρα που βρίσκονται πάνω από το όριο ευφλεκτικότητας (UFL). Παραδείγματα των πρώτων είναι τα καύσιμα αεριωθούμενων (jet fuels) και οι κηροζίνες (kerozines) και των δεύτερων οι βενζίνες (gasolines) και οι περισσότεροι τύποι του αργού πετρελαίου.



## Κατηγορίες πυρκαγιών

Οι πυρκαγιές μπορούν να διαχωριστούν σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με το καιγόμενο υλικό για να διευκολυνθούμε να επιλέξουμε τον αποδοτικότερο τρόπο κατάσβεσης αλλά και για να γνωρίζουμε τις επικινδυνότητες που εμφανίζει κάθε φωτιά. Υπάρχουν δύο συστήματα ταξινόμησης των πυρκαγιών που είναι και τα πιο διαδεδομένα: το Ευρωπαϊκό σύστημα, το οποίο έχει χαρακτηριστεί και διεθνές χάρη στην κοινή αποδοχή του και το Αμερικάνικο σύστημα.

Το Ευρωπαϊκό σύστημα χωρίζει τις πυρκαγιές σε 5 βασικές κατηγορίες, αλλά τελευταία έχει προστεθεί και μια ακόμη αυξάνοντας τον αριθμό σε 6.

- ⊙ Κατηγορία A (Class A): Περιλαμβάνει στερεά καύσιμα όπως ξύλο, χαρτί, υφάσματα, πλαστικά κ.α.
- ⊙ Κατηγορία B (Class B): Περιλαμβάνει υγρά καύσιμα ή υγροποιημένα αέρια όπως βενζίνη, πετρέλαιο, μοτογιές, οινόπνευμα, λάδια κ.α.
- ⊙ Κατηγορία C (Class C): Περιλαμβάνει αέρια καύσιμα όπως μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, ασετιλίνη, υδρογόνο κ.α.
- ⊙ Κατηγορία D (Class D): Περιλαμβάνει την καύση δραστικών μετάλλων όπως είναι το κάλιο, το νάτριο, το μαγνήσιο, το αλουμίνιο κτλ.
- ⊙ Κατηγορία E (Class E): Περιλαμβάνει πυρκαγιές που προέρχονται από από καύσιμα των προηγούμενων κατηγοριών (A,B,C,D) πάνω ή κοντά σε ηλεκτρικές συσκευές ή εγκαταστάσεις, που βρίσκονται υπό τάση
- ⊙ Κατηγορία F (Class F): Περιλαμβάνει πυρκαγιές που προέρχονται από μαγειρικά λίπη και έλαια, δηλαδή από υλικά που εμφανίζονται και στην κατηγορία B αλλά λόγω της επικινδυνότητας τους και το ότι έχουν υψηλότερη θερμοκρασία αναφλέξεως (flashpoint) από τα άλλα υγρά καύσιμα τα καθιστά μια ξεχωριστή κατηγορία

Το Αμερικάνικο σύστημα έχει εφαρμογή κυρίως στην Αμερική και εμφανίζει μερικές διαφορές από το προαναφερθέν διεθνές σύστημα.

- ⊙ Κατηγορία A - ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ
- ⊙ Κατηγορία B - ΥΓΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ
- ⊙ Κατηγορία C - ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ
- ⊙ Κατηγορία D - ΔΡΑΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΑ
- ⊙ Κατηγορία K - ΜΑΓΕΙΡΙΚΑ ΕΛΑΙΑ

Οι διαφορές τους δηλαδή συνοψίζονται στο ότι το Αμερικάνικο σύστημα ενώνει τις πυρκαγιές που προέρχονται από υγρά και αέρια καύσιμα (Class B + C) σε μια κατηγορία B, μεταφέρει τις ηλεκτρικές πυρκαγιές από την κατηγορία E (Class E) στην κατηγορία C και μετονομάζει τις φωτιές που προέρχονται από την καύση μαγειρικών ελαίων από Κατηγορία F (Class F) σε Κατηγορία K.

## Τρόποι εξάπλωσης πυρκαγιών

Οι φλόγες είναι το ορατό από το ανθρώπινο μάτι μέρος της φωτιάς χάρη στην ακτινοβολία που παράγεται κατά την καύση. Η θερμότητα της φλόγας είναι αυτή που μεταδίδεται στη γύρω καύσιμη ύλη και την προθερμαίνει μέχρι να φθάσει και αυτή σε θερμοκρασία ανάφλεξης. Έτσι η φλόγα προχωρά σε νέα θέση και η πυρκαγιά διαδίδεται στο χώρο. Οπότε, η φωτιά εξαπλώνεται χάρη στη μεταφορά ενέργειας με τη μορφή θερμότητας μέσω της φλόγας με τρεις τρόπους:

- με ακτινοβολία που προέρχεται από τη φλόγα
- με επαγωγή, δηλαδή, με διάδοση της θερμότητας χάρη στην κυκλοφορία θερμών ρευμάτων αέρα
- με επαφή, από ένα σημείο της καύσιμης ύλης σε ένα άλλο χάρη στην αγωγιμότητα αυτής στη θερμότητα

Η ακτινοβολία που προέρχεται από τη φλόγα είναι ένας σημαντικός τρόπος μεταφοράς θερμότητας και παίζει πάντοτε κρίσιμο ρόλο στην εξάπλωση της πυρκαγιάς. Με την ακτινοβολία η θερμότητα μεταφέρεται προς όλες τις κατευθύνσεις μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων χωρίς την ύπαρξη κάποιου φορέα όπως καύσιμη ύλη για να την μεταφέρει. Επίσης, η ακτινοβολία έχει την ικανότητα να διαπερνά αντικείμενα και μπορεί να προκαλέσει ανάφλεξη άλλων καυσίμων που βρίσκονται σε απόσταση.

Η μεταφορά θερμότητας με επαγωγή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όπως μπορεί να πιστοποιήσει εύκολα κανείς εάν περάσει το χέρι του επάνω από μία φλόγα κεριού. Το χέρι μας θα θερμανθεί ακόμη κι αν δεν έχει έρθει σε άμεση επαφή με τη φλόγα. Οι θερμές αέριες μάζες που προέρχονται από την καύση ανέρχονται προς τα επάνω και διαχέονται στην ατμόσφαιρα χωρίς να έρθουν σε επαφή με την καύσιμη ύλη γύρω από τη φλόγα. Έτσι, είναι δυνατό ζεστές αναθυμιάσεις από τη φωτιά να μεταδοθούν χάρη σε θερμά ρεύματα αέρα και να προκαλέσουν ανάφλεξη σε άλλα εύφλεκτα αέρια.

Με τη φυσική επαφή όταν ένα κομμάτι της καύσιμης ύλης φλέγεται η θερμότητα διαχέεται σε ολόκληρη την καύσιμη ύλη σταδιακά εξαιτίας της αγωγιμότητας αυτού στη θερμότητα και της θέρμανσης του από τη φωτιά μέχρι να φτάσει στη θερμοκρασία αναφλέξεως.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΠΡΟΛΗΨΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

#### Αιτίες πυρκαγιών

Η απροσεξία του πληρώματος, η αμέλεια και η μη τήρηση κανόνων ασφαλείας στις διάφορες εργασίες ή λειτουργίες που διεξάγονται πάνω στο πλοίο, είναι από τα βασικά στοιχεία που ευνοούν τη δημιουργία μιας πυρκαγιάς. Δυστυχώς, έχει αποδειχτεί στην πράξη ότι οι περισσότερες πυρκαγιές οφείλονται κυρίως σε αμέλεια, άγνοια, βεβιασμένες ή απρόσεχτες ενέργειες, ενώ βέβαια δεν αποκλείονται και οι περιπτώσεις πυρκαγιών που οφείλονται σε ανώτερη βία ή καμιά φορά και σε τυχαίο γεγονός. Μερικές από τις πιο συνηθισμένες εργασίες και λειτουργίες του πλοίου, οι οποίες μπορεί να γίνουν αιτία πρόκλησης πυρκαγιάς είναι οι παρακάτω:

#### α. Βραχυκύκλωμα

Είναι μια πολύ συνηθισμένη αιτία πυρκαγιάς, η οποία οφείλεται σε φθαρμένο ηλεκτρικό εξοπλισμό, αλλά συχνά και σε κακή χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος. Συνήθως κατά το βραχυκύκλωμα παράγεται ένας μικρός ή μεγάλος συνεχής σπινθήρας, ο οποίος μεταδίδει πολύ εύκολα θερμότητα σε παρακείμενα υλικά, τα οποία κάποια στιγμή αναφλέγονται και έτσι ξεκινάει μια πυρκαγιά.

#### β. Θερμογόνες εργασίες

Τέτοιες εργασίες είναι η οξυγονοκοπή, η ηλεκτροσυγκόλληση, το ζέσταμα του φορτίου κτλ. Σε αυτές τις περιπτώσεις παράγονται και χρησιμοποιούνται αρκετά υψηλές θερμοκρασίες οι οποίες, αν ξεφύγουν από τον έλεγχο του ανθρώπου που τις χρησιμοποιεί ή, αν δεν παίρνονται τα κατάλληλα μέτρα προφύλαξης, μπορούν να προκαλέσουν εύκολα μια πυρκαγιά.

#### γ. Αιφνίδια ανάφλεξη καυσίμου

Είναι ένα μάλλον «χημικό» φαινόμενο που συμβαίνει συχνά σε υλικά τα οποία ερχόμενα σε επαφή με άλλα υλικά ή ουσίες, αντιδρούν χημικά μεταξύ τους και έχουν την τάση να παράγουν θερμότητα, η οποία στη συνέχεια μπορεί να αναφλέξει αυτά τα υλικά. Μια τέτοια στιγμιαία ανάφλεξη μπορεί να συμβεί σε φορτία, τα οποία, για κάποιο λόγο ή αιτία, έρχονται σε επαφή μεταξύ τους ή καμιά φορά και με το νερό, γεγονός το οποίο, εκτός των άλλων συνεπειών, να έχει ως αποτέλεσμα και την έντονη παραγωγή θερμότητας, η οποία να είναι αρκετή να προκαλέσει «αυτόματη ανάφλεξη» στα συγκεκριμένα φορτία. Ακόμα και κάποιο υλικό, από αυτά που χρησιμοποιούνται για διάφορες ανάγκες στο πλοίο, π.χ. στουπί, πριονίδι, πανί κτλ., που μετά τη χρήση του (συνήθως ποτισμένο και με λάδια, μπογιές, βερνίκια, γράσα κτλ.), «πετιέται» ή «ξεχνιέται» αλόγιστα σε διάφορα σημεία, όπου η θερμοκρασία είναι σχετικά υψηλή, μπορεί σε κάποια χρονική στιγμή να αναφλεγεί «αυτόματα».

#### δ. Αυτοθέρμανση - Αυτανάφλεξη

Συχνά αναφλέγεται ένα υλικό όταν στο εσωτερικό του παραχθεί αρκετή θερμότητα, που θα έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση χημικών αντιδράσεων και οξειδώσεων που μπορεί να δημιουργηθούν μέσα στο ίδιο το υλικό. Η θερμότητα αυτή μπορεί να αυξήσει σταδιακά τη θερμοκρασία του υλικού μέχρι του σημείου ανάφλεξής του. Το υλικό δηλαδή αυτοαναφλέγεται, επειδή θερμαίνεται από μόνο του και χωρίς να επιδρά οποιοσδήποτε εξωτερικός ή εξωγενής παράγοντας. Αυτανάφλεξη συνήθως μπορεί να συμβεί σε χύμα φορτία, τα οποία αερίζονται ελάχιστα ή καθόλου μέσα στο αμπάρι του πλοίου.

#### ε. Διαρροή πετρελαιοειδών

Πάνω στο πλοίο υπάρχουν σε μόνιμη βάση πετρέλαια (fuel, diesel), καθώς και παράγωγα τους (λιπαντικά, γράσα), τα οποία θεωρούνται πράγματι εύφλεκτα και γι' αυτό πρέπει να παίρνονται ειδικά μέτρα ασφάλειας όταν τα χρειαζόμαστε, ώστε να αποφύγουμε τυχόν διαρροή τους ή πρόσμιξή τους με άλλα υλικά. Τα πετρελαιοειδή έχουν έντονη την τάση να ατμοποιούνται, κυρίως μάλιστα όταν βρίσκονται σε περιβάλλον ιδιαίτερα θερμό, όπως είναι το μηχανοστάσιο, το μαγειρείο κτλ. Μια οποιαδήποτε τυχαία πηγή ανάφλεξης (σπινθήρας, τσιγάρο κτλ.) μπορεί εύκολα να αναφλέξει τέτοιους εύφλεκτους ατμούς που προέρχονται από χυμένα ή κακώς αποθηκευμένα πετρελαιοειδή, με συνέπεια να προκληθεί μια γενικότερη πυρκαγιά στο πλοίο.

#### στ. Θερμές επιφάνειες

Σε αρκετά μέρη του πλοίου υπάρχουν κάποια εξαρτήματα τα οποία, συνήθως, βρίσκονται σε πολύ υψηλή θερμοκρασία, όπως είναι οι σωλήνες αμού, καπναγωγοί, υπερθερμαντήρες, λέβητες, εστίες των μαγειρειών κτλ. Όταν σε αυτά τα «καυτά» μέρη ακουμπήσει κάποιο υλικό (κυρίως αν είναι και σχετικά εύφλεκτο όπως π.χ. πανί, ξύλο, πριονίδι, στουπί, χαρτί κι ακόμα, λιπαρές ουσίες, λάδια, μπογιές κτλ.), τότε μπορεί εύκολα να ξεκινήσει μια πυρκαγιά.

#### ζ. Κάπνισμα

Γενικά, το κάπνισμα στο πλοίο επιτρέπεται μόνο στα καπνιστήρια και στους άλλους ειδικά καθορισμένους χώρους για αυτό το σκοπό. Ειδικότερα, στα δεξαμενόπλοια το κάπνισμα καθίσταται απαγορευτικό κοντά στους χώρους του φορτίου καθώς το πετρέλαιο αναδίδει αναθυμιάσεις από τα εξαεριστικά, οι οποίες μπορούν πολύ εύκολα να αναφλεγούν από έναν σπινθήρα του τσιγάρου. Μερικοί άλλοι απαγορευτικοί χώροι για κάπνισμα περιλαμβάνουν το μηχανοστάσιο, το αντλιοστάσιο, το μαγειρείο κτλ.

