

ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΣΚΑΦΟΥΣ

Η λειτουργική σύνδεση των μηχανημάτων και των χώρων ενός πλοίου, μεταβάλλει το πλοίο σε ζωντανό οργανισμό.

Αυτό επιτυγχάνεται με τα δίκτυα σωληνώσεων, μερικά από τα οποία αφορούν στη λειτουργία του πλοίου και άλλα αφορούν στην ασφάλειά του.

Το δίκτυο είναι ένα σύνολο που αποτελείται από τα διάφορα εξαρτήματα (φίλτρα, συνδέσμους, γωνίες, επιστόμια), μηχανήματα (αντλίες) καθώς και τις απαραίτητες σωληνώσεις.

Κάθε πλοίο έχει κάποια ιδιομορφία στα δίκτυά του και αυτό είναι κάτι που αφήνει περιθώρια πρωτοβουλίας στον Ναυπηγό - Μελετητή, ο οποίος κατά τη σχεδίαση και μελέτη ακολουθεί ορισμένες διαδοχικές φάσεις, με στόχο την καλλίτερη και λειτουργικότερη διευθέτηση των δικτύων σωληνώσεων.

Τα δίκτυα των σωληνώσεων εξυπηρετούν τους παρακάτω σκοπούς :

1. δίκτυα που σχετίζονται με τον προορισμό του πλοίου (όπως για παράδειγμα τα δίκτυα φορτίου στα δεξαμενόπλοια)
2. δίκτυα που σχετίζονται με την πρόωση (δίκτυο καυσίμου, δίκτυο ψύξεως κυρίων μηχανών κ.λ.π.)
3. δίκτυα που εξυπηρετούν τους επιβαίνοντες (πλήρωμα και επιβάτες) στο πλοίο (δίκτυο ποσίμου ύδατος, λάτρης, υγιεινής)
4. δίκτυα που εξυπηρετούν την ασφάλεια του πλοίου (δίκτυο πυρόσβεσης, δίκτυο ερματισμού κ.λ.π.)

Μερικά από τα δίκτυα σωληνώσεων που υπάρχουν στα πλοία είναι :

- Δίκτυο κύτους (bilge),
- έρματος (ballast),
- φορτίου (cargo),
- πόσιμου νερού (freshwater), - υγιεινής (sanitary),
- πυρόσβεσης (fire fighting),
- μεταγίσεως καυσίμου (fuel oil transfer),
- γλυκού νερού ψύξεως (freshwater cooling),
- λιπάνσεως (lubricating oil),
- πεπιεσμένου αέρα (compressed air), - δίκτυο θέρμανσης δεξαμενών φορτίου ή/και καυσίμου (tank heating),
- κλιματισμού χώρων επιβατών – πληρώματος (air conditioning passenger – crew accommodation)
- αδρανούς αερίου (inert gas)
- υδραυλικό σύστημα πηδαλίου (steering gear)
- καυσίμου (fuel service line)
- ψύξης γλυκού νερού (fresh water cooling)
- δίκτυο κυκλοφορίας θάλασσας (sea water circulating)
- βοηθητικού ατμού (auxiliary steam)

Υπάρχουν και ειδικά δίκτυα σε συγκεκριμένου τύπου πλοία, όπως για παράδειγμα τα δίκτυα ατμού στα ατμο-στροβιλοκίνητα πλοία :

- δίκτυο ατμού : κύριο / βοηθητικό (main steam / auxiliary steam system (line))
- δίκτυο ατμού απομάστευσης (turbine bleed system)
- τροφοδοτικού νερού (feed water)
- αποστράγγισης / συμπυκνωμάτων (drain / condensate line)

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

Όταν γίνεται η εγκατάσταση των δικτύων στο πλοίο, είναι απαραίτητο να ακολουθούνται ορισμένες βασικές αρχές.

- Οι σωληνώσεις πρέπει να τοποθετούνται απλά και με τάξη, ώστε να είναι εύκολη η κατασκευή, η συντήρηση, η λειτουργία και η πιθανή αντικατάσταση τμημάτων του δικτύου σε τυχόν αβάρια. Και αυτό είναι σημαντικό διότι πολλές φορές η συντήρηση ή και η επισκευή μέρους κάποιου δικτύου είναι πολύ πιθανό να χρειαστεί να γίνει σε κάποιο ταξίδι του πλοίου μακριά από το ναυπηγείο, με μικρό αριθμό προσωπικού και οπωσδήποτε κάτω από χειρότερες καιρικές συνθήκες από αυτές που επικρατούν στο ναυπηγείο.
- Οι σωληνώσεις πρέπει να είναι προσιτές χωρίς να εμποδίζεται η συντήρηση άλλων μηχανημάτων. Απαραίτητη είναι η καλή στήριξη των σωληνώσεων ώστε να μην κινδυνεύουν από τις ταλαντώσεις (δυναμική φόρτιση) καθώς και η πρόβλεψη κατάλληλων αντισταθμιστών για περιπτώσεις θερμικής διαστολής.
- Οι σωληνώσεις που τοποθετούνται εξωτερικά στα καταστρώματα, πρέπει να προστατεύονται από κατάλληλες προστατευτικές κατασκευές, ώστε να μην υπάρχει ο κίνδυνος να χτυπηθούν και να προκληθεί γενικότερη φθορά στο δίκτυο.
- Οι σωληνώσεις δεν επιτρέπεται να διέρχονται μέσα από χώρους ενδιαίτησης (καμπίνες επιβαινόντων, σαλόνια, τραπεζαρίες και λοιπούς χώρους ενδιαίτησης) εκτός από τα δίκτυα εκείνα που εξυπηρετούν αυτούς τους χώρους (όπως για παράδειγμα τα δίκτυα ζεστού - κρύου νερού, τα δίκτυα κλιματισμού).
- Επίσης δεν επιτρέπεται οι σωληνώσεις του καυσίμου να διέρχονται μέσα από δεξαμενές τροφοδοτικού νερού, ποσίμου νερού, δεξαμενές λιπαντικών, δεξαμενές έρματος. Αυτό είναι δυνατό να επιτραπεί εάν οι συγκεκριμένες σωληνώσεις διέρχονται μέσα από άλλες μεγαλύτερης διαμέτρου και αυτό για την αποφυγή φθορών και βλαβών σε περίπτωση διαρροής. Στις δεξαμενές έρματος μπορεί να επιτραπεί η διέλευση αυτών των σωληνώσεων όταν έχει προβλεφθεί για το σκοπό αυτό, μεγαλύτερο (ενισχυμένο) πάχος του τοιχώματος αυτών των σωλήνων.

