

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ – ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ – ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ – ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΗ1
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2481/86

Εγκαταστάσεις σε κτήρια:
Διανομή ατμού μέχρι PN 16-300°C.

Γ' ΕΚΔΟΣΗ

Άλλες TOTEE που κυκλοφορούν:

Κωδ. αρ. 2400 Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα

TOTEE 2411/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου-ζεστού νερού.
TOTEE 2412/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Αποχετεύσεις..
TOTEE 2421-ΜΕΡΟΣ 1/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών χώρων.
TOTEE 2421-ΜΕΡΟΣ 2/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών χώρων.
TOTEE 2423/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Κλιματισμός κτηριακών χώρων.
TOTEE 2425/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων.
TOTEE 2427/83	: Κατανομή δαπανών κεντρικής θέρμανσης σε κτήρια.
TOTEE 2451/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Μόνιμα πυροσβεστικά συστήματα με νερό.
TOTEE 2471/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Διανομή καυσίμων αερίων. (Αναθεώρηση του Σχεδίου TOTEE 2471/80).
TOTEE 2481/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Διανομή ατμού μέχρι PN16-300°C.
TOTEE 2491/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Αποθήκευση και διανομή αερίων για ιατρική χρήση.

Η TOTEE 2427/83 που δημοσιεύθηκε στο Ενημερωτικό Δελτίο του ΤΕΕ αρ. 1294/23.01.1984 έγινε υποχρεωτική με το Π.Δ. 27 (ΦΕΚ 631/Δ/07.11.85).

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ – ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ – ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ – ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΗ1
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2481/86

Εγκαταστάσεις σε κτήρια:
Διανομή ατμού μέχρι PN 16-300°C.

Γ' ΕΚΔΟΣΗ

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας

Τμήμα Εκδόσεων

Υπεύθυνος για τη Διοικούσα Επιτροπή

Κωνσταντίνος Ν. Παναγιατόπουλος, πρόεδρος ΤΕΕ

Υπεύθυνη Τμήματος Εκδόσεων: Γιώτα Καζάζη

Τίτλος Τ.Ο.: Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Διανομή ατμού μέχρι PN 16-300° C.

Συγγραφείς: Ομάδα Εργασίας ΤΕΕ: Κ. Χ. Λέφας, Κ. Α. Καρατζόγλου,
Α. Ι. Γκιουζέλης

© 2002: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας

ISBN: 960-7018-07-9

Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2481/86 συντάχθηκε από Ομάδα Εργασίας του ΤΕΕ με τη χρηματοδότηση και την έγκριση του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

Η παρούσα Γ' έκδοση τυπώθηκε σε 1.000 αντίτυπα με δαπάνη του ΤΕΕ από την **ΕΠΤΑΛΟΦΟΣ ΑΒΕΕ**, Αρδητιού 12-16, Τηλ.: 921.4820, Fax: 923.7033, www.eptalofos.com.gr, e-mail: info@eptalofos.com.gr.

Απαγορεύεται η καθ' οιονδήποτε τρόπο ανατύπωση, καταχώρηση σε σύστημα αποθήκευσης και επανάκτησης ή μετάδοσης μέρους ή του συνόλου του βιβλίου αυτού χωρίς την έγγραφη άδεια του εκδότη.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡ.ΧΩΡ. & ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ Δ.Ε.
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΗ1

Ταχ. Δ/ση: Λ. Αλεξάνδρας 38
Τ.Κ. 114 73

Πληροφορίες: Χρ. Αναστασόπουλος
Τηλέφωνο: 88 33316

Αθήνα, 30 Μαρτίου 1987
Αριθμ. Πρωτ. ΕΗ1/708 π.ε.

ΑΠΟΦΑΣΗ

ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ

Όπως ο πίνακας διανομής

ΘΕΜΑ: Έγκριση Τεχνικής Οδηγίας που αφορά: «Εγκαταστάσεις σε κτίρια-Διανομή ατμού μέχρι PN 16-300 °C - ΤΟΤΕΕ 2481/86».

Έχοντας υπόψη:

1. Το Ν. 1558/85 «Κυβέρνηση και κυβερνητικά όργανα».
2. Το Π.Δ. 910/77 «περί οργανισμού του ΥΠ.Δ.Ε.» όπως συμπληρώθηκε και τροποποιήθηκε με το Ν. 1232/82.
3. Το Ν. 1418/84 για τα δημόσια έργα και ρυθμίσεις συναφών θεμάτων και το Π.Δ. 609/85 περί εκτελέσεως δημοσίων έργων.
4. Την ΕΔ2α/01/159/Φ.2.2.1/16.12.1986 Απόφαση του Υπουργείου ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. «περί περί μεταβίβασης αρμοδιοτήτων του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. στο Γενικό Γραμματέα, στους Προϊσταμένους των Δ/σεων κ.λπ.».
5. Την ΕΗ1/0/454/5.7.85 Απόφαση του ΥΠ.Δ.Ε. «Περί αναθέσεως στο ΤΕΕ της εκπονήσεως Τεχνικών Οδηγιών που αφορούν εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα».
6. Την ΕΗ1/0/453/5.7.85 Απόφαση του ΥΠ.Δ.Ε. «Περί εγκρίσεως διαθέσεως πιστώσεως για τη σύνταξη των Τεχνικών Οδηγιών».
7. Την από 24.7.85 Σύμβαση μεταξύ ΥΠ.Δ.Ε. και Τ.Ε.Ε. για τη σύνταξη των Τεχνικών Οδηγιών.
8. Το από 28.10.1986 έγγραφο του Τ.Ε.Ε. που έχει υποβληθεί το τελικό κείμενο της παραπάνω Τεχνικής Οδηγίας.
9. Την με αριθ. πράξη 21, συνεδρ. 5/26.2.87 Γνωμοδότηση του Συμβουλίου Δημοσίων Έργων, Τμήμα Μελετών.

Αποφασίζουμε

1. Εγκρίνουμε την ΤΟΤΕΕ 2481/86 που αφορά: «Διανομή ατμού μέχρι PN 16-300 °C

Εγκαταστάσεων σε κτίρια» όπως αυτή συντάχθηκε από το Τ.Ε.Ε. και διαμορφώθηκε τελικά, ελέγχθηκε και θεωρήθηκε από την Δ/ση ΕΗ1.

2. Ορίζουμε υποχρεωτική την εφαρμογή της ΤΟΤΕΕ 2481/86, σύμφωνα με το άρθρο 21 του Ν. 1418/84 στα σημεία που αναφέρεται στον τρόπο κατασκευής, στην ποιότητα των χρησιμοποιουμένων υλικών και τις δοκιμές των εγκαταστάσεων.
3. Η ισχύς της παρούσης αρχίζει μετά δέμηνο από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.
4. Η παρούσα να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ

ΕΥΑΓΓ. ΚΟΥΛΟΥΜΠΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

1. Γραφείο κ. Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
 2. Γραφείο κ. Γεν. Γραμματέα Γ.Γ.Δ.Ε.
 3. Τ.Ε.Ε.
- Καρ. Σερβίας 4, 102 48 Αθήνα

Ακριβές αντίγραφο
Η Πρ/μένη Γραμματείας Ε'
α.α.

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΝΟΜΗ

Α. ΜΠΑΚΑΛΕΞΗ

1. Δ/ση ΕΗ1
2. Χρον. Αρχείο

Ομάδα Εργασίας που συνέταξε την ΤΟΤΕΕ αυτή:

Καθηγ. Κ. Χ. Λέφας, Δρ διπλ. μηχανολόγος μηχανικός

Κ. Α. Καρατζόγλου, Δρ διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός

Α. Ι. Γκιουζέλης, διπλ. μηχανολόγος μηχανικός

Υπεύθυνοι για τη Διοικούσα Επιτροπή:

Ν. Γ. Κουράκος, διπλ. ναυπηγός μηχανολόγος μηχανικός

Ι. Χ. Ζέρβας, διπλ. ηλεκτρολόγος μηχανικός

Συντονιστική Ομάδα Εργασίας για τη σύνταξη των δέκα TOTEE:

Α. Μ. Ζάννος, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός

Κ. Α. Φίλιππας, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός

Ν. Μ. Δημάκος, διπλ. μηχανολόγος μηχανικός

Ρ. Ι. Δρακούλης, διπλ. μηχανολόγος μηχανικός

Σ. Χ. Πάπαφος, διπλ. χημικός μηχανικός

Δ. Θ. Κανέλλου, διπλ. χημικός μηχανικός

Η διαμόρφωση του τελικού κειμένου έγινε από την Ομάδα Εργασίας μετά από δημόσιο διάλογο.

Στο δημόσιο διάλογο έλαβαν μέρος:

1. Χρ. Αναστασόπουλος, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
2. Α. Πάνος, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
3. Δ. Παπαχαράλαμπος, διπλ. μηχανολόγος μηχανικός
4. Θ. Ρούτουλας, διπλ. χημικός μηχανικός
5. Κ.Α. Τσίγκας, διπλ. ηλεκτρολόγος μηχανικός
6. Δ.Α. Τσίτσης, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
7. Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ)
8. Εμπορική Τράπεζα Δ/ση Διοικητικών Υπηρεσιών-Τομέας Τεχν. Έργων
9. Κτηματική Εταιρεία του Δημοσίου (ΚΕΔ)
Ν. Παπαδάκης, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
10. Ελληνικά Καύσιμα Ορυκτέλαια (ΕΚΟ) Τεχνικές Υπηρεσίες
Κ. Αθανασόπουλος, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
11. Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων
Διεύθυνση ΕΗ1, Γεν. Διεύθ. Δ.Ε.
Χρ. Αναστασόπουλος, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
12. ΥΠΕΧΩΔΕ Διεύθυνση Γ9
Σ. Λεβέντη, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
13. ΥΠΕΧΩΔΕ 5η ΠΥΔΕ Τμήμα Μ-Η
Γ. Μορένος, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός

VIII

14. ΥΠΕΧΩΔΕ 9η ΠΥΔΕ Τμήμα Μ-Η
Γ. Νόρδας, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
15. ΥΠΕΧΩΔΕ 12η ΠΥΔΕ Τμήμα Μ-Η
Εμμ. Κατζουράκης, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
16. Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας
Διεύθ. Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Ηλεκτρομηχανολογικού
Δ. Μπάβλας, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
17. Γενικό Επιτελείο Στρατού
Διεύθυνση Μηχανικού
18. Νομαρχία Αχαΐας Διεύθ. Εσωτ. ΤΥΔΚ
Π. Παγιασλής, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
19. Νομαρχία Έβρου Διεύθ. Εσωτ. ΤΥΔΚ
Δ. Μανανάς, διπλ. ηλεκτρολόγος μηχανικός
20. Νομαρχία Ημαθίας Διεύθ. Εσωτ. ΤΥΔΚ
Δ. Γεωργιάδης, μηχανολόγος υπομηχανικός
21. Νομαρχία Κιλκίς Διεύθ. Τεχνικών Υπηρεσιών
Α. Λιάκος, ηλεκτρολόγος υπομηχανικός
22. Νομαρχία Λασηθίου Διεύθ. Τεχνικών Υπηρεσιών
Η. Ζερβός, διπλ. μηχανολόγος μηχανικός
23. Νομαρχία Φλώρινας Διεύθ. Τεχνικών Υπηρεσιών
Π. Μέλλιος, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
24. Πανελλήνια Ένωση Συνδέσμων Εργοληπτών Δημ. Έργων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΟΤΕΕ) φιλοδοξούν να καλύψουν το κενό που προκύπτει από την έλλειψη εγκύρων Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών στον κατασκευαστικό και τον παραγωγικό τομέα και αποτελούν την επιβεβαίωση της πολιτικής του ΤΕΕ να συμβάλλει στην δημιουργία τεχνολογικής υποδομής στη χώρα μας.

Τα κείμενα των ΤΟΤΕΕ δίνουν συστάσεις σχετικές με το σχεδιασμό, την επιλογή των υλικών και εξαρτημάτων, την κατασκευή, την εγκατάσταση, την συντήρηση και την χρήση ενός τεχνικού έργου. Με αυτά τα κείμενα προωθείται ο στόχος του ΤΕΕ να δοθεί συγκεκριμένο περιεχόμενο και να καθορισθούν οι κανόνες της τέχνης και της επιστήμης σε όλα τα στάδια της ζωής ενός τεχνικού έργου (σχεδιασμός, μελέτη, κατασκευή, επίβλεψη, παραλαβή, συντήρηση, χρήση).

Στα κείμενα υπάρχει συχνή αναφορά σε πρότυπα ΕΛΟΤ και όπου δεν υπάρχουν, σε διεθνή πρότυπα (ISO, Ευρωπαϊκά) ή αναγνωρισμένα εθνικά πρότυπα (DIN, BS, AFNOR κ.λπ.). Αυτό γιατί πιστεύουμε πως πρέπει να γίνει συνείδηση σε όλους τους Έλληνες Τεχνικούς η χρήση σε όλα τα στάδια της εργασίας τους των Τεχνικών Προτύπων.

Οι ΤΟΤΕΕ φιλοδοξούν να αποτελέσουν καθημερινό εργαλείο όλων των συντελεστών (και όχι μόνο των Μηχανικών), που συνεργάζονται στην εκτέλεση του έργου.

Η πρώτη φάση του έργου της σύνταξης Τεχνικών Οδηγιών αποτελείται από δέκα (10) ΤΟΤΕΕ και αφορά στις Εγκαταστάσεις (εκτός Ηλεκτρολογικών) των κτιριακών έργων. Σε κοινή σύσκεψη εκπροσώπων του τότε Υπουργείου Δημοσίων Έργων, του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδος και άλλων φορέων, προωθήθηκε η πρόθεση του Υπουργείου να αναθεωρήσει τον αναχρονιστικό κανονισμό «Περί Υδραυλικών Εγκαταστάσεων» του 1936. Το ΤΕΕ πρότεινε να αναλάβει την σύνταξη Τεχνικών Οδηγιών, που να καλύπτουν με την ευκαιρία αυτή, όλες τις εγκαταστάσεις (εκτός των ηλεκτρολογικών) ενός κτιριακού έργου.

Με σύμβαση που υπογράφηκε μεταξύ ΥΠΕΧΩΔΕ και ΤΕΕ στις 24.07.85 ανατέθηκε στο ΤΕΕ η σύνταξη των δέκα (10) αυτών ΤΟΤΕΕ με χρηματοδότηση του ΥΠΕΧΩΔΕ και με παραχώρηση στο ΤΕΕ όλων των δικαιωμάτων εκτύπωσης, ανατύπωσης και εμπορίας τους.

Οι ΤΟΤΕΕ της σειράς αυτής, συντάχθηκαν από τριμελείς ομάδες εργασίας διπλωματούχων μηχανικών μελών του ΤΕΕ, κάτω από τον συντονισμό και την εποπτεία μιας δμελούς συντονιστικής ομάδας εργασίας (ΣΟΕ). Πολύτιμη υπήρξε για την ολοκλήρωση του έργου τόσο η υψηλή προτεραιότητα που έδωσε η Διοικούσα Επιτροπή του ΤΕΕ για την επίλυση όλων των προβλημάτων που παρουσιάστηκαν, όσο και η βοήθεια που πρόσφεραν οι σύνδεσμοι της ΣΟΕ με την Διοικούσα.

Οι Ομάδες Εργασίας συνέταξαν σχέδια. Ακολούθησε Δημόσιος Διάλογος και Δημό-

σια Κρίση με παρατηρήσεις που έγιναν από Οργανισμούς, Κοινωνικούς Φορείς, Υπηρεσίες του Δημοσίου και ιδιώτες και ακολούθως συντάχθηκε το παρόν τελικό κείμενο της Οδηγίας. Σε όλη αυτή την διαδικασία η Διεύθυνση ΕΗΙ του ΥΠΕΧΩΔΕ συνέβαλε με ουσιαστική παρακολούθηση των διαδικασιών και με παρατηρήσεις και έδωσε τελικά την έγκριση του Υπουργείου ΠΕΧΩΔΕ στο τελικό κείμενο.

Αθήνα, Οκτώβριος 1986

Η Σ.Ο.Ε.

Αλέξανδρος Ζάννος, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
 Νίκος Δημάκος, διπλ. μηχανολόγος μηχανικός
 Ροδόλφος Δρακούλης, διπλ. μηχανολόγος μηχανικός
 Δήμητρα Κανέλλου, διπλ. χημικός μηχανικός
 Σαλβατώρ Πάπαρος, διπλ. χημικός μηχανικός
 Κώστας Φίλιππας, διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετά από εισήγηση της Συντονιστικής Ομάδας Εργασίας (Σ.Ο.Ε.), η Διοικούσα Επιτροπή του ΤΕΕ ανέθεσε στην ομάδα μας την σύνταξη της ΤΟΤΕΕ αυτής.

Η ομάδα μας προβληματίστηκε κατ' αρχήν όσον αφορά στον καθορισμό της περιοχής ισχύος της τεχνικής αυτής οδηγίας, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν αντίστοιχοι ξένοι κανονισμοί ή οδηγίες, στους οποίους θα μπορούσε να στηριχθεί. Όπως είναι γνωστό, οι προτροπές και οι τεχνικές οδηγίες των ξένων σχετικών Επιστημονικών Οργανώσεων θεωρούν το πεδίο του ατμού σαν ενιαίο πεδίο. Καταλήξαμε στο όριο $P_N = 16 \text{ bar}$ και $t = 300^\circ\text{C}$ γιατί η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει, κάτω από το όριο αυτό, την χρησιμοποίηση περισσότερων και πιο φτηνών υλικών και γιατί το όριο αυτό καλύπτει το μέγιστο ποσοστό των πραγματοποιούμενων έργων. Την εισήγησή μας αυτή δέχθηκε η Σ.Ο.Ε.

Μη έχοντας πρότυπα που να την βοηθήσουν, η ομάδα εργασίας αναγκάστηκε να καθορίσει και τα προβλήματα, με τα οποία έπρεπε να ασχοληθεί και να συντάξει οδηγίες, που στηριζόμενες στην ελληνική πραγματικότητα, θα είχαν σκοπό να επιδιώξουν την βελτίωση της στάθμης των πραγματοποιούμενων έργων. Αν προσπαθήσει κανείς να αναλύσει το θέμα αυτό, θα οδηγηθεί στην διαπίστωση ότι η έλλειψη κανονισμών και οδηγιών επέτρεψε την ανάπτυξη κυκλωμάτων και νοοτροπιών, που οδήγησαν στην σημερινή χαμηλή στάθμη. Ιδιαίτερα στα ιδιωτικά έργα -που σπάνια υπάρχει και υποτυπώδης έλεγχος- η κατασκευή, αλλά πολλές φορές και αυτή η μελέτη έχει περιέλθει σε μεγάλο βαθμό σε πρόσωπα, που αγνοούν τα επιτασσόμενα από την επιστήμη και την τεχνική και που με σειρά παραχωρήσεων, επιτυγχάνουν μικρή υποχώρηση του κόστους του έργου, με δυσανάλογα μεγάλη καθίζηση της ποιότητάς του. Και δυστυχώς αυτή η μικρή υποχώρηση του κόστους αποτελεί συνήθως τον μόνο παράγοντα κρίσεως των εργοδοτών, ενώ την ζημιά καλείται να πληρώσει σε τελευταία ανάλυση η Εθνική Οικονομία.