#### η. Στατικός ηλεκτρισμός

Αφορά τη δημιουργία ηλεκτρικού φορτίου από την τριβή των μορίων διαφορετικών ουσιών μεταξύ τους. Εξαιτίας του μπορεί να δημιουργηθεί ηλεκτρική εκκένωση και σπινθήρας, ο οποίος θα μπορούσε να προκαλέσει πυρκαγιά πάνω στο πλοίο η ακόμα και έκρηξη. Αυτό είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο στα δεξαμενόπλοια κατά τη διάρκεια φόρτωσης ή εκφόρτωσης πετρελαίου, καθώς και όταν μετράμε με την μεταλλική ταινία μέτρησης τις δεξαμενές του φορτίου ή ακόμη και όταν προσηλώνεται ελικόπτερο στο πλοίου. Για την αποφυγή των παραπάνω γειώνουμε πάντα τα εργαλεία που χρησιμοποιούμε.

## Παθητική προστασία - Πυράντοχες πόρτες/μπουλμέδες

Ο στόχος της παθητικής προστασίας από πυρκαγιά επί του πλοίου είναι η διαμερισματοποίηση (compartmentalization), δηλαδή, ο διαχωρισμός του πλοίου σε επιμέρους διαμερίσματα για να μειωθεί η ταχύτητα εξάπλωσης της φωτιάς και αν γίνετε να περιοριστεί σε συγκεκριμένα διαμερίσματα αντί να επεκταθεί σε όλο το πλοίο. Η διαμερισματοποίηση επιτυγχάνεται χάρη σε πυροστεγείς πόρτες ή διαφράγματα (μπουλμέδες), οι οποίες είναι ανθεκτικές στη φωτιά μέχρι της θερμοκρασίας αντοχής τους.

Για την κατηγοριοποίηση αυτών των διαχωρισμάτων έχουν επινοηθεί και υιοθετηθεί διάφοροι κανόνες. Ένας γενικά αποδεκτός τρόπος κατηγοριοποίησης είναι να χωρίσουμε τις πυρασφαλείς/πυράντοχες πόρτες και μπουλμέδες ανάλογα με τη θερμοκρασία μέχρι την οποία είναι ικανές να αποτρέψουν την φωτιά από το να διαδοθεί. Έτσι, η αντοχή μιας πυρίμαχης πόρτας εκφράζεται με μια από τις κατηγορίες A, B, C ακολουθούμενη από ένα νούμερο που μας δείχνει πόση ώρα αυτή η θωράκιση θα αντέξει μέχρι να φτάσει αυτή η θερμοκρασία. Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτές οι κατηγορίες δεν έχουν καμία σχέση με τις αντίστοιχες κατηγορίες πυρκαγιάς καθώς οι πυρασφαλείς πόρτες αποτρέπουν κάθε είδους πυρκαγιά από το να εξαπλωθεί.

Κατηγορία "A" (Class "A"): Τα διαχωριστικά αυτής της κατηγορίας πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ατσάλι ή άλλο αντίστοιχο υλικό που είναι ικανό να αποτρέπει το πέρασμα φλόγας ή καπνού για μια ώρα. Τα διαχωριστικά αυτά πρέπει να είναι μονωμένα με μη εύφλεκτα υλικά ούτως ώστε να μην επιτραπεί στη μεριά που είναι αντίθετα από τη φωτιά η μέση θερμοκρασία να αυξηθεί παραπάνω από 139 °C από την αρχική θερμοκρασία και γενικά να μην αυξηθεί πάνω από τους 180 °C. Ακολουθούν οι υποκατηγορίες ανάλογα με την ώρα που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας στα παραπάνω επίπεδα:

- Κατηγορία "A-60" (Class "A-60"): μπορεί να αποτρέψει την άνοδο της θερμοκρασίας στα παραπάνω επίπεδα για τουλάχιστον 60 λεπτά.
- Κατηγορία "A-30" (Class "A-30"): μπορεί να αποτρέψει την άνοδο της θερμοκρασίας στα παραπάνω επίπεδα για τουλάχιστον 30 λεπτά.
- Κατηγορία "A-15" (Class "A-15"): μπορεί να αποτρέψει την άνοδο της θερμοκρασίας στα παραπάνω επίπεδα για τουλάχιστον 15 λεπτά.
- Κατηγορία "A-0" (Class "A-0"): μπορεί να αποτρέψει την άνοδο της θερμοκρασίας στα παραπάνω επίπεδα για τουλάχιστον 0 λεπτά.

Κατηγορία "B" (Class "B"): Τα διαχωριστικά αυτής της κατηγορίας πρέπει να είναι κατασκευασμένα από εγκεκριμένο άκαυστο υλικό εκτός των περιπτώσεων που επιτρέπεται η χρήση άλλων υλικών που καλύπτουν όμως τις αντίστοιχες απαιτήσεις. Σε κάθε περίπτωση τα διαχωριστικά πρέπει να είναι σε θέση να αποτρέπουν τη διάδοση της φλόγας για μισή ώρα. Η μόνωση πρέπει να είναι τέτοια που να μην επιτραπεί στη μεριά που είναι αντίθετα από τη φωτιά η μέση θερμοκρασία να αυξηθεί περισσότερο από 139 °C από την αρχική θερμοκρασία και γενικά να μην αυξηθεί πάνω από τους 225 °C. Οι επιμέρους κατηγορίες είναι οι παρακάτω:

- Κατηγορία "B-15" (Class "B-15"): μπορεί να αποτρέψει την άνοδο της θερμοκρασίας στα παραπάνω επίπεδα για τουλάχιστον 15 λεπτά.
- Κατηγορία "B-0" (Class "B-0"): μπορεί να αποτρέψει την άνοδο της θερμοκρασίας στα παραπάνω επίπεδα για τουλάχιστον 0 λεπτά.

Κατηγορία " C " (Class " C "): Τα διαχωριστικά αυτής της κατηγορίας πρέπει να είναι κατασκευασμένα από εγκεκριμένο άκαυστο υλικό. Παρ' όλα αυτά επιτρέπεται και η χρήση μη άκαυστων υλικών όταν καλύπτουν τις αντίστοιχες απαιτήσεις. Στην συγκεκριμένη κατηγορία δεν υπάρχει απαίτηση για περιορισμό της διάδοσης της φλόγας ή καπνών ούτε καθορισμένες απαιτήσεις για αποτροπή της ανόδου της θερμοκρασίας.

## Πυρανίχνευση

Η πυρανίχνευση στοχεύει στην έγκαιρη προειδοποίηση για εστίες πυρκαγιάς. Όσο νωρίτερα ανακαλύψουμε την φωτιά, τόσο ευκολότερα και αποτελεσματικότερα θα μπορέσουμε να την καταπολεμήσουμε. Για αυτόν τον λόγο, στα πλοία υπάρχουν εγκατεστημένα μηχανήματα που ονομάζονται αυτόματα συστήματα πυρανίχνευσης και επιτελούν το ρόλο της συνεχής επιτήρησης για περιπτώσεις πυρκαγιάς. Ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από ανιχνευτές, ηλεκτρονικά κυκλώματα και έναν πίνακα ελέγχου πυρκαγιάς που βρίσκεται στην γέφυρα.

Ο πίνακας ελέγχου της πυρκαγιάς (fire control panel) είναι το κύριο όργανο ελέγχου ενός άλλου συστήματος, αυτού της αναγγελίας πυρκαγιάς (fire alarm system), το οποίο μας ειδοποιεί μέσω ηχητικών και οπτικών μέσων για την ύπαρξη πυρκαγιάς. Ο πίνακας αυτός δέχεται πληροφορίες από τους αισθητήρες - ανιχνευτές που θα αναλυθούν παρακάτω, μεταδίδει αυτές τις πληροφορίες στον δέκτη που είναι τοποθετημένος



**Εικόνα 1: Πίνακας ελέγχου και αναγγελίας πυρκαγιάς**

στη γέφυρα του πλοίου και ελέγχει την λειτουργική ακεραιότητα του συστήματος. Για παράδειγμα, εάν υποθέσουμε ότι σε μια καμπίνα ξεσπάσει φωτιά, τότε αυτόματα θα ενεργοποιηθεί ο ανιχνευτής που βρίσκεται σε αυτή την καμπίνα και θα στείλει το σήμα του στον πίνακα έλεγχου στην γέφυρα. Στη γέφυρα θα ηχήσει τοπικά ο συναγερμός του συστήματος και παράλληλα θα ανάψει ένα κόκκινο φως με την ένδειξη πυρκαγιά (fire). Επίσης, θα φανεί στην οθόνη του πίνακα ο τομέας του πλοίου όπου έγινε η ανίχνευση και αναλόγως με το μοντέλο σε λειτουργία να μας ενημερώσει για την ακριβή θέση της εστίας φωτιάς. Ο αξιωματικός της γέφυρας με

την σειρά του πρέπει να πατήσει το κουμπί επιβεβαίωσης ότι αναγνώρισε την ύπαρξη πυρκαγιάς (alarm stop) ή σίγασης (mute), αναλόγως το μοντέλο. Σε περίπτωση που δεν πατηθεί κάποιο κουμπί ή δεν είναι κανένας στην γέφυρα προκειμένου να δει την κατάσταση τότε μετά την πάροδο 2 λεπτών ενεργοποιείται ένας ακουστικός συναγερμός στους χώρους του πληρώματος. Αντίθετα, εάν υπάρχει κάποια βλάβη του συστήματος ή του τοπικού ανιχνευτή, τότε στο πίνακα έλεγχου θα ηχήσει ένας συναγερμός και παράλληλα θα ανάψει ένα φως που θα γράφει σφάλμα (fault) και στην οθόνη θα γράφει που βρίσκεται η βλάβη. Η λειτουργία του παραπάνω συστήματος θα γίνεται με ηλεκτρική ενεργεία που θα προέρχεται τουλάχιστον από δύο πηγές ενέργειας, μια από τις οποίες πρέπει να είναι η εφεδρική γεννήτρια.

## Ανιχνευτές πυρκαγιάς

Οι ανιχνευτές πυρκαγιάς είναι διαφόρων ειδών και βρίσκονται διασκορπισμένοι σε όλο το πλοίο με σκοπό να ανιχνεύσουν την πυρκαγιά στα αρχικά της στάδια για να την αντιμετωπίσουμε ευκολότερα. Οι χώροι που καλύπτουν περιλαμβάνουν τις καμπίνες, τους διαδρόμους του ακομοδεσίου, το μαγειρείο, το μηχανοστάσιο, το αντλιοστάσιο κ.ο.κ. Τοποθετούνται στην οροφή κάθε χώρου και είναι συνδεδεμένοι με τον πίνακα έλεγχου που υπάρχει στην γέφυρα του πλοίου. Τα παρακάτω είδη ανιχνευτών είναι τα επικρατέστερα που εντοπίζουμε στα πλοία:

- Ανιχνευτές καπνού (Smoke detectors): Συνήθως, οι περισσότεροι ανιχνευτές που υπάρχουν στα πλοία είναι καπνού. Ένας ανιχνευτής καπνού είναι μια συσκευή που αντιλαμβάνεται τον καπνό ως μια ένδειξη φωτιάς. Υπάρχουν δύο βασικά είδη τέτοιων αισθητήρων: φωτοηλεκτρικοί (photoelectric) και ιονισμού (ionization). Οι πρώτοι αισθητήρες που ονομάζονται διαφορετικά και οπτικοί περιλαμβάνουν μια πηγή φωτός, η οποία μπορεί να είναι του ορατού φάσματος (δηλαδή μπορούμε να την δούμε) ή να ανήκει στο φάσμα της υπέρυθρης ή της υπεριώδους ακτινοβολίας (δηλαδή μη ορατό από το ανθρώπινο μάτι). Ακόμη, περιλαμβάνουν ένα διαθλαστικό φακό και έναν φωτοηλεκτρικό δέκτη (φωτοδίοδος που μετατρέπει το φως σε ηλεκτρικό ρεύμα). Έτσι, εντοπίζουν το φως και σε περίπτωση καπνού λόγω σκέδασης και μείωσης της ακτινοβολίας του φωτός (αόρατο και ορατό φάσμα) αντιλαμβάνονται τον καπνό και στέλνουν σήμα στον πίνακα ελέγχου ή ενεργοποιούν τον συναγερμό μόνα τους, αναλόγως με το μοντέλο. Οι δε αισθητήρες ιονισμού χρησιμοποιούν αντιθέτως ιονίζουσα ακτινοβολία, η οποία βρίσκεται εκτός του ορατού φάσματος και πέραν της υπεριώδους. Στην ουσία, εκμεταλλεύεται ραδιοϊσότοπα όπως το Americium-241 που περιέχει υπερβάλλουσα ενέργεια την οποία απελευθερώνει με την μορφή ακτινοβολίας γάμμα και σωματιδίων άλφα. Τα σωματίδια άλφα που εκπέμπει αντιδρούν με σωματίδια οξυγόνου και αζώτου που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και

παράγουν φορτισμένα σωματίδια ή ιόντα. Αυτά τα φορτισμένα σωματίδια εισέρχονται στον ανιχνευτή και παράγουν με τη σειρά τους ηλεκτρική τάση ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια. Σε περίπτωση παρουσίας καπνού τα ιόντα θα εξουδετερωθούν όταν έρθουν σε επαφή με σωματίδια καπνού και δεν θα παραχθεί αρκετό ρεύμα στα ηλεκτρόδια με αποτέλεσμα να ενεργοποιηθεί ο συναγερμός.