- Ιδιαίτερα για τις σωληνώσεις ερματισμού, αυτές είναι δυνατό να διέρχονται μέσα από δεξαμενές καυσίμου ή υγρού φορτίου, αλλά τότε θα έχουν αυξημένο πάχος τοιχώματος, ή θα διέρχονται μέσα από κατάλληλη σήραγγα.
Επίσης πρέπει να είναι συγκολλητές (χωρίς φλάντζες) και να διαθέτουν συνδέσμους που να επιτρέπουν τη διαστολή τους.

- Σημαντικό ζήτημα είναι η διατήρηση της στεγανότητας στα σημεία διέλευσης των σωληνώσεων από στεγανές φρακτές. Αυτό αντιμετωπίζεται με τη συγκόλληση κατάλληλων τεμαχίων στα σημεία διέλευσης και η σύνδεση των σωλήνων του δικτύου γίνεται με τη χρήση κατάλληλων φλαντζών.

- Για εύκολο και απρόσκοπτο χειρισμό των επιστομίων , τα βαλβιδοκιβώτια ή τα μεμονωμένα επιστόμια πρέπει να τοποθετούνται πάνω από δάπεδα / πανιόλα.

Για το σχεδιασμό και τη μελέτη των δικτύων των σωληνώσεων, πρέπει να καθορισθούν :

1. η απαίτηση λειτουργίας από το δίκτυο
2. οι παροχές
3. οι πιέσεις
4. οι θερμοκρασίες.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα διαγραμματικό σχέδιο για την περιγραφή του δικτύου και τον καθορισμό του μικρότερου δυνατού αριθμού εξαρτημάτων απαραίτητων για τη λειτουργία του δικτύου .

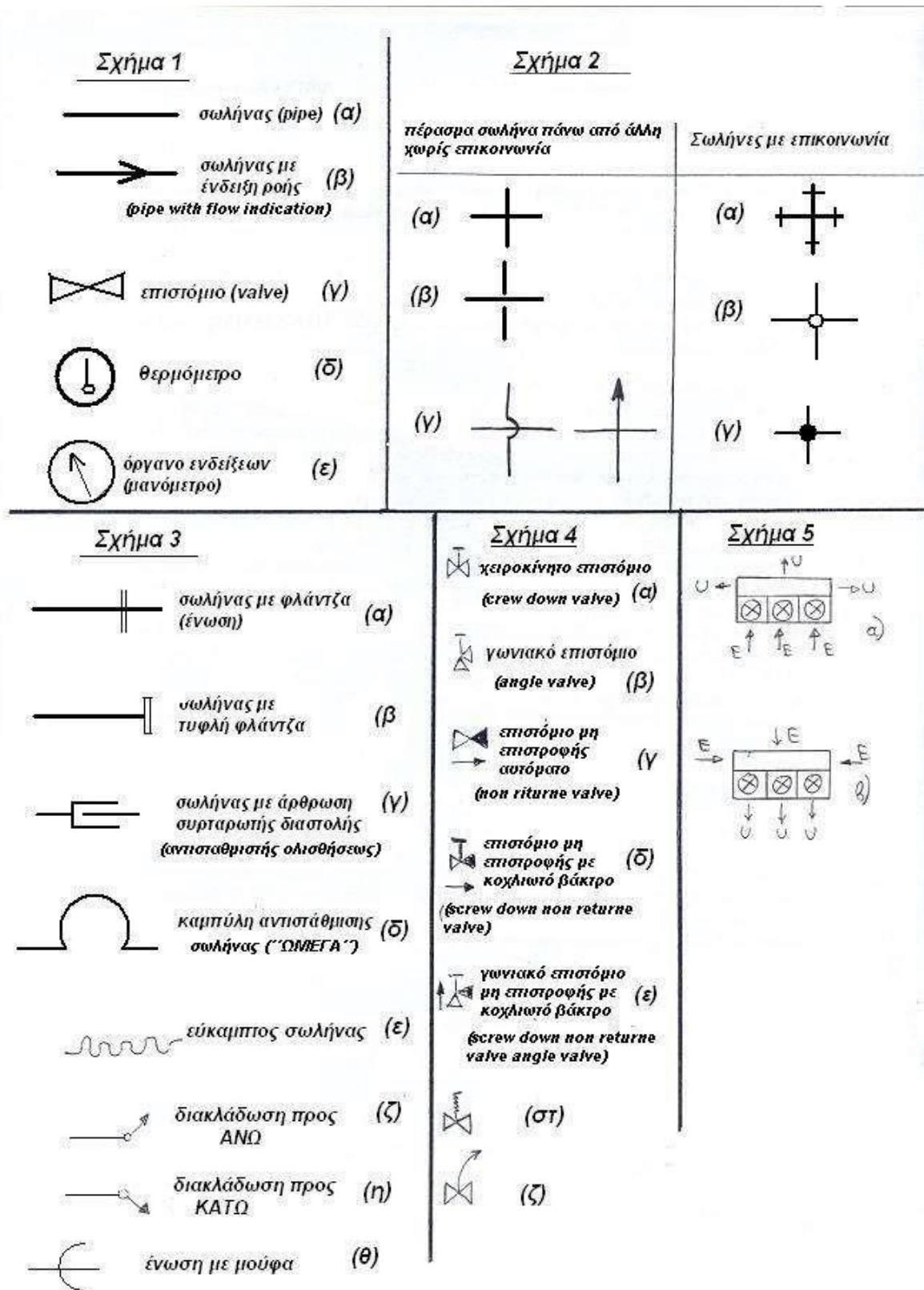
Επιλέγεται το κατάλληλο υλικό για το συγκεκριμένο δίκτυο, και ακολουθεί ο υπολογισμός :

1. της διαμέτρου
2. του πάχους τοιχώματος της σωλήνας
3. της μονώσεως (όπου απαιτείται)
4. έλεγχος θερμικής διαστολής και ευλυγισίας των σωλήνων
5. πρόβλεψη / υπολογισμός διαστολικών εξαρτημάτων

Γραφική παρουσίαση

Για μια άμεση και λογική κατανόηση ενός δικτύου, χρησιμοποιούνται ορισμένα γραφικά σήματα τα περισσότερα των οποίων είναι τυποποιημένα από την UNAV και μερικά συνιστώνται από την ISO.

