

## Η ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΣΤΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Στις επιφάνειες ενός σκάφους που βρίσκονται πάνω από την ίσαλο, ο άνεμος και οι κυματισμοί μεταφέρουν πολύ μικρές σταγόνες θαλασσινού νερού. Οι διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας του αέρα προξενούν την εξάτμιση του νερού ή τη συμπύκνωση του επάνω στις μεταλλικές επιφάνειες. Τα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και ιδιαίτερα τα προϊόντα καύσης, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το υδρόθειο (H<sub>2</sub>S), το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), το τριοξείδιο του θείου (SO<sub>3</sub>) και άλλα, διαλύονται στις σταγόνες της υγρασίας, ενεργοποιούν από άποψη διάβρωσης το λεπτό στρώμα του ηλεκτρολύτη και επιταχύνουν τη διάβρωση ακόμη περισσότερο, επειδή η διαδικασία της συντελείται με την πλήρη συμμετοχή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας.

Αυτή η ηλεκτροχημική διάβρωση είναι που ενδιαφέρει στο πλοίο, γιατί τα μέταλλα βρίσκονται σε ηλεκτρολυτικό περιβάλλον (θαλασσινό νερό). Όπως αναφέρθηκε, η κύρια αιτία που προκαλεί την οξείδωση (σκουριά) των μετάλλων είναι η επαφή τους με το νερό και το οξυγόνο. Από την επίδραση του νερού και των χημικών ενώσεων καταστρέφονται όλα τα μέρη του πλοίου που έρχονται σε επαφή με το νερό ή που καλύπτονται από υγρασία, εξαιτίας της συμπύκνωσης των υδρατμών που υπάρχουν στον αέρα, πάνω στις επιφάνειες τους. Άλλες αιτίες που πιθανόν να οδηγήσουν σε φθορά λόγω διάβρωσης είναι: α) τα προϊόντα καύσης των συγκολλήσεων και τα πιτσιλίσματα από τα βασικά ηλεκτρόδια που μπορούν να προκαλέσουν

καταστροφή του επιχρίσματος και στις δύο όψεις της συγκόλλησης, β) οι πηγές σκωρίασης, που δημιουργούνται από την εφαρμογή αντιρρυπαντικού επιστρώματος πάνω σε γυμνό μέταλλο. Τα αντιρρυπαντικά επιστρώματα τοποθετούνται για την αποφυγή δημιουργίας αποθέσεων στο σκάφος λόγω της παρουσίας φυκιών και άλλων μικροοργανισμών. Περιέχουν όμως τοξικά πρόσθετα, τα οποία μπορούν να επιταχύνουν τη διάβρωση όταν έρθουν σε επαφή με το χάλυβα, επιφέροντας γαλβανική διάβρωση.

Στο στάδιο αυτό, αξίζει να αναφερθούν επιγραμματικά τα μέρη του πλοίου που αντιμετωπίζουν προβλήματα λόγω της διάβρωσης. Τα μέρη αυτά είναι:

1. Το εξωτερικό περίβλημα (outer shell).
2. Τα ελάσματα του κύριου καταστρώματος.
3. Οι δεξαμενές έρματος (ballast tanks) και πόσιμου νερού.
4. Η πρωραία και η πρυμναία δεξαμενή ζυγοστάθμισης.
5. Τα αμπάρια (cargo holds) στα bulk carriers, ειδικά όταν το φορτίο είναι κάρβουνο.
6. Οι δεξαμενές φορτίου στα δεξαμενόπλοια λόγω της συχνής αλλαγής του είδους του φορτίου (αργό πετρέλαιο και έρμα κατά την επιστροφή).
7. Η έλικα.

#### 4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Το νερό ερματισμού (ballast water) και τα φορτία (cargoes) των εμπορικών πλοίων συμβάλλουν στη διάβρωση της μεταλλικής κατασκευής τους. Τέτοιες τυπικές περιπτώσεις παρατίθενται ακολούθως:

Δεξαμενόπλοια (tankers): Το όξινο νερό που περιέχει θειικά συστατικά του πετρελαίου μπορεί να κατακαθίσει στον πυθμένα των δεξαμενών φορτίου και έρματος, καθώς και