- Ανιχνευτές θερμότητας (Heat detectors): Ο ανιχνευτής θερμότητας είναι μια συσκευή που είναι σχεδιασμένη να αντιδρά στη θερμική ενέργεια που προέρχεται από τη φωτιά και αυξάνει τη θερμοκρασία του χώρου όπως την αντιλαμβάνεται ο αισθητήρας θερμότητας. Υπάρχουν δύο βασικά είδη ανιχνευτών θερμότητας: με αισθητήρα καθορισμένης θερμοκρασίας (Fixed temperature heat detectors) και με αισθητήρα ρυθμού αύξησης θερμότητας (Rate-of-rise heat detectors). Ο πρώτος είναι ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος ανιχνευτήρας θερμότητας. Οι αισθητήρες αυτοί λειτουργούν χάρη σε ένα εύτηκτο κράμα μετάλλων, το οποίο όταν φτάσει στο σημείο τήξης του λιώνει. Έτσι, όταν η θερμοκρασία φτάσει σε ένα καθορισμένο όριο (οι πιο πολλοί αισθητήρες έχουν ρυθμιστεί στους 58 °C) ενεργοποιούνται. Οι ανιχνευτές ρυθμού αύξησης θερμότητας, αντιθέτως, ενεργοποιούνται όταν η θερμοκρασία αυξάνεται με ρυθμό αναλόγως με τις ρυθμίσεις όπως 8 °C, ανεξάρτητα από την αρχική θερμοκρασία.
- Ανιχνευτές φλόγας (Flame detectors): Ο ανιχνευτής φλόγας είναι ένας αισθητήρας σχεδιασμένος να εντοπίζει και να αντιδρά στην παρουσία φλόγας ή φωτιάς. Οι ανιχνευτές φλόγας συχνά αντιδρούν γρηγορότερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ό,τι οι ανιχνευτές καπνού ή θερμότητας χάρη στους διαφορετικούς μηχανισμούς που χρησιμοποιούν για τον εντοπισμό φλόγας. Υπάρχουν πάλι δύο βασικά είδη ανιχνευτών φλόγας: με αισθητήρα υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR - Infrared radiation) και με αισθητήρα υπεριώδους ακτινοβολίας (UV - Ultraviolet radiation). Ο πρώτος αισθητήρας εντοπίζεται πιο συχνά στα πλοία και λειτουργεί εντοπίζοντας συγκεκριμένα μοτίβα που εκπέμπονται από εύφλεκτα αέρια στο φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Ο δεύτερος αισθητήρας εντοπίζει την υπεριώδη ακτινοβολία που εκπέμπεται κατά την ανάφλεξη.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

#### Τρόποι κατάβεσης πυρκαγιάς

Όπως αναφέραμε και παραπάνω στο τετράεδρο της φωτιάς, μόλις η φωτιά ξεκινήσει τότε αρκεί μια πλευρά του τετραέδρου να αποκοπεί από τις υπόλοιπες ούτως ώστε να σβήσει. Δηλαδή, αυτό που χρειαζόμαστε είναι είτε η εξάντληση του οξυγόνου, είτε η μείωση της καύσιμης ύλης σε επίπεδα που δεν είναι ικανά για την διατήρηση και διάδοση της φωτιάς, είτε η διακοπή της χημικής αλυσιδωτής αντίδρασης, είτε η ελάττωση της θερμοκρασίας κάτω του σημείου αναφλέξεως. Οπότε, αναλόγως με την περίπτωση, το είδος της φωτιάς και τα μέσα που διαθέτουμε έχουμε να επιλέξουμε ανάμεσα σε τέσσερις τρόπους κατάσβεσης πυρκαγιάς:

- I. Αφαίρεση του οξυγόνου  
Το δυσκολότερο ως προς τον έλεγχο του στοιχείο είναι ο αέρας. Επίσης, είναι δύσκολο έως αδύνατο να αφαιρέσουμε πλήρως το οξυγόνο από τον ατμοσφαιρικό αέρα που περιβάλλει την πυρκαγιά. Όμως υπάρχει η δυνατότητα να περιοριστεί το ποσοστό του οξυγόνου προσθέτοντάς του αδρανές αέριο ή διοξείδιο του άνθρακα ή κλείνοντας τους αεραγωγούς και μην επιτρέποντας άλλο οξυγόνο να εισέλθει. Το αποτέλεσμα θα είναι να πέσει το επίπεδο του οξυγόνου σε σημείο που να μην μπορεί να συντηρήσει την φωτιά και αυτή τελικά να σβήσει.
- II. Απομάκρυνση του καυσίμου  
Θεωρούμε ως δεδομένο ότι σε περίπτωση πυρκαγιάς στο πλοίο, άμεση ενέργειά μας είναι η απομάκρυνση των εύφλεκτων υλών μακριά από τις φλόγες. Οι πυροσβέστες στο πλοίο δεν θα μπορέσουν να απομακρύνουν τελειώς τα καύσιμα από τη φωτιά στις περισσότερες περιπτώσεις. Η μέριμνα του πυροσβέστη θα είναι το να εμποδίσει πρόσθετα καύσιμα να έλθουν σε επαφή με τις φλόγες. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να γίνει αναφορά στα όρια ευφλεκτικότητας του καυσίμου. Για να αναφλεγεί και να πιάσει φωτιά το καύσιμο η περιεκτικότητα του στον χώρο (π.χ. αμπάρι) πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στα όρια ευφλεκτικότητας, δηλαδή, κάτω από το ανώτερο όριο ευφλεκτικότητας (Upper Flammable Limit - UFL) και πάνω από το κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας (Lower Flammable Limit - LFL). Αν δεν υπάρχει η κατάλληλη αναλογία καύσιμης ύλης στο χώρο είναι αδύνατο για αυτή να αναφλεγεί.
- III. Διακοπή της χημικής αλυσιδωτής αντίδρασης  
Οι επιστημονικές έρευνες έδειξαν ότι οι ουσίες που καίγονται αναδίδουν ατμούς οι οποίοι υφίστανται μια αλυσίδα χημικών

αντιδράσεων. Ανακαλύφθηκαν, λοιπόν, κάποια χημικά σε ξηρή μορφή και ορισμένες πυροσβεστικές σκόνες που μοιάζουν με πολύ μικρά λεπτά σωματίδια των οποίων η χρήση δρα ανασχετικά και διασπά την πρόοδο από τον ένα κρίκο της αλυσίδας στον άλλο, διακόπτοντας έτσι την αλυσιδωτή αντίδραση και παύοντας την φλόγα που προκαλεί η φωτιά.

#### IV. Ψύξη ή έλεγχος της θερμότητας

Η αφαίρεση της θερμότητάς αποτελεί άλλη μία μέθοδο κατάσβεσης πυρκαγιάς. Η θερμότητα ως γνωστόν μπορεί να μεταδοθεί με τρεις τρόπους: με ακτινοβολία, με επαφή ή με ρεύματα. Η πιο αποτελεσματική αφαίρεση της θερμότητάς επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας νερό με διάφορους τρόπους για την ψύξη του καιόμενου υλικού. Με αυτόν τον τρόπο η θερμοκρασία ελαττώνεται σε επίπεδα κάτω από το σημείο καύσης και η φωτιά δεν μπορεί να συντηρηθεί. Επίσης, η ψύξη επιτυγχάνεται και με εξαερισμό του χώρου προς τα έξω ή εναλλακτικά με κλείσιμο αεροστεγώς του χώρου και απόπνιξη.

## **Κατασβεστικά υλικά**

Στην προσπάθειά μας να κατασβέσουμε τη φωτιά, λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω τρόπους αντιμετώπισής της, έχουμε στη διάθεση μας συγκεκριμένα κατασβεστικά υλικά. Υπάρχουν, λοιπόν, ορισμένα υλικά, τα οποία έχουν την ιδιότητα το καθένα ξεχωριστά και μερικά συνδυαστικά να επιδρούν με έναν από τους προαναφερθέντες τρόπους στο τετράεδρο της φωτιάς και να την σβήνουν. Αυτά τα υλικά τα ονομάζουμε πυροσβεστικά ή αλλιώς κατασβεστικά και κάποια από αυτά βρίσκονται ελεύθερα στη φύση, ενώ άλλα είναι τεχνητά. Τα κυριότερα κατασβεστικά υλικά είναι:

- Νερό
- Αφρός
- Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)
- Ξηρά χημική σκόνη
- Σκόνη τύπου D
- Halon
- Ελαφρύ ύδωρ
- Άμμος

Το νερό βρίσκεται άφθονο στη φύση και συγκεκριμένα στο πλοίο μπορούμε πολύ εύκολα με μια αντλία να τραβήξουμε νερό από τη θάλασσα και να το καθοδηγήσουμε προς τη φωτιά με ειδικά δίκτυα νερού. Ως μέσο πυρόσβεσης είναι κατάλληλο για τα συνηθισμένα καιόμενα υλικά της Κατηγορίας A (Class A) που

είναι τα στερεά καύσιμα όπως ξύλο, χαρτί κτλ. Γενικά, ο τρόπος κατάσβεσης συνίσταται στην ψύξη, δηλαδή στην ικανότητα του νερού για απορρόφηση μεγάλης ποσότητας θερμότητας η οποία βασίζεται στην ατμοποίησή του. Πολλές φορές εφαρμόζεται και η μέθοδος του καταιονισμού νερού υπό μορφή ομίχλης, σε προσπάθειες μεγαλύτερης κατασβεστικής απόδοσης. Ο τρόπος αυτός συνίσταται στην ρίψη νερού, υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων, πάνω στην επιφάνεια του εύφλεκτου υγρού σταματώντας την παραγωγή ατμού από την καιόμενη ύλη για την τροφοδοσία της φλόγας. Επίσης, το νερό χρησιμοποιείται και στα αυτόματα συστήματα κατάσβεσης τύπου sprinkler σε χώρους όπως αποθήκες χρωμάτων ή λιπαντικών. Όμως, το νερό καθίσταται απαγορευτικός παράγοντας καταπολέμησης πυρκαγιάς σε περιπτώσεις καύσης δραστικών μετάλλων και ηλεκτρικών πυρκαγιών γιατί έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα και μπορεί να συνεισφέρει στη διασπορά του φλεγόμενου υλικού. Ακόμη, η χρήση του σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να επιδράσει στην ευστάθεια του πλοίου και γι' αυτό πρέπει να γίνεται προσεκτική χρήση του.

Ο αφρός είναι υλικό τεχνητής φύσεως που αποτελείται συνήθως κατά 94-97% από νερό και το υπόλοιπο είναι άλλες ουσίες όπως πρωτεΐνες, που έχουν την ιδιότητα να παράγουν αφροποιητικό υγρό μαζί με το νερό. Ο αφρός επενεργεί λόγω του ότι είναι παχύρευστος και καταπνίγει τη φωτιά. Με άλλα λόγια, ο αφρός καλύπτει την επιφάνεια της καιόμενης ύλης και εμποδίζει το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα να έρθει σε επαφή με αυτή. Επίσης, έχει την ικανότητα να ψύχει καθώς αποτελείται από μεγάλη περιεκτικότητα νερού. Έτσι, δρα αποτελεσματικά εναντίον πυρκαγιών στερεών και υγρών καυσίμων των κατηγοριών A + B (Class A + B). Διακρίνεται σε

- αφρό χαμηλής εκτόνωσης με συντελεστή διαστολής κάτω του 20:1 και είναι σχετικά βαρύς και χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να καλύψουμε μεγάλες επιφάνειες όπως το κατάστρωμα
- αφρό μέσης εκτόνωσης με συντελεστή διαστολής που κυμαίνεται ανάμεσα σε 20:1 και 100:1, δηλαδή 1 γραμμάριο μίγματος αφρογόνου υλικού μπορεί να παράξει ανάμεσα σε 20 και 100 γραμμάρια αφρού αναλόγως με τα χαρακτηριστικά του μίγματος
- αφρό υψηλής εκτόνωσης με συντελεστή διαστολής άνω του 100:1 και συνήθως ανάμεσα σε 200:1 και 1000:1 ο οποίος είναι σχετικά ελαφρύς και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που θέλουμε γρήγορη κάλυψη του χώρου με αφρό όπως στο μηχανοστάσιο και το αντλιοστάσιο

Ταυτόχρονα, όμως, πρέπει να λάβουμε υπόψη και τους περιορισμούς που αφορούν στη χρήση του αφρού καθώς περιλαμβάνει μεγάλη ποσότητα νερού άρα είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού και έτσι απαγορεύεται να χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικές πυρκαγιές όπως επίσης και σε πυρκαγιές δραστικών μετάλλων.

Το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) είναι μια χημική ένωση που συναντάται στη φύση και είναι εύκολο να παρασκευασθεί. Η δράση του  $\text{CO}_2$  στην κατάσβεση φωτιάς συνίσταται στον αποκλεισμό της πυρκαγιάς από τον ατμοσφαιρικό αέρα και τη διακοπή της χημικής αλυσιδωτής αντίδρασης. Το  $\text{CO}_2$  καθότι βαρύτερο κατά 1,5 φορές από τον ατμοσφαιρικό αέρα αποκόβει από την καιόμενη επιφάνεια το απαραίτητο για την καύση οξυγόνο. Συνήθως, η καύση σταματά όταν η κατ' όγκο

αναλογία του οξυγόνου στον ατμοσφαιρικό αέρα γίνει μικρότερη από 15%. Ως κατασβεστικό υλικό ενδείκνυται για την αντιμετώπιση πυρκαγιών υγρών και αέριων καυσίμων των κατηγοριών B + C (Class B + C), αλλά επειδή είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού η σπουδαιότερη χρησιμότητα του εντοπίζεται στην κατάσβεση πυρκαγιών στις οποίες εμπλέκονται συσκευές με ηλεκτρική τάση της κατηγορίας E (Class E). Κατά τη χρήση του πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι οι συγκεντρώσεις του οξυγόνου στις οποίες πρέπει να φτάσουμε είναι απαγορευτικές για την ανθρώπινη αναπνοή και ότι το ίδιο το διοξείδιο του άνθρακα είναι τοξικό για τον άνθρωπο καθώς επίσης μπορεί να του προκαλέσει ασφυξία. Κατά τη χρήση πυροσβεστήρα CO<sub>2</sub> πρέπει να ελέγξουμε τον περιορισμό που έχει ως προς την τάση (voltage) γιατί μπορεί να δημιουργηθεί βολταϊκό τόξο.

Η ξηρή χημική σκόνη είναι ένα κατασβεστικό υλικό που αποτελείται από χημικές ενώσεις όπως διττανθρακικό νάτριο ή διττανθρακικό κάλιο. Επιδρά στη φωτιά διακόπτοντας την χημική αλυσιδωτή αντίδραση. Πιο συχνά στα πλοία εντοπίζουμε τη σκόνη τύπου ABC στους αντίστοιχους πυροσβεστήρες, η οποία αποτελείται από φωσφορικό αμμώνιο και είναι κατάλληλη για πυρκαγιές των κατηγοριών A + B + C, δηλαδή για στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα αντίστοιχα. Οι ξηρές χημικές σκόνες είναι δυσηλεκτραγωγές, που σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε ηλεκτρικές πυρκαγιές (Κατηγορία E) μέχρι την τάση που αναγράφεται στους πυροσβεστήρες.

Η σκόνη τύπου D είναι κι αυτή μια κατηγορία ξηράς χημικής σκόνης, αλλά διαφέρει από τις προαναφερθέντες στο ότι μπορεί να κατασβέσει την μόνη κατηγορία που εκείνες δεν μπορούν, δηλαδή τις πυρκαγιές που αφορούν την καύση δραστικών μετάλλων της κατηγορίας D. Το μειονέκτημά της είναι ότι μπορεί να κατασβέσει τις πυρκαγιές μόνο αυτής της κατηγορίας. Δημιουργεί ένα στρώμα σκόνης πάνω από τα καίόμενα μέταλλα που αποκόπτει το οξυγόνο και καταπνίγει τη φωτιά.