Σε κάθε σχέδιο δικτύου , περιλαμβάνεται και σχετικό υπόμνημα με τα χαρακτηριστικά της κάθε σωλήνωσης (ονομαστική διάμετρος , ή εξωτερική διάμετρος και πάχος τοιχώματος) και σε περίπτωση που στο εν λόγω σχέδιο παρουσιάζονται πέραν του ενός δικτύου σημειώνεται ξεχωριστή γραμμική παρουσίαση για την αναγνώριση του κάθε δικτύου.



Στο **σχήμα 1-α** παρουσιάζεται ένας σωλήνας :

στο 1-β δείχνεται η διεύθυνση - κατεύθυνση της ροής
στο 1-γ είναι το σχήμα μιας βαλβίδας στο 1-δ είναι ένα φίλτρο
στο 1-ε είναι το σχήμα ενός οργάνου ενδείξεων

Στο **σχήμα 2** παρουσιάζεται η διασταύρωση και η διακλάδωση των σωλήνων, εννοώντας για διασταύρωση το πέρασμα ενός σωλήνα πάνω από τον άλλον χωρίς επικοινωνία, το αντίθετο εννοείται για τη διακλάδωση.

Από τις διάφορες παρουσιάσεις των διασταυρώσεων και διακλαδώσεων, προτιμώνται αυτές της UNAV (σχ. 2 δ) με το τοξάκι να σημαίνει τον πάνω σωλήνα και με το σημείο (.) να σημαίνει την εσωτερική επικοινωνία των ροών.

Στο **σχήμα 3**, παρουσιάζονται

- (α) σωλήνας με φλάντζα
- (β) σωλήνας με τυφλή φλάντζα
- (γ) σωλήνας με άρθρωση συρταρωτής διαστολής
- (δ) σωλήνας σε σχήμα ‘ωμέγα’
- (ε) σωλήνας εύκαμπτος
- (ζ) και (η) σωλήνας που, αντίστοιχα, ανεβαίνει και κατεβαίνει

Στο **σχήμα 4**, παρουσιάζονται γραφικές ενδείξεις βαλβίδων

- (α) βαλβίδα χειροκίνητη
- (β) βαλβίδα με γωνία
- (γ) βαλβίδα ανεπίστροφη αυτόματο (το τόξο που δείχνει τη ροή είναι προαιρετικό) (δ) βαλβίδα ανεπίστροφη χειροκίνητη
- (ε) βαλβίδα ανεπίστροφη χειροκίνητη με γωνία
- (στ) βαλβίδα ασφαλείας με ελατήριο
- (ζ) βαλβίδα με χειρισμό εξ αποστάσεως

Στο **σχήμα 5** παρουσιάζονται σε κάτοψη, δύο κιβώτια επιστομίων στα οποία είναι τοποθετημένα πολλά επιστόμια για οικονομία σωλήνων και χωρισμάτων.

Στο **σχήμα 5α**, παρουσιάζεται ένα κιβώτιο επιστομίων αναρρόφησης με τις σωλήνες εισόδου (E) και μια ή περισσότερες σωλήνες εξόδου (U). Το άνοιγμα ενός επιστομίου θέτει σε επικοινωνία την αντίστοιχη σωλήνα (E) με το συλλέκτη εξόδου, δηλαδή με τη σωλήνα (U).

Αναλόγως το **σχήμα 5-β** είναι ένα κιβώτιο κατάθλιψης.

ΥΛΙΚΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Η επιτυχημένη εκλογή υλικών έχει σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις στο κόστος κατασκευής και λειτουργίας του πλοίου.

Η εκλογή του κατάλληλου υλικού δυσκολεύεται από το περιβάλλον, τις συνθήκες λειτουργίας και τις απαιτήσεις ασφαλείας. Για τα υλικά των σωληνώσεων των πλοίων οι απαιτήσεις συνοψίζονται στα παρακάτω σημεία :

1. αντοχή σε χημική και μηχανική διάβρωση από το περιβάλλον του σωλήνα αλλά και από το ρευστό που ρέει μέσα σ' αυτόν.
2. μηχανική αντοχή στην εσωτερική πίεση και θερμοκρασία λειτουργίας του ρευστού, αντοχή στις συστολές - διαστολές, υδραυλικές κρούσεις.
3. ολκιμότητα, για να είναι εύκολη η κατεργασία και διαμόρφωσή τους.
4. δυνατότητα στεγανής σύνδεσης με άλλα τμήματα σωλήνα και εξαρτήματα.
5. ευκολία εγκατάστασης και συντήρησης
6. διάρκεια ζωής

Χημική διάβρωση γίνεται όταν κάποιο αέριο ή υγρό προσβάλλει ένα μέταλλο ή άλλο υλικό. Η διάβρωση αυτή εύκολα αποφεύγεται με εκλογή κατάλληλου υλικού ή με βαφή με προστατευτικό στρώμα.

Το πρόβλημα όμως που ιδιαίτερα παρουσιάζεται στην εκλογή υλικών των σωληνώσεων, είναι η φθορά των μετάλλων με τη βοήθεια ηλεκτρολύτη και με κάποια ηλεκτροχημική αντίδραση, δηλαδή η **ηλεκτρομηχανική διάβρωση (GALVANIC CORROSION)**.

Βυθίζοντας μέσα σε ηλεκτρολύτη (θαλασσινό νερό) δύο διαφορετικά ηλεκτρόδια (μεταλλικά) τα οποία συνδέονται μεταξύ τους παρεμβάλλοντας ένα αμπερόμετρο , παρατηρείται ροή ηλεκτρονίων από την άνοδο στην κάθοδο μέσα από μια εξωτερική αγώγιμη σύνδεση.

Η γαλβανική (ή ηλεκτροχημική) σειρά των μετάλλων δίνει την τάση

Όταν υπάρχουν δύο διαφορετικά μέταλλα όπου η διαφορά τάσεως μεταξύ τους είναι σημαντική και από τη μια μεριά βρίσκονται σε ηλεκτρική επαφή ενώ από την άλλη είναι βυθισμένα σε ηλεκτρολύτη (θάλασσα ή γλυκό νερό), δημιουργείται γαλβανική δράση και τότε φθείρεται το περισσότερο ανοδικό από τα δύο μέταλλα.