Στοιχείοντας λοιπόν να βελτιώσει αυτή την πραγματικότητα, η ομάδα μας, θα έπρεπε να επεκταθεί σε όλα τα προβλήματα που αρχίζουν από τον σχεδιασμό και τον υπολογισμό ενός δικτύου ατμού, συνεχίζουν με την κατασκευή του και τους απαραίτητους ελέγχους και τελειώνουν στις λειτουργικές δοκιμές του. Και να ασχοληθεί τουλάχιστον με τα κύρια προβλήματα, που δεν καλύπτονται από νομοθεσία ή κανονισμούς ή και γενικότερα με πεδία, που έπρεπε να τα φωτίσει από άλλη οπτική γωνία.

Γι' αυτό, χωρίς να παραβλέπουμε ότι προβλέπει η νομοθεσία μας για την εκτέλεση των δημοσίων έργων, σχετικά π.χ. με τον ρόλο του επιβλέποντα μηχανικού, τις αρμοδιότητες των εργαζομένων γύρω από το έργο, τις δοκιμές, την παραλαβή και τα λοιπά στοιχεία που αφορούν στο έργο, κρίναμε ότι είναι σκόπιμο να καταγράψουμε όλες τις αναγκαίες συνθήκες και να προβούμε σε συστάσεις που αφορούν κυρίως στον έλεγχο της κατασκευής και στην παραλαβή του έργου, για όλο το φάσμα των κατασκευών των ιδιωτικών έργων, όπου άλλως τε υπάρχει και η μεγαλύτερη καταπάτηση των κανόνων της τέχνης και της επιστήμης. Δίδουμε δε επίσης συστάσεις που θα είναι αναγκαίο να συμπε-

ελαμβάνονται στις καταρτιζόμενες συμβάσεις έργων (κυρίως των ιδιωτικών έργων, αλλά και των δημοσίων), αν ο ιδιοκτήτης του έργου θέλει να έχει περισσότερες ή και αυστηρότερες απαιτήσεις απ' αυτές που προβλέπει, σε γενικές γραμμές η σημερινή νομοθεσία.

Για την διατύπωση των οδηγιών η ομάδα μας στηρίχθηκε περισσότερο στο πνεύμα, που οδήγησε στην σύνταξη προτροπών ή και κανονισμών:

- της V.G.B. (Technische Vereinigung der Grosskraftwerksbetreiber e.V.)
- του V.D.I. (Verein Deutscher Ingenieure)
- των T.R.D. (Technische Regeln für Dampfkessel) και

- άλλων αντίστοιχων ξένων οργανώσεων, και λιγότερο (και όπου θεώρησε μόνο απαραίτητο) στο γράμμα αυτών. Τούτο γιατί πιστεύει, ότι η σημερινή ελληνική στάθμη δεν μπορεί ακόμη να αντέξει όλους τους όρους που περιέχουν αυτές.

Όσον αφορά στις διάφορες τυποποιήσεις προέταξε όπως ήταν φυσικό τα πρότυπα του ΕΛΟΤ και όπου αυτά δεν εκάλυπταν το σύνολο μιας περιοχής επεξετάθη σε στοιχεία από την τυποποίηση ISO, την Euronorm και την DIN.

Δεν εθεώρησε σωστό να διατυπώσει οδηγίες για πρότυπους υπολογισμούς. Τούτο γιατί πιστεύει ότι εν προκειμένω τον πρώτο λόγο έχουν οι Έλληνες μηχανικοί, που έχουν την κατάρτιση για να υπολογίζουν και που πρέπει να έχουν και την ελευθερία της επιλογής των μεθόδων υπολογισμού.

Περιορίστηκε ως εκ τούτου σε πολύ γενικές οδηγίες και έδωσε περισσότερα στοιχεία για τον υπολογισμό, μόνον όπου θα μπορούσε να υπάρξει διαφωνία μεταξύ των εκπροσώπων του εργοδότη, του μελετητή, του κατασκευαστή κ.λπ.

Τέλος η ομάδα προβληματίστηκε με το σύστημα μονάδων που έπρεπε να χρησιμοποιήσει. Επειδή σε διεθνή κλίμακα δεν έχει ακόμη εκλείψει το Τ.Σ.Μ. και επειδή ακόμη πολλά στοιχεία δίδονται σ' αυτό το σύστημα χρησιμοποίησε, εκτός από το Δ.Σ.Μ. (S.I.) και το Τ.Σ.Μ. πιστεύοντας ότι η μετάβαση από το ένα στο άλλο σύστημα δεν αποτελεί πρόβλημα για τους Έλληνες μηχανικούς.

Η ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Καθ. Κ. Χ. Λέφας, Δρ διπλ. μηχανολόγος μηχανικός

Κ. Α. Καρατζόγλου, Δρ διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός

Α. Ι. Γκιουζέλης, διπλ. μηχανολόγος μηχανικός

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1.	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ-ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	1
1.2.	ΣΤΟΧΟΣ	1
1.3.	ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΗ ΕΝΝΟΙΩΝ	1
1.3.1.	Ονομαστική πίεση	1
1.3.2.	Πίεση και θερμοκρασία λειτουργίας	2
1.3.3.	Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	2
1.3.4.	Πίεση δοκιμής	3
2.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤ/ΣΕΩΝ	4
2.1.	ΑΝΑΓΚΗ ΙΔΙΑΙΤΕΡΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	4
2.2.	ΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ	4
2.2.1.	Διαμόρφωση του συστήματος	4
2.2.2.	Γενική διάταξη	5
2.2.3.	Διαστολές	5
2.2.4.	Αναρτήσεις	6
2.2.5.	Σταθερά σημεία	6
2.2.6.	Πρόσβαση στις σωληνώσεις	7
2.2.7.	Συνδέσεις σωλήνων	7
2.2.8.	Όργανα	8
2.2.9.	Ασφαλιστικά	8
2.2.10.	Εξυδάτωση και εξαέρωση	8
2.2.11.	Διαστολικά	9
2.3.	ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ Η ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥΣ	9
2.4.	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ	10
2.4.1.	Συμβολισμοί επί σχεδίων	10
2.4.2.	Παραστατικά γραμμών	18
3.	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	21
3.1.	ΣΩΛΗΝΕΣ	21
3.1.1.	Διαστάσεις σωλήνων	21

3.1.2.	Υλικά σωλήνων	24
3.1.3.	Σωλήνες με κατά μήκος ραφή	24
3.1.4.	Σωλήνες χωρίς ραφή	26
3.2.	ΛΥΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ	27
3.2.1.	Γενικά	27
3.2.2.	Φλάντζες	27
3.2.3.	Κοχλίες και περικόχλια	29
3.2.4.	Παρεμβύσματα	31
3.3.	ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ	33
3.3.1.	Γενικά	33
3.3.1.1.	Μέθοδοι συγκολλήσεως	33
3.3.1.2.	Ραφές συγκολλήσεως	33
3.3.1.3.	Προετοιμασία των άκρων	34
3.3.1.3.1.	Ραφή χωρίς προετοιμασία	34
3.3.1.3.2.	Ραφή με V	34
3.3.1.4.	Ποιότητες συγκολλήσεων	35
3.3.2.	Αυτογενείς συγκολλήσεις	35
3.3.3.	Ηλεκτροσυγκολλήσεις	37
3.4.	ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ	38
3.4.1.	Γενικά	38
3.4.1.1.	Στόχος	38
3.4.1.2.	Στοιχεία της μονώσεως	39
3.4.2.	Χρησιμοποιούμενα υλικά	39
3.4.3.	Τεχνική της μονώσεως	39
3.4.4.	Επιλογή πάχους μονώσεως	41
3.4.5.	Εγγυήσεις	43
3.4.5.1.	Συντελεστής αγωγιμότητας του υλικού	43
3.4.5.2.	Συντελεστής μεταδόσεως θερμότητας	43
3.4.5.3.	Θερμοκρασιακή πτώση	43
3.4.6.	Μη επιτρεπόμενες εγγυήσεις	44
3.4.6.1.	Θερμοκρασία εξωτερικής επιφάνειας	44
3.4.6.2.	Βαθμός αποδόσεως της μονώσεως	44
3.4.7.	Μέθοδοι ελέγχου της αγωγιμότητας	45
3.5.	ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ	45
3.5.1.	Γενικά	45

3.5.2.	Σταθερά έδρανα	46
3.5.3.	Έδρανα ολισθήσεως	47
3.5.4.	Αναρτήσεις	48
3.5.5.	Αποστάσεις εδράνων	49
3.6.	ΟΙ ΔΙΑΣΤΟΛΕΣ ΚΑΙ Η ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥΣ	49
3.6.1.	Γενικά	49
3.6.2.	Παραλαβή διαστολών	51
4.	ΟΡΓΑΝΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	54
4.1.	ΓΕΝΙΚΑ	54
4.2.	ΑΠΟΦΡΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ	55
4.3.	ΟΡΓΑΝΑ ΡΥΘΜΙΣΕΩΣ	56
4.4.	ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ	57
4.4.1.	Ασφαλιστικές δικλείδες	57
4.4.2.	Δικλείδες ταχείας ενέργειας	58
4.4.3.	Δικλείδες και κλαπέττα αντεπιστροφής	58
4.5.	ΟΡΓΑΝΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΕΩΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	59
4.6.	ΛΟΙΠΑ ΟΡΓΑΝΑ	61
4.6.1.	Φίλτρα ατμού	61
4.6.2.	Μανόμετρα	62
4.6.3.	Θερμόμετρα	63
4.7.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΟΡΓΑΝΑ	63
4.7.1.	Απαιτήσεις από τα όργανα	63
4.7.2.	Επιλογή υλικών των οργάνων	64
4.7.3.	Μορφή των οργάνων	65
4.7.4.	Διάφορες οδηγίες	66
5.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	69
5.1.	ΕΥΘΥΝΕΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ	69
5.2.	ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΚΤΕΛΕΣΕΩΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	69
5.3.	ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΟΥΣ	70
5.4.	ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	70
5.5.	ΕΚΦΥΣΗΣΗ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ	74
5.6.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ	75

5.7.	ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΕ ΠΙΕΣΗ	75
5.8.	ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	76
5.9.	ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ	77
6.	ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	78
6.1.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΡΟΗΣ	78
6.1.1.	Στόχος του υπολογισμού	78
6.1.2.	Αρχή υπολογισμού και υπολογιστικές σχέσεις	78
6.2.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑ	83
6.2.1.	Γενικά	83
6.2.2.	Καταπόνηση από εσωτερική πίεση	83
6.2.3.	Σύνθετη καταπόνηση	86
6.2.3.1.	Τάσεις κατά τον άξονα	86
6.2.3.2.	Εφαπτόμενες τάσεις από εσωτερική πίεση	87
6.2.3.3.	Ακτινικές τάσεις από εσωτερική πίεση	87
6.2.3.4.	Διατμητικές τάσεις από στρεπτική ροπή	88
6.2.3.5.	Τάσεις συγκρίσεως	88
6.3.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΩΝ	88
6.4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	90
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	94
7.1.	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ-ΟΔΗΓΙΕΣ	94
7.2.	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	95

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ - ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Οι παρούσες οδηγίες αφορούν σε σωληνώσεις κορεσμένων ή υπερθέρμων υδρατμών μέχρι θερμοκρασίας 300°C, και τέτοιας πίεσεως λειτουργίας, ώστε η αντίστοιχη ονομαστική πίεση να μην υπερβαίνει την PN 16, όπως αυτή καθορίζεται στο επόμενο κεφάλαιο 1.3. Εφ'εξής όταν αναφέρεται η λέξη ατμός θα νοείται υδρατμός της ως άνω ποιότητας. Μπορούν όμως αναλογικά να εφαρμοσθούν τόσο σε σωληνώσεις με μικρότερη ονομαστική πίεση, όσο και σε σωληνώσεις με θερμοκρασία μεγαλύτερη των 300°C (αλλά PN 16). Στην τελευταία αυτή ειδική περίπτωση πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερα υπ'όψη η επίδραση της θερμοκρασίας, τόσο στην επιλογή των υλικών (περιορισμός των καταλλήλων υλικών ή άλλα ανθεκτικότερα σε καταπόνηση εν θερμώ υλικά σωλήνων, εξαρτημάτων κλπ.), όσο και στον εν γένει σχεδιασμό και τους υπολογισμούς (επιλογή μέτρων αντοχής). Πέραν της ονομαστικής πίεσεως PN 16 απαιτούνται πρόσθετα μέτρα και άλλες επιλογές.

Οι εγκαταστάσεις διανομής ατμού μέσα σε κτήρια αρχίζουν από τον ατμοδιανομέα του λεβητοστασίου και τελειώνουν στις αποφρακτικές διακλείδες των μηχανημάτων και συσκευών καταναλώσεως του ατμού. Περιλαμβάνουν επίσης τις εγκαταστάσεις συγκεντρώσεως και μεταφορών συμπυκνωμάτων των σωληνώσεων του ατμού και των μηχανημάτων και συσκευών καταναλώσεως αυτού.

Σαν στοιχεία μιάς σωληνώσεως ατμού νοούνται οι σωλήνες, τα εξαρτήματα, οι συνδέσεις, τα όργανα, τα ειδικά τεμάχια κλπ. στοιχεία, που καταπονούνται από εσωτερική πίεση.

Οι παρούσες οδηγίες μπορεί να εφαρμοστούν κατ'αναλογία και για σωληνώσεις ή τμήματά τους που τοποθετούνται εκτός κτηρίων.

1.2. ΣΤΟΧΟΣ

Στόχος των οδηγιών αυτών είναι η επίτευξη καλλίτερης ποιότητας εγκαταστάσεων δηλ. ασφαλέστερων και με μεγαλύτερη οικονομικότητα όσον αφορά στην λειτουργία τους και με μικρότερο κόστος όσον αφορά στην κατασκευή τους.

1.3. ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΗ ΕΝΝΟΙΩΝ

1.3.1. Ονομαστική πίεση

Ονομαστική πίεση (που χαρακτηρίζεται με τα γράμματα PN) μιάς σω-

ληνώσεως είναι εκείνη για την οποία έχουν κατασκευαστεί, ώστε να την αντέχουν με την πρόβουσα ασφάλεια όλα τα στοιχεία της, δηλ. οι σωλήνες, τα εξαρτήματα, τα όργανα κλπ. στοιχεία, εφ'όσον η θερμοκρασία καταπονήσεως είναι 20°C. Τούτο σημαίνει ότι στους υπολογισμούς κατασκευής τους έχουν εισαχθεί τα μέτρα αντοχής των καθέκαστα υλικών στους 20°C.

Οι βαθμίδες ονομαστικής πιέσεως καθορίζονται ως εξής :

1 bar, 1,6 bar, 2,5 bar, 4 bar, 6 bar, 10 bar, 16 bar

Οι παλαιότερα δεκτές σε διάφορες τυποποιήσεις βαθμίδες 8 bar και 12,5 bar καταργούνται.

1.3.2. Πίεση και θερμοκρασία λειτουργίας

Πίεση λειτουργίας μιάς σωληνώσεως είναι η μέγιστη πίεση που μπορεί να αναπτυχθεί σε μία σωλήνωση η μη υπέρβαση της οποίας εξασφαλίζεται με επαρκή αριθμό ασφαλιστικών οργάνων.

Θερμοκρασία λειτουργίας μιάς σωληνώσεως είναι η μέγιστη θερμοκρασία που μπορεί να αναπτυχθεί σ'αυτήν και υπό τον όρο ότι υπάρχουν επαρκή μέσα που δεν επιτρέπουν την αύξησή της.

1.3.3. Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας

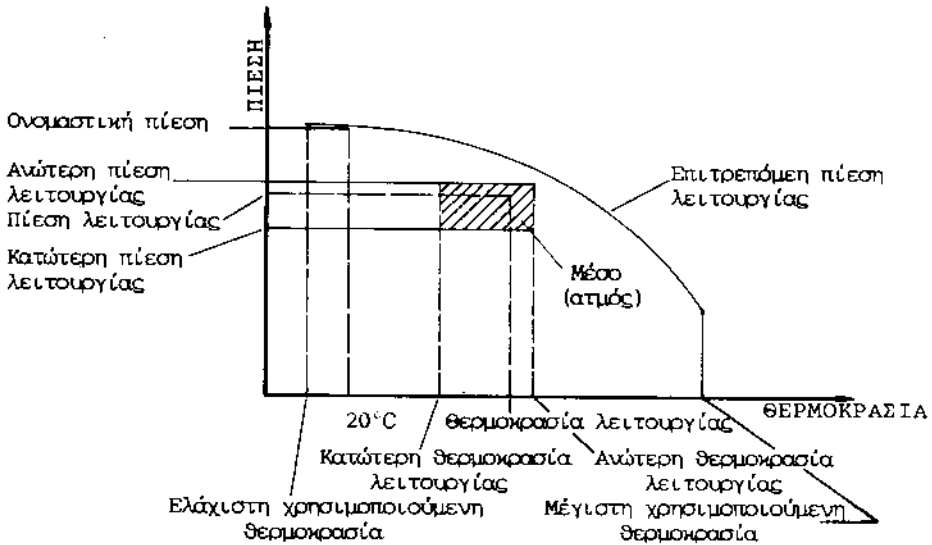
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας μιάς σωληνώσεως είναι η μέγιστη πίεση που επιτρέπεται να λειτουργήσει μιά σωλήνωση που έχει κατασκευαστεί για ορισμένη ονομαστική πίεση.

Το ύψος της πιέσεως λειτουργίας καθορίζεται κυρίως από την θερμοκρασία λειτουργίας και το είδος των χρησιμοποιούμενων υλικών. Για θερμοκρασία 20°C η επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας είναι ίση προς την ονομαστική πίεση. Για υψηλότερες θερμοκρασίες είναι μικρότερη. Το πόσο μικρότερη είναι, εξαρτάται κυρίως από την επερχόμενη λόγω αυξημένης θερμοκρασίας μείωση του μέτρου αντοχής των χρησιμοποιούμενων υλικών (σωλήνων, εξαρτημάτων, οργάνων κλπ.), αλλά και από τις συνθήκες λειτουργίας της σωληνώσεως. Διακυμάνσεις της πιέσεως κατά την διάρκεια της λειτουργίας, πιθανές υπερβάσεις της θερμοκρασίας και μηχανικές καταπονήσεις πρέπει να λαμβάνονται υπ'όψη κατά τον καθορισμό της επιτρεπόμενης πιέσεως. Θα μπορούμε να πούμε ότι επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας είναι εκείνη η πίεση, που υπό τις εκάστοτε συνθήκες λειτουργίας δεν καταπονεί περισσότερο την σωλήνωση από την ονομαστική πίεση σε 20°C.

Ο μελετητής σωληνώσεων ατμού που επιλέγει την ονομαστική πίεση καθορίζει και την πίεση λειτουργίας, δικαιολογώντας επαρκώς το ύψος

αυτής.

Ενδεικτικό διάγραμμα συναρτήσεως ονομαστικής πιέσεως θερμοκρασίας και επιτρεπομένης πιέσεως λειτουργίας δίδεται στο σχ. 1.1.



Σχήμα 1.1. Ερμηνευτικό διάγραμμα σχέσεων πιέσεως-θερμοκρασίας

Το ερμηνευτικό διάγραμμα εξυπηρετεί μόνο την επεξήγηση των σχέσεων μεταξύ πιέσεως και θερμοκρασίας.

Δεν δείχνει καμιά απόλυτη αντιστοίχσή τους.

Το διαγραμματισμένο τετράγωνο δεν επιτρέπεται να βρίσκεται έξω από τα όρια της επιτρεπομένης πιέσεως λειτουργίας, της ελάχιστης χρησιμοποιούμενης θερμοκρασίας και της μέγιστης χρησιμοποιούμενης θερμοκρασίας.