Το Halon ή αλλιώς αλογονομένοι υδρογονάνθρακες είναι χημικές ουσίες, οι οποίες αποτελούσαν ένα πολύ καλό κατασβεστικό υλικό μέχρι να ανακαλυφθεί από τους επιστήμονες ότι βλάπτουν το περιβάλλον καταστρέφοντας το στρώμα του όζοντος στην ατμόσφαιρα. Για αυτόν τον λόγο η χρήση τους έχει απαγορευτεί ως μέσο κατάσβεσης.

Το ελαφρύ ύδωρ (wet chemical) είναι ένα καινούργιο κατασβεστικό υλικό που ανακαλύφθηκε ειδικά για την αντιμετώπιση πυρκαγιών μαγειρικών ελαίων και λιπών της κατηγορίας F (Class F). Το σπρέι του υγρού διώχνει τις φλόγες και ψύχει τα φλεγόμενα λάδια. Στη συνέχεια, αντιδρώντας χημικά με αυτά δημιουργεί ένα αφρώδες υλικό που απομονώνει την επιφάνεια και αποτρέπει την επανάφλεξη.

Η άμμος βρίσκεται σε αφθονία στη φύση και είναι χρήσιμο κατασβεστικό υλικό που επενεργεί στη φωτιά και την καταπνίγει. Δεν συναντάται στα πλοία γιατί υπάρχουν πιο αποτελεσματικά υλικά όπως οι ξηρές χημικές σκόνες.

## Τεχνικές διπλών πρακτόρων

Στις τεχνικές αυτές χρησιμοποιούμε δύο πυροσβεστικά υλικά ταυτόχρονα με σκοπό την αποτελεσματικότερη καταστολή της φωτιάς. Συνήθως, όταν χρησιμοποιούμε μια τεχνική διπλών πρακτόρων η φωτιά έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις και προσπαθούμε να την θέσουμε υπό έλεγχο με αυτόν τον τρόπο απομακρύνοντας δύο πλευρές του τετραέδρου της φωτιάς.

Οι τεχνικές διπλών πρακτόρων είναι οι ακόλουθες:

- 1) Σπρέι νερού + Αφρός = την τεχνική αυτή τη χρησιμοποιούμε συχνά στα δεξαμενόπλοια όταν θέλουμε να σβήσουμε πυρκαγιά πετρελαιοειδών γιατί έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα χάρη στην ταυτόχρονη ψύξη και απόπνιξη της φωτιάς
- 2) Σπρέι νερού + Ξηρά χημική σκόνη = χρησιμοποιείται για να σβήσουμε πυρκαγιές πετρελαιοειδών μειώνοντας τη θερμότητα και αποκόπτοντας το οξυγόνο
- 3) Σπρέι νερού + Διοξείδιο του άνθρακα = χρησιμοποιείται για να σβήσουμε φωτιές στο μηχανοστάσιο ή στο αντλιοστάσιο εφόσον προστατεύονται από μόνιμο σύστημα διοξειδίου του άνθρακος. Αυτό συμβαίνει γιατί το διοξείδιο του άνθρακα όταν η φωτιά φθάσει πάνω από 500 βαθμούς Κελσίου διασπάται και γίνεται επικίνδυνο ενώ παράλληλα χάνει και τις κατασβεστικές του ιδιότητες. Γι' αυτό το λόγο χρειάζεται ταυτόχρονη ψύξη με νερό (cooling).
- 4) Αφρός υψηλής διαστολής + Διοξείδιο του άνθρακα = η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για να κατασβέσουμε φωτιές στο μηχανοστάσιο ή στο αντλιοστάσιο, τα οποία είναι εξοπλισμένα με μόνιμο σύστημα διοξειδίου του άνθρακος, μόνο σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει αρκετή ποσότητα του ενός ή του άλλου υλικού, οπότε χρησιμοποιούμε το διοξείδιο του άνθρακα για κατάκλιση του χώρου και τον αφρό για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.
- 5) Αφρός + Ξηρά χημική σκόνη = σε αυτή την περίπτωση πρόκειται για πυρκαγιά πετρελαιοειδών μεγάλων διαστάσεων και λόγω του μεγέθους της φωτιάς οι κινήσεις μας πρέπει να είναι γρήγορες ούτως ώστε να την καταστείλουμε αρχικά με ξηρή χημική σκόνη και κατόπιν να την σβήσουμε με τον αφρό. Στη συνέχεια, ο αφρός καλύπτει όλη την επιφάνεια και έτσι αποφεύγουμε την αναζωπύρωσή της.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΦΟΡΗΤΑ ΜΕΣΑ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ

#### Φορητοί πυροσβεστήρες

Οι φορητοί πυροσβεστήρες (portable fire extinguishers) είναι το βασικό μέσο με το οποίο θα αντιμετωπίσουμε μια μικρής έκτασης φωτιά στο αρχικό της στάδιο. Είναι τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία του πλοίου για να είναι άμεσα προσβάσιμοι από το πλήρωμα. Ακόμη, έχουν σχετικά μικρό όγκο και βάρος για να είναι εύκολη η μετακίνησή τους. Περιλαμβάνουν, δηλαδή, μικρή ποσότητα κατασβεστικού υλικού, η οποία όμως αν χρησιμοποιηθεί κατάλληλα μπορεί να είναι υπεραρκετή για το σβήσιμο της φωτιάς.

Ένας πυροσβεστήρας αποτελείται βασικά από το κατασβεστικό υλικό, το οποίο βρίσκεται αποθηκευμένο σε ειδικό κουτί στο εσωτερικό του πυροσβεστήρα και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του. Το κατασβεστικό υλικό για να διοχετευθεί υπό πίεση χρειάζεται επιπλέον και ένα προωθητικό αέριο, το οποίο συνήθως είναι διοξείδιο του άνθρακα και τοποθετείται σε ξεχωριστή θήκη - κουτί εντός του πυροσβεστήρα, ενώ στους ημιφορητούς ή τροχήλατους βρίσκεται σε ξεχωριστή φιάλη στο εξωτερικό του πυροσβεστήρα. Εξάιρεση αποτελεί ο πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα, του οποίου το κατασβεστικό υλικό χρησιμοποιείται ταυτόχρονα και ως προωθητικό αέριο καθώς βρίσκεται ήδη υπό πίεση.

Οι πυροσβεστήρες είναι ασφαλισμένοι με μια περόνη για αποφυγή ενεργοποίησης τους κατά λάθος. Ακόμη, είναι εξοπλισμένοι με ένα πλαστικό προστατευτικό βραχιολάκι που υποδεικνύει, αν δεν είναι παραβιασμένο, ότι δεν έχει γίνει προηγούμενη χρήση του πυροσβεστήρα. Πριν χρησιμοποιήσουμε τον πυροσβεστήρα πρέπει να αφαιρέσουμε το προστατευτικό βραχιολάκι και να απασφαλίσουμε την περόνη. Έπειτα, πιέζοντας το κλείστρο ή αλλιώς την σκανδάλη λειτουργίας ενεργοποιείται ο μηχανισμός του πυροσβεστήρα που απελευθερώνει το προωθητικό αέριο, το οποίο με τη σειρά του δίνει την απαραίτητη ώθηση στο πυροσβεστικό υλικό. Στη συνέχεια, αυτό διοχετεύεται μέσω ενός ελαστικού σωλήνα στο ακροφύσιο ή κάνη απ' όπου απελευθερώνεται για την καταπολέμηση της φωτιάς. Στους πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακα απελευθερώνεται απ' ευθείας το αέριο καθώς όπως αναφέραμε προηγουμένως αυτό λειτουργεί ταυτόχρονα ως κατασβεστικό και προωθητικό αέριο.

Επίσης, όλοι οι πυροσβεστήρες πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με την κατάλληλη σήμανση. Αυτή περιλαμβάνει όλες εκείνες τις πληροφορίες που αφορούν το είδος του πυροσβεστήρα και το κατασβεστικό υλικό που περιέχει, τα είδη των πυρκαγιών για τις οποίες είναι κατάλληλος, το ρεύμα (τάση) μέχρι το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ηλεκτρική πυρκαγιά αν συνιστάται για τέτοιες πυρκαγιές, το

βάρος του κ.α. Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι υπάρχουν σαφείς και απλές οδηγίες για τη σωστή χρήση του.

Τα είδη πυροσβεστήρων που είναι πιο πιθανό να εντοπίσουμε σε δεξαμενόπλοια είναι τα ακόλουθα:

**Πυροσβεστήρες αφρού:** Οι πυροσβεστήρες αφρού είναι κατάλληλοι για πυρκαγιές που ανήκουν στις κατηγορίες A + B (Class A + B), δηλαδή για στερεά και υγρά καύσιμα. Ο τρόπος κατάσβεσης της πυρκαγιάς είναι μέσω του αποπνιγμού, δηλαδή, της αποστέρησης του οξυγόνου από την καίόμενη επιφάνεια χάρη στο στρώμα αφρού που δημιουργείται από πάνω της. Ακόμη, το νερό που περιέχεται στον αφρό επενεργεί στη φωτιά ψύχοντας την και αφαιρώντας την θερμότητα. Η χρήση τους περιορίζεται από το γεγονός ότι απαγορεύεται να χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικές πυρκαγιές και σε πυρκαγιές δραστικών μετάλλων γιατί περιέχουν νερό. Για την εύκολη αναγνώρισή τους οι πυροσβεστήρες αφρού βάφονται χαρακτηριστικά με κίτρινο χρώμα συνήθως στο επάνω μέρος της φιάλης.



*Εικόνα 2: Φορητός πυροσβεστήρας αφρού*

**Πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>):** Οι πυροσβεστήρες αυτοί είναι κατάλληλοι για πυρκαγιές των κατηγοριών B+C+E (Class B+C+E) που περιλαμβάνουν υγρά και αέρια καύσιμα καθώς και πυρκαγιές με ηλεκτρικό ρεύμα. Ο τρόπος κατάσβεσης της πυρκαγιάς αποσκοπεί στην αραίωση των ποσοστών οξυγόνου και στον αποκλεισμό του αέρα από το να έρθει σε επαφή με τη φωτιά. Ακόμη, επιδρά και στη διακοπή της χημικής αλυσιδωτής αντίδρασης. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στους περιορισμούς που αναγράφονται επάνω στον πυροσβεστήρα ως προς τη μέγιστη τάση και θερμοκρασία μέχρι την οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντίστοιχα. Επίσης, δεν πρέπει να πιάνουμε αυτούς τους πυροσβεστήρες από τον πλαστικό σωλήνα εκτόνωσης, αλλά μόνο από το ειδικό χερούλι για να μην πάθουμε κρυοπαγήματα. Αυτό συμβαίνει γιατί το πεπιεσμένο αέριο κατά την εκτόνωσή του απορροφά θερμότητα και ψύχει τα αντικείμενα με τα οποία έρχεται σε επαφή. Ακόμη, πρέπει να προσέξουμε ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι επιβλαβές για τον άνθρωπο και δεν πρέπει να εκτεθούμε για μεγάλη διάρκεια σε αυτό καθώς προκαλεί ασφυξία. Οι πυροσβεστήρες CO<sub>2</sub> αναγνωρίζονται από το μαύρο χρώμα με το οποίο είναι βαμμένο το πάνω μέρος της φιάλης.



*Εικόνα 3: Φορητός πυροσβεστήρας CO<sub>2</sub>*

### Πυροσβεστήρες ξηράς χημικής σκόνης (Dry Powder):

Οι πυροσβεστήρες ξηράς χημικής κόνεως και συγκεκριμένα αυτές του τύπου ABC που συναντάμε συχνότερα στα πλοία είναι κατάλληλοι για όλες τις πυρκαγιές εκτός από πυρκαγιές δραστικών μετάλλων και μαγειρικών ελαίων. Δηλαδή, είναι κατάλληλοι για τις κατηγορίες A+B+C+E (Class A+B+C+E) που αφορούν στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα καθώς και ηλεκτρικές πυρκαγιές. Ο τρόπος που καταπολεμά τη φωτιά είναι μέσω της διακοπής της χημικής αλυσιδωτής αντίδρασης, ενώ υπάρχει και μερική απορρόφηση θερμότητας κατά την εκτόνωση της σκόνης. Πρέπει να συμβουλευτούμε την ειδική σήμανση του πυροσβεστήρα για τους περιορισμούς του όσον αφορά την τάση μέχρι την οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί (συνήθως μέχρι 1000 Volt) καθώς και τη μέγιστη θερμοκρασία. Ακόμη, πρέπει να προσέξουμε να μην την εισπνέουμε γιατί είναι ασφυκτική, ενώ μπορεί να δημιουργήσει δερματολογικά και αναπνευστικά προβλήματα. Μπορούμε να την αναγνωρίσουμε από το μπλε χρώμα με το οποίο βαμμένο στο επάνω μέρος του πυροσβεστήρα.



*Εικόνα 4: Φορητός πυροσβεστήρας ξηράς χημικής σκόνης τύπου ABC*

### **Τροχήλατοι πυροσβεστήρες**

Οι τροχήλατοι πυροσβεστήρες (wheeled fire extinguishers) ονομάζονται αλλιώς και ημιφορητοί και στο πλοίο εντοπίζονται κυρίως αυτοί που περιέχουν αφρό, διοξειδίο του άνθρακα και ξηρά χημική σκόνη. Οι τροχήλατοι πυροσβεστήρες αφρού έχουν βάρος συνήθως από 45 έως 135 κιλά και αυτονομία από περίπου 65 έως 215 δευτερόλεπτα. Οι τροχήλατοι πυροσβεστήρες ξηράς χημικής σκόνης έχουν βάρος συνήθως από 50 έως 100 κιλά και αυτονομία από περίπου 45 έως 90 δευτερόλεπτα. Οι τροχήλατοι πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακα έχουν βάρος συνήθως από 9 έως 45 κιλά και αυτονομία από περίπου 24 έως 75 δευτερόλεπτα. Αυτοί οι πυροσβεστήρες είναι τοποθετημένοι πάνω σε ένα τροχήλατο σύστημα που μοιάζει με καρότσι ούτως ώστε να μπορούν να μεταφέρονται. Η βασική τους διαφορά με τους φορητούς πυροσβεστήρες είναι ότι



*Εικόνα 5: Τροχήλατος πυροσβεστήρας*



περιέχουν κατασβεστικό υλικό σε πολύ μεγαλύτερη ποσότητα, αλλά και η δυσκολία μετακίνησής τους καθώς έχουν πολύ μεγάλο βάρος που δεν μπορεί να μεταφέρει εύκολα ένα άτομο μόνο του. Έτσι, η αποστολή τους περιορίζεται στο συγκεκριμένο χώρο όπου είναι τοποθετημένοι, αλλά διευκολύνεται από τη μεγάλη μήκους μάνικα με την οποία είναι εξοπλισμένοι. Οι τροχήλατοι πυροσβεστήρες τοποθετούνται συνήθως σε χώρους του μηχανοστασίου και του λεβητοστασίου.