Η ένταση του φαινομένου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, ένας σημαντικός από τους οποίους είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του ηλεκτρολύτη (πίνακας 2 για την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θαλασσινού νερού).

Ηλεκτρική αγωγιμότητα θαλασσινού νερού σε 10^5 sec / cm κατά Dietrich και Kalle

Θερμοκρασία $^{\circ}\text{C}$	Περιεκτικότητα του θαλασσινού νερού σε άλατα κατά μάζα %			
	1,0	2,0	3,0	4,0
0	923	1747	2528	3276
15	1378	2594	3740	4004
20	1712	3214	4626	5967

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Στον **ΠΙΝΑΚΑ 3** δίδεται η πιθανότητα ηλεκτροχημικής διάβρωσης ανάμεσα σε διάφορα ζεύγη μετάλλων.

Μεγάλη σημασία για τη διάβρωση της ανόδου είναι ο λόγος των επιφανειών των δύο ηλεκτροδίων.

Εάν ο λόγος (Α)ανόδου / (Α)καθόδου είναι μικρός, τότε για μια ορισμένη ένταση ρεύματος η πυκνότητα της έντασης στην άνοδο θα είναι μεγαλύτερη, άρα και πιο γρήγορη η φθορά της.

Συνεπώς ο λόγος αυτός πρέπει να είναι μικρός, οπότε δεν φθείρεται η άνοδος.

ΥΛΙΚΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

2. Είδη – ιδιότητες – εφαρμογές

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα σωληνώσεων είναι :

- **Υλικά με βάση το σίδηρο** : οι σωλήνες που κατασκευάζονται από σίδηρο / χάλυβα έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα , δεδομένου ότι ο σίδηρος και ο χάλυβας έχουν εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες . Έχουν μεγάλη αντοχή στις τάσεις από τις καταπονήσεις που υφίστανται λόγω της

ροής των ρευστών αλλά και από τις κινήσεις του σκάφους, παρουσιάζουν πολύ καλή συμπεριφορά στις υψηλές θερμοκρασίες, είναι σχετικά μαλακοί οπότε είναι εύκολη η επεξεργασία τους (εν θερμώ αλλά και εν ψυχρώ). Επίσης είναι εύκολη η σύνδεση μεταξύ τους με συγκολλήσεις, με σπειρώματα, με φλάντζες. Γενικά οι σωλήνες αυτοί είναι κατάλληλες για χρήση σε εγκαταστάσεις υψηλής πίεσης. Ως μειονεκτήματα αναφέρονται η μικρή αντίσταση του απλού χάλυβα σε διάβρωση, το σχετικά μεγάλο βάρος και το κόστος. Χάλυβες με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα (0,05% - 0,30%) είναι μαλακοί και όλκιμοι άρα εύκολοι σε επεξεργασία. Χάλυβες μέσης περιεκτικότητας σε άνθρακα (0,30% - 0,60%) έχουν αυξημένη σκληρότητα και πιο δύσκολη επεξεργασία. Η περιεκτικότητα σε άνθρακα δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,22% για να έχουν ικανοποιητική συγκολλητικότητα, ιδιαίτερα σημαντική ιδιότητα για την επεξεργασία των σωλήνων. Οι τραβηκτικοί χαλυβοσωλήνες χωρίς ραφή μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις εφαρμογές. Χαλυβοσωλήνες απαιτούνται για τις γραμμές καυσίμων και για όλες τις σωληνώσεις που περνούν μέσα από δεξαμενές καυσίμων. Οι σωληνώσεις πίεσεως πρέπει να είναι χωρίς ραφή και από εξαιρετικά ισχυρό χαλυβοσωλήνα (αυξημένο πάχος τοιχώματος). Επίσης χωρίς ραφή πρέπει να είναι οι σωληνώσεις τροφοδοτικού νερού και ατμού. Χρησιμοποιούνται επίσης σωλήνες από χυτοσίδηρο (μαντέμι), που είναι κράμα σιδήρου με άνθρακα. Έχουν περισσότερη περιεκτικότητα σε άνθρακα περίπου στο 6%. Ως υλικό έχει υποδεέστερες ιδιότητες από αυτές του χάλυβα, έχει χαμηλότερο κόστος, μικρότερη αντοχή σε πιέσεις, είναι εύθραυστος με μεγάλη σκληρότητα, στοιχεία που καθιστούν δύσκολη την επεξεργασία των χυτοσιδηρών σωλήνων.

- **Υλικά με βάση το χαλκό:** ο χαλκός και τα κράματα του χαλκού είναι κατάλληλα για σωληνώσεις θαλασσινού νερού επειδή έχουν την ιδιότητα να σχηματίζουν προστατευτικό στρώμα προς αντιμετώπιση της διάβρωσης. Δεν είναι κατάλληλα για μεγάλες θερμοκρασίες (πάνω από 225 °C μέχρι 300 °C) οπότε δεν χρησιμοποιούνται σε σωληνώσεις ατμού αλλά μόνο σε θερμαντικά στοιχεία. Έχουν καλή ολκιμότητα και συγκολλητικότητα. Τα κράματα $Cu-Ni$ μπορούν να συγκολληθούν εύκολα σε ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου, ενώ τα κράματα χαλκού με Al συγκολλούνται πιο δύσκολα. Βασικά πλεονεκτήματα του χαλκού είναι η μικρή του σκληρότητα και δυνατότητα κατεργασίας, η άριστη θερμική αγωγιμότητα (με συντελεστή μεγαλύτερο κατά περίπου 6,5 φορές αυτού του σιδήρου). Ως μειονεκτήματα αναφέρονται η προσβολή από τα οξέα και την υγρασία, τις επιβλαβείς ενώσεις που δημιουργούνται κατά την οξείδωση.
- **Υλικά με βάση το αλουμίνιο:** η περιεκτικότητα σε χαλκό πρέπει να είναι μικρότερη από 0,1%. Για την αύξηση της μηχανικής αντοχής προστίθεται κυρίως μαγνήσιο σε ποσοστά μέχρι 5% περίπου. Έχει την ιδιότητα να σχηματίζει προστατευτικό στρώμα εσωτερικά για προστασία από τη διάβρωση. Η ολκιμότητα είναι καλή και μπορούν να συγκολληθούν με τις μεθόδους MIG και WIG. Πλεονέκτημα του αλουμινίου είναι το μικρό βάρος, αλλά η μικρή αντοχή του περιορίζει τη χρήση τέτοιων σωλήνων.
- **Υλικά με βάση το πλαστικό:** χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες διάφορα πολυμερή (θερμοπλαστικά αλλά και θερμοσκληρυνόμενα υλικά). Πλεονεκτήματα είναι το χαμηλό αρχικό κόστος, το μικρό βάρος (περίπου το 1/7 του βάρους των χαλυβοσωλήνων), έχουν εξαιρετική αντίσταση στη διάβρωση από οξυγόνο και οξέα και ασφαλώς δεν κινδυνεύουν από ηλεκτροδιάβρωση. Η εσωτερική επιφάνεια είναι λεία με συνέπεια τον περιορισμό των ενεργειακών απωλειών από την εντός αυτών ροή των υγρών. Ως μειονεκτήματα αναφέρονται η σχετικά μικρή αντοχή (που μειώνεται με τη θερμοκρασία), η αδυναμία να λειτουργήσουν σε υψηλές θερμοκρασίες