1.3.4. Πίεση δοκιμής

Πίεση δοκιμής είναι η πίεση εκείνη, που πρέπει να δοκιμάσουν τα διάφορα στοιχεία της σωληνώσεως οι κατασκευαστές τους υπό θερμοκρασία περιβάλλοντος. Για ονομαστικές πιέσεις μέχρι PN 16 αυτή καθορίζεται σε $1,5 \times PN$.

Παρατήρηση

Όλες οι αναφερόμενες πιέσεις είναι υπερπιέσεις (μανομετρικές πιέσεις) μετρούμενες σε bar.

2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

2.1. ΑΝΑΓΚΗ ΙΔΙΑΙΤΕΡΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η απρόσκοπτη και ασφαλής λειτουργία των εγκαταστάσεων του ατμού αποτελεί προϋπόθεση για την λειτουργία όλων των εγκαταστάσεων εξυπηρετήσεως ή παραγωγής. Γι'αυτό πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη βαρύτητα στον κατάλληλο σχεδιασμό των εγκαταστάσεων του ατμού, που πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε σε κάθε περίπτωση να ικανοποιεί τις απαιτήσεις και τις ιδιομορφίες της συμπεριφοράς των μηχανημάτων που χρησιμοποιούν τον ατμό.

Προς τούτο η μελέτη σωληνώσεων ατμού πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τις εξής επί μέρους μελέτες :

- Την μελέτη ροής του ατμού, που αποσκοπεί στον καθορισμό των διαμέτρων για να επιτευχθεί η τροφοδότηση των μηχανημάτων σε συνάρτηση με την καμπύλη καταναλώσεως αυτών, χωρίς να αυξηθεί η πτώση πιέσεων πέραν του καθοριζομένου εκάστοτε ορίου.
- Την μελέτη στηρίξεως των σωληνώσεων, κατά την οποία αντιμετωπίζεται και το πρόβλημα της παραλαβής των διαστολών.
- Την μελέτη αντοχής για τον προσδιορισμό των αναγκαίων παχών των σωλήνων. Χρησιμοποίηση σωλήνων με πάχος μικρότερο του ονομαστικού (κανονικού) δεν επιτρέπεται.
- Την μελέτη της λειτουργικής συνδεσμολογίας του δικτύου.

2.2. ΟΙ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

2.2.1. Διαμόρφωση του συστήματος

Ο σχεδιασμός του συστήματος ατμού-συμπυκνωμάτων πρέπει να ικανοποιεί τα επόμενα :

- α. Τις απαιτήσεις των μηχανημάτων που τροφοδοτεί όσον αφορά στις λειτουργικές συνθήκες και την ασφάλεια (π.χ. ικανοποίηση αιχμών, παραγωγικότητα, μη ανάπτυξη υπερβολικών πιέσεων και θερμοκρασιών κ.ο.κ.).
 - β. Ειδικές προδιαγραφές και εν γένει περιορισμούς που αφορούν στις εγκαταστάσεις εξυπηρετήσεως ή παραγωγής.
 - γ. Οικονομικότητα λειτουργίας του ιδίου συστήματος του ατμού (θλιπτικές πτώσεις, θερμικές απώλειες κ.ο.κ.).
 - δ. Απρόσκοπτη λειτουργία και ασφάλεια του ιδίου συστήματος του ατμού (επιλογή διαμέτρων, κλίσεις, παραλαβή διαστολών κ.ο.κ.).
- Στα σχέδια της μελέτης χρησιμοποιούνται συμβολισμοί που καθιε-

ρώνονται σαν συστάσεις στο κεφάλαιο 2.4. του παρόντος.

2.2.2. Γενική διάταξη

Η γενική διάταξη των σωληνώσεων του ατμού επηρεάζει την διάταξη των μηχανημάτων καταναλώσεως του και την διαμόρφωση των κτηρίων. Ως εκ τούτου η διάταξη των σωληνώσεων του ατμού (και των συμπυκνωμάτων) πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να επιτρέπει την κατά το δυνατόν εξοικονόμηση χώρου στην διάταξη των μηχανημάτων καταναλώσεως ατμού, χωρίς λειτουργική βλάβη, με το μικρότερο κατά το δυνατόν μήκος γραμμών.

Πρέπει συγχρόνως να εξασφαλίζει τις απαραίτητες δυνατότητες συνδέσεως, ρυθμίσεως, αποσυνδέσεως των μηχανημάτων, που χρησιμοποιούν ατμό με τον μικρότερο αριθμό οργάνων διατεταγμένων σε τέτοια θέση, ώστε να είναι ασφαλής και εύκολη η εποπτεία τους, ο χειρισμός και η συντήρησή τους. Τούτο δεν σημαίνει, ότι ο περιορισμός των απαραίτητων οργάνων επιτρέπεται να γίνει σε βάρος της λειτουργικότητας του συστήματος.

Ο σχεδιασμός του συστήματος ατμού πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε κατά το δυνατόν να μην επηρεάζει την διαμόρφωση του κτηρίου. Αντίστροφα στον σχεδιασμό του κτηρίου ο αρχιτέκτων και ο πολιτικός μηχανικός πρέπει να λαμβάνουν υπ' όψη τις απαιτήσεις του συστήματος ατμού και ιδιαίτερα τις διελεύσεις των γραμμών από δάπεδα, οροφές κλπ. και τις δυνάμεις, που θα προέρχονται από αυτές (βάρη, δυνάμεις εκ διαστολών κλπ.).

Οι κλίσεις των γραμμών του ατμού πρέπει να είναι τέτοιες, ώστε ανεμπόδιστα να ρέει το συμπύκνωμα σε προκαθορισμένες θέσεις.

2.2.3. Διαστολές

Στην μελέτη των σωληνώσεων πρέπει να υπάρχει ιδιαίτερο κεφάλαιο, που αφορά στις διαστολές και την παραλαβή τους, καθώς και αντίστοιχα σχέδια. Συνιστάται κατά το δυνατόν οι διαστολές να παραλαμβάνονται με την φυσική μεταβολή διευθύνσεων που προέρχεται από την ελαστική παραμόρφωση. Εφ' όσον αυτό δεν είναι δυνατόν, θα χρησιμοποιούνται τα διάφορα συστήματα παραλαβής διαστολών.

Τότε στην μελέτη περιγράφονται αναλυτικά και σχεδιάζονται οι γραμμές, η στήριξη και η διελεύσή τους και υπολογίζονται οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις και οι καταπονήσεις της σωληνώσεως και των εδράνων. Σε γενικό σχέδιο δίδονται τα σημεία στηρίξεως, οι θέσεις των σταθερών εδράνων, των εδράνων ολισθήσεως κλπ., σε ειδικό δε πινάκιο

οι δυνάμεις, τάσεις, κλπ. καταπονήσεις. Σε ειδικά σχέδια δίδονται οι διαμορφώσεις των εδράνων.

Κατά τον σχεδιασμό γιά την παραλαβή των διαστολών πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερα υπ' όψη, ότι υπάρχουν μερικά υποχρεωτικά σταθερά σημεία, όπως ατμοδιανομείς, μαστοί συνδέσεως μηχανημάτων καταναλώσεως κλπ., όπου και οι τάσεις που θα αναπτυχθούν περιορίζονται στο όριο αντοχής των σταθερών αυτών σημείων. Πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπ' όψη, ότι κατά την εφαρμογή της μελέτης είναι πιθανόν να μετακινηθούν τα σημεία αυτά (σταθερά σημεία) εντός λογικών ορίων.

Το αυτό ισχύει γιά την επιλογή άλλων σταθερών σημείων, που συνναρτώνται με την κτηριακή κατασκευή. Τούτο ισχύει ιδιαίτερα γιά κατασκευασμένα κτήρια, όπου επίσης οι δυνάμεις, που επιτρέπεται να αναπτυχθούν είναι περιορισμένες.

Ο υπολογισμός των διαστολών γίνεται γιά την μέγιστη θερμοκρασία, που είναι πιθανόν να αναπτυχθεί. Επίσης οι υπολογισμοί αντοχής γίνονται με την μέγιστη σύνθετη τάση που μπορεί να αναπτυχθεί.

2.2.4. Αναρτήσεις

Οι αναρτήσεις πρέπει να μπορούν να μεταφέρουν με ασφάλεια τις δυνάμεις, που προέρχονται από το βάρος των σωληνώσεων και του περιεχομένου τους (που αν δεν λαμβάνονται ειδικά μέτρα πρέπει να θεωρείται το νερό της υδραυλικής δοκιμής) καθώς και των μονώσεων, στο κτήριο ή το ειδικό σύστημα στηρίξεως. Γιά οριζόντια θέση των σωληνώσεων η απόσταση μεταξύ των αναρτήσεων καθορίζεται έτσι, ώστε να μην παρεμποδίζεται από τις αναρτήσεις η πλήρης εκκένωση από το νερό της υδραυλικής δοκιμής ή τυχόν συμπύκνωμα του ατμού κατά την λειτουργία.

Κατά την διάρκεια της υδραυλικής δοκιμής δεν πρέπει να υπερφορτίζονται οι αναρτήσεις. Τούτο επιτυγχάνεται, είτε με το να ληφθεί υπ' όψη το βάρος του νερού κατά τον καθορισμό των μεταξύ τους αποστάσεων (των αναρτήσεων), είτε με πρόσθετη υποστήριξη κατά την υδραυλική δοκιμή.

Το δέσιμο των αναρτήσεων στους σωλήνες δεν πρέπει να καταπονεί αξιολόγα το τοίχωμά τους. Πρέπει επίσης να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να περιορίζεται η ροή θερμότητας προς το περιβάλλον π.χ. με την παρεμβολή μονωτικού φύλλου.

2.2.5. Σταθερά σημεία

Τα σταθερά σημεία καθορίζονται, είτε από την υποχρεωτική θέση

των μηχανημάτων και των άλλων διατάξεων του δικτύου όπως από την διαμόρφωση του κτηρίου, είτε κατ'επιλογή του μελετητή για την ασφαλέστερη λειτουργία. Τα αντίστοιχα σταθερά έδρανα υπολογίζονται και διαμορφώνονται έτσι, ώστε να αντέχουν στην κατά περίπτωση καταπόνηση. Με οδεύσεις ελεύθερης κινήσεως η ολισθήσεως σε ένα ή δύο επίπεδα μπορούν να εξουδετερωθούν και να παραληφθούν ενδεχόμενες ροπές κατά τρόπον, ώστε τα σταθερά έδρανα να δέχονται μόνο ελκτικές ή θλιπτικές δυνάμεις και η θέση των σωληνώσεων να είναι πλήρως καθορισμένη σε θερμή ή ψυχρή κατάσταση.

2.2.6. Πρόσβαση στις σωληνώσεις

Όλες οι σωληνώσεις ατμού και συμπυκνωμάτων πρέπει να είναι προσβάσιμες, ώστε να είναι δυνατή οποιαδήποτε στιγμή η επέμβαση σε αυτές. Ιδιαίτερα πρέπει να λαμβάνεται υπ'όψη η εξωτερική διάσταση της μόνωσης. Με αυτή σαν βάση πρέπει να υπάρχει τόση απόσταση από τοίχους, άλλες σωληνώσεις και εν γένει αντικείμενα, ώστε να μπορεί ελεύθερα να επεμβαίνει ένας τεχνίτης.

Κατά τον σχεδιασμό των δικτύων πρέπει να λαμβάνεται υπ'όψη (και να σημειώνεται στα σχέδια, όταν αυτό είναι απαραίτητο) η θέση καλωδίων, αγωγών αερισμού, οχετών αποχετεύσεως κ.ο.κ.

2.2.7. Συνδέσεις σωλήνων

Οι συνδέσεις των σωλήνων γίνονται με συγκόλληση και με φλάντζες. Ειδικές λυόμενες συνδέσεις μεγάλης ασφαλείας (όχι με σπειρώματα) επιτρέπονται, όμως δεν συνιστώνται, γιατί απαιτούν μεγάλη ακρίβεια. Όλες οι λυόμενες συνδέσεις αποτελούν ασθενές σημείο της σωληνώσεως, τόσο περισσότερο ασθενές, όσο αυξάνεται η πίεση. Συνιστάται να αποφεύγονται κατά το δυνατόν και να αντικαθίστανται από συγκολλήσεις. Αντίθετα συνιστώνται λυόμενες συνδέσεις (φλάντζες) με τα διάφορα όργανα έτσι, ώστε να είναι δυνατή η εύκολη αποσύνδεση και αντικατάστασή τους.

Η ποιότητα των συγκολλήσεων εκτός από την κατασκευαστική διαμόρφωσή τους και την ποιότητα των υλικών εξαρτάται κατά μεγάλο ποσοστό από τις γνώσεις, την εμπειρία και την ευσυνειδησία του συγκολλητή. Γι'αυτό η κατασκευή των σωληνώσεων πρέπει να ανατίθεται σε κατασκευαστές (νομικά πρόσωπα), που έχουν εμπειρία τέτοιων κατασκευών, διαθέτουν δε τόσο κατάλληλους συγκολλητές, όσο και μηχανικούς που μπορεί να τους ελέγξουν.

Συνιστάται επίσης να σημειώνονται επί της εξωτερικής επιφανείας

της μονώσεως οι θέσεις των συγκολλήσεων, ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση σ'αυτές σε περίπτωση ανάγκης.

2.2.8. Όργανα

Η ασφάλεια της λειτουργίας μιάς σωληνώσεως εξαρτάται από την λειτουργική διαθεσιμότητα των οργάνων της. Αυτά πρέπει να είναι έτσι διατεταγμένα, ώστε να μπορεί εύκολα να τα προσεγγίσει και να τα χειρισθεί το προσωπικό λειτουργίας. Δικλείδες διακοπής π.χ. συνιστάται να τοποθετούνται (κατά το δυνατόν επί διανομέων) στο ύψος του στήθους μέσου ανθρώπου. Όπου αυτό δεν είναι δυνατόν ή σκόπιμο (π.χ. σε ένα σύστημα υποβιβασμού ή ρυθμίσεως πιέσεως, που κατά προτίμηση τοποθετείται υψηλά) πρέπει να υπάρχει μόνιμη κατασκευή για την εύκολη πρόσβαση και τον άνετο χειρισμό π.χ. χαλύβδινη σκάλα και εξέδρα.

Τα αυτόματα όργανα με ηλεκτρική, υδραυλική ή πνευματική λειτουργία πρέπει να έχουν και δυνατότητες χειροκίνητης λειτουργίας. Σε αντίθετη περίπτωση να προβλέπονται και δεύτερα όργανα (αντιστοίχου λειτουργικού σκοπού), που η λειτουργία τους να είναι χειροκίνητη. Το κλείσιμο όλων των οργάνων πρέπει να γίνεται δεξιόστροφα, κατά την φορά των δεικτών του ωρολογίου. Δυνατότητα εξυδατώσεως των σωμάτων τους είναι επιθυμητή.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στην μείωση των θορύβων, που προέρχονται από συστήματα μειώσεως πιέσεως, εκκινήσεως λειτουργίας εγκαταστάσεων ή εν γένει εκτονώσεων.

2.2.9. Ασφαλιστικά

Σωληνώσεις, που ο ατμός τους προέρχεται από συστήματα υψηλότερης πιέσεως (μέσω μειωτών) πρέπει να ασφαλίζονται έναντι υπερπιέσεως με ασφαλιστικές διατάξεις πλήρους αξιοπιστίας και επαρκούς μεγέθους.

Η πλήρης αξιοπιστία προϋποθέτει, ότι τα ασφαλιστικά έχουν ελεγχθεί από αρμόδιο φορέα στον κατασκευαστή και ότι ο συντελεστής εκροής τους θα έχει ελεγχθεί πειραματικά, άλλως επιλέγεται σύμφωνα με τους κανονισμούς (δηλ. αποφασιστικά μειωμένος).

Επαρκές θεωρείται το μέγεθος αν με αύξηση της πιέσεως λειτουργίας κατά 10% μπορεί να εξέλθει δι'αυτών το μέγιστο ποσόν ατμού, που μπορεί να τροφοδοτήσει την σωλήνωση.

2.2.10. Εξυδάτωση και εξαέρωση

Γιά την απρόσκοπτη λειτουργία των σωληνώσεων πρέπει να προβλεφθούν

τέτοιες κλίσεις, ώστε να εξασφαλίζεται πλήρης εξυδάτωση και εξαερώσή τους. Τα παρεμβαλλόμενα όργανα ή άλλες διατάξεις δεν πρέπει να παρεμποδίζουν την εξυδάτωση και τον εξαερισμό. Αντίστοιχα οι διατάξεις εξυδατώσεως και εξαερώσεως πρέπει κατά το δυνατόν να μη συσχεραίνουν την ροή του ατμού.

2.2.11. Διαστολικά

Στην περίπτωση, που η διαμόρφωση της σωληνώσεως δεν επιτρέπει την παραλαβή των διαστολών χωρίς ειδικά βοηθητικά μέσα, πρέπει να εγκατασταθούν κατάλληλα διαστολικά. Αυτά μπορεί :

α. Να προέρχονται από ειδικό κατασκευαστικό οίκο εγνωσμένης εμπειρίας. Τα παρεχόμενα από αυτόν στοιχεία είναι υποχρεωτικά για τον υπολογισμό της παραλαβής της διαστολής, όπως και κάθε άλλο στοιχείο για τις συνθήκες της συναρμολογήσεως και τον υπολογισμό των εδρών.

β. Να είναι κατασκευής του εργολάβου. Σ'αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να συνυπάρχει πλήρης μελέτη, που να τύχει προεγκρίσεως του επιβλέποντος μηχανικού και που να περιλαμβάνει κατασκευαστικό σχέδιο, οδηγίες κατασκευής και πλήρη υπολογισμό :

- Της δυνάμεως προεντάσεως σε συνάρτηση με την προένταση (mm).
- Της δυνάμεως, που αναπτύσσεται κατά την θέρμανση σε συνάρτηση με την παραλαμβανόμενη διαστολή (mm).
- Των τάσεων, που αναπτύσσονται στην ψυχρή και θερμή κατάσταση στο υλικό και στις συγκολλήσεις.
- Κάθε άλλο απαραίτητο στοιχείο, που να αποδεικνύει την καταλληλότητα και την ασφάλεια λειτουργίας του διαστολικού.

2.3. ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ Η ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥΣ

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στην επιλογή των υλικών, που αφορούν στους σωλήνες, τα εξαρτήματα, τα όργανα και κάθε υπό πίεση εργαζόμενο στοιχείο. Στα επόμενα δίδονται στοιχεία για τα καθέκαστα υλικά. Τα χαρακτηριστικά των υλικών (χημική σύσταση και μέγεθος αντοχής) πρέπει να είναι βεβαιωμένα. Η βεβαίωση προέρχεται, είτε από τον παραγωγό (εφ'όσον το επιτρέπουν οι εθνικοί κανονισμοί προκειμένου για προϊόντα ΕΟΚ ή οι γερμανικοί κανονισμοί προκειμένου για προϊόντα άλλης προελεύσεως), είτε από καθιερωμένο οίκο ελέγχου.

Ειδικά για τα όργανα το υλικό των κελυφών για πιέσεις μέχρι PN 16 και θερμοκρασίες μέχρι 300°C μπορεί να είναι χυτοσίδηρος με άνθρακα σε φυλλίδια υπό τον όρο, ότι η αντοχή του είναι τουλάχιστον 25kp/mm². Εάν οι καταπονήσεις εξ οριζήσεως λόγου προβλέπονται με-

γαλύτερες, επιλέγεται χυτοσίδηρος με άνθρακα σε σφαιρίδια με αντοχή 40kp/mm^2 . Συνιστάται έδρες και βαλβίδες να είναι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Σαν χαρακτηριστικό μέγεθος αντοχής (για την θεωρούμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών) πρέπει να θεωρείται και να εισέρχεται στους υπολογισμούς το όριο ροής $\sigma_{0,2}$ που αντιστοιχεί στην θερμοκρασία λειτουργίας.