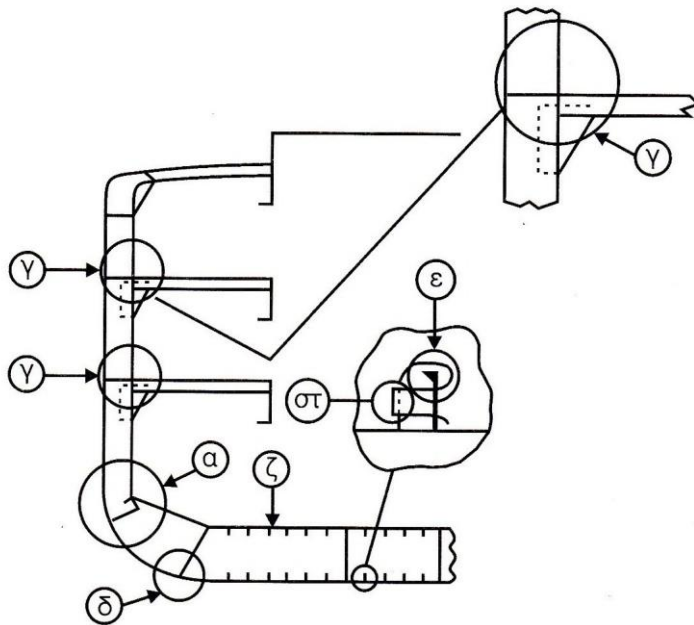
στις σωληνώσεις φορτίου, δημιουργώντας έτσι προβλήματα διάβρωσης.

Πλοία μεταφοράς μεταλλευμάτων (ore carriers): Κτυπήματα από τις άρπαγες των γερανών και των υπολοίπων φορτοεκφορτωτικών μηχανημάτων είναι δυνατό να προξενήσουν ζημιά στο σύστημα αντιδιαβρωτικής προστασίας και στις δύο πλευρές των εκτεθειμένων ελασμάτων. Προσβολή από διάβρωση μπορεί επίσης να προκύψει από νερά που περιέχουν οξέα από το μέταλλευμα.

Δεξαμενές έρματος (ballast tanks): Συχνά, λόγω πολύπλοκης κατασκευής, σημειώνεται εκτεταμένη διάβρωση σε απροστάτευτες επιφάνειες με δύσκολη πρόσβαση, ανεπαρκή αποστράγγιση κ.λπ.

Με βάση τα παραπάνω, κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή του πλοίου θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο χειρισμό του φορτίου και στις λειτουργίες ερματισμού, έτσι ώστε να διευκολύνεται η αποστράγγιση, ο καθαρισμός και η ξήρανση των κενών δεξαμενών και αμπαριών. Επίσης, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η πρόσβαση σε όλους τους χώρους, ώστε κατά την επιθεώρηση και τη συντήρηση της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου να είναι δυνατή η εκτίμηση της κατάστασης της και η εφαρμογή επαρκούς συστήματος προστασίας έναντι της διάβρωσης. Τα σχήματα 3, 4 και 5 που ακολουθούν παρουσιάζουν τα σημεία της μεταλλικής κατασκευής διαφόρων τύπων πλοίων, τα οποία συνήθως διαβρώνονται σε μεγαλύτερο βαθμό. Αυτά τα σημεία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τον μηχανικό τόσο κατά το στάδιο του σχεδιασμού και της κατασκευής, όσο και κατά τις επιθεωρήσεις του πλοίου.

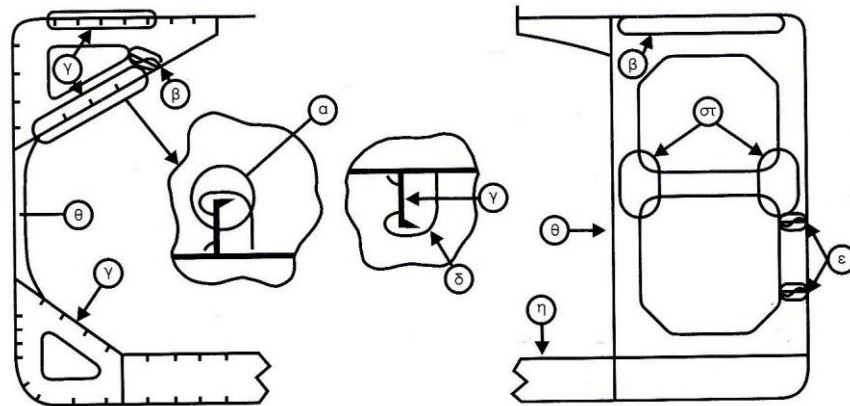
## ΦΟΡΤΗΓΑ ΠΛΟΙΑ



Περιοχές υψηλού ρυθμού διάβρωσης σε φορτηγά πλοία [11]