, η ανεπαρκής αντίσταση σε πυρκαϊά σε συνδυασμό με την έκλυση τοξικών ουσιών στην περίπτωση καύσης τους . Οι σωλήνες αυτές χρησιμοποιούνται για αποχετεύσεις , δίκτυο πόσιμου νερού , δίκτυο νερού λάτρας , μικρές γραμμές κύτους και σωληνώσεις οξέων και άλλων χημικών. Λόγω της μικρότερης τραχύτητας της επιφάνειας αυτών των σωλήνων , η διάμετρό τους μπορεί να είναι μικρότερη κατά 20% περίπου της διαμέτρου των μεταλλικών σωλήνων .

Η αντοχή όλων των πλαστικών υλικών μειώνεται πολύ με την αύξηση της θερμοκρασίας . Η χρήση των πλαστικών σωλήνων είναι αποδεκτή για σωληνώσεις που ανήκουν στην ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ III (ΠΙΝΑΚΑΣ 10 β σελίδα 60) . Σωληνώσεις που ανήκουν στην ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ I και στη ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ II τυγχάνουν ιδιαίτερης θεώρησης από τους Νηογνώμονες.

Τα πλαστικά που χρησιμοποιούνται είναι :

- α. PVC (polyvinylchlorid) , β. PE (polyethilen) / HDPE (High density polyethylene) ,
γ. PP (polypropylene) δ. ABS (acrylonitrile – butadiene – styrene)
ε. GRE (glassifibre reinforced epoxy) στ. GRP (polyester pipes)

Για τα παραπάνω υλικά :

α. PVC (polyvinylchlorid) : μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες μεταξύ -25°C και $+70^{\circ}\text{C}$, για ονομαστική πίεση μέχρι $16 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$ όταν η ονομαστική διάμετρος $NW \leq 65 \text{ mm}$, ενώ για ονομαστικές διαμέτρους $65 \text{ mm} < NW \leq 150 \text{ mm}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη ονομαστική πίεση είναι $10 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$. Στην πράξη το υλικό αυτό χρησιμοποιείται σε σωληνώσεις όπου η πίεση είναι

πολύ χαμηλή , δηλαδή $\leq 7 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$, δεν αναφλέγεται και μπορεί να συγκολληθεί και να κολληθεί .

β. PE (polyethilen) / HDPE (High density polyethylene) : χρησιμοποιείται σε θερμοκρασίες μεταξύ -60°C και $+70^{\circ}\text{C}$, επίσης για πολύ μικρές πιέσεις δηλαδή $\leq 7 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$. Έχει μεγάλη ευλυγισία και μπορεί να καμφθεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με ακτίνα καμπυλότητας μέχρι $15d$. Μπορεί εύκολα να συγκολληθεί αλλά δεν μπορεί να κολληθεί .

Το πολυαιθυλένιο είναι ένα θερμοπλαστικό πολυμερές που αποτελείται από μεγάλες αλυσίδες υδρογονανθράκων. Ανάλογα με την κρυσταλλική δομή και τη σχετική μοριακή μάζα, μπορεί να παρατηρείται ή όχι σημείο τήξης και υαλώδης μετάπτωση. Η θερμοκρασία στην οποία συμβαίνουν αυτά ποικίλει πολύ, ανάλογα με τον τύπο του πολυαιθυλενίου. Το πολυαιθυλένιο ταξινομείται σε πολλές διαφορετικές κατηγορίες με βάση κυρίως την πυκνότητά του και τη διακλάδωσή του. Οι μηχανικές του ιδιότητες εξαρτώνται πολύ από μεταβλητές όπως η έκταση και ο τύπος της διακλάδωσης, η κρυσταλλική δομή και η σχετική μοριακή μάζα. Με βάση τους καταναλισκόμενους

όγκους, τα πιο σημαντικά είδη πολυαιθυλενίου είναι τα HDPE, LLDPE (*Γραμμικό πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας*) και LDPE (*Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας*).

Η ποιότητα HDPE, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σωλήνες νερού, έχει εξαιρετική χημική αντίσταση, που σημαίνει ότι δεν προσβάλλεται από ισχυρά οξέα ή ισχυρές βάσεις. Αντιστέκεται επίσης σε ήπια οξειδωτικά και αναγωγικά. Το πολυαιθυλένιο καίγεται αργά με μια γαλάζια φλόγα που έχει μια κίτρινη κορυφή και δίνει μια οσμή παραφίνης. Το υλικό εξακολουθεί να καίγεται αν αφαιρεθεί η πηγή της φλόγας και παράγει σταγόνες.

Το HDPE ορίζεται από μια πυκνότητα μεγαλύτερη ή ίση από $0,941 \text{ g/cm}^3$. Το HDPE έχει χαμηλό βαθμό διακλαδώσεων και συνεπώς χαμηλές διαμοριακές δυνάμεις και αντοχή στον εφελκυσμό.

γ. PP (polypropylene, πολυπροπυλένιο) : ως γενικές ιδιότητες αναφέρονται η δυνατότητα αποστείρωσης εν θερμώ, πολύ καλή χημική αντίσταση, καλή ελαστική επαναφορά, καλή σταθερότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες, χαμηλό βάρος, χαμηλή απορρόφηση υγρασίας. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες μικρότερες από 0°C , ενώ είναι κατάλληλο για σωληνώσεις θερμού νερού μέχρι θερμοκρασία 90°C . Μπορεί μόνο να συγκολληθεί. Το πολυπροπυλένιο είναι ένα θερμοπλαστικό πολυμερές που χρησιμοποιείται σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών, όπως ο σωληνώσεις.