Προκειμένου για στοιχεία της σωληνώσεως, που κατασκευάζονται από ελάσματα, πρέπει να επιλέγεται υλικό με αντοχή επαρκή στην θερμοκρασία λειτουργίας.

Εφ'εξής η τυχόν αναφορά σε φυλλάδια DIN είναι ενδεικτική λόγω της πληρότητας της γερμανικής τυποποίησης. Γίνεται δεκτή κάθε τυποποίηση χώρας της ΕΟΚ, εφ'όσον αντιμετωπίζει τα θέματα με την αυτή νοοτροπία και παρέχει την ίδια ασφάλεια.

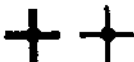
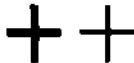
2.4. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

Για την ομοιομορφία των μελετών και την καλύτερη συνεννόηση μεταξύ των διαφόρων ειδικοτήτων τεχνικών και την αποφυγή παρανοήσεων συνιστάται να χρησιμοποιούνται οι κατωτέρω συμβολισμοί, οι οποίοι ισχύουν μέχρις ότου υπάρξει ενοποιημένη τυποποίηση από τον ΕΛΟΤ.

2.4.1. Συμβολισμοί επί σχεδίων

1. Σωληνώσεις

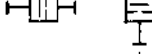
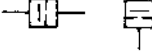
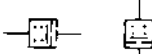
1.1	Ατμός		$s = 1.2 \text{ mm}$
1.2	Συμπύκνωμα και νερό		$s = 0.5 \text{ mm}$
1.3	Ατμός που περιέχει λάδι		$s = 1.2 \text{ mm}$
1.4	Συμπύκνωμα που περιέχει λάδι		$s = 0.5 \text{ mm}$ $d = 2.0 \text{ mm}$
1.5	Νερό ακατέργαστο		$s = 0.5/0.3 \text{ mm}$
1.6	Διαλύματα		$s = 0.5/0.3 \text{ mm}$
1.7	Στρατόνα ή ακάθαρτο νερό		$s = 0.3 \text{ mm}$
1.8	Γραμμή εντολών		$s = 0.3 \text{ mm}$
1.9	Γραμμές επενέργειας αυτομάτων συστημάτων		$s = 0.3 \text{ mm}$
1.10	Καύσιμο αέριο		$s = 0.4/0.2 \text{ mm}$
1.11	Καπναέρια		$s = 0.2/0.4/0.2 \text{ mm}$ $b = 0.1 \text{ mm}$
1.12	Αέρας		$s = 0.4/0.2 \text{ mm}$ $b = 0.4 \text{ mm}$

1.13	Γαϊάνθρακας		$s = 0.2/1.0/0.2$ $b = 1.0 \text{ mm}$
1.14	Τέφρα κ.λπ.		$s = 0.2/0.8/0.2$ $b = 0.8 \text{ mm}$
1.15	Επεκτάσεις μελλαντικές κ.λπ.		Διακεκομμένες γραμμές
1.16	Διασταυρώσεις με ένωση των σωλήνων		κ.λπ.
1.17	Διασταυρώσεις στον χώρο χωρίς ένωση των σωλήνων		κ.λπ.
1.18	Διακλάδωση		κ.λπ.
1.19	Κινητή γραμμή		
1.20	Γραμμή με μανδύα		
1.21	Γραμμή με παράλληλη γραμμή θερμάνσεως		

2. Συνδέσεις

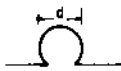
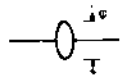
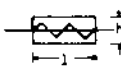
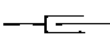
2.1	Σύνδεση γενικά		
2.2	Σύνδεση με φλάντζες		
2.3	Συνδέσεις με φλάντζες και ζυφή με οπή		
2.4	Τυφή φλάντζα		
2.5	Σύνδεση με μούφα		
2.6	Σύνδεση με σφαιρική μούφα		
2.7	Μούφα ωθήσεως		$c = 4.0 \text{ mm}$
2.8	Συνδέσεις		$c = 4.0 \text{ mm}$
2.9	Σύνδεση βιδωτή		$c = 4.0 \text{ mm}$
2.10	Σύνδεσμος (κόπλερ)		$c = 4.0 \text{ mm}$
2.11	Σύνδεση με συγκόλληση ή κόλληση εν γένει		$e = 4 \text{ mm}$
2.12	Συγκολλούμενη μούφα		$e = 4 \text{ mm}$
2.13	Συγκολλούμενη σφαιρική μούφα		$e = 4 \text{ mm}$
2.14	Συγκολλούμενη μούφα ωθήσεως		$e = 4 \text{ mm}$
2.15	Συγκολλούμενη αποφορκτική δι-κλείδα		$l = 6 \text{ f} = 3 \text{ mm}$ Ανάλογη παράσταση άλλων συγκολλούμενων αρμών

3. Όργανα διακοπής

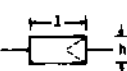
3.1	Όργανο διακοπής εν γένει		$l = 7, f = 3 \text{ mm}$
3.2	Ομοίως ανοικτό		
3.3	Ομοίως κλειστό		
3.4	Όργανο διακοπής με τροχό		
3.5	Όργανο διακοπής με στρόφαλο		
3.6	Όργανο διακοπής με έμβολο		$l = 7, a = 4 \text{ mm}$
3.7	Όργανο διακοπής μαγνητικό		$l = 7, a = 4 \text{ mm}$
3.8	Όργανο διακοπής με κινητήρα		$l = 7, a = 4 \text{ mm}$
3.9	Όργανο διακοπής υδραυλικό		$l = 7, a = 3 \text{ mm}$
3.10	Όργανο διακοπής με λάδι		$l = 7, a = 3 \text{ mm}$
3.11	Όργανο διακοπής με μεμβράνη		
3.12	Όργανο διακοπής με πλωτήρα		
3.13	Δικλείδα κοινή (διελεύσεως)		
3.14	Ασφαλιστικό με αντίβαρο		
3.15	Ασφαλιστικό με ελατήριο		
3.16	Δικλείδα με βαλβίδα αντεπιστροφής και δυνατότητα διακοπής της ροής		
3.17	Δικλείδα αντεπιστροφής		
3.18	Δικλείδα αντεπιστροφής με φλάντζες		
3.19	Απλή βαλβίδα αντεπιστροφής τοποθετούμενη μεταξύ φλαντζών		$l = h = 5 \text{ mm}$
3.20	Ομοίως με ελατήριο		$l = h = 5 \text{ mm}$
3.21	Κλαπέττο εν γένει		$l = 7, h = 4 \text{ mm}$

3.22	Κλαπέττο αντεπιστροφής εν γένει		$l = 7, h = 4 \text{ mm}$
3.23	Κλαπέττα αποφρακτικό		
3.24	Κλαπέττο ρυθμιστικό		
3.25	Σύρτης (βάννα)		
3.26	Μειωτής πίεσεως		$l = 9, h = 5 \text{ mm}$ $p_1 > p_2$
3.27	Όργανο αντεπιστροφής εν γένει με δυνατότητα αποφράξεως της ροής		
3.28	Πατήρι αναρροφήσεως		$l = h = 4 \text{ mm}$
3.29	Γωνιακή δικλείδα		$l_1 = l_2 = 3 \text{ mm}$
3.30	Γωνιακό ασφαλιστικό με αντίβαρο		
3.31	Γωνιακή δικλείδα αντεπιστροφής με δυνατότητα αποφράξεως της ροής		
3.32	Κρουνός		$l_1 = l_2 = 3, d = 2 \text{ mm}$
3.33	Κρουνός γωνιακός		
3.34	Τρίστομος κρουνός		

4. Εξομοιωτές ρηκών (διαστολικά)

4.1	Διαστολικό εν γένει		$d = 8 \text{ mm}$
4.2	Διαστολικό ου		$l_1 = l_2 = l_3 = 6 \text{ mm}$
4.3	Διαστολικό ωμέγα (λύρα)		
4.4	Διαστολικό φακοειδές		$\varphi = 6 \text{ mm}$
4.5	Σπαστός σωλήνας		$l = 12, h = 5 \text{ mm}$
4.6	Διαστολικό με οτυπιοθλίπτη		

5. Άλλα όργανα

5.1	Ατμοπαγίδα εν γένει		$d = 4 \text{ mm}$
5.2	Ατμοπαγίδα με φλάντζες		
5.3	Συλλεκτήριος αγωγός συμπυκνωμάτων με ατμοπαγίδα		$d_1 = 7 \text{ mm}$ $d_2 = 4 \text{ mm}$
5.4	Ροοδείκτης		
5.5	Φίλτρο		$d_1 = d_2 = 6 \text{ mm}$
5.6	Κόσκινο (απλό συμμάτινο φίλτρο)		$l = 10, h = 5 \text{ mm}$
5.7	Εκροή προς αποχέτευση		
5.8	Κάλυμμα έναντι βροχής		
5.9	Ρυθμιστής ταχύτητας		
5.10	Ρυθμιστής πιέσεως		
5.11	Ρυθμιστής θερμοκρασίας (θερμοστάτης)		
5.12	Ρυθμιστής στάθμης		$l = 12 \text{ mm}$ $h = 5 \text{ mm}$
5.13	Ρυθμιστής πασότητας		
5.14	Ρυθμιστής ασφαλείας (ρυθμιστής ταχείας διακοπής)		$d_1 = 6, d_2 = 3 \text{ mm}$
5.15	Μετρητής πιέσεως (μανόμετρο)		$d = 5 \text{ mm}$
5.16	Πιεσόμετρο υγρό		
5.17	Διαφορικό μανόμετρο		$d = 5 \text{ mm}$

5.18	Διαφορικό υγρό πιεσόμετρο		
5.19	Μετρητής θερμοκρασίας		
5.20	Υγρό θερμόμετρο		
5.21	Θερμοηλεκτρικό στοιχείο		
5.22	Θερμόμετρο αντίστασης		
5.23	Θερμόμετρο διμεταλλικό		
5.24	Θερμόμετρο ακτινοβολίας (οπτικό)		
5.25	Μετρητικό ακροφύσιο ή φλάντζα χωρίς τοπικό όργανο ένδειξης		
5.26	Ομοίως με τοπικά όργανα ένδειξης		$d = 3 \text{ mm}$
5.27	Μετρητής Venturi με τοπικό όργανο ένδειξης		
5.28	Μετρητής με πτερύγια		$l = 7 \text{ mm}$
5.29	Μετρητής όγκου		
5.30	Μετρητής CO ₂		$d = 3 \text{ mm}$
5.31	Ενδείκτης στάθμης		$l = 12 \text{ h} = 4 \text{ mm}$
5.32	Ομοίως με τοπική ένδειξη		
5.33	Μετρητής στροφών		
5.34	Μετρητής τάσεως εντάσεως ισχύος		$d = 5 \text{ mm}$

6. Επί μέρους στοιχεία αφωρώντα στα όργανα

6.1	Ανοίγει με αύξηση του ρυθμιστικού μεγέθους		$d = 4 \text{ mm}$
6.2	Ανοίγει με μείωση του ρυθμιστικού μεγέθους		
6.3	Ανοίγει με αύξηση του ρυθμιστικού μεγέθους υπεράνω της τιμής...		
6.4	Ανοίγει με μείωση του ρυθμιστικού μεγέθους κάτω της τιμής...		
6.5	Κλείνει με αύξηση του ρυθμιστικού μεγέθους υπεράνω της τιμής...		
6.6	Κλείνει με μείωση του ρυθμιστικού μεγέθους κάτω της τιμής...		
6.7	Έμβολο		$a = b = 6 \text{ mm}$
6.8	Έμβολο με σύνδεση λαδιού και από τις δύο πλευρές		
6.9	Έμβολο με ελατήριο και λάδι		
6.10	Πέδη ελαίου		
6.11	Διάταξη βαλβίδας - έδρας		
6.12	Βαλβίδα διπλής εδράσεως		
6.13	Ελατήριο		$a = b = 6 \text{ mm}$
6.14	Σταθερά σημείο μηχανισμού ρυθμίσεως		
6.15	Ορισκή πρόοκρουση		

7. Στήριγματα σωλήνων

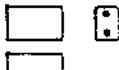
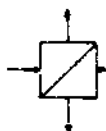
7.1	Έδρανο ολισθήσεως εν γένει	
7.2	Έδρανο ολισθήσεως με οδηγό	
7.3	Έδρανο ολισθήσεως με κυλινδρικός	
7.4	Έδρανο ολισθήσεως με σφαίρες	
7.5	Σταθερό σημείο	
7.6	Ομοίως με δυνατότητα περιστροφής	
7.7	Έδρανο υποβασταζόμενο εν γένει	
7.8	Έδρανο κρεμόμενο εν γένει	
7.9	Έδρανο κρεμόμενο ελατηριακά	
7.10	Έδρανο υποβασταζόμενο ελατηριακά	
7.11	Έδρανο με υποστήριξη εξισορρόπησης	

8. Ατμοπαράγωγοι και συσκευές

8.1	Ατμοπαράγωγός χωρίς υπερθερμαντήρα		$a = b = 10 \text{ mm}$
8.2	Ατμοπαράγωγός με υπερθερμαντήρα		
8.3	Ατμοπαράγωγός με εκκία πέτρης λαίου		
8.4	Ομοίως με εκκία πετρίας		
8.5	Ατμοπαράγωγός αποθερμότητας		
8.6	Μηχανισμός σφύρας με επίσφινση		$a = 10 \text{ mm}$
8.7	Καταναλωτής θερμότητας χωρίς επιφάνεια (ωξέως)		$a = 10 \text{ mm}$
8.8	Καταναλωτής θερμότητας με επιφάνεια		$a = 10 \text{ mm}$

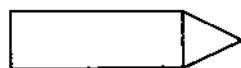
8.9	Εξυδωτής στρώ	
8.10	Εκτόνωση στρώ στο Περιβάλλον	
8.11	Συλλέκτης γραμμών	
8.12	Τριφάρι στρώ για εξαγωγή αέρα	 $d = 2 \text{ mm}$

9. Πρόσθετοι συμβολισμοί θερμάνσεων

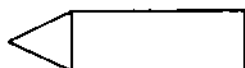
9.1	Θερμαντικό σώμα	 $10 \times 6 \text{ mm}$
9.2	Εναλλάκτης θερμότητας με επιφάνεια γενικής	 $10 \times 10 \text{ mm}$

2.4.2. Παραστατικά γραμμών

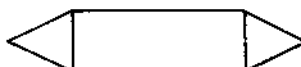
Οι σωληνώσεις συνιστάται να βάφονται με κάποιο ουδέτερο χρώμα π.χ. γκρι. Φέρουν όμως επ'αυτών επιγραφές ορθογώνιες με περίγραμμα λευκό και βέλος που δείχνει την κατεύθυνση της ροής ως εξής :



Ροή προς τα δεξιά



Ροή προς τα αριστερά



Ροή προς αμφότερες τις κατευθύνσεις

Το εσωτερικό των επιγραφών βάφεται με χρώμα που αντιστοιχεί στο ρέον ρευστό, όπως στον πίνακα 2.1.

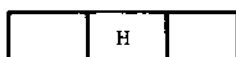
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1. Χρώματα σωληνώσεων

Ομάδα	Ρέον ρευστό	Χρώμα	
		Ορθογώνιου	Βέλους
1	Νερό	Πράσινο	Πράσινο
2	Ατμός	Κόκκινο	Κόκκινο
3	Αέρας	Μπλέ	Μπλέ
4	Αέριο, καύσιμο	Κίτρινο	Κόκκινο
5	Αέριο, μη καύσιμο	Κίτρινο	Κίτρινο
6	Οξέα	Πορτοκαλί	Πορτοκαλί
7	Βάσεις	Ιώδες	Ιώδες
8	Υγρά, καύσιμα	Καφέ	Κόκκινο
9	Υγρά, μη καύσιμα	Καφέ	Καφέ
0	Κενό	Γκρι	Γκρι

Πρόσθετα διευκρινιστικά στοιχεία αναγράφονται μέσα στα ορθογώνια με γράμματα ή σύμβολα π.χ. στην ομάδα 2, $p = 10 \text{ bar}$, $t = 20^\circ\text{C}$, ή στην ομάδα 4, $H_0 = 37,5 \text{ MJ/Nm}^3$, $p = 25 \text{ mbar}$ ή στην ομάδα 6, H_2SO_4 η/10.

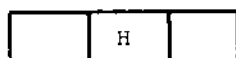
Για διάκριση οι σωληνώσεις θερμάνσεως και ψυχρού νερού δεν φέρουν βέλη. Το ορθογώνιό τους σχήμα χωρίζεται σε τρία ή πέντε τμήματα, το δε μεσαίο φέρει ενδεικτικό γράμμα διαφόρου χρώματος ως εξής :

Ατμός χαμηλής
πιέσεως



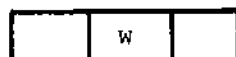
κόκκινο-κίτρινο-κόκκινο
(H = μαύρο)

Συμπυκνώματά του



πράσινο-άσπρο-πράσινο
(H = μαύρο)

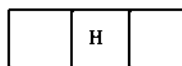
Κρύο νερό



πράσινο-άσπρο-πράσινο
(W = μπλέ)

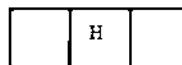
θερμό
νερό

Προσαγωγή



πράσινο-άσπρο-
πράσινο
(H = κόκκινο)

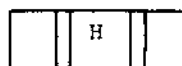
Απαγωγή



Ομοίως
(H = μπλέ)

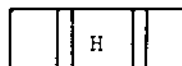
Υπέρθερμο
νερό

Προσαγωγή



πράσινο-κόκκινο-
άσπρο-κόκκινο-
πράσινο
(H = κόκκινο)

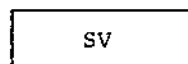
Απαγωγή



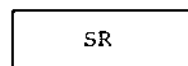
Ομοίως
(H = μπλέ)

Σωλήνες
ασφαλείας

Άνοδος

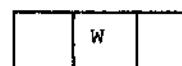


Κάθοδος



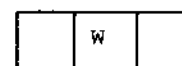
θερμό
νερό
κοινής
χρήσεως

Προσαγωγή



πράσινο-άσπρο-
πράσινο
(W = κόκκινο)

Ανακυκλοφορία



Ομοίως
(W = ιώδες)

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

3.1. ΣΩΛΗΝΕΣ

3.1.1. Διαστάσεις σωλήνων

Εφ'εξής στις εγκαταστάσεις ατμού πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο τυποποιημένοι σωλήνες.

Στην σημερινή τυποποίηση (ISO) χαρακτηρίζονται από την εξωτερική διάμετρο και το πάχος του τοιχώματος.

Γιά κάθε διάμετρο αντιστοιχεί ένα κανονικό πάχος. Γιά την σύνδεση των σωλήνων, εξαρτημάτων, οργάνων και λοιπών στοιχείων των σωληνώσεων έχουν τυποποιηθεί ονομαστικές διαμέτροι, που συμβολίζονται με τα γράμματα DN. Αυτές οι διαμέτροι αντιστοιχούν περίπου προς την εσωτερική διάμετρο του σωλήνα, χωρίς να αποτελούν όμως απόλυτο μέτρο.