- Περιοχές υψηλού ρυθμού διάβρωσης σε φορτηγά πλοία
- (α) κατώτερα άκρα των νομέων
  - (β) κατώτερα άκρα υδατοστεγών φρακτών (δεν δείχνονται)
  - (γ) γωνίες κατώτερων καταστρωμάτων
  - (δ) φρεάτια σεντινών
  - (ε) συνδέσεις ενισχυτικών πυθμένα με έδρες νομέων
  - (στ) ελάσματα εδρών νομέων στα ανοίγματα ενισχυτικών
  - (ζ) εσωτερικός πυθμένας

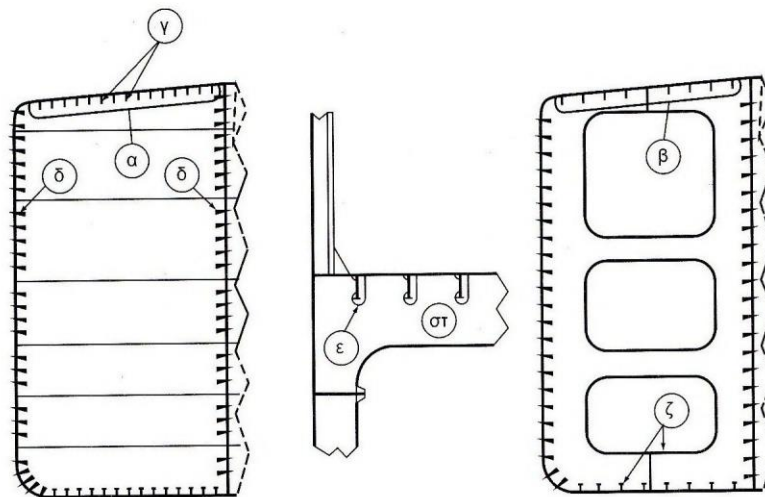
## BULK CARRIERS



Σχήμα 4 - Περιοχές υψηλού ρυθμού διάβρωσης σε bulk carriers και OBO

- (α) ενισχυτικά κεκλιμένα ελάσματα άνω πλευρικής δεξαμενής
- (β) κορμός νομέων στις άνω πλευρικές δεξαμενές (συγκολλήσεις)
- (γ) διαμήκη ενισχυτικά καταστρώματος
- (δ) οπές αποστράγγισης και εγκοπές στους νομείς
- (ε) συγκολλήσεις κατά συμβολή σε κορμούς νομέων
- (στ) ένωση σταυρωτών συνδέσμων με νομείς
- (ζ) έλασμα φράκτης στα άνω άκρα διπυθμένων
- (η) νομείς, ιδιαίτερα στο κατώτερο, ανώτερο μέρος και στην απόληξη της βάσης του μπρακέτου στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη
- (θ) περίπου στο 40% του ύψους των αμπαριών και των φρακτών (σύνηθες ύψος του φορτίου)

## ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ



Σχήμα 5 - Περιοχές υψηλού ρυθμού διάβρωσης σε δεξαμενόπλοια

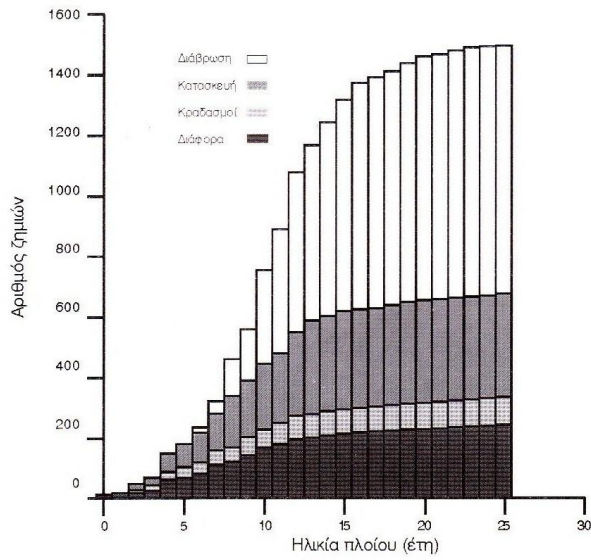
- (α) άνω περιοχή εγκάρσιων και διαμηκών φρακτών
- (β) άνω περιοχή εγκάρσιων νομέων καταστρώματος
- (γ) διαμήκη ενισχυτικά καταστρώματος
- (δ) άνω επιφάνεια οριζόντιων ενισχυτικών και μπρακέτων
- (ε) εγκοπές και οπές μείωσης βάρους σε οριζόντιες σταθμίδες
- (στ) άνω επιφάνεια οριζόντιων σταθμίδων