Τα περισσότερα εμπορικά πολυπροπυλένιο είναι συμμετρικά και έχουν ένα ενδιάμεσο επίπεδο της διαύγειας μεταξύ εκείνου του πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας (LDPE) και υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE). Το πολυπροπυλένιο είναι συνήθως σκληρό και ευέλικτο, ειδικά όταν πολυμεριστεί με αιθυλένιο. Αυτό επιτρέπει στο πολυπροπυλένιο να χρησιμοποιηθεί ως ένα πλαστικό μηχανικής, με ανταγωνιστικά υλικά, όπως το Ακρυλονιτρίλιο βουταδιενίου στυρολίου (ABS).

δ. ABS (acrylonitrile – butadiene – styrene)

Το συμπολυμερές ακρυλονιτριλίου-βουταδιενίου-στυρενίου (ABS) είναι ένα άμορφο πολυμερές που παρασκευάζεται με τεχνολογία πολυμερισμού γαλακτώματος ή μάζας ακρυλονιτριλίου και στυρολίου υπό την παρουσία πολυβουταδιενίου. Οι πιο σημαντικές ιδιότητες του **ABS** είναι η αντοχή σε κρούση και η ανθεκτικότητα.

Το ABS χαρακτηρίζεται συνήθως από τρεις βασικές ιδιότητες:

- Ρευστότητα
- Αντοχή στη θερμότητα
- Αντοχή σε κρούση

□

Το μονομερές στυρολίου παρέχει στο **ABS** καλή επεξεργασιμότητα, το ακρυλονιτρίλιο παρέχει, αντοχή σε θερμότητα και χημική αντίσταση, ενώ το βουταδιένιο κάνει το προϊόν πιο σκληρό και ανθεκτικό ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Αλλάζοντας τις αναλογίες των συστατικών του **ABS** και εισάγοντας ειδικά πρόσθετα, παράγονται διαφορετικές ποιότητες με συγκεκριμένες ιδιότητες. Το ABS δεν είναι ανθεκτικό στις καιρικές συνθήκες και ως εκ τούτου συνιστάται για εφαρμογές εσωτερικού χώρου και μόνο.

Το συμπολυμερές ακρυλονιτριλίου-βουταδιενίου-στυρενίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί γενικά σε θερμοκρασίες από -20°C έως 80°C . Το ABS είναι ανθεκτικό σε υδατικά οξέα, αλκάλια, συμπτυκνωμένα υδροχλωρικά και φωσφορικά οξέα, αλκοόλες και ζωικά, φυτικά και ορυκτά έλαια, αλλά προσβάλλεται από συμπτυκνωμένα θειικά και νιτρικά οξέα. Το συμπολυμερές ακρυλονιτριλίου-βουταδιενίου-στυρενίου (ABS) είναι διαλυτό σε εστέρες, κετόνες, διχλωριούχο αιθυλένιο ή ακετόνη.

ε. GRE (glassfibre reinforced epoxy) : εναλλακτική λύση για σωλήνες χάλυβα , ελαφρύ και εύκολο στο χειρισμό , GRE διαθέτουν λεία εσωτερική επιφάνεια που μειώνει την τριβή κατά τη ροή . Χαμηλή θερμική αγωγιμότητα σε σύγκριση με το χάλυβα (μόνο το 1% περίπου του χάλυβα), ελαχιστοποιεί το κόστος της μόνωσης και της απώλειας θερμότητας.

στ. GRP (polyester pipes) : Οι σωλήνες GRP (Glass Reinforced Polyester pipes), παράγονται από θερμοσκληρυνόμενο πολυεστέρα ενισχυμένο με ίνες γυαλιού. Οι σωλήνες αυτές χαρακτηρίζονται από εξαιρετική αντοχή εξαιτίας των ινών υάλου , ενώ παράλληλα έχουν ένα υψηλό επίπεδο αντοχής στη διάβρωση λόγω της ρητίνης . Αυτός ο συνδυασμός μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων τις καθιστά ιδανικές για εφαρμογές με αγωγούς μεταφοράς υπό πίεση . Έχουν 4 φορές μικρότερο βάρος από τους χαλυβοσωλήνες , εξαιρετική αντοχή στη χημική διάβρωση , λεία εσωτερική επιφάνεια που εξασφαλίζει την ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω τριβής , ταχύτατες συνδέσεις και απόλυτα στεγανές χρησιμοποιώντας σύνδεσμο με διπλό ελαστικό δακτύλιο , άριστη συμπεριφορά σε συνθήκες υδραυλικού πλήγματος , μεγάλο χρόνο ζωής .

Σε κάθε περίπτωση , το αίτημα για αποδοχή πλαστικών σωλήνων και των τριών κατηγοριών (του **ΠΙΝΑΚΑΣ 10 β σελίδα 60) συνοδεύεται από τα δεδομένα της σχεδίασης , δηλαδή η πίεση και η θερμοκρασία της σχεδίασης καθώς και τα φυσικά χαρακτηριστικά του υλικού .**

Οι σωλήνες αυτοί πρέπει να έχουν την έγκριση του Νηογνώμονα , οι κανονισμοί του οποίου ακολουθούνται κατά τη ναυπήγηση του πλοίου .

Στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται τα χαρακτηριστικά λειτουργίας σωλήνων με πλαστικό υλικό .

Όταν ζητείται η έγκριση για τοποθέτηση πλαστικών σωλήνων , ανεξάρτητα της κατηγορίας που το δίκτυο ανήκει , ο Νηογνώμονας απαιτεί δοκιμές αντοχής με θερμή φλόγα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ :

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΩΛΗΝΩΝ

Οι σωλήνες κατασκευάζονται με τη μέθοδο της ραφής (ή συγκολλητοί), χωρίς ραφή και χυτοί. Χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά όπως χυτοσίδηρος, σίδηρος, χάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας, χαλκός και κράματα χαλκού, πλαστικά και άλλα.

Σωλήνες με ραφή

Χρησιμοποιείται λωρίδα ελάσματος μήκους ίσου με το μήκος του σωλήνα. Τα έλασμα κυλινδρώνεται και συγκολλείται είτε με συγκόλληση “πρόσωπο” (συμβολή ακμών) είτε με “επίθεση”.