Στον πίνακα 3.1. δίδονται όλα τα σχετικά στοιχεία. Στον πίνακα 3.2. δίδεται και ο συσχετισμός προς την αγγλοσαξωνική τυποποίηση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1. Εξωτερική διαμέτροι, κανονικά πάχη και κατασκευαζόμενα λοιπά τυποποιημένα πάχη σωλήνων

DN	Εξωτερικές διαμέτροι	Σωλήνες χωρίς ραφή			Σωλήνες με ραφή		
		Κανονικό πάχος mm	Άλλα πάχη mm από	έως	Κανονικό πάχος mm	Άλλα πάχη mm από	έως
10 (12)	10,2**	1,6	1,6	2,8	1,6	1,4	2
	13,5**	1,8	1,8	3,6	1,8	1,4	2
	16 *	1,8	1,8	4	1,8	1,4	2
	17,2**	1,8	1,8	4,5	1,8	1,4	2,9
15	20 *	2	2	5	2	1,4	2,9
	21,3**	2	2	5	2	1,4	4,5
	25 *	2	2	6,3	2	1,4	4,5
20	26,9**	2,3	2,3	7,1	2	1,4	5
	30	2,6	2,6	8	2	1,4	5
25	31,8*	2,6	2,6	8	2	1,4	5
	33,7**	2,6	2,6	8,8	2	1,4	5
	38 *	2,6	2,6	10	2,3	1,4	5
32	42,4**	2,6	2,6	11	2,3	1,4	5

Συνέχεια πίνακας 3.1.

DN	Εξωτερικές διαμέτροι	Σωλήνες χωρίς ραφή			Σωλήνες με ραφή		
		Κανονικό πάχος mm	Άλλα πάχη mm από έως		Κανονικό πάχος mm	Άλλα πάχη mm από έως	
40	44,5	2,6	2,6	12,5	2,3	1,4	5
	48,3**	2,6	2,6	12,5	2,3	1,4	5
50	51 *	2,6	2,6	14,2	2,3	1,4	5
	57 *	2,9	2,9	16	2,3	1,4	5
	60,3**	2,9	2,9	16	2,3	1,4	5
65	63,5*	2,9	2,9	16	2,3	1,6	5
	70 *	2,9	2,9	17,5	2,6	1,6	5
	76,1**	2,9	2,9	20	2,6	1,6	5
80	82,5	3,2	3,2	22,2	2,6	1,6	5
	88,9**	3,2	3,2	22,2	2,9	1,6	5
100	101,6*	3,6	3,6	25	2,9	2	6,3
	108	3,6	3,6	25	2,9	2	6,3
	114,3**	3,6	3,6	25	3,2	2	7,1
125	127 *	4	4	25	3,2	2	7,1
	133 *	4	4	25	3,6	2	7,1
	139,7**	4	4	25	3,6	2	7,1
150	152,4	4,5	4,5	25	4	2	8
	159	4,5	4,5	25	4	2	8
	168,3**	4,5	4,5	25	4	2,9	8
(175)	177,8	5	5	25	4,5	2,9	8
	193,7	5,4	5,4	25	4,5	2,9	8,8
200	219,1**	5,9	5,9	25	4,5	3,2	12,5
250*	244,5	6,3	6,3	25	5	3,2	12,5
	273 **	6,3	6,3	25	5	3,2	12,5
300*	323,9**	7,1	7,1	25	5,6	3,2	12,5
350*	355,6**	8	8	25	5,6	3,2	12,5
400*	406,4**	8,8	8,8	25	6,3	3,6	12,5
450	457 **	10	10	25	6,3	3,6	12,5
500	508 **	11	11	25	6,3	3,6	12,5
550	559	12,5	12,5	25	6,3	4,5	20
600	610 **	12,5	12,5	25	6,3	4,5	20
650	660 **	14,2	14,2	25	7,1	4,5	25

Συνέχεια πίνακας 3.1.

DN	Εξωτερικές διαμέτροι	Σωλήνες χωρίς ραφή			Σωλήνες με ραφή		
		Κανονικό πάχος mm	Άλλα πάχη mm από	έως	Κανονικό πάχος mm	Άλλα πάχη mm από	έως
	771 **	---	---	---	7,1	4,5	25
	762 *	---	---	---	8	4,5	25
	813 **	---	---	---	8	4,5	25
	864	---	---	---	8,8	4,5	25
	914 **	---	---	---	10	4,5	25
	1016 **	---	---	---	10	4,5	25

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η αναγραφόμενη στον πίνακα 3.1. τυποποίηση με βάση την εξωτερική διάμετρο και το πάχος αφορά σε επιλογή από DIN - ISO 4200. Παρατηρητέο ότι οι εξωτερικές διαμέτροι κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες :

- Σειρά α (δύο αστερίσκοι) αφορά σε διαμέτρους για τις οποίες όλα τα εξαρτήματα (με φλάντζες ή για συγκόλληση) είναι τυποποιημένα.
- Σειρά β (ένας αστερίσκος) αφορά σε διαμέτρους για τις οποίες δεν είναι όλα τα εξαρτήματα τυποποιημένα.

- Σειρά γ (χωρίς αστερίσκο) αφορά σε διαμέτρους μόνο για ειδικούς σκοπούς για τις οποίες δεν υπάρχουν τυποποιημένα εξαρτήματα.

Συνιστάται η χρησιμοποίηση της σειράς (α).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2. Τυποποιημένες διαμέτροι σωλήνων σε mm και αντιστοίχια σε ίντσες

DN	in	DN	in	DN	in	DN	in
1		10	3/8"	100	4"	250	10"
1,2		15	1/2"	(110)	(4 1/2")	(275)	(11")
1,6		20	3/4"	(120)		300	12"
2		25	1"	125	5"	(325)	
2,5		32	1 1/4"	(130)		350	
3		40	1 1/2"	(140)		(375)	
4		50	2"	150	6"	400	
5		(60)	(2 1/4")	(160)		450	
6		65	2 1/2"	(175)	7"	500	
8	1/4"	80	3"	200	8"	(550)	
		(90)	3 1/2"	(225)	(9")	600	

3.1.2. Υλικά σωλήνων

Στις εγκαταστάσεις διανομής ατμού χρησιμοποιούνται αποκλειστικά χαλυβδοσωλήνες, οι οποίοι ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, διακρίνονται σε σωλήνες με κατά μήκος ραφή και σε σωλήνες χωρίς ραφή. Τις ποιότητες των υλικών πραγματεύονται οι καθέκαστα ειδικές τυποποιήσεις των χωρών της ΕΟΚ π.χ. ΕΛΟΤ, DIN κλπ.

Γενικά στα δίκτυα ατμού δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σωλήνες εμπορίου, γενικής χρήσεως, από κοινό χάλυβα χωρίς προδιαγραφές.

Τα υλικά από τα οποία πρέπει να είναι κατασκευασμένοι οι σωλήνες δικτύων ατμού είναι :

- Για τους σωλήνες με κατά μήκος ραφή, κοινός χάλυβας κατάλληλος για σωλήνες με ραφή, με προδιαγραφές ποιότητας (π.χ. κατά DIN 1626 B1.3) και χαρακτηριστικά όπως στον πίνακα 3.3. για St 34.2 και St 37.2.

- Για τους σωλήνες χωρίς ραφή, κοινός χάλυβας κατάλληλος για σωλήνες χωρίς ραφή, με προδιαγραφές (π.χ. κατά DIN 1629 B1.3) ή ειδικές προδιαγραφές (π.χ. κατά DIN 1629 B1.4) με χαρακτηριστικά όπως στον πίνακα 3.3. για St 35 και St 35.4.

- Για τους σωλήνες χωρίς ραφή με αντοχή εν θερμώ, κοινός χάλυβας κατάλληλος για σωλήνες με αντοχή εν θερμώ, ο οποίος έχει τα χαρακτηριστικά του St 35.8 του πίνακα 3.3.

Υπάρχουν και άλλοι σωλήνες με καλλίτερη ποιότητα υλικών, που δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν στην εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών. Γενικά οι παραπάνω σωλήνες διακρίνονται σε τρεις ποιότητες ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής και κατεργασίας και με τους ελέγχους που έχουν υποστεί.

Για την περιοχή μέχρι 32 bar και 400°C αρκεί η ποιότητα I, που προκύπτει από υλικό κατασκευής - ανάλογα με την μέθοδο παραγωγής - χυτά μπλόκ ή στρογγυλής ή τετραγωνικής διατομής τεμάχια χάλυβα χωρίς επεξεργασία και που οι παραγόμενοι σωλήνες έχουν υποστεί κατά την παραγωγή περιοδικές δοκιμές δυσθραυστότητας δακτυλίου.

3.1.3. Σωλήνες με κατά μήκος ραφή

Στα δίκτυα ατμού μπορεί να χρησιμοποιηθούν σωλήνες με κατά μήκος μόνον ραφή και με το ονομαστικό πάχος του αντίστοιχου σωλήνα χωρίς ραφή.

Η κατασκευή τους γίνεται με λάμες ή ελάσματα κατάλληλα κυλινδρούμενα και συγκολλούμενα συνήθως ηλεκτρικά ή και με φλόγα, έχουν δε υποστεί ανόπτηση.

Το υλικό από τα οποία κατασκευάζονται είναι χάλυβες αντίστοιχοι προς τους St 34.2 ή St 37.2. Οι σωλήνες εκτός των άλλων έχουν υποστεί δοκιμή πτυχώσεως ή δυναμικής καταπονήσεως σε θλίψη.

Σωλήνες με ραφή από χάλυβες εμπορίου δεν επιτρέπονται.

Στον πίνακα 3.3. δίδονται τα χαρακτηριστικά των σωλήνων με ραφή από κοινούς χάλυβες.

Όπως είναι γνωστό στον υπολογισμό της αντοχής των σωλήνων με ραφή κατά την καταπόνησή τους σε εσωτερική πίεση, υπεισέρχεται ο συντελεστής ραφής v , του οποίου οι τιμές κυμαίνονται από 0,5 έως 1,0 ανάλογα με το είδος της συγκολλήσεως, τους ελέγχους που έχει υποστεί κάθε σωλήνας και τα πιστοποιητικά που τους συνοδεύουν (ιδέ και DIN 1626 Bl. 2 έως 4). Για δίκτυα ατμού συνιστώνται μόνο σωλήνες με συντελεστή ραφής $v = 0,9$ και $v = 1,0$.

Οι προϋποθέσεις για συντελεστή $v = 0,9$ είναι :

- Η συγκόλληση και από τις δύο πλευρές με οποιαδήποτε μέθοδο
- Η δοκιμή σε εσωτερική πίεση
- Η επιθεώρηση της επιφάνειας (μέσα-έξω)
- Ο έλεγχος εξωτερικής διαμέτρου και πάχους
- Το πιστοποιητικό παραλαβής

Οι προϋποθέσεις για συντελεστή $v = 1,0$ είναι :

- Όλες οι προηγούμενες και επί πλέον
- 100% έλεγχος της ραφής με μη καταστρεπτική μέθοδο, που προ-
σέκει στην μέθοδο συγκολλήσεως
- Η συγκόλληση να είναι ηλεκτρική

Το πιστοποιητικό παραλαβής προϋποθέτει συνεχή παρακολούθηση της παραγωγής της συγκεκριμένης ποιότητας των σωλήνων για τους οποίους εκδίδεται το πιστοποιητικό ή άλλης μεγαλύτερης ποσότητας της οποίας αυτή είναι τμήμα. Στηρίζεται στους ελέγχους που γίνονται στο εργαστήριο του εργοστασίου από τον εκδίδοντα το πιστοποιητικό σε μηχανήματα και συσκευές αναγνωρισμένης καταλληλότητας και ποιότητας - που πρέπει να διαθέτει το εργοστάσιο - και που πραγματοποιούνται με γενικά παραδεκτές μεθόδους.

Οι δικαιούμενοι να εκδίδουν πιστοποιητικά είναι :

- Οι κρατικές υπηρεσίες
- Ανεξάρτητα από τον παραγωγό των σωλήνων ειδικά γραφεία ελέγχου γενικής αποδοχής.

Στο πιστοποιητικό αναφέρονται οι τιμές των μετρηθέντων μεγεθών και τα αποτελέσματα των εν γένει ελέγχων.

Τα ανωτέρω στηρίζονται στις συστάσεις ISO/R404 την Ευρωπαϊκή 21-62,

το DIN 50049 από όπου οι ενδιαφερόμενοι για περισσότερες απαιτήσεις μπορούν να αντλήσουν στοιχεία.

3.1.4. Σωλήνες χωρίς ραφή

Είναι οι πλέον κατάλληλοι για την χρησιμοποίηση σε δίκτυα ατμού.

Τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται πρέπει να είναι για σωλήνες με προδιαγραφές π.χ. St 35 και για σωλήνες με ειδικές προδιαγραφές π.χ. St 35.4.

Οι σωλήνες εκτός της δοκιμής πτυχώσεως ή δυναμικής καταπονήσεως σε θλίψη πρέπει να υποστούν και δοκιμασία ορίου ροής.

Σωλήνες από χάλυβα εμπορίου, δεν επιτρέπονται.

Ακόμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σωλήνες με αντοχή εν θερμώ (π.χ. κατά DIN 17175) από κοινό χάλυβα ποιότητας St 35.8 ο οποίος εκτός των άλλων πρέπει να έχει εγγύηση για αντοχή εν θερμώ ή σε ερπυσμό.

Στον πίνακα 3.3 δίδονται επίσης τα χαρακτηριστικά των σωλήνων χωρίς ραφή από κοινούς χάλυβες.

3.2. ΛΥΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ

3.2.1. Γενικά

Οι λυόμενες συνδέσεις των σωλήνων για την εξεταζόμενη περιοχή πίεσεως και θερμοκρασιών γίνονται μόνο με φλάντζες.

Συνδέσεις μούφας με σπείρωμα δεν επιτρέπονται.

Οι φλάντζες χρησιμοποιούνται για οποιοδήποτε φορέα θερμότητας και μέχρι ύψιστες πιέσεις.

Οι συγκολλήσεις όμως έχουν αποδειχθεί πιο οικονομικές και έτσι οι φλάντζες περιορίζονται στην σύνδεση με μηχανήματα ή και με όργανα.

Οι λυόμενες συνδέσεις έχουν το πλεονέκτημα, ότι μπορούν να αποσυναρμολογηθούν πολύ εύκολα, ώστε όργανα και τεμάχια σωλήνων να αντικαθίστανται χωρίς μεγάλο κόπο.

3.2.2. Φλάντζες

Η επικρατέστερη τυπική μορφή φλάντζας κατάλληλης για όλες τις πιέσεις και τις θερμοκρασίες είναι η προσυγκολλούμενη φλάντζα.

Όμως για ονομαστικές πιέσεις μέχρι PN 16 μπορεί να χρησιμοποιηθεί η επίπεδη συγκολλητή φλάντζα.

Η επιφάνεια στεγανοποίησέως της πρέπει να είναι τορναρισμένη και τριμμένη.

Το χρησιμοποιούμενο υλικό για την κατασκευή των φλαντζών πρέπει να είναι τουλάχιστον κοινός χάλυβας με $\sigma_{p,2} \geq 37 \text{kp/mm}^2$, $\sigma_{0,2} = 24 \text{kp/mm}^2$ και $\epsilon = 25\%$ ($L=5d$) π.χ. ποιότητας St 37.2.

Για την συναρμογή οι φλάντζες έχουν τυποποιημένες διαστάσεις ανάλογα με την ονομαστική τους πίεση, όπως και αριθμό και διάμετρο κοχλιών.

Κάθε φλάντζα έχει έναν αριθμό οπών για τους κοχλίες, ο οποίος είναι πολλαπλάσιος του 4. Οι οπές των κοχλιών πρέπει να διατάσσονται έτσι, ώστε να είναι συμμετρικές προς τους δύο κυρίους άξονες και να μη βρίσκονται πάνω σε αυτούς. Σε αυτόν τον κανόνα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί άλλως δεν είναι δυνατή η συναρμολόγησή τους με όργανα ή μηχανήματα.

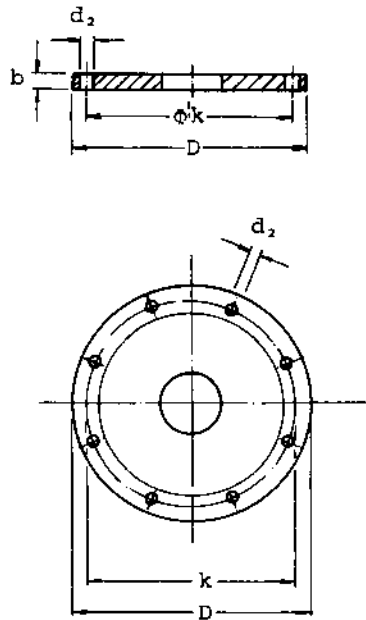
Στο σχέδιο 3.1 δίδονται οι διαστάσεις συνδέσεως των φλαντζών καθώς και η διάταξη των οπών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3. Χαρακτηριστικά σωλήνων με ραφή και σωλήνων χωρίς ραφή από κοινούς χάλυβες

Σωλήνες	Υλικό	Εγγυημένες τιμές ελέγχου 20°C			Αντοχή υλικών σε σχέση με την θερμοκρασία σε kp/mm ²				Χημική σύσταση σε %			
		Αντοχή θαλάσσης σε ελυσσό kp/mm ²	Ελάχιστο όριο ροής kp/mm ²	Ελάχιστη επιμήκυνση θαλάσσης (L=5d) %	20°C	200°C	250°C	300°C	Ανώτερο όριο			
									C	P	S	Si
Σωλήνες με ραφή με προ- διαγραφές (κατά DIN 1626)	St34.2	34-42	21	26	21	15	13	10	0,17	0,05	0,05	--
	St37.2	37-45	24	23	24	29	17	14	0,20	0,06	0,05	--
Σωλήνες χω- ρίς ραφή με προδιαγραφές (κατά DIN 1629)	St35	35-45	24	25	24	19	17	14	0,18	0,05	0,05	--
	St35.4	35-45	24	25	24	19	17	14	0,17	0,05	0,05	0,10-0,35
Σωλήνες με αντοχή εν- θερμώ (κα- τά DIN 17175)	St35.8	35-45	23	25	23	19	17	14	0,17	0,05	0,05	0,10-0,35
												0,40

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Το ελάχιστο όριο ροής ισχύει για πάχη σωλήνων μέχρι 16mm.
Για μεγαλύτερα πάχη η αντοχή μειώνεται.

Στον πίνακα 3.4 δίδονται οι διαστάσεις των φλαντζών, ο αριθμός και η διάμετρος των κοχλιών, ανάλογα με την ονομαστική πίεση (επιλογή από DIN).



Σχήμα 3.1 Επίπεδη συγκολλητή φλάντζα

3.2.3. Κοχλίες και Περικόχλια

Οι κοχλίες έχουν σκοπό να σφίξουν το στεγανοποιητικό δακτύλιο (παρέμβυσμα, τσόντα) ανάμεσα στις φλάντζες και να εξασφαλίσουν στεγανότητα.

Χρειάζονται πολλή επιμέλεια στο σφίξιμο για να μη γίνει αυτό μόνον πάντα και να μη μένουν μόνιμες παραμορφώσεις λόγω της πιθανής καταπονήσεως στο ενδιαμέσο χρονικό διάστημα, επειδή ο κοχλίας παίρνει τελευταίος την θερμοκρασία της λειτουργίας κατά την θέση σε λειτουργία του δικτύου.

Στην εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών αρκούν κοινοί κοχλίες από χάλυβα ποιότητας $C_q 15$, που έχουν αντοχή το ελάχιστον 40kp/mm^2 και όριο ροής το ελάχιστον 24kp/mm^2 .