## Πυρίμαχες κουβέρτες

Η πυρίμαχη κουβέρτα (fire blanket) ανήκει στα φορητά μέσα πυρόσβεσης του πλοίου. Χρησιμεύει στην κατάσβεση μικρών εστιών πυρκαγιάς κατά προτίμηση στα αρχικά τους στάδια. Είναι κατασκευασμένη από πυρίμαχο υλικό και μπορεί να αντέξει σε θερμοκρασίες μέχρι και 900 °C. Παλαιότερα κατασκευαζόταν από αμιάντο, ο οποίος όμως, απαγορεύτηκε γιατί ανακαλύφθηκε ότι είναι καρκινογόνος. Πλέον, κατασκευάζεται από ενισχυμένα υφάσματα με υλικά όπως kevlar ή ενισχυμένες ίνες πλαστικού γυαλιού. Έχει την μορφή μιας κουβέρτας και οι διαστάσεις της συνήθως κυμαίνονται μεταξύ του 1x1,5 μέτρο και 1,2x2 μέτρα. Η χρήση της είναι απλή, σκεπάζουμε την πυρκαγιά με την κουβέρτα και έτσι η πυρκαγιά σβήνει από έλλειψη οξυγόνου. Η πυρίμαχη κουβέρτα φυλάσσεται διπλωμένη μέσα σε ένα κουτί ή σε σωληνωτή θήκη και τοποθετείται συνήθως στους χώρους του μαγειρείου και του μηχανοστασίου.



*Εικόνα 6: Πυρίμαχη κουβέρτα*

## Εξοπλισμός πυροσβέστη

Ο πυροσβέστης χρειάζεται να είναι κατάλληλα προετοιμασμένος για να αντιμετωπίσει την πυρκαγιά και ταυτόχρονα να μην θέσει τον εαυτό του σε κίνδυνο. Η Διεθνής Σύμβαση SOLAS είναι αυτή που ρυθμίζει τους κανονισμούς που αφορούν τον εξαρτισμό του πυροσβέστη, δηλαδή, τι πρέπει να κουβαλάει μαζί του. Σύμφωνα με αυτήν ο εξαρτισμός του πυροσβέστη αποτελείται από ατομικό εξοπλισμό και αναπνευστική συσκευή. Σε κάθε πλοίο απαιτείται να υπάρχουν τουλάχιστον δύο τέτοια σετ. Στα δεξαμενόπλοια προβλέπεται να υπάρχουν επιπλέον δύο πλήρεις εξαρτίσεις πυροσβέστη με πλήρη ατομικό εξοπλισμό και αναπνευστικές συσκευές.

Ο ατομικός εξοπλισμός του πυροσβέστη αποτελείται από τα ακόλουθα:

1. προστατευτική ενδυμασία από υλικό κατάλληλο για την προστασία του δέρματος από τη θερμότητα που ακτινοβολείται από τη φωτιά καθώς και από εγκαύματα, ενώ η εξωτερική επιφάνεια πρέπει να είναι αδιάβροχη
2. μπότες από καουτσούκ ή από άλλο μη αγώγιμο ηλεκτρικά υλικό
3. άκαμπτο κράνος που παρέχει αποτελεσματική προστασία από πιθανή πρόσκρουση
4. ηλεκτρικό λαμπτήρα ασφαλείας (φακό χειρός) εγκεκριμένου τύπου με χρονική περίοδο λειτουργίας τριών ωρών και ειδικά για τα δεξαμενόπλοια πρέπει να είναι αντιακρηκτικού τύπου
5. τσεκούρι με λαβή που παρέχει μόνωση υψηλής τάσης
6. μάσκα προσώπου όπου καταλήγει ο αέρας από την αναπνευστική συσκευή
7. ειδικά πυροσβεστικά γάντια
8. άκαυστο σωσίβιο σχοινί ή κολαούζος
9. πυράντοχη ζώνη με κρίκο που θα προσαρμόζεται ο κολαούζος

Η αναπνευστική συσκευή πρέπει να είναι αυτόνομη (Self Contained Breathing Apparatus - SCBA), δηλαδή, να λειτουργεί με συμπιεσμένο αέρα που περιέχεται σε μπουκάλες. Η συσκευή αυτή θα πρέπει να είναι ικανή να λειτουργεί τουλάχιστον για 30 λεπτά. Επίσης, οι φιάλες που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι επαναφορτιζόμενες. Ο αέρας κατευθύνεται με λάστιχο στη μάσκα, η οποία εφαρμόζει στεγανά στο πρόσωπο του πυροσβέστη. Η αναπνευστική συσκευή φοριέται ανάποδα (με τη βαλβίδα εξαγωγής αέρα προς τα κάτω) στην πλάτη του πυροσβέστη και στερεώνεται με ειδικούς ιμάντες. Ακόμη, η συσκευή διαθέτει μανόμετρο που μας λέει την πίεση της μπουκάλας που είναι ενδεικτικό για το πόσο αέριο έχει απομείνει, ενώ υπάρχει και ακουστικός συναγερμός που ηχεί όταν ελαττώθηκε σημαντικά η πίεση του αέρα. Αυτό συμβαίνει συνήθως όταν υπολείπονται περίπου 10 λεπτά ή και λιγότερο μέχρι να εξαντληθεί ο αέρας.

Ταυτόχρονα, μαζί με κάθε αυτόνομη αναπνευστική συσκευή πρέπει να παρέχεται μαζί και ένα άκαυστο σωσίβιο σχοινί (lifeline) ή αλλιώς κολαούζος, το οποίο πρέπει να έχει μήκος τουλάχιστον 30 μέτρα. Το σωσίβιο σχοινί πρέπει να περάσει με επιτυχία το δοκιμαστικό τεστ αντοχής όπου θα δεχθεί στατική δύναμη 3.5 kN για 5 λεπτά χωρίς να κοπεί. Ακόμη, χρειάζεται να είναι σε θέση να συνδέεται μέσω γάντζου με τους ιμάντες που συγκρατούν την αναπνευστική συσκευή ή με μια ξεχωριστή ζώνη προκειμένου να αποφευχθεί η αποσύνδεση της αναπνευστικής συσκευής από τη λειτουργία όταν χρησιμοποιείται το σωσίβιο σχοινί.

## **Αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές διαφυγής**

Οι αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές διαφυγής (Emergency escape breathing devices - EEBD) δεν αποτελούν μέρος του εξαρτισμού πυροσβέτη αλλά κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά και για αυτές. Οι συσκευές αυτές, λοιπόν, χρησιμοποιούνται μόνο για διαφυγή από έναν χώρο όπου υπάρχει επικίνδυνη ατμόσφαιρα, δηλαδή έχει γεμίσει καπνούς και δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο ή ο χώρος έχει κατακλιστεί από τοξικά αέρια. Γι' αυτόν τον λόγο είναι τοποθετημένα σε διάφορους χώρους όπου μπορούν να δημιουργηθούν οι παραπάνω συνθήκες όπως στο μηχανοστάσιο, στο λεβητοστάσιο, στο αντλιοστάσιο κ.α. Σε καμία περίπτωση η συσκευή αυτή δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για κατάσβεση πυρκαγιάς, για είσοδο σε κενούς χώρους ή δεξαμενές ή να φοριέται από τους πυροσβέστες. Στις παραπάνω περιπτώσεις πρέπει να χρησιμοποιείται η αυτόνομη αναπνευστική συσκευή. Με βάση τους κανονισμούς η αυτόνομη αναπνευστική συσκευή διαφυγής πρέπει να είναι απλή και εύκολη στη χρήση και να έχει ελάχιστη διάρκεια λειτουργίας 10 λεπτά. Στην πράξη, οι περισσότερες συσκευές έχουν διάρκεια περίπου 15 λεπτά που είναι υπεραρκετό για να μας επιτρέψει να διαφύγουμε από τον χώρο με επικίνδυνη ατμόσφαιρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΜΟΝΙΜΑ ΚΑΤΑΣΒΕΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### Εισαγωγή

Με τον όρο μόνιμα συστήματα εννοούμε συστήματα κατάσβεσης πυρκαγιάς πάνω στο πλοίο, τα οποία είναι μόνιμα εγκατεστημένα πάνω σε αυτό και παρέχουν τη δυνατότητα στο πλήρωμα να χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες πυροσβεστικού υλικού. Αυτά προστατεύουν χώρους υψηλής επικινδυνότητας όπως το μηχανοστάσιο, το αντλιοστάσιο και το κατάστρωμα ενός δεξαμενοπλοίου, χωρίς να αποκλείουμε την περίπτωση να τα δούμε εγκατεστημένα και σε άλλους χώρους. Συνήθως, η χρήση τους γίνεται σε περιπτώσεις που η φωτιά έχει λάβει μεγάλες διαστάσεις και δεν συνίστανται όταν η πυρκαγιά μπορεί να αντιμετωπιστεί με άλλα μέσα όπως χρήση ημιφορητών πυροσβεστήρων με μεγάλη ικανότητα παροχής κατασβεστικού υλικού. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από ένα δίκτυο σωληνώσεων, τον χώρο αποθήκευσης του κατασβεστικού υλικού (σε συστήματα που χρησιμοποιούν μόνο νερό δεν απαιτείται), το ίδιο το κατασβεστικό υλικό και τα μέσα εκείνα που θα επιτρέψουν την χειροκίνητη λειτουργία του σε περίπτωση που δεν ενεργοποιείται αυτόματα.

Τα μόνιμα συστήματα αντιμετώπισης πυρκαγιάς που εντοπίζουμε σε ένα δεξαμενόπλοιο είναι τα ακόλουθα:

1. Μόνιμο κατασβεστικό σύστημα νερού
2. Μόνιμο κατασβεστικό σύστημα αφρού
3. Μόνιμο κατασβεστικό σύστημα διοξειδίου του άνθρακα
4. Αυτόματο κατασβεστικό σύστημα Sprinkler

#### Μόνιμο κατασβεστικό σύστημα νερού

Σύμφωνα με τους κανονισμούς (διεθνής σύμβαση SOLAS και ειδικότερα τον κώδικα Fire Safety Systems) όλα τα εμπορικά πλοία είναι υποχρεωμένα να έχουν εγκατεστημένο μόνιμο σύστημα κατάσβεσης που θα χρησιμοποιεί αποκλειστικά νερό. Αυτό το σύστημα θα καλύπτει ολόκληρο το πλοίο καθώς το δίκτυό του επεκτείνεται με τη χρήση μανικών. Όμως, το νερό δεν απευθύνεται σε όλα τα είδη πυρκαγιών, αλλά μόνο σε αυτές που ανήκουν στην κατηγορία Α, δηλαδή αφορά μόνο στερεά καύσιμα. Η επίδρασή του στην κατάσβεση της φωτιάς έγκειται στην ψύξη, δηλαδή, την απορρόφηση μεγάλης ποσότητας θερμότητας που επιδρά στη μείωση της θερμοκρασίας κάτω από το σημείο καύσης όπου δεν μπορεί να διατηρηθεί η φωτιά.

Το μόνιμο σύστημα νερού αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Κύριες αντλίες πυρκαγιάς: Οι αντλίες πυρκαγιάς είναι αυτές που τραβούν θαλασσινό νερό από ειδικές αναρροφήσεις και το διοχετεύουν στο δίκτυο της πυρκαγιάς. Φορτηγά πλοία, συμπεριλαμβανομένων των δεξαμενοπλοίων άνω των 1000 κ.ο.χ. πρέπει να είναι εξοπλισμένα με τουλάχιστον δύο (2) ανεξάρτητες αντλίες πυρκαγιάς. Αντίστοιχα, φ/γ πλοία κάτω των 1000 κ.ο.χ. πρέπει να είναι εξοπλισμένα με τουλάχιστον δύο (2) μηχανοκίνητες αντλίες πυρκαγιάς εκ των οποίων η μια πρέπει να είναι ανεξάρτητη. Οι αντλίες έρματος και γενικής χρήσης μπορεί να γίνουν αποδεκτές σαν αντλίες πυρκαγιάς με την προϋπόθεση ότι σε καμία περίπτωση δεν χρησιμεύουν για μετάγγιση πετρελαίου. Ωστόσο εάν χρησιμοποιούνται περιστασιακά για αυτόν τον τρόπο, τότε αρκεί να γίνουν συγκεκριμένες τροποποιήσεις και να κριθεί κατάλληλη. Οι αντλίες πυρκαγιάς σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να παρέχουν ποσότητα νερού μικρότερη από 25 κυβικά μέτρα την ώρα. Σημειώνεται ότι η τοποθέτηση των αντλιών πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η πυρκαγιά σε ένα χώρο να μην θέσει εκτός λειτουργίας όλες τις αντλίες. Δηλαδή, οι αντλίες πρέπει να βρίσκονται απομακρυσμένες η μια από την άλλη όπως επίσης και οι αναρροφήσεις της θάλασσας αλλά και η τροφοδοσία ισχύος.
- Εφεδρική αντλία πυρκαγιάς: Αυτή η αντλία θα βρίσκεται υποχρεωτικά σε χώρο εκτός του μηχανοστασίου και θα τροφοδοτείται με ενέργεια από την ηλεκτρογεννήτρια έκτακτης ανάγκης, η οποία μπορεί να τροφοδοτεί με ρεύμα όλες τις συσκευές που έχουν σχέση με την ασφάλεια του πλοίου για 36 ώρες. Το συνολικό ύψος της αναρρόφησης της αντλίας δεν θα υπερβαίνει τα 4,5 μετρά σε όλες τις συνθήκες πιθανής κλίσης η διαγωγής του πλοίου. Η παροχή σε νερό δεν θα είναι μικρότερη από το 40% της ολικής απαιτούμενης παροχής των αντλιών πυρκαγιάς, ενώ δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 25 κυβικά μέτρα ανά ώρα. Για φορτηγά πλοία (και δεξαμενόπλοια) μικρότερα των 2000 κ.ο.χ. η παροχή του νερού δεν θα πρέπει να είναι λιγότερη από 15 κυβικά μετρα ανά ώρα.
- Δίκτυο πυρκαγιάς: Το δίκτυο διανομής του θαλασσινού νερού που ξεκινά από τις αντλίες και διακλαδίζεται κατα μήκος του πλοίου ονομάζεται και γραμμή πυρκαγιάς (fire line). Βρίσκεται στο εσωτερικό (ακομοδέσιο, μηχανοστάσιο κτλ.) αλλά και στο εξωτερικό του πλοίου (κατάστρωμα). Το μέγεθος της γραμμής πρέπει να επαρκεί για παροχή νερού 140 κυβικών μέτρων την ώρα. Στο δίκτυο περιλαμβάνονται απομονωτικά και κατευθυντήρια επιστόμια που διοχετεύουν το νερό στους χώρους όπου χρειάζεται για την ελαχιστοποίηση της απώλειας πίεσης.
- Λήψεις πυρκαγιάς: Οι λήψεις πυρκαγιάς (fire hydrants) βρίσκονται τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς χώρους του πλοίου. Πάνω σε αυτές με τη χρήση ειδικού επιστομίου μπορούμε να ενώσουμε μια μάνικα και έτσι να προεκτείνουμε την εμβέλεια του

δικτύου πυρκαγιάς. Πρέπει να είναι τοποθετημένες έτσι ώστε να επιτρέπουν την ταυτόχρονη χρήση δύο μανικών από διαφορετική λήψη για να φτάνουν σε οποιοδήποτε σημείο του πλοίου.