Σωλήνες χωρίς ραφή

Κατασκευάζονται “εν θερμώ” ή “εν ψυχρώ”, ακολουθώντας διάφορες μεθόδους, από τις οποίες περισσότερο χρησιμοποιούνται η μέθοδος MANNESMAN και η μέθοδος EHRHARDT.

A. Μέθοδος MANNESMAN

Χρησιμοποιώντας έλαστρα και έχοντας θερμάνει σε 700 C έως 800 C , το σχετικό κυλινδρικό κομμάτι διέρχεται μεταξύ των ελάστρων ενώ στο κέντρο του διακένου υπάρχει ένα διατρητικό έμβολο (MANDREL).

Το κυλινδρικό κομμάτι ωθείται από τα περιστρεφόμενα έλαστρα και διατρυπάται στο κέντρο του, όταν δε το κομμάτι περάσει από το έμβολο έχει τη μορφή σωλήνα με παχύ τοίχωμα. Στη συνέχεια το κομμάτι περνά από επόμενα έλαστρα με κατάλληλα έμβολα, ώστε να αποκτήσει το επιθυμητό πάχος και την εξωτερική διάμετρο.

Η μέθοδος αυτή (μέθοδος κατασκευής ‘ εν θερμώ’ - HOT FINISHED TUBES - λόγω της θέρμανσης του υλικού) δεν χρησιμοποιείται για την κατασκευή σωλήνων μικρής διαμέτρου και μικρού πάχους.

Για αυτές τις σωλήνες ακολουθείται η “εν ψυχρώ” μέθοδος σύμφωνα με την οποία η σωλήνα υπόκειται σε εφελκύνσεις ώστε να διαμορφωθεί το επιθυμητό μήκος, πάχος και διάμετρος.

Οι σωλήνες αυτοί, χωρίς ραφή, ονομάζονται “τραβηχτοί εν ψυχρώ” (COLD DRAWN TUBES) και επειδή ο εφελκυσμός σκληραίνει το υλικό, πριν από κάθε εφελκυσμό η σωλήνα υποβάλλεται σε αποσκλήρυνση αφού πρώτα καθαριστεί από επιφανειακή σκουριά (εμβαπτίζεται σε διάλυμα οξέος, πλένεται με γλυκό νερό και εμβαπτίζεται σε λάδι).

B. Μέθοδος EHRHARDT

Ένα κυκλικό επίπεδο έλασμα θερμαίνεται μέχρι να αποκτήσει ανοικτό κόκκινο χρώμα και τοποθετείται σε μια υδραυλική πρέσα με έμβολο μέσα σε κύλινδρο.

Σχηματίζεται έτσι ένα κύπελλο (CUP) το οποίο επαναθερμαίνεται και επαναπρεσσάρεται σε μικρότερο κύλινδρο με αποτέλεσμα να επιμηκυνθεί το κύπελλο και να δημιουργηθεί ένας κύλινδρος με πυθμένα.

Συνεχίζεται αυτή η διαδικασία μέχρι να διαμορφωθεί η επιθυμητή εξωτερική διάμετρος, η δε επιμήκυνση μπορεί να συνεχισθεί με εφελκυσμό (DRAWING).

Τάσεις – θερμική διαστολή – ευλυγισία σωληνώσεων

Οι σωληνώσεις ενός δικτύου σε λειτουργία υπόκεινται στις παρακάτω καταπονήσεις :

1. τάσεις λόγω του βάρους του σωλήνα και του ρευστού που περιέχεται σε αυτόν : το βάρος του σωλήνα υπολογίζεται από πίνακες σε συνάρτηση με το μέγεθος του σωλήνα . Το βάρος του ρευστού υπολογίζεται από τον όγκο του ρευστού ανά μέτρο μήκους και την πυκνότητα του ρευστού στις συνθήκες λειτουργίας (μέσα στο σωλήνα) . Από τις φορτίσεις αυτές οι δυνάμεις και ροπές που προκύπτουν παραλαμβάνονται από τα στηρίγματα .
2. τάσεις από τη θερμική διαστολή : από τη διαφορά θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ των σωλήνων και του περιβάλλοντος γύρω από τη σωλήνωση (όπως π.χ. οι σωληνώσεις των δικτύων στο κατάστρωμα ενός πλοίου) , αλλά και από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του ρευστού που κυκλοφορεί μέσα στις σωληνώσεις δικτύων όπως δίκτυα ψύξης ή και δίκτυα ατμού , προκαλούνται συστολές και διαστολές με συνέπεια μεταβολές του μήκους των σωλήνων.

Οι επιπτώσεις θερμικής διαστολής / συστολής , εξαρτώνται από τη διαφορά της θερμοκρασίας , από το σχήμα της σωλήνας και από το είδος των στηριγμάτων.

Για τον υπολογισμό της θερμικής διαστολής σημασία έχουν οι ιδιότητες των υλικών και κυρίως ο συντελεστής γραμμικής διαστολής α καθώς και το μέτρο ελαστικότητας E .

Τόσο ο συντελεστής α όσο και το μέτρο ελαστικότητας E εξαρτώνται από τη θερμοκρασία.

Λαμβάνοντας σαν βασική θερμοκρασία τους 20^0 C , ο πίνακας 21 (σελ. 80) δίδει τη μέση τιμή του συντελεστή α μεταξύ των 20^0 C και οποιασδήποτε άλλης θερμοκρασίας.

Στη γενική της μορφή, η εξίσωση που δίνει τη συνολική επιμήκυνση ενός ευθυγράμμου τμήματος σωλήνα λόγω της θερμικής του διαστολής αλλά και της αξονικής του τάσεως τόσο στην αρχική όσο και στην τελική του κατάσταση, είναι η εξής :

$$\varepsilon = -\frac{\sigma_0}{E_0} + \int_{t_0}^t \alpha(t)dt + \frac{\sigma_t}{E_t}$$

όπου

∴

ε : γραμμική επιμήκυνση, διαφορά μεταξύ της αρχικής καταστάσεως στη θερμοκρασία t_0 και της τελικής καταστάσεως στη θερμοκρασία t