Τέτοιοι κοχλίες ανήκουν π.χ. κατά DIN στην κατηγορία αντοχής 4.6, όπου ο πρώτος αριθμός δίδει το 1/10 της ελάχιστης αντοχής θραύσεως

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4. Διαστάσεις φλαντζών (επιλογή από DIN)

DN	PN 1, 2,5 και 6						PN 10						PN 16					
	φλάντζα			Κοχλίες			φλάντζα			Κοχλίες			φλάντζα			Κοχλίες		
	D	k	b	d ₂	Αριθμός	Σπείρωμα	D	k	b	d ₂	Αριθμός	Σπείρωμα	D	k	b	d ₂	Αριθμός	Σπείρωμα
10	75	50					90	60					90	60				
15	80	55	12		4	M 10	95	65	14	14	4	M 12	95	65	14			
20	90	65		11			105	75					105	75		14	4	M 12
25	100	75					115	85					115	85				
32	120	90	14				140	100	16				140	100	16			
40	130	100					150	110					150	110				
50	140	110		14	4	M 12	165	125			4	M 16	165	125				
65	160	130					185	145	18	18			185	145	18	18		
80	190	150	16		4	M 16	200	160	20				200	160	20			
100	210	170					220	180			8	M 16	220	180			8	M 16
125	240	200		18			250	210	22				250	210	22			
150	265	225			8	M 16	285	240					285	240			8	M 20
200	320	280	20				340	295	24	22	8	M 20	340	295	24	22	12	M 20
250	375	335			12	M 16	395	350		22	12	M 20	405	355	26		12	M 24
300	440	395	22				445	400	26				460	410	28			
350	490	445			12	M 20	505	460			16	M 20	520	470	30	26	16	M 24
400	540	495		22	16	M 20	565	515			16	M 24	580	525	32	30	16	M 27
500	645	600	24		20	M 20	670	620	28	26	20	M 24	715	650	34	33	20	M 30

ΣΗΜΕΙΩΣΗ:

Στις ονομαστικές πιέσεις PN 1 και 2,5 χρησιμοποιούνται για τις ονομαστικές διαμέτρους DN 10 ÷ 1000 οι αντίστοιχες φλάντζες από την PN 6. Στην ονομαστική πίεση PN 10, χρησιμοποιούνται για DN 10 ÷ 150 οι αντίστοιχες φλάντζες από την PN 16.

σε ελκυσμό σε kp/mm^2 και ο δεύτερος το 10πλάσιο της σχέσεως μεταξύ του ελαχίστου ορίου ροής και της ελαχίστης αντοχής θραύσεως σε ελκυσμό. Το γινόμενο των δύο αριθμών δίδει το ελάχιστο όριο ροής σε kp/mm^2 .

Οι έτοιμοι κοχλίες πρέπει να έχουν ορισμένες μηχανικές ιδιότητες που αναφέρονται στις τυποποιήσεις και οι οποίες συσχετίζονται προς την κατηγορία αντοχής και ισχύουν για ελέγχους σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Γιά υψηλότερες ή χαμηλότερες θερμοκρασίες πρέπει να ληφθούν υπ' όψη οι αντίστοιχες μηχανικές ιδιότητες. Μιά από τις κύριες μηχανικές ιδιότητες για τους κοχλίες είναι η σκληρότητα, που για την κατηγορία 4.6 είναι κατ'ελάχιστο HB 110 και κατά μέγιστο HB 170.

Τα αντίστοιχα περικόχλια είναι και αυτά από κοινό χάλυβα με ανώτερο όριο περιεκτικότητας σε $C=0,50\%$, $P=0,1\%$ και $S=0,15\%$. Για την κατηγορία αντοχής του κοχλία 4.6 πρέπει να έχουν μία τάση δοκιμής 50kp/mm^2 και μία μεγίστη σκληρότητα HB 302. Αυτά τα περικόχλια αναφέρονται με τον χαρακτηριστικό αριθμό 5 που είναι το $1/10$ της σχετικής τάσεως δοκιμής σε kp/mm^2 . Αυτή η τάση δοκιμής είναι ίδια με την ελάχιστη αντοχή θραύσεως σε ελκυσμό ενός κοχλία, ο οποίος μπορεί να φορτισθεί μέχρι το ελάχιστο όριο ροής του όταν ζευγαρωθεί με το αντίστοιχο περικόχλιο (ποιότητα 5).

Γενικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ανώτερης κατηγορίας αντοχής περικόχλια από αυτή του κοχλία.

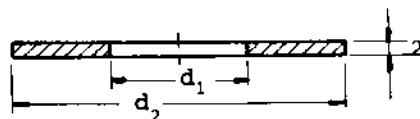
3.2.4. Παρεμβύσματα

Η στεγανότητα ανάμεσα στις δύο φλάντζες δύο τεμαχίων σωλήνων θα μπορούσε να επιτευχτεί εάν η επιφάνεια της μιάς εφάπτοταν απόλυτα στην επιφάνεια της άλλης. Αυτό χρειάζεται απόλυτη παραλληλότητα και εξαίρετη κατεργασία και στοιχίζει πάρα πολύ.

Γι'αυτό το λόγο ανάμεσα από τις δύο φλάντζες βάζουμε κάποιο παρεμβύσμα από άλλο κατάλληλο υλικό, που με την ελαστική ή και την πλαστική παραμόρφωσή του εξασφαλίζει την στεγανότητα. Το υλικό αυτό καταπονείται τόσο από τις δυνάμεις, που ασκούν πάνω του οι φλάντζες, που προέρχονται από τους κοχλίες, που δένονται οι φλάντζες, όσο και από τις δυνάμεις, που ασκούνται από το ρευστό που ρέει στους σωλήνες.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος στεγανοποιήσεως είναι με επίπεδους δακτυλίους (τσόντες). Για την εξεταζόμενη περιοχή πίεσεως και θερμοκρασιών κατάλληλο υλικό είναι ο περμανίτης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5. Διαστάσεις επιπέδων στεγανοποιητικών παρεμβυσμάτων (επιλογή από DIN)



DN	d ₁	d ₂		
		PN		
		1, 2,5 και 6	10	16
10	18	38	45	
15	22	43	50	
20	28	53	60	
25	35	63	70	
32	43	75	82	
40	49	85	92	
50	61	95	107	
65	77	115	127	
80	90	132	142	
100	115	152	162	
125	141	182	192	
150	169	207	218	
200	220	262	273	
250	274	318	328	330
300	325	373	378	385
350	368	423	438	445
400	420	473	490	497
500	520	578	595	618

Το πάχος του πρέπει να είναι 2mm και όχι μεγαλύτερο, σε τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται από την κατασκευή κατά το δυνατόν παραλληλότητα των φλαντζών. Οι διάμετροι των επίπεδων στεγανωτικών παρεμβυσμάτων είναι τυποποιημένες, η μεν εσωτερική-οπής προς την ονομαστική διάμετρο του σωλήνα, η δε εξωτερική και ως προς την ονομαστική πίεση, που χρησιμοποιείται (πίνακας 3.5).

3.3. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

3.3.1. Γενικά

3.3.1.1. Μέθοδοι συγκολλήσεως

Οι χρησιμοποιούμενες στις σωληνώσεις μέχρι PN 16 μέθοδοι συγκολλήσεως είναι :

- Η αυτογενής συγκόλληση με αέριο (ασετυλίνη) και οξυγόνο (συγκόλληση αερίου), που θα χαρακτηρίζεται εφ'εξής με το γράμμα G.

- Η ηλεκτροσυγκόλληση, που συνίσταται στην ανάπτυξη ηλεκτρικού (βολταϊκού) τόξου μεταξύ ηλεκτροδίου και τεμαχίου και που θα χαρακτηρίζεται εφ'εξής με το γράμμα E.

Μέθοδοι, που εξασφαλίζουν καλλίτερη ποιότητα είναι επιτρεπτές.

Η αυτογενής συγκόλληση και η ηλεκτροσυγκόλληση είναι από άποψη αντοχής ισότιμες μέθοδοι.

Όσα αναφέρονται στα επόμενα αφορούν στα προαναφερθέντα υλικά σωλήνων και φλαντζών.

3.3.1.2. Ραφές συγκολλήσεων

Στις σωληνώσεις χρησιμοποιούνται οι εξής ραφές :

α. Για την συγκόλληση των σωλήνων :

- Ραφή επεκτάσεως (ραφή των άκρων) χωρίς προετοιμασία των προς συγκόλληση άκρων (σχ. 3.2α).

- Ραφή επεκτάσεως με ξύρισμα των άκρων σε V (σχ. 3.2β).

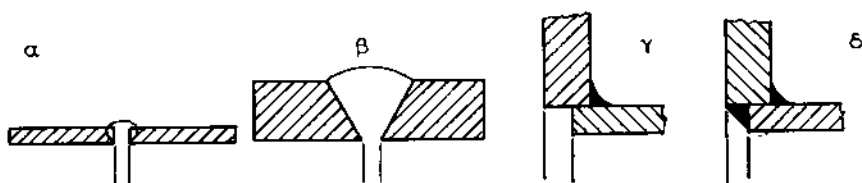
Επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν σε ειδικές περιπτώσεις ραφές επεκτάσεως με ξύρισμα U, U με ρίζα, V με ρίζα.

β. Για την συγκόλληση των φλαντζών :

- Απλή ραφή αύλακα (σχ. 3.2γ).

- Διπλή ραφή ήτοι ραφή αύλακα και γωνιακή ραφή (σχ. 3.2δ).

Το είδος της ραφής και οδηγίες για την πραγματοποίησή της πρέπει να αναφέρονται στα σχέδια του μελετητή.



Σχήμα 3.2. Συνήθεις ραφές συγκολλήσεων

3.3.1.3. Προετοιμασία των άκρων

3.3.1.3.1. Ραφή χωρίς προετοιμασία

Χαρακτηρίζεται και σαν παράλληλη ραφή και σημειώνεται στα σχέδια με δύο παράλληλες γραμμές $||$. Επιτρέπεται να εφαρμοσθεί για πάχη μέχρι και 3mm τόσο για συγκολλήσεις αερίου, όσο και για ηλεκτροσυγκολλήσεις. Ειδικά για την περίπτωση συγκολλήσεων αερίου μπορεί να εφαρμοσθεί μέχρι και πάχος 6mm μόνον όμως για την ποιότητα ΙΙΙ.

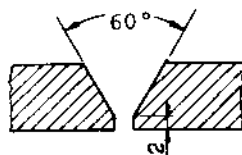
Η μεταξύ των τεμαχίων απόσταση (για την συγκόλληση) κυμαίνεται σε συνάρτηση με το πάχος τοιχώματος από 0 έως 3mm.

3.3.1.3.2. Ραφή V

Σημειώνεται στα σχέδια σαν V. Τα άκρα των τεμαχίων ξυρίζονται με μηχανικό εργαλείο υπό γωνία (ως προς το κάθετο επί τον άξονα του σωλήνα επίπεδο) περίπου 30° , ώστε η συνολική γωνία της ραφής να είναι περίπου 60° . Μπορεί να εφαρμοσθεί για πάχη μέχρι και 16mm για ηλεκτροσυγκολλήσεις και μέχρι 10mm για συγκολλήσεις αερίου οποιασδήποτε ποιότητας.

Η μεταξύ των τεμαχίων ελάχιστη απόσταση κυμαίνεται ανάλογα με το πάχος από 0 έως 4mm.

Επιτρέπεται (και σε μεγαλύτερα πάχη συνιστάται) να σπάει η ακμή μέχρι ύψος 2mm όπως στο σχ. 3.3.



Σχήμα 3.3. Ραφή V με σπασμένη ακμή

3.3.1.4. Ποιότητες συγκολλήσεων

Για τις συγκολλήσεις σωληνώσεων μέχρι PN 16 επαρκεί η ποιότητα II κατά DIN 1912 και 8563 ή ισοδύναμες ποιότητες άλλων Ευρωπαϊκών τυποποιήσεων. Προς τούτο τίθενται οι εξής προϋποθέσεις, που πρέπει απαραίτητα να τηρούνται :

α. Το υλικό των σωλήνων θα είναι αυτό, που περιγράφεται στην παράγραφο 3.1.2. του παρόντος.

β. Η προετοιμασία των ραφών θα γίνεται κατά την παράγραφο 3.3.1.3. του παρόντος.

γ. Η μέθοδος συγκολλήσεως θα περιλαμβάνεται στις συνιστώμενες στην παράγραφο 3.3.1.1. του παρόντος.

δ. Τα προστιθέμενα υλικά (ηλεκτρόδια και σύρματα) πρέπει να αντιστοιχούν στο υλικό των σωληνώσεων και να είναι σύμφωνα με τα αναπυτσώμενα στις παραγράφους 3.3.2. και 3.3.3. του παρόντος.

ε. Οι συγκολλητές, που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι δοκιμασμένοι και να έχουν τα τυπικά προσόντα, που απαιτεί η ελληνική νομοθεσία για την συγκόλληση των υπ'όψη υλικών και τα πάχη των σωληνώσεων. Οι συγκολλητές επιβλέπονται κατά την εργασία τους από αρμόδια πρόσωπα.

Στην περίπτωση, που δεν ικανοποιείται κάποιος από τους όρους αυτούς η ποιότητα συγκολλήσεως χαρακτηρίζεται σαν "ποιότητα III".

Για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας συγκολλήσεως σαν "ποιότητας I" εκτός από τους ανωτέρω όρους τίθεται σαν προϋπόθεση ο εκ των υστέρων έλεγχος της ραφής (π.χ. με ακτίνες X).

Σε συνάρτηση με την ποιότητα ραφής εκλέγεται ο συντελεστής n_2 υπολογισμού σε αντοχή.

Γενικότερα συνιστώνται :

- Οι μελετητές να δίδουν σχέδια εφαρμογής ή τουλάχιστον πλήρη στοιχεία για τα υλικά, την μορφή της ραφής, το πάχος της και οδηγίες για την εκτέλεσή της.

- Οι επιβλέποντες να ελέγχουν εκ των προτέρων, αν ο κατασκευαστής έχει τις προϋποθέσεις και τις δυνατότητες που προβλέπει ο μελετητής.

- Στις περιπτώσεις, που εκτός από την εσωτερική πίεση καταπονούν την ραφή και άλλες δυνάμεις ή ροπές να γίνεται πλήρης υπολογισμός αντοχής της ραφής.

3.3.2. Αυτογενείς συγκολλήσεις

Κατ'αυτές σαν πηγή της θερμότητας χρησιμοποιείται η φλόγα, που

θερμαίνει ευρύτερη περιοχή των προς συγκόλληση τεμαχίων. Οι ανα-
πτυσσόμενες ως εκ τούτου ισχυρές τάσεις κατά την ψύξη της ραφής πε-
ριορίζουν την εφαρμογή της μεθόδου μέσα σε όρια, που καθορίζονται
από την εμπειρία.

Σαν τέτοια όρια συνιστώνται :

- ονομαστική διάμετρος σωλήνων $DN \leq 300$
- πάχος τοιχώματος σωλήνων $e \leq 6\text{mm}$

Η εμπειρία των συγκολλήσεων επιτρέπει ραφές προς τα δεξιά ή προς
τα αριστερά μόνον για πάχη μέχρι και 3mm. Για πάχη από 3mm έως
6mm η ραφή πρέπει να γίνεται μόνο προς τα δεξιά.

Τα χρησιμοποιούμενα σύρματα (προστιθέμενο υλικό) πρέπει να πλη-
ρούν τις προϋποθέσεις καταλληλότητας για το συγκολλούμενο υλικό.
Αυτές συνίστανται :

- στην κλάση του σύρματος
- στα χαρακτηριστικά αντοχής του υλικού του σύρματος

Η κλάση χαρακτηρίζει την καταλληλότητα του προστιθέμενου υλικού
σε σχέση με το βασικό υλικό και εξασφαλίζει ελάχιστες μηχανικές ι-
διότητες του κράματος της συγκολλήσεως. Για τα βασικά υλικά, που
περιγράφονται στις παραγράφους 3.1 και 3.2 του παρόντος, συνιστάται
η κλάση II.

Για συγκολλήσεις σωλήνων μόνον μεταξύ τους επιτρέπεται :

- για σωλήνες με ραφή και η κλάση I
- για σωλήνες χωρίς ραφή και οι κλάσεις I και IV
- για σωλήνες με αντοχή εν θερμώ και η κλάση IV

Οι κλάσεις αναφέρονται στο DIN 8554.

Ανάλογες κλάσεις άλλων τυποποιήσεων, που καλύπτουν τις εν γένει
απαιτήσεις του διεθνούς ινστιτούτου συγκολλήσεων (I.I.W., I.I.S.)
μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης.

Τα χαρακτηριστικά της μηχανικής αντοχής του υλικού του σύρματος
πρέπει να είναι :

- αντοχή σε ελκυσμό $\geq 35 \text{ kp/mm}^2$
- επιμήκυνση θραύσεως ($L_0=5d_0$) $\geq 14\%$
- δυσθραυστότητα $\geq 5 \text{ kp/cm}^2$

Η περιεκτικότητα του υλικού του σύρματος σε θείο και φωσφόρο
πρέπει να μην υπερβαίνει το 0,030% κατά βάρος για κάθε ένα από τα
στοιχεία αυτά.

Επί των συρμάτων πρέπει να υπάρχουν σημειωμένα τα χαρακτηριστικά
της ποιότητάς τους, αναλυτικά δε στοιχεία να αναγράφονται στην συ-
σκευασία τους.

3.3.3. Ηλεκτροσυγκολλήσεις

Οι ηλεκτροσυγκολλήσεις των σωληνώσεων μέχρι PN 16 μπορεί να γίνουν με :

- συνεχές ρεύμα περιστρεφόμενης γεννήτριας
- εναλλασσόμενο ρεύμα
- συνεχές ρεύμα από ανορθωτή (κυρίως τριφασικό)

Σαν προϋπόθεση τίθεται μόνο η επαρκής σε συνάρτηση με το πάχος ένταση του ρεύματος για να εξασφαλίζεται η κανονική τήξη.

Τα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια πρέπει να είναι κατασκευασμένα από κοινούς χάλυβες ή χάλυβες με μικρή πρόσμιξη βελτιωτικών στοιχείων (ελαφρά κραματικούς χάλυβες) με μικρή περιεκτικότητα σε άνθρακα και πολύ μικρή σε θείο και φωσφόρο. Πρέπει να περιβάλλονται από κατάλληλη επένδυση, που :

- με τα αέρια που παράγει (και τον ιονισμό τους) να βοηθάει στην σταθεροποίηση του τόξου και να ωθεί τα σταγονίδια του τηκομένου μετάλλου στην θέση συγκολλήσεως οποιαδήποτε και αν είναι αυτή.
- με σκουριά, που παράγει να δημιουργεί μια προστατευτική στρώση του τήγματος, που αφ'ενός να εμποδίζει την επαφή του με τον αέρα και την οξείδωσή του και αφ'ετέρου να επιβραδύνει την ψύξη του.

Σαν προτιμητέα επένδυση συνιστάται η του οξειδίου του τιτανίου (ηλεκτρόδια ρουτιλίου) με πάχος επενδύσεως 1,5 d (d=διάμετρος ηλεκτροδίου) και άνω. Σε ειδικές περιπτώσεις (βασικό υλικό με αυξημένη περιεκτικότητα S και P) μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ηλεκτρόδια με επένδυση βασική ασβεστίου υπό τις εξής προϋποθέσεις :

- ότι θα είναι αποδεδειγμένα κατάλληλα για όλες τις θέσεις συγκολλήσεως και ιδιαίτερα για κατέβασμα σε κατακόρυφες ραφές.
- ότι προ της χρησιμοποίησής τους θα έχουν επαναθερμανθεί σε 200° έως 250°C επί δύο ώρες.