## **5. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ**

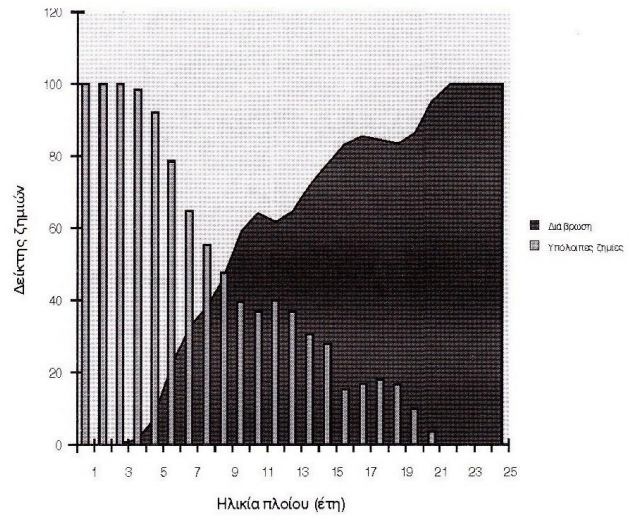
Η διάβρωση ως φαινόμενο και οι συνέπειες της έχουν μεγάλη σημασία για την αντοχή του πλοίου, τη λειτουργικότητα του και τη διάρκεια ζωής του. Τα κατασκευαστικά στοιχεία ενός πλοίου έρχονται σε άμεση επαφή με το θαλασσινό νερό, με φορτία που περιέχουν θαλασσινό νερό ή με άλλα φορτία που μπορεί να προκαλέσουν τη διάβρωση τους. Για να γίνει κατανοητή η επίδραση της διάβρωσης και της φθοράς που προκαλείται, ακολουθεί μια σειρά από πίνακες και σχήματα που αρχικά προτάθηκαν σε δημοσιεύσεις του Ιαπωνικού Νηογνώμονα (Nippon Kaiji Kyokai).

Στο σχήμα 6 παρουσιάζονται ζημίες σε πλοία και η προέλευση τους, σε συνάρτηση με την ηλικία τους. Παρατηρώντας το σχήμα αυτό συμπεραίνουμε ότι, ενώ τα πρώτα χρόνια της λειτουργίας του πλοίου η επίδραση της διάβρωσης είναι αμελητέα, καθώς αυξάνει η ηλικία του πλοίου καθίσταται ο βασικότερος παράγοντας πρόκλησης ζημιών.

Η επίδραση της διάβρωσης εμφανίζεται πιο παραστατικά στο σχήμα 7. Στο σχήμα αυτό, οι αιτίες των ζημιών υποδιαιρούνται σε δύο κατηγορίες: στις ζημίες λόγω της διάβρωσης και όλες τις υπόλοιπες μαζί. Από αυτό το διάγραμμα είναι σαφές ότι το ποσοστό των ζημιών που σχετίζονται με τη διάβρωση αυξάνεται με το χρόνο. Οι ζημίες που σχετίζονται με τη διάβρωση αρχίζουν να εμφανίζονται στο τέταρτο έτος της λειτουργίας του πλοίου, η πλειοψηφία των ζημιών εμφανίζεται μεταξύ του όγδοου και δέκατου χρόνου, ενώ τέλος ένα σημαντικό ποσοστό εμφανίζεται σε πλοία ηλικίας άνω των είκοσι ετών.



**Σχήμα 6** - Ζημιές συναρτήσει της ηλικίας του πλοίου [3]



**Σχήμα 7** - Ποσοστό ζημιών λόγω διάβρωσης συναρτήσει της ηλικίας [3]