- Μάνικες πυρκαγιάς: Οι μάνικες πυρκαγιάς (fire hoses) πρέπει να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε περίπτωση κατάσβεσης φωτιάς και όχι για οποιαδήποτε άλλη εργασία. Είναι κατασκευασμένες από ειδικό άφθαρτο υλικό όπως πολυεστέρας με επίστρωση υφάσματος και εσωτερική επένδυση από καουτσούκ. Στις δυο άκρες της θα φέρει από ένα ταχυσύνδεσμο που μας επιτρέπει την γρήγορη σύνδεση της μάνικας με την λήψη πυρκαγιάς, αλλά και την γρήγορη σύνδεση στη άλλη άκρη του ακροσωληνίου με την μάνικα. Ακόμη, η μάνικα θα αναγράφει πάνω την διάμετρο της, το μήκος της και σε πόση πίεση σε bar δοκιμάστηκε η αντοχή της. Φορτηγά πλοία (και δεξαμενόπλοια) άνω των 1000 κ.ο.χ. πρέπει να έχουν μια μάνικα για κάθε 30 μέτρα μήκους του πλοίου συν μια εφεδρική, αλλά όχι λιγότερες από πέντε μάνικες και σε ορισμένες περιπτώσεις η Αρχή (σημαία) μπορεί να αυξήσει τον αριθμό των μανικών που απαιτούνται. Ο αριθμός των μανικών που απαιτούνται σε πλοία κάτω των 1000 κ.ο.χ. θα υπολογίζεται με παρόμοιο τρόπο, αλλά δεν πρέπει να είναι μικρότερος από τρεις μάνικες. Για πλοία που κατασκευάστηκαν μετά τον Ιούλιο του 2002 το επιτρεπόμενο ελάχιστο μήκος της μάνικας είναι 10 μέτρα και το μέγιστο είναι 15 μέτρα για χώρους του μηχανοστασίου ή του αντλιοστασίου, 20 μέτρα για ανοιχτούς χώρους ή για το κατάστρωμα και 25 μέτρα για καταστρώματα πλοίων με μέγιστο πλάτος άνω των 30 μέτρων.
- Πυροσβεστικές φωλιές: Οι πυροσβεστικές φωλιές είναι τα γνωστά κόκκινα κουτιά που βρίσκονται διασκορπισμένα σε όλο το πλοίο. Περιέχουν πυροσβεστικές μάνικες, ακροσωλήνιο εκτόξευσης και ειδικό κλειδί για το σφίξιμο της σύνδεσης της μάνικας με την πυροσβεστική λήψη. Το ακροσωλήνιο συνδέεται στο άκρο της μάνικας και μπορεί να τεθεί συνήθως σε τέσσερις θέσεις: θέση συμπαγούς βολής, θέση ομίχλης υψηλής ταχύτητας, θέση ομίχλης χαμηλής ταχύτητας σαν ομπρέλα και κλειστή θέση.
- Διεθνής σύνδεση ξηράς: Η διεθνής σύνδεση με την ξηρά (International Shore Connection) είναι μια φλάντζα που χρησιμεύει στη διασύνδεση του κατασβεστικού δικτύου νερού του πλοίου με αυτό της ξηράς (του λιμανιού ή του τερματικού όπου βρίσκεται το πλοίο) σε περίπτωση που υπάρχει κάποιο πρόβλημα και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το σύστημα του πλοίου. Κάθε πλοίο πρέπει να είναι εφοδιασμένο με τουλάχιστον έναν τέτοιο σύνδεσμο.

Η συντήρηση του συστήματος περιλαμβάνει τα ακόλουθα. Οι αντλίες πυρκαγιάς πρέπει να συντηρούνται συμφώνως των οδηγιών και να βρίσκονται πάντοτε σε ετοιμότητα. Πρέπει να ελέγχεται η κατάσταση του δικτύου πυρκαγιάς αλλά και η κατάσταση των πυροσβεστικών λήψεων ότι ανοίγουν εύκολα, ενώ

χρειάζεται να γρασάρονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Επίσης, πρέπει να γίνεται οπτικός έλεγχος των πυροσβεστικών φωλεών και των μανικών. Πρέπει να γρασάρονται τα λάστιχα από τους ταχυσυνδέσμους αλλά και από τα ακροσωλήνια. Ακόμη, είναι αναγκαίο να δοκιμάζεται ολόκληρο το σύστημα περιοδικά, αλλά και στα γυμνάσια πυρκαγιάς. Οι μάνικες πρέπει να δοκιμάζονται για τυχόν διαρροές και κατόπιν να ξεπλένονται με γλυκό νερό. Οποιαδήποτε ελαττωματική μάνικα πρέπει να αντικαθίσταται άμεσα.

## **Μόνιμο κατασβεστικό σύστημα αφρού**

Ο αφρός είναι ένα πολύ χρήσιμο κατασβεστικό υλικό και βρίσκει εφαρμογές στην καταπολέμηση της πυρκαγιάς επί του πλοίου πέρα από τους αντίστοιχους πυροσβεστήρες και στα μόνιμα εγκατεστημένα συστήματα αφρού. Ειδικά στα δεξαμενόπλοια εγκαθίσταται για να προστατεύει το μηχανοστάσιο, το αντλιοστάσιο, το λεβητοστάσιο, το κατάστρωμα, τις δεξαμενές φορτίου αλλά και άλλους χώρους όπως αποθήκες χρωμάτων κ.α.

Ο αφρός είναι αποτελεσματικός για πυρκαγιές που αφορούν στερεά ή υγρά καύσιμα. Η επίδρασή του στη φωτιά έγκειται στο ότι προκαλεί αποπνιγμό, δηλαδή, πνίγει τη φωτιά δημιουργώντας ένα στρώμα αφρού που δεν επιτρέπει στο οξυγόνο να περάσει και να έρθει σε επαφή με την καιόμενη ύλη. Χωρίζεται σε αφρό χαμηλής, μέσης και υψηλής εκτόνωσης εκ των οποίων ο αφρός μέσης εκτόνωσης δεν χρησιμοποιείται συνήθως στα πλοία. Αντιθέτως, οι άλλοι δύο χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά και ακόμη πιο πολύ σε δεξαμενόπλοια. Ο αφρός χαμηλής εκτόνωσης έχει συντελεστή διαστολής κοντά στο 12:1, δηλαδή, 1 γραμμάριο αφροποιητικού υλικού δημιουργεί 12 γραμμάρια αφρογενούς διαλύματος όταν ενωθεί με το νερό. Είναι σχετικά βαρύς και χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να καλύψουμε μεγάλες επιφάνειες όπως το κατάστρωμα. Ο αφρός υψηλής εκτόνωσης έχει συντελεστή διαστολής πάνω από 100:1 και αυτοί που χρησιμοποιούνται στα πλοία έχουν συνήθως συντελεστή κοντά στο 1000:1. Είναι ελαφρύτερος από τον προηγούμενο και χρησιμοποιείται όταν θέλουμε άμεση κατάκλυση του χώρου. Γι' αυτόν τον λόγο εγκαθίσταται στα πλοία για την προστασία κλειστών χώρων όπως το μηχανοστάσιο και το αντλιοστάσιο.

Ένα τυπικό σύστημα αφρού περιλαμβάνει την παροχή νερού, τη δεξαμενή αποθήκευσης του αφρογόνου υλικού, το μηχανισμό ένωσης νερού και αφρού με συγκεκριμένη αναλογία (water-foam proportioning mechanism), το δίκτυο μεταφοράς και διαμοιρασμού του αφρού στους χώρους που προστατεύονται και τα ακροφύσια όπου καταλήγει. Ως γνωστόν, ο αφρός δημιουργείται από την ένωση αφρογενούς υλικού με νερό οπότε είναι απαραίτητη η παροχή νερού συνήθως από τη θάλασσα μέσω αντλίας ενώ δεν αποκλείεται να υπάρχει η δυνατότητα άντλησης από δεξαμενές του πλοίου. Το αφρογενές υλικό που δεν είναι άλλο από πρωτεΐνες αποθηκεύεται εντός ειδικής ξεχωριστής δεξαμενής που βρίσκεται στο επονομαζόμενο δωμάτιο αφρού (foam room). Αυτή η δεξαμενή δεν είναι γεμάτη εξ' ολοκλήρου αλλά μέχρι τη μέση για να

εξασφαλιστεί η παρατεταμένη διάρκεια ζωής του συμπυκνώματος. Ακόμη, είναι στεγανοποιημένη από τον περιβάλλοντα αέρα και δεν αλληλεπιδρά με αυτόν παρά μόνο όταν υπάρχει υπερπίεση ή υποπίεση και αυτό γίνεται με ειδικό αυτόματο μηχανισμό. Είναι ευνόητο ότι όταν υπάρχουν διαφορετικά συστήματα αφρού επί του πλοίου, όπως σύστημα χαμηλής και σύστημα υψηλής εκτόνωσης, τότε το αφρογενές υλικό θα φυλάσσεται σε ξεχωριστή δεξαμενή για το κάθε σύστημα. Όταν, λοιπόν, θέσουμε σε λειτουργία το σύστημα και ξεκινήσει η παροχή νερού πρέπει να ανοίξουμε χειρίζοντας τα αντίστοιχα επιστόμια και την παροχή του αφρογόνου μίγματος πρωτεϊνών. Τότε αναλαμβάνει ο μηχανισμός αναλογίας που επιτυγχάνει την επιθυμητή μίξη του νερού με το αφρογόνο υλικό που θα παράξει αφροποιητικό διάλυμα με αναλογία περίπου 97% νερό και 3% αφρογενές υλικό. Αφού ο προσμιχθούν τα δύο βασικά συστατικά του αφρού τότε εισέρχεται στις σωληνώσεις εκείνες που θα το διανείμουν στους επιμέρους χώρους που προστατεύει το σύστημα. Όπως προαναφέρθηκε οι σωληνώσεις του συστήματος χαμηλής εκτόνωσης οδηγούνται στο κατάστρωμα και αυτές του συστήματος υψηλής εκτόνωσης κατευθύνονται στους κλειστούς χώρους που προστατεύουν. Τέλος, ο αφρός καταλήγει σε ειδικά ακροφύσια όπου τότε πλέον μπορούμε να ισχυριστούμε ότι παράγεται ο αφρός τη στιγμή που ενώνεται το αφρογενές διάλυμα με τον αέρα αποκτώντας ακόμη μεγαλύτερη κατασβεστική ικανότητα. Όταν αυτά βρίσκονται σε κλειστούς χώρους έχουν τη μορφή ενός χωνιού και είναι σταθερά τοποθετημένα σε υψηλό σημείο εντός του χώρου. Υπάρχουν ακόμη και φορητά ακροφύσια που κάνουν την αντίστοιχη δουλειά, δηλαδή, ενώνουν το αφροποιητικό διάλυμα με τον ατμοσφαιρικό αέρα και κατευθύνουν τον αφρό χειροκίνητα προς τη φωτιά που ονομάζονται εκτοξευτήρες αφρού (foam applicator).



*Εικόνα 7: Δεξαμενή αφρογόνου υλικού*

Όλα τα δεξαμενόπλοια χωρητικότητας άνω των 4000 dwt πρέπει να είναι εφοδιασμένα με μόνιμο σύστημα παραγωγής αφρού χαμηλής εκτόνωσης για το



κατάστρωμα που θα καλύπτει ολόκληρο το κατάστρωμα που βρίσκεται πάνω από τις δεξαμενές αλλά και τις ίδιες τις δεξαμενές φορτίου σε περίπτωση ρήγματος του περιβλήματός τους. Σύμφωνα με τους κανονισμούς ο αφρός πρέπει να παρέχεται με καθορισμένο ρυθμό ανά τετραγωνικό μέτρο καταστρώματος, αλλά όχι λιγότερο από 1250 λίτρα ανά λεπτό. Ακόμη, ορίζεται ότι το αφροποιητικό υλικό πρέπει να επαρκεί για να παράξει αφρογόνο μίγμα που θα εξασφαλίσει την παροχή αφρού με τον καθορισμένο ρυθμό για τουλάχιστον 20 λεπτά.

Ο αφρός από αυτό το σύστημα πρέπει να διοχετεύεται στο κατάστρωμα μέσα από τα κανονάκια (foam monitors), που χρησιμοποιούνται και στο κατασβεστικό δίκτυο του νερού και μέσα από εκτοξευτήρες αφρού (foam applicators). Ο αριθμός των κανονιών που απαιτούνται ορίζεται ανάλογα με το μήκος του πλοίου και κάθε κανονάκι πρέπει να έχει την ικανότητα να διοχετεύει τουλάχιστον το 50% της καθορισμένης παροχής αφρού. Η εμβέλεια τους ορίζεται ως το 75% του μέγιστου ορίου που φθάνουν χωρίς την επίδραση του ανέμου. Οι δε εκτοξευτήρες ενώνονται με τις μάνικες και μέσω αυτών συνδέονται στο δίκτυο διανομής κατασβεστικού αφρού του καταστρώματος από ειδικές λήψεις (foam hydrants) που υπάρχουν. Ο αριθμός και η θέση των εκτοξευτήρων αφρού πρέπει να είναι υπολογισμένα έτσι ώστε να επιτρέπουν την ταυτόχρονη χρήση δύο εξ αυτών για να κατευθύνουν τον αφρό προς οποιοδήποτε σημείο του καταστρώματος πάνω από τις δεξαμενές φορτίου. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον 4 εκτοξευτήρες αφρού μαζί με τις μάνικές τους τοποθετημένοι σε ειδικά κουτιά. Ακόμη, κάθε εκτοξευτήρας πρέπει να έχει την ικανότητα παροχής τουλάχιστον 400 λίτρων ανά λεπτό και εμβέλεια πάνω από 15 μέτρα σε ήρεμες συνθήκες αέρα. Σε δεξαμενόπλοια κάτω των 4000 dwt δεν απαιτείται η ύπαρξη κανονιών παρά μόνο εκτοξευτήρων αφρού που ο καθένας πρέπει να έχει την ικανότητα να τροφοδοτεί με αφρό τουλάχιστον στο 25% του παρεχόμενου ρυθμού.