Σ'αυτή την περίπτωση προτιμητέο το συνεχές ρεύμα και η σύνδεση του ηλεκτροδίου στον θετικό πόλο.

Για την χρησιμοποίηση ηλεκτροδίων με επένδυση βασική ασβεστίου απαιτείται ειδική εμπειρία του ηλεκτροσυγκολλητή.

Οι συνιστώμενες κλάσεις των ηλεκτροδίων κατά DIN 1913 έχουν όπως στον πίνακα 3.6.

Ανάλογες κλάσεις άλλων τυποποιήσεων, που καλύπτουν τις εν γένει απαιτήσεις του διεθνούς ινστιτούτου συγκολλήσεων (I.I.W., I.I.S.) μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης.

Το υλικό από το οποίο θα είναι κατασκευασμένα τα ηλεκτρόδια πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά μηχανικής αντοχής :

- αντοχή σε έλκυσμό $\geq 41 \text{kp/mm}^2$
- επιμήκυνση θραύσεως ($L_0 = 5d_0$) $\geq 14\%$
- δυσθραυστότητα $\geq 5 \text{kp/cm}^2$

Τα ηλεκτρόδια πρέπει να είναι κατάλληλα για το είδος του ρεύματος της ηλεκτροσυγκολλήσεως. Τα ηλεκτρόδια ρουτιλίου είναι κατάλληλα για οποιοδήποτε ρεύμα. Τούτο δεν συμβαίνει πάντα για τα ηλεκτρόδια με επένδυση βασική ασβεστίου.

Για την περίπτωση ηλεκτροσυγκολλήσεων με εναλλασσόμενο ρεύμα πρέπει τα ηλεκτρόδια να αναφέρουν την χωρίς φορτίο ελάχιστη τάση του μετασχηματιστή (για 50Hz, 50/70/90 V) για δε την περίπτωση συνεχούς ρεύματος τον πόλο, που πρέπει να συνδεθεί το ηλεκτρόδιο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6. Συνιστώμενες κλάσεις ηλεκτροδίων

Είδος σωλήνα	Υλικά σωλήνα	Συνιστώμενες κλάσεις κατά DIN 1913
με ραφή	34.2 37.2	III, IV, V, VII, VIIIA, VIIIB, IX
χωρίς ραφή	35 35.4	VII, VIIIA, VIIIB, IX
με αντοχή εν θερμώ	35.8	VIIIA, VIIIB, IX

3.4. ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

3.4.1. Γενικά

3.4.1.1. Στόχος

Στόχος των μονώσεων των σωληνώσεων ατμού και συμπυκνωμάτων είναι :

- Ο περιορισμός των θερμικών απωλειών του συστήματος για λόγους ενεργειακής οικονομίας.
- Η διατήρηση της θερμοκρασίας υπερθέρμου ατμού.
- Ο περιορισμός της υγρότητας του μεταφερομένου υγρού ατμού.
- Η αποφυγή ανθρωπίνων ατυχημάτων.

3.4.1.2. Στοιχεία της μονώσεως

Τα κύρια στοιχεία της μονώσεως είναι :

- Το χρησιμοποιούμενο μονωτικό υλικό.
- Το σύστημα στηρίξεώς του και της στηρίξεως της επικάλυψης.
- Η εξωτερική επικάλυψη.

3.4.2. Χρησιμοποιούμενα υλικά

Τα χρησιμοποιούμενα υλικά πρέπει να πληρούν τους επόμενους όρους:

- Να έχουν μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας.
- Να είναι ανθεκτικά, να μη τρίβονται και να διατηρούν εν γένει τον όγκο τους και το σχήμα τους.
- Να αντέχουν την θερμοκρασία λειτουργίας.
- Να απωθούν το νερό και να αντέχουν πάντως στην υγρασία.
- Να μπορούν να στεγνώσουν - μετά διύγρανσή τους - χωρίς να αλλοιώνονται ή να μεταβάλλουν συμπεριφορά.
- Να μη καίγονται.
- Να έχουν μεγάλο χρόνο ζωής.
- Να μη δημιουργούν προβλήματα εκ της διαστολής και της συστολής των σωμάτων, που περιβάλλουν.
- Να αντέχουν σε κρούσεις και εν γένει κτυπήματα.
- Να κατεργάζονται εύκολα.
- Να μην είναι διαβρωτικά.

Τα υλικά, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για θερμικές μονώσεις φαίνονται στον πίνακα 3.7.

3.4.3. Τεχνική της μονώσεως

Πριν από την μόνωση καθαρίζεται μηχανικά ή με φωτιά ή άλλη κατάλληλη μέθοδο και βάφεται ο σωλήνας με τουλάχιστον ένα υπόστρωμα και ένα στρώμα βαφής. Το μονωτικό υλικό, αν είναι σε κελύφη ή στρώματα, προσδένεται με κάποιο σύρμα ή κοτετσόσυρμα ή άλλη μέθοδο ώστε να ακινητεί. Εάν απαιτείται ειδική στεγανοποίηση συνιστάται και η περιτύλιξη με κάποιο είδος ειδικού υφάσματος (π.χ. υαλούφασματος) διαβρεγμένου σε διάλυμα μονωτικό και η επάλειψη με το ίδιο υλικό για την πλήρη στεγανοποίηση. Για λόγους προστασίας η μόνωση σε κάθε περίπτωση περιβάλλεται με μανδύα από :

- Επιψευδαργυρωμένο χαλυβοέλασμα πάχους 0,5 έως 1,0mm ανάλογα με την διάμετρο. Η επιψευδαργύρωση είναι τάξεως 275g/m².
- Έλασμα αλουμινίου πάχους 0,5 έως 1,2mm ανάλογα με την διάμετρο. Συνιστάται καθαρό αλουμίνιο ή κράματα αλουμινίου AlMgMn ή AlMg3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7. Υλικά θερμικών μονώσεων (εγγυημένες τιμές)

Υλικό	Πυκνότητα kg/m ³	Αγωγιμότητα W/mk					Μέγιστη θερμοκρασία °C
		0°C	50°C	100°C	200°C	300°C	
Styrocor	20-50	0,033	0,050	--	--	--	70
Αραιά ειδικά υλικά με βάση πολυεστερική, πολυαιθερική, πολυουρεθανική, συνθετική, ελαστική κλπ.	40-80	0,030	0,050	--	--	--	100
Πολυουρεθάνη (σκληρός αφρός)	40-80	0,028	0,045	--	--	--	120
Κελύφη υαλοβάμβακα	70	0,034	--	0,044	0,064	--	450
Στρώματα υαλοβάμβακα	60	0,034	--	0,049	0,069	--	450
Κελύφη λιθοβάμβακα	150	0,035	--	0,049	0,067	0,098	500
Στρώματα λιθοβάμβακα	100	0,036	--	0,052	0,072	0,100	650
Διαμορφωμένα τεμάχια π.χ. για όργανα κλπ. από :							
- μαγνησία	--	--	0,050	0,055	--	--	300
- ορυκτές ίνες με οργανικό συνδετικό	--	--	0,040	0,048	--	--	250
- ομοίως με ανόργανο συνδετικό	--	--	0,050	0,058	--	--	250

- Χαλυβοέλασμα ή έλασμα αλουμινίου πάχους 0,5 έως 1,2mm με επικάλυψη 0,2mm PVC ή 0,04mm PVF.

Ο μανδύας κρατείται στην πρόπυσα απόσταση από τον σωλήνα με ειδικά μεταλλικά ή κεραμικά στηρίγματα προς τα οποία δένεται μέσω φύλλου αμιάντου 5mm για τον περιορισμό της ροής της θερμότητας. Γενικά η απόσταση αυτών των στηριγμάτων είναι τάξεως 950mm ώστε να υπάρχει επικάλυψη των ελασμάτων (πλάτους 1000mm) τάξεως 50mm. Η δι-

αμόρφωση του μανδύα γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε αν πέσουν απάνω του νερά να μη μπορέσουν αυτά να εισχωρήσουν στο εσωτερικό.

Για την περίπτωση που αντί για κελύφη και στρώματα χρησιμοποιούνται γεμίσματα συνιστάται ανάλογα με την διάμετρο να διαχωρίζεται ο όλος χώρος γεμίσματος με χωρίσματα ακτινικά (που δεν εφάπτονται στον σωλήνα αλλά απέχουν από αυτόν) για να διαμοιράζεται ομοιόμορφα το υλικό του γεμίσματος.

Ειδική προσοχή πρέπει να δίδεται στα κατακόρυφα (ή και τα υπό μεγάλη κλίση) τμήματα της σωληνώσεως. Έχει παρατηρηθεί ότι οι διαστολές και συστολές του σωλήνα επενεργούν επί της μόνωσης, έτσι ώστε το μονωτικό υλικό να ολισθαίνει προς τα κάτω. Πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα, ώστε να εμποδίζεται αυτό. Γίνεται αποδεκτή η σύσταση του TÜV Rheinland του εγκιβωτισμού σ'αυτές τις περιπτώσεις του μονωτικού υλικού μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού μανδύα, ώστε να μην εφάπτεται στον σωλήνα, αλλά να μπορεί αυτός ανεξάρτητα από την μόνωση να διασταλεί και να συσταλεί.

Πολλές φορές είναι επιθυμητή περί τις ραφές μία μόνωση, που να μπορεί να αποσυνδεθεί. Τότε το μήκος αυτού του τμήματος κατασκευάζεται περίπου 500mm (250 από κάθε πλευρά της συγκολλήσεως) και επικαλύπτει κατά 60mm τα άλλα ελάσματα.

Οι φλάντζες και τα όργανα μονώνονται κατά τρόπο που να μπορεί εύκολα η μόνωση να αποσυνδεθεί. Συνιστάται για φλάντζες από DN 200 και όργανα από DN 150 το υλικό της μόνωσης να μη συνδέεται προς τον μανδύα του.

3.4.4. Επιλογή πάχους μόνωσης

Ο καθαρισμός του πάχους των μόνωσεων είναι αντικείμενο τεχνικών και οικονομικών υπολογισμών, που γίνονται με παραδεδειγμένη μέθοδο. Η θερμική απώλεια είναι συνάρτηση των συντελεστών μεταβιβάσεως θερμότητας από το ρέον ρευστό στο τοίχωμα του σωλήνα και από την επιφάνεια του μανδύα στο περιβάλλον και του συντελεστή αγωγιμότητας του μονωτικού υλικού. Το κόστος της θερμότητας και η εξυπηρέτηση του κεφαλαίου αποτελούν τους κυρίους παράγοντες της οικονομικής θεώρησης. Η VDI Richtlinie 2055 δίδει για τους ενδιαφερομένους πλήρη στοιχεία.

Μία λογική θερμική απώλεια θεωρείται η των $100 \text{ kcal/m}^2 \text{ h} = 116 \text{ W/m}^2$ σε θερμοκρασία αέρα εσωτερικού χώρου 20°C . Αυτή αντιστοιχεί σε υπερθερμοκρασία επιφανείας μανδύα :

- από επιψευδαργυρωμένο χαλύβδoφυλλο χωρίς βαφή 17°C

- από αλουμινιόφυλλο χωρίς βαφή 23°C
- από επιψευδαργυρωμένο χαλυβδόφυλλο ή αλουμινιόφυλλο βαμμένο 13°C

Το αντίστοιχο πάχος μονώσεως σε mm για στρώμα υαλοβάμβακα ή λιθοβάμβακα κατά τα προηγούμενα έχει όπως στον πίνακα 3.8.

Οι τιμές αυτές πάχους μονώσεως, που αντιστοιχούν στην απώλεια $100\text{kcal/m}^2\text{h} = 116\text{W/m}^2$ δεν είναι οι τιμές οικονομικής μονώσεως. Αυτές πρέπει να προκύψουν από πλήρη τεχνικοοικονομική μελέτη εκτός εάν λόγοι ενεργειακής οικονομίας επιβάλλουν μέγιστο επιτρεπόμενων απωλειών π.χ. $75\text{kcal/m}^2\text{h} = 87\text{W/m}^2$. Στην τεχνικοοικονομική μελέτη βασικοί παράγοντες είναι το κόστος της μονώσεως σε συνάρτηση με το πάχος της s , η εξυπηρέτηση του κεφαλαίου, ο χρόνος λειτουργίας Z σε h/a και η τιμή της θερμότητας P σε δρχ/Gcal ή $\text{δρχ}/10^6\text{Wh}$. Αφού προσδιορισθεί το οικονομικό πάχος s_0 για Z_0 , P_0 επιτρέπονται συγκρίσεις για άλλα s_1 , Z_1 , P_1 με βάση την σχέση :

$$\frac{s_1}{s_0} = \sqrt{\frac{Z_1 P_1}{Z_0 P_0}}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8. Πάχη μονώσεων

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα mm	Θερμοκρασία σωλήνα °C				
	100	150	200	250	300
13,5	30	30	40	50	60
21,3	30	30	40	60	70
26,9	30	30	50	60	70
33,7	30	40	50	60	80
38,0	30	40	50	60	90
48,3	30	40	50	70	90
60,3	30	40	60	70	90
76,1	30	40	60	80	100
88,9	30	40	60	80	100
114,3	30	40	60	80	100
139,7	30	50	70	90	110
168,3	30	50	70	90	120
219,1	30	50	70	90	120
273,0	30	50	70	100	120
323,9	30	50	80	100	130

Το πάχος μονώσεως 30mm θεωρείται το ελάχιστο επιτρεπτό.

3.4.5. Εγγυήσεις

Οι μονώσεις των σωλήνων στοχεύουν γενικώς στον περιορισμό των θερμικών απωλειών. Όμως με αυτές μπορεί ο μελετητής να στοχεύει και σε άλλους σοβαρότερους κατά περίπτωση ειδικούς στόχους όπως π.χ. η διατήρηση της θερμοκρασίας υπερθέρμου ατμού. Εκ του λόγου αυτού κατά περίπτωση δίδονται διάφορες εγγυήσεις, στις δυνατότητες τηρήσεως των οποίων και του δυνατού του ελέγχου αναφέρονται τα επόμενα

3.4.5.1. Συντελεστής αγωγιμότητας του υλικού

Είναι σχεδόν το μόνο στοιχείο, που μπορεί να ελεγχθεί με αρκετή ακρίβεια. Μετριέται στο εργαστήριο, αφού το υλικό έχει κατάλληλα ξηρανθεί για να φύγει κάθε ίχνος υγρασίας. Ο έλεγχος γίνεται σε μορφοποιημένο, όπως στην πράξη υλικό, π.χ. προκειμένου για μονώσεις σωλήνων με πάπλωμα, όχι σε επίπεδο πάπλωμα αλλά σε κυλινδρωμένο, όπως στον σωλήνα. Τούτο είναι αναγκαίο, γιατί με την μορφοποίηση αλλάζει ο συντελεστής αγωγιμότητας. Γι'αυτό συνιστάται στις διδόμενες εγγυήσεις να μη δίδεται μόνον ένας συντελεστής αγωγιμότητας του υλικού, όπως παράγεται στο εργοστάσιο παραγωγής του, αλλά και ένας "λειτουργικός συντελεστής αγωγιμότητας", όπως μεταβάλλεται μετά την διαμόρφωσή του. Η μέτρηση γίνεται για τις θερμοκρασίες εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας του υλικού και λαμβάνεται μέσος όρος. Επιτρέπεται σφάλμα $\pm 5\%$ και τουλάχιστον $\pm 0,003 \text{ kcal/mh}$.

3.4.5.2. Συντελεστής μεταδόσεως θερμότητας

Αποτελεί ουσιώδες κριτήριο για την επιτυχία της μόνωσης, αφού εκτός από την αγωγιμότητα του υλικού και το πάχος της μόνωσης περιλαμβάνει και την επίδραση όλων των γεφυρών εξόδου της θερμότητας στο περιβάλλον. Ο προσδιορισμός του είναι δύσκολος. Πρέπει να συμφωνηθεί κατ'αρχήν ο τρόπος υπολογισμού των συντελεστών μεταβίβσεως θερμότητας από το ρέον σώμα στο τοίχωμα του σωλήνα (α_1) και από την επένδυση της μόνωσης στο περιβάλλον (α_2). Οι συνθήκες ροής, η κίνηση του αέρα και άλλοι παράγοντες επηρεάζουν τις τιμές τους. Παρακείμενα σώματα διαφορετικής θερμοκρασίας ανταλλάσσουν με ακτινοβολία θερμότητα με την σωλήνωση και αλλοιώνουν τα αποτελέσματα της μόνωσης.

3.4.5.3. Θερμοκρασιακή πτώση

Αυτή εκτός από την έξοδο θερμότητας διά μέσου της μόνωσης επηρεάζεται από τις τριβές της ροής. Ο ακριβής θερμοδυναμικός υπολο-

γισμός και των δύο φαινομένων είναι απαραίτητος. Γι' αυτό ο πιο κατάλληλος για τον υπολογισμό είναι ο σχεδιαστής της γραμμής, που θα λάβει υπ' όψη του τα στοιχεία του μονωτή. Οποιοσδήποτε μετρήσεις υπόκεινται στην ανασφάλεια της υπάρξεως ισορροπίας. Γι' αυτό μπορεί να υπάρχει στην συμφωνία όρος, που αφορά σε μέγιστη επιτρεπτή θερμοκρασιακή πτώση μόνο αν αυτή είναι ουσιώδους λειτουργικής σημασίας. Και στην περίπτωση πάλι αυτή πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη, ότι η ανασφάλεια υπολογισμού των θερμικών απωλειών είναι τάξεως $\pm 10\%$, στην οποία πρέπει να προσθέσουμε την ανασφάλεια υπολογισμού των απωλειών εξαρτημάτων, οργάνων κλπ.

Έτσι οι επιτρεπόμενες ανοχές είναι :

Για $\Delta t \leq 10^\circ\text{C}$	Δεν είναι δυνατή εγγύηση
Δt μέχρι 20°C	$\pm 20\%$
Δt υπέρ τους 20°C	$\pm 15\%$

3.4.6. Μη επιτρεπόμενες εγγυήσεις

Συνηθίζεται σε ορισμένες περιπτώσεις να ζητούνται εγγυήσεις όσον αφορά στα επόμενα στοιχεία, που δεν ευσταθούν επιστημονικά για τους εκεί αναφερόμενους λόγους. Αυτά επισημαίνονται προς αποφυγή.

3.4.6.1. Θερμοκρασία εξωτερικής επιφάνειας

Η θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας της μονώσεως μπορεί να δοθεί μόνον σαν υπερθερμοκρασία, όσον αφορά την θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος. Και αυτή πάλι δεν μπορεί να συσχετισθεί άμεσα με την θερμική απώλεια, αφού αυτή είναι συνάρτηση πολλών άλλων παραγόντων, όπως π.χ. του είδους και του χρώματος της επιφάνειας της επικαλύψεως, της ταχύτητας του αέρα στο περιβάλλον, της ανταλλαγής ακτινοβολίας με παρακείμενα σώματα κ.ο.κ. Το πολύ, που θα επιτρεπότο είναι η συμφωνία ανώτατης θερμοκρασίας για την αποφυγή ατυχημάτων.