σ_0 : αρχική τάση στη θερμοκρασία t_0 (πρόταση)

bar

E_0 : μέτρο ελαστικότητας στη θερμοκρασία t_0 , bar

$\alpha(t)$: συντελεστής γραμμικής διαστομής (για μηδενική τάση),
συνάρτηση της θερμοκρασίας , K^{-1}

t_0 : αρχική θερμοκρασία , K

t : τελική θερμοκρασία , K

σ_t : τελική τάση στη θερμοκρασία t , bar

E_t : μέτρο ελαστικότητας στη θερμοκρασία t , bar

Εάν είναι γνωστή η μέση τιμή του α μεταξύ των θερμοκρασιών t_0 και t , τότε το ολοκλήρωμα της εξ. (1) υπολογίζεται ως εξής :

$$\int_{t_0}^t \alpha(t) dt = \bar{\alpha}_t \Delta t$$

Το $\bar{\alpha}_t$ είναι η μέση τιμή του α μεταξύ μιας αρχικής θερμοκρασίας t_0 , που καθορίζεται, και της τελικής θερμοκρασίας t , ενώ το Δt είναι αυτή ακριβώς η θερμοκρασιακή διαφορά :

$$\Delta t = t - t_0$$

Θερμικές απώλειες και μόνωση σωληνώσεων

Όταν η θερμοκρασία του ρευστού που κυκλοφορεί μέσα σε σωληνώσεις είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, μεταδίδεται θερμοκρασία από το ρευστό ή προς το ρευστό που ρέει μέσα στις σωληνώσεις. Αυτό είναι ανεπιθύμητο και η μόνωση των σωληνώσεων έχει σκοπό να μειώσει την μετάδοση θερμότητας μεταξύ ρευστού και περιβάλλοντος.

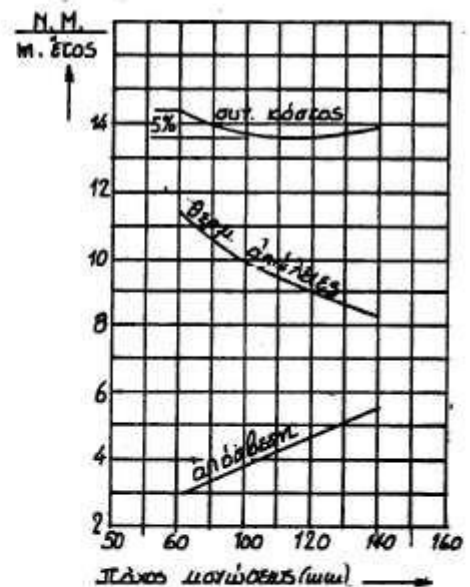
Όταν με την τοποθέτηση μόνωσης έχουμε ενεργειακό κέρδος τότε μπορεί να υπολογισθεί εκείνο το πάχος της μόνωσης που έχει ως αποτέλεσμα να είναι ελάχιστες οι απώλειες θερμότητας και ελάχιστη η απόσβεσή του.

Μπορούμε να δούμε στο επόμενο σχήμα την μεταβολή του κόστους απόσβεσεως θερμικών απωλειών του συνολικού, συνημιίγει του πάχους μόνωσης για ένα παράδειγμα όπου η διάρκεια απόσβεσεως είναι 5 χρόνια, σε Νομισματικές μονάδες ανά m σωλήνα και έτος.

Το πάχος μόνωσης μπορεί να προσδιοριστεί και από τα παρακάτω κριτήρια:

1. η απώλεια θερμότητας σε W/m σωλήνα να είναι μικρότερη από μία προκαθορισμένη τιμή.
2. πτώση θερμοκρασίας μέχρι κάποιο όριο.
3. για θερμοκρασία περιβάλλοντος μέγιστη, η επιφανειακή θερμοκρασία της μόνωσης $\leq 50^{\circ}C$ ή $55^{\circ}C$.

4. ειδικά για ψυκτικές εγκαταστάσεις, η ελάχιστη θερμοκρασία στην επιφάνεια της μόνωσης να είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία δρόσου του ατμοσφαιρικού αέρα ώστε να μην συμπυκνώνονται οι υδρατμοί του αέρα στην επιφάνεια του σωλήνα.



ΔΟΚΙΜΕΣ

Για να είναι σίγουρη η ακεραιότητα των κυκλωμάτων και η στεγανότητα, το κράτημα των συνδέσεων, των σωληνώσεων, των βαλβίδων, των αντλιών κ.λ.π., πρέπει αυτά να δοκιμασθούν υδροστατικά ύστερα από εργασίες και πριν από το μοντάρισμα στο πλοίο, σε μία πίεση διπλάσια από την πίεση λειτουργίας εάν η θερμοκρασία λειτουργίας δεν ξεπερνά τους 350°C (εάν $t_{\text{λειτουργ.}} > 350^{\circ}\text{C}$ τότε η πίεση δοκιμής $P_{\delta} > 2 \cdot P_{\text{λειτουργ.}}$ ώστε να διατηρείται ένα περιθώριο ασφαλείας στην επιτρεπόμενη τάση η οποία μπορεί να μειώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία).

Ειδικότερα:

1. Χαλκοσωλήνες.

- A) α) τροφοδοτικού νερού, β) ατμού
B) για όλες τις σωληνώσεις με πίεση λειτουργίας

$$P_{\text{λειτουργ.}} > 10,5 \text{kp/cm}^2$$

τότε

$$P_{\text{δοκιμής}} = 2 \cdot P_{\text{λειτουργίας}}$$

2. Χαλυβοσωληνες για $p > 7 \text{kp/cm}^2$.

Η πίεση δοκιμής εδώ, δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$P_T = \frac{K \cdot P}{2 \cdot \sigma_z}$$

όπου:

P_T = πίεση δοκιμής

P = πίεση υπολογισμού σε kp/cm^2

σ_z = επιτρεπόμενη τάση για χαλυβοσωλήνες σε kp/cm^2

K = σταθερά που υπολογίζεται από τους πίνακες 27 και 28

σελ. 92.

Οι τιμές για την επιτρεπόμενη τάση σ_z δίδονται στον ΠΙΝΑΚΑ 29 (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ I) σελίδα 92 και ΠΙΝΑΚΑ 30 (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ II) σελίδα 93.

Μετά το μοντάρισμα στο πλοίο μία ακόμη υδροστατική δοκιμή πρέπει να γίνει στις σωληνώσεις ατμού, τροφοδοτικού νερού λεβήτων, καυσίμου, πεπιεσμένου αέρα και σεντινών. Η πίεση δοκιμής $P_δ$ γενικά είναι διπλάσια της πιέσεως λειτουργίας, με τις ακόλουθες μειώσεις:

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ INTERNET