Σημαντική προσοχή πρέπει να δίνετε στο γεγονός ότι ο αφρός είναι αποπνικτικός και για τον άνθρωπο και για αυτό πριν τη διοχέτευση αφρού σε κλειστούς χώρους πρέπει να έχει προηγηθεί η εκκένωσή τους από το πλήρωμα, η οποία σημαίνεται με ειδικό ηχητικό και οπτικό συναγερμό και ειδοποιεί το προσωπικό να εγκαταλείψει άμεσα το χώρο.

## **Μόνιμο κατασβεστικό σύστημα διοξειδίου του άνθρακα**

Το μόνιμο κατασβεστικό σύστημα διοξειδίου του άνθρακα ή αλλιώς σύστημα CO<sub>2</sub> εγκαθίσταται στα σύγχρονα δεξαμενόπλοια για να προστατέψει χώρους όπως το μηχανοστάσιο, το λεβητοστάσιο, το αντλιοστάσιο, διαμερίσματα γεννητριών και αποθήκες. Σε φορτηγά πλοία χρησιμοποιείται και για την κατάσβεση πυρκαγιών στους χώρους του φορτίου (αμπάρια).

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα αρκετά αποτελεσματικό κατασβεστικό υλικό που επιτίθεται και στις τρεις

γωνίες του τριγώνου της φωτιάς. Δηλαδή, περιορίζει τα επίπεδα του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα του χώρου, αποκόπτει την καύσιμη ύλη από τον ατμοσφαιρικό αέρα καθώς το CO<sub>2</sub> είναι 1,5 φορά βαρύτερο από αυτόν και ταυτόχρονα επιδρά και στη μείωση της θερμότητας χάρη στη χαμηλή θερμοκρασία του συμπιεσμένου αερίου που διοχετεύεται. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι κατάλληλο για πυρκαγιές υγρών και αερίων καυσίμων καθώς και για πυρκαγιές που εμπεριέχουν μια από τις προηγούμενες κατηγορίες υλικών υπό ηλεκτρική τάση.

Στο σύστημα αυτό περιλαμβάνεται ένα ειδικό διαμέρισμα όπου είναι αποθηκευμένες μεγάλες φιάλες που περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα και για αυτό ο χώρος ονομάζεται και δωμάτιο CO<sub>2</sub>. Οι φιάλες είναι τοποθετημένες σε συστοιχίες και ταυτόχρονα είναι στερεωμένες σε μόνιμα πλαίσια. Ο αριθμός των φιαλών που υπάρχουν ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του χώρου που είναι προορισμένο το σύστημα να κατασβέσει. Το διοξείδιο του άνθρακα που περιέχεται στις φιάλες είναι στην κανονική του μορφή αέριο, αλλά για οικονομία χώρου και μεγιστοποίηση του διαθέσιμου κατασβεστικού υλικού είναι συμπιεσμένο και έτσι βρίσκεται στην υγρή του μορφή.



*Εικόνα 8: Φιάλες CO<sub>2</sub>*

Ο χειρισμός του συστήματος γίνεται μέσω ενός συστήματος ελέγχου, το οποίο είναι σαν κονσόλα και συνήθως βρίσκεται εντός του δωματίου CO<sub>2</sub>, αλλά δεν αποκλείεται να είναι τοποθετημένο και εκτός του χώρου όπου φυλάσσονται οι φιάλες. Από εκεί μπορούμε να θέσουμε σε λειτουργία το σύστημα CO<sub>2</sub> και να προωθήσουμε το αέριο για το σβήσιμο της φωτιάς. Επειδή, όμως, το αέριο είναι ασφυκτικό για τον άνθρωπο πρέπει να έχει προηγηθεί επιβεβαιωμένη εγκατάλειψη του χώρου από το πλήρωμα, ενώ για την ενεργοποίηση του συστήματος χρειάζεται και η άδεια του Πλοιάρχου. Ηχεί δηλαδή ειδικός συναγερμός που προειδοποιεί το προσωπικό ότι πρέπει να εγκαταλείψει άμεσα το χώρο γιατί αυτός θα κατακλυσθεί από διοξείδιο του άνθρακα. Πρέπει ακόμη να διακόψουμε τον εξαερισμό στον χώρο αυτόν και αν είναι δυνατόν να σταματήσουμε και την παροχή ηλεκτρισμού.

Στη συνέχεια, όταν το σύστημα ενεργοποιηθεί, το διοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται από τις φιάλες και επανέρχεται στη φυσική του μορφή, δηλαδή, ξαναγίνετε αέριο. Μέσω ειδικών σωληνώσεων που είναι συνδεδεμένες με τις επιμέρους συστοιχίες φιαλών το αέριο μπορεί να διοχετευθεί σε όλους τους χώρους τους οποίους προστατεύει το σύστημα CO<sub>2</sub>. Τέλος, ψεκάζεται μέσα από ειδικά ακροφύσια που έχουν σχήμα χωνιού ή είναι σαν διάτρητοι σωλήνες και βρίσκονται εγκατεστημένα σε ψηλό σημείο εντός του χώρου που προστατεύουν.

Τα κατευθυντήρια επιστόμια ενεργοποιούνται αφότου ανοίξουν οι φιάλες και διαχέουν το διοξείδιο του άνθρακα προς τα επιλεγμένα διαμερίσματα. Κάθε επιστόμιο πρέπει να έχει το όνομα του διαμερίσματος ή του είδους του ηλεκτρικού

εξοπλισμού που απευθύνεται. Για να λειτουργήσει το σύστημα, δηλαδή για να διοχετευθεί το CO<sub>2</sub> σε ένα διαμέρισμα ή είδος ηλεκτρικού εξοπλισμού, χειριζόμαστε πρώτα το σύστημα ανοίγματος της φιάλης και μετά τα κατευθυντήρια επιστόμια που εξυπηρετούν το διαμέρισμα ή είδος ηλεκτρικού εξοπλισμού.

Μερικοί μικροί χώροι, όπως για παράδειγμα οι αποθήκες χρωμάτων, μπορεί να προστατεύονται από φιάλες που βρίσκονται μέσα σ' αυτούς. Σ' αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει σύστημα αυτόματης απελευθέρωσης του CO<sub>2</sub> όταν δημιουργηθούν συνθήκες θερμοκρασίας που υποδεικνύουν την ύπαρξη πυρκαγιάς. Το σύστημα μπορεί επίσης να ενεργοποιείται και χειροκίνητα από θέση τηλεχειρισμού που βρίσκεται κοντά στην είσοδο του συγκεκριμένου χώρου.

## Αυτόματο κατασβεστικό σύστημα Sprinkler

Πρόκειται για ένα μόνιμο κατασβεστικό σύστημα που εγκαθίσταται συνήθως σε επιβατηγά πλοία ή κρουαζιερόπλοια για προστασία των χώρων ενδιατήσεως επιβατών και πληρώματος όπως καμπίνες, καπνιστήρια, τραπεζαρίες, κοινόχρηστους χώρους. Αυτό όμως δεν αποκλείει να το δούμε και σε δεξαμενόπλοια σε αντίστοιχους χώρους του πληρώματος αλλά και σε επιλεγμένα σημεία του μηχανοστασίου όπως χώρους αποθήκευσης λιπαντικών ή χρωμάτων.

Το σύστημα Sprinkler είναι ένα αυτόματο σύστημα ανίχνευσης, κατάσβεσης και αναγγελίας πυρκαγιάς. Αποτελείται από μια κεντρική δεξαμενή γλυκού νερού και από ένα δίκτυο σωληνώσεων που διακλαδίζεται σε όλους τους προστατευμένους χώρους και καταλήγει στις κεφαλές Sprinkler που αναλαμβάνουν τον ρόλο του ανιχνευτή πυρκαγιάς και ψεκαστήρα νερού. Αντί της ξεχωριστής δεξαμενής γλυκού νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η κύρια δεξαμενή γλυκού νερού του πλοίου. Στην πρώτη περίπτωση της ξεχωριστής δεξαμενής αυτή πρέπει να βρίσκεται εκτός των χώρων του μηχανοστασίου. Ολόκληρο το δίκτυο σωληνώσεων είναι γεμάτο με γλυκό νερό που βρίσκεται συνεχώς υπό πίεση με τη βοήθεια μιας αντλίας, η οποία επίσης είναι εγκατεστημένη σε χώρο εκτός του μηχανοστασίου.



Στη συνέχεια, η κεφαλή Sprinkler παίζει τον ρόλο του πάματος που εμποδίζει το νερό να διαχυθεί στο χώρο. Ο βασικός ρόλος, όμως, αυτής της κεφαλής είναι η ανίχνευση της πυρκαγιάς. Η κεφαλή Sprinkler περιέχει ένα ειδικό γυαλάκι με μορφή αμπούλας, το οποίο είναι και ανιχνευτής θερμότητας. Όταν σε ένα χώρο ξεσπάσει φωτιά, τότε εξαιτίας της θερμότητας που δημιουργείται από την καύση το γυαλάκι σπάει

**Εικόνα 9: Κεφαλή ραντιστήρα Sprinkler**

επιτρέποντας στο νερό να περάσει και μέσω της ειδικής κατασκευής που μοιάζει με μηχανισμό ραντισμού να ψεκάσει στον χώρο. Το σύστημα, δηλαδή, ενεργοποιείται αυτόματα χωρίς να χρειάζεται μεσολάβηση του πληρώματος για να ξεκινήσει. Οι κεφαλές είναι ρυθμισμένες (κατασκευαστικά) να ενεργοποιηθούν σε προκαθορισμένες θερμοκρασίες που ποικίλουν ανάλογα με το μοντέλο από 68 έως 79 βαθμούς Κελσίου.

Καθώς όμως το νερό ψεκάζεται στο χώρο η πίεση μειώνεται και για αυτό ενεργοποιείται αυτόματα ένας διακόπτης, ο οποίος με την σειρά του ενεργοποιεί την αντλία του συστήματος για την παροχή περισσότερου νερού από τη δεξαμενή. Ταυτόχρονα, ενεργοποιείται και το σύστημα αναγγελίας πυρκαγιάς. Στην περίπτωση που τελειώσει το γλυκό νερό χωρίς να έχει κατασβεστεί η πυρκαγιά, υπάρχει μέριμνα ώστε να τροφοδοτηθεί το σύστημα χειροκίνητα με θαλασσινό νερό.

Επίσης, είναι τοποθετημένες στην οροφή του χώρου όπου βρίσκονται για να καλύπτουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερες επιφάνειες ραντισμού αλλά και ανίχνευσης θερμότητας, η οποία έχει την τάση να διαχέεται πάντα προς τα πάνω. Κάθε τμήμα ραντιστηρών θα πρέπει να μπορεί να απομονώνεται με ένα διακόπτη. Ακόμη, το σύστημα θα τροφοδοτείται ηλεκτρικά από δυο διαφορετικές πηγές ενέργειας, δηλαδή από τις ηλεκτρομηχανές του πλοίου αλλά και από την ηλεκτρογεννήτρια ανάγκης (emergency generator). Τέλος, πρέπει να υπάρχουν αμοιβές κεφαλές για κάθε τμήμα πάνω στο πλοίο.

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα γίνεται οπτικός έλεγχος του συστήματος για τυχόν διαρροές, ενώ όσες κεφαλές δεν είναι σε καλή κατάσταση αντικαθίστανται άμεσα. Επίσης, διεξάγεται δοκιμή του συστήματος αναγγελίας πυρκαγιάς για κάθε τμήμα ραντιστήρων ξεχωριστά, αλλά και δοκιμή της αυτόματης λειτουργίας της αντλίας με πτώση της πίεσης του νερού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

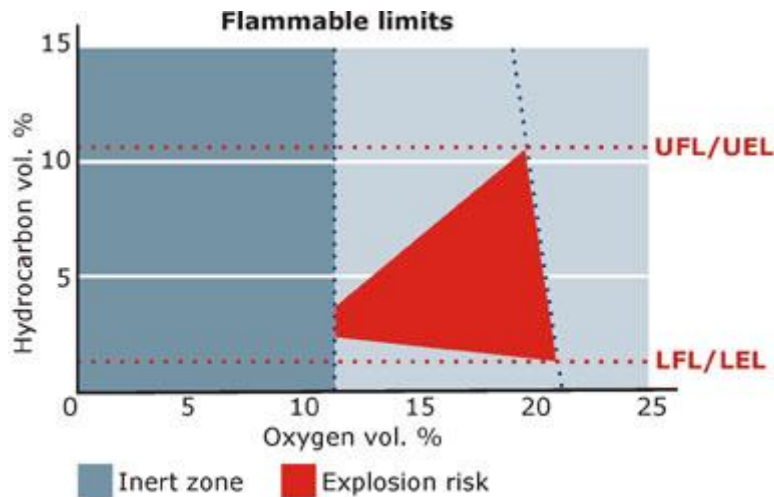
### ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

#### Χρησιμότητα του συστήματος αδρανούς αερίου

Με τον όρο αδρανές αέριο καλούμε εκείνο το μίγμα αερίων το οποίο περιλαμβάνει ανεπαρκή επίπεδα οξυγόνου που δεν μπορούν να υποστηρίξουν την καύση υδρογονανθράκων. Αδρανή αέρια θεωρούνται εκτός των άλλων το άζωτο και το διοξείδιο του άνθρακα. Τέτοια μίγματα αερίων παράγονται από τα συστήματα αδρανούς αερίου με στόχο να αδρανοποιήσουν τις δεξαμενές φορτίου των δεξαμενοπλοίων ούτως ώστε σε αυτές να μην μπορεί να δημιουργηθεί εύφλεκτο μίγμα που μπορεί να αναφλεγεί. Η δράση του με άλλα λόγια είναι προληπτική, δηλαδή, να αποτρέψει τη φωτιά πριν αυτή ξεσπάσει. Παρ' όλα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί βοηθητικά και για κατάσβεση της φωτιάς με αραίωση των επιπέδων οξυγόνου σε έκτακτες καταστάσεις. Η SOLAS (Διεθνής Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ζωής στη Θάλασσα) έχει καταστήσει τον εξοπλισμό με τέτοια συστήματα παραγωγής και διανομής αδρανούς αερίου υποχρεωτικό για όλα τα καινούργια δεξαμενόπλοια.

Τα αέρια υδρογονανθράκων δεν μπορούν να αναφλεγούν σε μια ατμόσφαιρα που περιλαμβάνει λιγότερο από περίπου 11% κατ' όγκο οξυγόνο. Οπότε, ένας τρόπος να προστατευτούν από φωτιά ή έκρηξη οι χώροι του φορτίου είναι να διατηρηθούν κάτω από αυτό το όριο τα επίπεδα οξυγόνου. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση και χρήση του προαναφερθέντος μόνιμου συστήματος παραγωγής και διανομής αδρανούς αερίου που περιλαμβάνει και μέσα πρόληψης της επιστροφής του στους χώρους του μηχανοστασίου απ' όπου δημιουργήθηκε.

Επίσης, γνωρίζουμε από το κεφάλαιο της ευφλεκτικότητας (βλ. Κεφ. 1) ότι ένα μίγμα αερίων υδρογονανθράκων και ατμοσφαιρικού αέρα δεν μπορεί να αναφλέγει και να καεί, εκτός αν η σύνθεση του βρίσκεται σε μια ζώνη περιεκτικότητας σε υδρογονάνθρακες στην οποία υπάρχει αρκετό αέριο υδρογονανθράκων για τη διατήρηση και διάδοση της καύσης. Για να υπάρξει φωτιά πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στο ανώτερο και στο κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας. Τα πετρελαιοειδή εμφανίζουν διαφορετικά τέτοια όρια. Για παράδειγμα, η βενζίνη έχει κατώτερο όριο 1,4% και ανώτερο όριο 7,6% , η κηροζίνη έχει 0,7% με 4,9% αντίστοιχα, το προπάνιο έχει 2,1% με 9,5% κ.ο.κ. Έτσι, έγινε γενικά αποδεκτό να θεωρούμε το κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας (Lower Flammable Limit - LFL) ως 1% και το ανώτερο όριο ευφλεκτικότητας (Upper Flammable Limit - UFL) ως 10%.



*Εικόνα 10: Διάγραμμα ευφλεκτικότητας*

Όπως βλέπουμε και στο παραπάνω διάγραμμα η ατμόσφαιρα καθίσταται αδρανοποιημένη σε ποσοστά οξυγόνου χαμηλότερα του 11% που σημαίνει ότι το οξυγόνο δεν επαρκεί για την καύση. Ταυτόχρονα, σε ποσοστά του καυσίμου που βρίσκονται κάτω από το κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας επίσης δεν μπορεί να δημιουργηθεί καύση γιατί δεν υπάρχει επαρκές αέριο υδρογονάνθρακα.

Η σύμβαση SOLAS του 1974 όπως τροποποιήθηκε και ισχύει μέχρι σήμερα απαιτεί το σύστημα αδρανούς αερίου να είναι ικανό να παρέχει αδρανές αέριο με περιεκτικότητα σε οξυγόνο μικρότερη από 5%. Ακόμη, θα πρέπει να διατηρείται θετική πίεση στις δεξαμενές φορτίου καθώς και η περιεκτικότητα του οξυγόνου δεν πρέπει να υπερβεί το 8% κατ' όγκο στη δεξαμενή εκτός από όταν αυτή χρειάζεται να καταστεί ελεύθερη από αέρια (gas free).

## Περιγραφή συστήματος αδρανούς αερίου

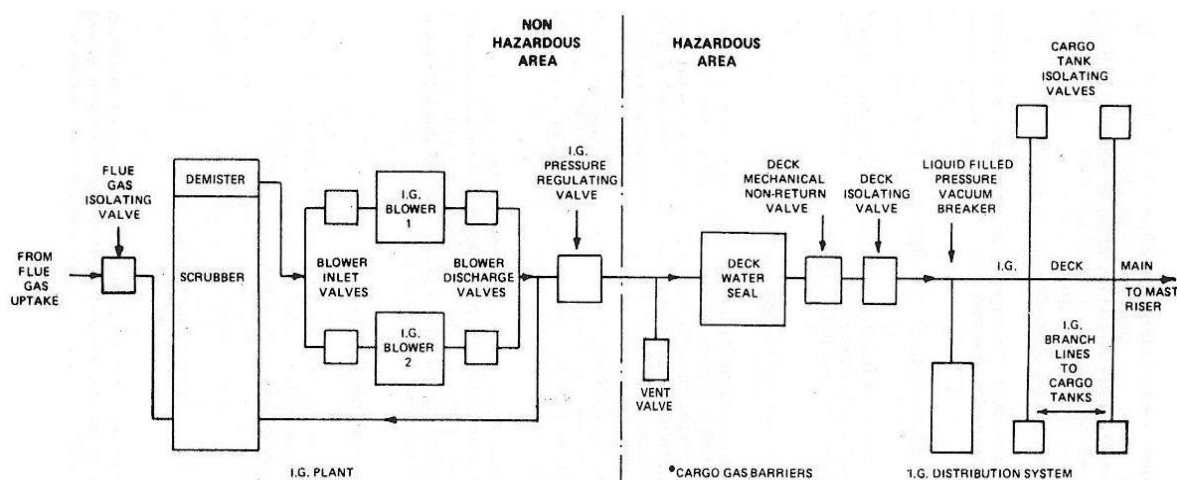
Τα κυριότερα εξαρτήματα σε ένα τυπικό σύστημα αδρανούς αερίου σε πετρελαιοφόρο είναι τα ακόλουθα:

- 1) Πηγή καυσαερίων (exhaust gas uptake): η πηγή του αδρανούς αερίου βρίσκεται στα καυσαέρια που προέρχονται από λέβητες (καζάνια) ή την κύρια μηχανή.
- 2) Απομονωτικό επιστόμιο αδρανούς αερίου (inert gas isolating valve): βρίσκεται ανάμεσα στον καπναγωγό του λέβητα και στο υπόλοιπο σύστημα απομονώνοντας τα, όταν δεν βρίσκονται σε λειτουργία.
- 3) Σωλήνας Venturi: χρησιμεύει στην αύξηση της ταχύτητας κίνησης του αερίου εκμεταλλευόμενο το θεώρημα του Bernoulli.
- 4) Πύργος καθαρισμού ή Καθαριστήρας (Scrubber tower): τα καυσαέρια εισέρχονται από το κάτω μέρος όπου ψεκάζονται με σταγόνες νερού, οι οποίες τα ψύχει, κατεβάζοντας την θερμοκρασία όσο πιο κοντά γίνεται σε αυτή του δροσερού νερού. Ακόμη, τα καθαρίζει από την καπνιά και

από άλλες βρωμιές που προέρχονται από τον λέβητα και αφαιρεί το μεγαλύτερο μέρος των συγκεντρώσεων θείου που βρίσκονταν στα καυσαέρια χάρη σε ειδικά φίλτρα.

- 5) Φίλτρα υγρασίας (Demister): φίλτρο που βρίσκεται στο πάνω μέρος του πύργου καθαρισμού και φτιάχνεται από πολυπροπυλένιο. Απορροφά όση υγρασία έχει απομείνει και καθαρίζει λίγο ακόμα τα καυσαέρια.
- 6) Φυσητήρες ή ανεμιστήρες αδρανούς αερίου (Inert Gas Blowers): αφού το αδρανές αέριο έχει καθαριστεί πλέον μπορεί να διοχετευθεί στο σύστημα διανομής του αερίου χάρη στους φυσητήρες. Οι ανεμιστήρες πρέπει να έχουν την ικανότητα να τροφοδοτούν τις δεξαμενές φορτίου με αδρανές αέριο με ρυθμό τουλάχιστον 125% της μέγιστης τιμής δυναμικότητας εκφόρτωσης του πλοίου όπως αυτή εκφράζεται σε όγκο.
- 7) Αυτόματη βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης (IG pressure regulating valve): βρίσκεται τοποθετημένη αμέσως μετά τους ανεμιστήρες και ενεργοποιείται σε περίπτωση υπερβάλλουσας παραγωγής αερίου ή για αποφυγή υπερθέρμανσης των φυσητήρων επανακυκλοφορώντας τα καυσαέρια στον πύργο καθαρισμού.
- 8) Ανεπίστροφη βαλβίδα νερού καταστρώματος (Deck seal): σκοπός αυτού του συστήματος είναι να σταματήσει το αδρανές αέριο από το να επιστρέψει στους ανεμιστήρες απ' όπου προήλθε και ταυτόχρονα να προωθήσει το αέριο στις γραμμές διανομής. Είναι η πρώτη συσκευή που συναντά το αδρανές αέριο όταν εξέρχεται από τους χώρους του μηχανοστασίου και βρίσκεται στο κατάστρωμα. Στα περισσότερα δεξαμενόπλοια συναντάται υγρού τύπου.
- 9) Ανεπίστροφο επιστόμιο (non return valve): είναι ένας επιπρόσθετος μηχανισμός ασφαλείας που δουλεύει μηχανικά επιτρέποντας το αδρανές αέριο να κατευθύνεται μόνο προς τη μεριά των δεξαμενών και ποτέ αντίστροφα.
- 10) Απομονωτικό επιστόμιο καταστρώματος (Deck isolating valve): απομονώνει τη γραμμή καταστρώματος που διανέμει το αδρανές αέριο στις επιμέρους δεξαμενές από το σύστημα παραγωγής του.
- 11) Διακόπτες πίεσης/κενού (Pressure/Vacuum - P/V Valves): είναι επιστόμια που βρίσκονται πάνω στη γραμμή διανομής του καταστρώματος ακριβώς πριν το αδρανές αέριο εισέλθει στη δεξαμενή. Ρυθμίζουν τοπικά τις αυξομειώσεις της πίεσης επιτρέποντας να εισέλθει ατμοσφαιρικός αέρας όταν υπάρχει υποπίεση και απελευθερώνοντας στην ατμόσφαιρα αδρανές αέριο όταν υπάρχει υπερπίεση.
- 12) Υδραυλικός διακόπτης πίεσης/κενού (Pressure/Vacuum - P/V Breaker): είναι εγκατεστημένος πάνω στη γραμμή καταστρώματος και λειτουργεί αντίστοιχα με τους διακόπτες πίεσης/κενού με τη διαφορά ότι έχει μεγαλύτερα όρια υποπίεσης και υπερπίεσης.

- 13) Εξαεριστήρας (Mast riser): χρησιμοποιείται για να ελέγχουμε την πίεση στη γραμμή και κατά τη διάρκεια της φόρτωσης κρατιέται σε ανοιχτή θέση για αποφυγή υπερπίεσης.



Εικόνα 11: Σχηματική παράσταση συστήματος αδρανούς αερίου

## Αδρανοποίηση δεξαμενής

Προκειμένου να αδρανοποιηθεί η ατμόσφαιρα σε μία κενή δεξαμενή θα πρέπει να διοχετευθεί αδρανές αέριο σε αυτή με σκοπό να απομακρύνει και κατά συνέπεια να αντικαταστήσει την προηγούμενη ατμόσφαιρα αυτής. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού υπάρχουν δύο τρόποι.

1. Μέθοδος Διάλυσης (Dilution): Κατά τη Θεωρία της διαλύσεως υποτίθεται ότι το εισερχόμενο αέριο αναμειγνύεται με το προϋπάρχον αέριο για τη δημιουργία ενός ομοιογενούς μίγματος σε όλη την δεξαμενή. Η συνέπεια είναι ότι η συγκέντρωση τον προϋπάρχοντος αερίου μειώνεται εκθετικά. Στην πράξη ο πραγματικός ρυθμός αντικατάστασης τον αερίου εξαρτάται από τον όγκο της ροής τον εισρέοντος αερίου, την ταχύτητα τον και τις διαστάσεις της δεξαμενής. Για ολοκληρωτική αντικατάσταση αερίων είναι σημαντικό η ταχύτητα εισόδου τον εισρέοντος αδρανούς αερίου να είναι αρκετά μεγάλη. Είναι επομένως σημαντικό να επιβεβαιώνεται η ικανότητα κάθε εγκαταστάσεως που χρησιμοποιεί αυτή την αρχή ώστε αυτή να επιτυγχάνει τον απαραίτητο βαθμό αντικαταστάσεως των αερίων σε ολόκληρη τη δεξαμενή.

2. Μέθοδος Εκτοπίσεως (Displacement): Η ιδανική εκτόπιση απαιτεί μία σταθερή οριζόντια διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ τον ελαφρύτερου 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 τον αερίου, αλλά στην πράξη είναι αναγκαίες περισσότερες από μια αλλαγές του όγκου της δεξαμενής για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.



## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Οι προοπτικές εξέλιξης της τεχνολογίας είναι σίγουρο πως θα επιφέρουν νέες καινοτομίες στην πρόληψη, ανίχνευση και καταπολέμηση της πυρκαγιάς στα πλοία. Όμως, η φωτιά θα παραμένει πάντα ένας κίνδυνος που δεν μπορούμε να εξαλείψουμε τελείως και για αυτό οφείλουμε να επιδεικνύουμε συνέχεια την δέουσα προσοχή για την πρόληψή της και την έγκαιρη καταστολή της. Παρόλα αυτά, δεν πρέπει να παραβλέψουμε το γεγονός ότι οι περισσότερες πυρκαγιές οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος και ως εκ τούτου είναι υψίστης σημασίας η άρτια τεχνική και θεωρητική κατάρτιση και επιμόρφωση των ναυτικών πάνω σε θέματα πυροπροστασίας και αντιμετώπισης της φωτιάς. Υπό το πρίσμα των ανωτέρω, γίνεται κατανοητό ότι τα σύγχρονα πλοία επανδρωμένα με κατάλληλα εκπαιδευμένο πλήρωμα και χρησιμοποιώντας τον απαραίτητο πυροσβεστικό εξοπλισμό έχουν την ικανότητα να θέσουν υπό τον έλεγχο τους εστίες φωτιάς που θα δημιουργηθούν στο πλοίο.

## **Βιβλιογραφία**

Εξαδάκτυλος Π. (2015) Πρόληψη και καταπολέμηση πυρκαγιάς. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο:

[http://crtptetrosexadaktilos.weebly.com/uploads/4/4/3/0/44300259/\\_\\_\\_\\_.pdf](http://crtptetrosexadaktilos.weebly.com/uploads/4/4/3/0/44300259/____.pdf)

Χανλαρίδης Γ. (2013) Μόνιμα συστήματα κατάσβεσης πυρκαγιών πλοίων. Πτυχιακή εργασία. Α.Ε.Ν. Μακεδονίας Σχολή Πλοιάρχων

Τσαλαπώρτας Π. (2015) Fire Protection and Fire Fighting Systems on Board. Πτυχιακή εργασία. Α.Ε.Ν. Μακεδονίας Σχολή Πλοιάρχων

<https://www.wikipedia.org/>

<http://www.firesecurity.gr/>

<http://www.eie.gr/texnikos-asfaleias/pyrasfalia-gr.html>

<http://www.nfpa.org/press-room/reporters-guide-to-fire-and-nfpa/all-about-fire>

<http://www.mfs-fire-extinguishers.co.uk/wet-chemical.htm>

<http://www.marineinsight.com/marine-safety/protection-against-explosion-the-i-g-system/>