3.4.6.2. Βαθμός αποδόσεως της μονώσεως

Φέρεται και σαν δείκτης εξοικονομήσεως θερμότητας και αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας (μείωση απωλειών) σε σύγκριση με τις απώλειες γυμνής σωληνώσεως. Στην περίπτωση αυτή η ανασφάλεια είναι ακόμη μεγαλύτερη, γιατί εκτός από τους παράγοντες, που επηρεάζουν τις απώλειες στη μονωμένη σωλήνωση, υπεισέρχονται και οι παράγοντες, που επηρεάζουν τις απώλειες της αμόνωτης σωληνώσεως και ιδιαίτερα η κίνηση του αέρα. Έτσι για την περίπτωση, που ορίσαμε κάποιο

βαθμό αποδόσεως προκύπτουν (για τον ίδιο συγκεκριμένο η) οι εξής παραδοξότητες :

- Για την αυτή θερμοκρασία σωλήνα προκύπτουν για τις μεγαλύτερες διαμέτρους μικρότερα πάχη μονώσεων.

- Για την αυτή διάμετρο προκύπτουν μικρότερα πάχη μονώσεων για υψηλότερες θερμοκρασίες σωλήνα.

- Για την περίπτωση επιπτώσεως ανέμου χρειάζονται μικρότερα πάχη μονώσεων από την περίπτωση ηρεμούντος αέρα.

Έτσι δεν αποδίδει τίποτα η σύγκριση με βάση τον βαθμό αποδόσεως.

3.4.7. Μέθοδοι ελέγχου της αγωγιμότητας

Στην περίπτωση που θα συμφωνηθεί έλεγχος του συντελεστή αγωγιμότητας του μονωτικού υλικού συνιστάται να ακολουθούνται οι μέθοδοι ελέγχου κατά VDI Richtlinie 2055 §5 Messverfahren.

3.5. ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ

3.5.1. Γενικά

Στόχος της στηρίξεως των σωλήνων είναι να παραλάβει τις δυνάμεις και ροπές, που αναπτύσσονται :

- από το ίδιο βάρος της σωληνώσεως (σωλήνες, εξαρτήματα, όργανα, μονώσεις κλπ.) και τυχόν επιδρώσες άλλες εξωτερικές δυνάμεις π.χ. τον άνεμο

- από τις μεταβολές μηκών των τμημάτων της σωληνώσεως, που προέρχονται από την θέρμανση και την ψύξη τους

- από διάφορα άλλα αίτια π.χ. υδραυλικά πλήγματα.

Η στήριξη των σωλήνων μπορεί να γίνει :

- στην οικοδομική κατασκευή
- σε ειδικά υπόγεια κανάλια
- σε ιστούς
- σε γέφυρες σωληνώσεων.

Η σύνδεση των σωλήνων προς τις φέρουσες αυτές κατασκευές μπορεί να γίνει μέσω :

- σταθερών εδράνων (σταθερές στηρίξεις, σταθερά σημεία)
- εδράνων ολισθήσεως
- ελεύθερης αναρτήσεως ή ελεύθερης στηρίξεως

Σε ειδικές περιπτώσεις καταπονήσεων και για την μείωσή τους διαμορφώνονται ελατηριωτά έδρανα και των τριών τύπων.

Εκ των πραγμάτων στην διαμόρφωση μιάς σωληνώσεως υπάρχουν σταθερά

σημεία, που δεν επιδέχονται μετακίνηση κατά την θέρμανση και την ψύξη, όπως ατμοδιανομείς ή τροφοδοτούμενα μηχανήματα. Ο σχεδιασμός της στηρίξεως της σωληνώσεως πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε κατά το δυνατόν οι αναπτυσσόμενες σ'αυτά δυνάμεις και ροπές να είναι ελάχιστες. Προς τούτο επιλέγεται στήριξη των τμημάτων των σωληνώσεων, που παραλαμβάνει το μέγιστο ποσοστό δυνάμεων και ροπών. Είναι προτιμότερο να επιλέγουμε τέτοια στήριξη, ώστε να επιτρέπει την φυσική παραλαβή των διαστολών με ελεύθερη κίνηση της σωληνώσεως. Αυτό όμως δεν είναι δυνατόν πάντοτε. Γι'αυτό με την στήριξη καθοδηγούμε κατά την κρίση μας την μεταβολή χρησιμοποιώντας κατάλληλα και τα τρία είδη εδράνων.

3.5.2. Σταθερά έδρανα

Στοχεύουν στο να ακινητήσουν συγκεκριμένα σημεία της σωληνώσεως. Αυτά παραλαμβάνουν :

- τις δυνάμεις, που αναπτύσσονται σε ευθύγραμμα τμήματα σωληνώσεων (αξονικές δυνάμεις) κατά την διαστολή από τα διαστολικά, τις τριβές στα έδρανα ολισθήσεως, την προένταση κ.ο.κ.

- τις δυνάμεις και ροπές, που αναπτύσσονται κατά την ελεύθερη κίνηση σκελών, από τα βάρη, από εξωτερικά αίτια κ.ο.κ.

Οι δυνάμεις, που προέρχονται από τα διαστολικά και που εξαρτώνται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους και την εσωτερική πίεση δίδονται από τους κατασκευαστές τους. Τα λοιπά καταπονούνται μεγέθη προσδιορίζονται με τις συνήθειες μεθόδους της αντοχής των υλικών. Δυνάμεις προερχόμενες από ενδεχόμενα πλήγματα δεν μπορούν να υπολογισθούν, ούτε όμως και να αγνοηθούν. Συνιστάται να λαμβάνονται υπ'όψη με κατάλληλη αύξηση του συντελεστή ασφαλείας. Υπάρχουν ειδικές περιπτώσεις, που τα σταθερά σημεία πρέπει να επιτρέπουν στροφή του άξονα της σωληνώσεως όπως π.χ. το μεσαίο σταθερό έδρανο διπλού σκέλους. Έτσι αποφεύγεται η ανάπτυξη μεγάλων αδικαιολογήτων καταπονήσεων του σωλήνα. Ομοίως υπάρχουν περιπτώσεις, που το σταθερό έδρανο πρέπει να μπορεί να κινηθεί κάθετα προς τον άξονα του σωλήνα για να μειωθούν δυνάμεις, που τον καταπονούν. Τότε αυτό πρέπει να διαμορφώνεται σαν ελαττωτικό σταθερό έδρανο, όπου τις κάθετες προς τον άξονα του σωλήνα δυνάμεις παραλαμβάνουν σπειροειδή ελατήρια.

Συνιστάται ο σωλήνας να συνδέεται προς το σταθερό έδρανο μέσω κολλάρου βιδωτού προς αυτόν και το έδρανο. Το κολλάρο μπορεί να κολληθεί στον σωλήνα ή και να αντικατασταθεί με άλλη κατασκευή π.χ.

ελασμάτινη, που όμως απαραίτητα θα βοηθάει τον σωλήνα στην αντίστασή του σε πτύχωση. Στην περίπτωση βιδωτού κολλάρου πρέπει αυτό να αγκαλιάζει σε όλη την περιφέρεια τον σωλήνα. Οι κοχλίες συνδέσεως του κολλάρου πρέπει να είναι πλούσιοι τον αριθμό (τουλάχιστον τέσσερεις), να τοποθετούνται κατά το δυνατόν πλησιέστερα στον σωλήνα και να ασφαρίζονται. Η διάμετρος οπών και κοχλίων είναι συνάρτηση του πάχους του ελάσματος του κολλάρου κατά τα διδασκόμενα στα στοιχεία των μηχανών. Μεταξύ κολλάρου και σωλήνα δεν παρεμβάλλεται μονωτικό υλικό για την παρεμπόδιση της ροής θερμότητας. Αυτή επιτυγχάνεται με παρεμβολή του μεταξύ κολλάρου και κυρίως εδράνου ή αυτής ταύτης της στηρίξεως. Γι' αυτό και αυτή η σύνδεση γίνεται πάντα με κοχλίες.

3.5.3. Έδρανα ολισθήσεως

Τα έδρανα ολισθήσεως διαμορφώνονται κατά τρόπο, που επιτρέπει ανάλογα με την περίπτωση την κίνηση, είτε μόνο κατά μήκος του άξονα του σωλήνα, είτε και κάθετα προς αυτόν. Η σύνδεση του κυρίως εδράνου προς τον σωλήνα γίνεται μόνον με βιδωτά κολλάρια, που επιδέχονται υποχρεωτικά στρώμα μονωτικού υλικού (π.χ. φύλλο αμιάντου 5mm) για την παρεμπόδιση της ροής της θερμότητας προς τα έξω. Συνιστάται η κοχλίωση του κολλάρου (προς τον σωλήνα) να γίνεται στο οριζόντιο επίπεδο και με επαρκή αριθμό κοχλίων, των οποίων η διάμετρος και η διάμετρος της οπής τους καθορίζεται από το πάχος του κολλάρου. Το κάτω μέρος του κολλάρου μπορεί να αποτελείται από ένα ή δύο κοχλιούμενα μεταξύ τους τεμάχια.

Για την περίπτωση εδράνων ολισθήσεως, που επιτρέπουν μόνο κίνηση κατά την κατεύθυνση του άξονα, διαμορφώνονται παράλληλοι προς αυτόν οδηγοί, που δέχονται τις κάθετες (προς τον άξονα) δυνάμεις και απαγορεύουν αντίστοιχη μετακίνηση. Μικρή εν προκειμένω ελευθεριότητα συνιστάται. Η επαφή του ολισθαίνοντος τμήματος του εδράνου προς τους οδηγούς γίνεται μέσω μικρών επιφανειών (πλαγίων π.χ. επιφανειών κυλίνδρων ή μικρών μανιταριών) ή κυλιόμενων σφαιρών για την μείωση των τριβών ή και άλλων ομοίων διατάξεων.

Για την περίπτωση εδράνων ολισθήσεως, που επιτρέπουν την κίνηση και κατά τις δύο κατευθύνσεις συνιστάται να δίδονται οι κατωτέρω κατασκευαστικές λύσεις :

- να διαμορφώνεται το κάτω μέρος του κολλάρου σαν όχημα με άξονα και δύο τροχούς
- να διαμορφώνεται αυτό σαν οριζόντιο πέλαμα (προτιμητέο διμερές

κοχλιωτό κάτω τμήμα του κολλάρου), που να κυλίνεται επί σταθερών περιστρεφόμενων κυλίνδρων ή επί σφαιρών

- να διαμορφώνεται μονομερώς το κάτω μέρος του κολλάρου στο οποίο να συγκολλώνται ένα μεγαλύτερο ή περισσότερα μικρά μανιτάρια

Η προκριτέα λύση είναι συνάρτηση των κατά περίπτωση συνθηκών ιδιαίτερα των επιτρεπομένων να αναπτυχθούν συνολικών δυνάμεων τριβής, που θα καταπονήσουν τα σταθερά έδρανα.

Στην περίπτωση κυλίσεως επί σφαιρών συνιστάται το πέλμα να γίνεται τόσο μεγάλο, ώστε να υπερκαλύπτει τις σφαίρες κατά τέτοιο τρόπο, γιά να μην κινδυνεύουν να φύγουν από την θέση τους.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στην διαμόρφωση όσον αφορά στην εξασφάλιση, ότι δεν είναι δυνατόν να γίνει μετατόπιση ή περιστροφή του εδράνου.

Σε μεγάλα μήκη ευθυγράμμων σωλήνων δεν επαρκούν οι ως άνω διαμορφώσεις εδράνων ολισθήσεως, που δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν το λύγισμα των σωλήνων, που μπορεί να προέλθει από αυξημένες δυνάμεις καταπονήσεώς τους σε λυγισμό. Τότε συνιστάται να διαμορφώνονται ειδικές κατασκευές από μορφοχάλυβα (π.χ. τετραγωνικά πλαίσια) με σύγχρονη διαμόρφωση τριών ή τεσσάρων σημείων ολισθήσεως (π.χ. μέσω διμερούς κολλάρου που το κάθε τμήμα φέρει δύο πέλματα υπό γωνία 90° σε κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί ένα έδρανο ολισθήσεως), που εξασφαλίζουν ότι δεν θα υπάρξει μετακίνηση κάθετη προς τον άξονα του σωλήνα. Στην περίπτωση αυτή η διαμόρφωση και διαστασιολόγηση πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε οι κάθετες δυνάμεις να μη μπορούν να βλάψουν τον σωλήνα.

Υπάρχουν περιπτώσεις, που γιά την μείωση ορισμένων δυνάμεων πρέπει να μπορούν να μετακινηθούν όλες αυτές οι ειδικές φέρουσες κατασκευές προς μία και την αυτή κατεύθυνση. Τότε όλων η στήριξη προς τους σταθερούς φορείς πρέπει να γίνεται μέσω ελατηρίων.

3.5.4. Αναρτήσεις

Στην περίπτωση μικροτέρων διαμέτρων και ευθυγράμμων τμημάτων επαρκούν αναρτήσεις του σωλήνα, που επιτρέπουν την ελεύθερη κίνησή του. Αυτές διαμορφώνονται σαν αναρτήσεις από ελασμάτινες ταινίες ή αλυσίδες, που περιβάλλουν το σωλήνα κατά γωνία μεγαλύτερη των 180° και στην συνέχεια κρέμονται από σταθερά σημεία μέσω ράβδων ή λαμών, που φέρουν στα δύο άκρα τους κοχλίες. Γιά μεγαλύτερα βάρη διαμορφώνονται βαρύτερες αναρτήσεις με διμερές κολλάρο (κοχλιώσεις κατά την κατακόρυφο), που περιβάλλει τον σωλήνα με παράθεση φύλλου εκ

μονωτικού υλικού και σύστημα λαμών (μονών ή διπλών) με κοχλίες στα άκρα, που επιτρέπουν κίνηση του συστήματος κατά τον άξονα ή και κάθετα προς αυτόν.

Εάν κατά την θέρμανση σωληνώσεως υπάρχει πιθανότητα κατακόρυφης μετακινήσεως οριζοντίων τμημάτων της, που κρέμονται κατά τα προηγούμενα, πρέπει να προβλέπονται στα συστήματα αναρτήσεως ελατήρια, που να παραλαμβάνουν τις κατακόρυφες μετακινήσεις. Η ανάπτυξη των καταλλήλων δυνάμεων επί του ελατηρίου, κατά την ψυχρή κατάσταση των σωληνώσεων και η κατάλληλη συσπείρωσή του πρέπει να εξασφαλίζονται με κάποιο σύστημα ρυθμιστικών κοχλίων. Η επιλογή του ελατηρίου πρέπει να γίνεται με προσοχή λαμβανομένων υπ'όψη, ότι η μεν διάμετρος του σύρματος συναρτάται με την ικανότητα φορτίσεως η δε διάμετρος της σπείρας με την συσπείρωση, ενώ μία υπερβολική άσκηση πίεσεως σ' αυτά (με την θέρμανση) ευνοεί την ανάπτυξη ταλαντώσεων.

Σε ειδικές κατασκευές, που έχουν διαμορφωθεί με την αρχή "μοχλός X φορτίο = μοχλός X δύναμη ελατηρίου" επιτρέπεται να αντικατασταθεί η δύναμη ελατηρίου με αντίβαρο.

3.5.5. Αποστάσεις εδράνων

Οι αποστάσεις των εδράνων καθορίζονται με βάση τις συνολικές τάσεις, που αναπτύσσονται στον σωλήνα, όπως αυτό αναφέρεται στο κεφάλαιο 6.2.3. Ενδεικτικές τιμές από την εμπειρία δίδονται για απλές περιπτώσεις και για πρόχειρους υπολογισμούς στον πίνακα 3.9.

Ο υπολογισμός της απόστασεως των εδράνων μπορεί να γίνει και με την εμπειρική σχέση του Mischdorf

$$l = 2,1 \sqrt[3]{\frac{a \cdot J}{G}} \quad \text{m}$$

όπου

a = κλίση σε mm/m

J = ροπή αδρανείας σε cm⁴

G = συνολικό βάρος σε kp/m

3.6. ΟΙ ΔΙΑΣΤΟΛΕΣ ΚΑΙ Η ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥΣ

3.6.1. Γενικά

Όπως όλα τα σώματα έτσι και οι σωλήνες διαστέλλονται με την αύξηση της θερμοκρασίας ακτινικά και αξονικά. Και η μεν ακτινική διαστολή δεν παρουσιάζει προβλήματα - πλην ειδικών περιπτώσεων όπως

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9. Ελάχιστες αποστάσεις στηριγμάτων

Ονομαστική διάμετρος DN για κανονικό πάχος τοιχώματος	Σωλήνες ατμού και αερίων		Σωλήνες συμπυ- κνωμάτων		Αποστάσεις από τον τοίχο	
	με μόνωση m	χωρίς μόνωση m	με μόνωση m	χωρίς μόνωση m	με μόνωση mm	χωρίς μόνωση mm
40	2,5	3,5	2,3	3,1	90	90
50	3,2	4,3	2,8	4,0	150	110
60	3,4	4,7	3,2	4,6	160	120
80	4,4	5,8	3,6	5,4	180	130
100	4,7	6,5	4,2	6,2	200	150
125	5,4	7,3	5,0	6,8	220	160
150	6,1	8,1	5,9	7,2	230	180
175	7,0	9,0	6,4	7,7	250	200
200	7,7	9,7	7,0	8,2	260	210
250	8,5	10,8	7,6	9,0	290	240
300	9,4	11,8	8,4	9,8	325	270
350	10,3	12,8	9,4	10,8	357	300
400	11,3	13,6	10,2	11,6	400	350

π.χ. σε σημεία αγκυρώσεως - γι' αυτό και το ενδιαφέρον μας γι' αυτή είναι περιορισμένο. Η αξονική όμως διαστολή μας δημιουργεί προβλήματα.

Το μέγεθος της διαστολής των σωλήνων του ατμού, που κατασκευάζονται από τα υλικά που αναφέρονται στο κεφάλαιο 3.1.2. του παρόντος είναι σε mm ανά m μήκους (μέσες τιμές).

θερμοκρασιακή περιοχή °C	0-100	0-200	0-300	0-400	0-500
Δl mm/m	1,20	2,51	3,92	5,44	7,06

Εάν μεταξύ δύο σταθερών σημείων θερμάνουμε μία σωλήνωση, αυτή θα τείνει να διασταλεί, επειδή δε παρεμποδίζεται θα παραμορφωθεί. Με την φυσική αυτή παραμόρφωση παραλαμβάνονται μεν οι διαστολές, αναπτύσσονται δε τάσεις. Οι τάσεις αυτές προστίθενται στις τάσεις, που αναπτύσσονται στους σωλήνες από άλλα αίτια. Η συνολική τάση, η τάση συγκρίσεως, πρέπει να είναι $\leq K/S = \sigma_{0,2}/S$ όπου K = μέτρο αντοχής = $\sigma_{0,2}$ και S = συντελεστής ασφαλείας.

Εάν το μεταξύ των σταθερών σημείων τμήμα της σωληνώσεως είναι ευθύγραμμο παρεμποδίζεται η διαστολή. Ο σωλήνας καταπονείται σε λυγισμό. Οι αναπτυσσόμενες τάσεις είναι ίσες με εκείνες, που θα αναπτύσσονταν αν ο σωλήνας θλιβόταν με βράχυνση όση η εκ της θερμάνσεως διαστολή. Επομένως η αναπτυσσόμενη εκ διαστολών τάση

$$\sigma_{\delta} = \varepsilon E = E \Delta t = \sigma_{\delta 0} \Delta t \quad (3-1)$$

όπου E το μέτρο ελαστικότητας του υλικού για την θερμοκρασία καταπόνησεως. Για τους χάλυβες της παραγράφου 3.1.2. μπορούμε να δεχθούμε, ότι η αναπτυσσόμενη τάση ανά grd είναι $\sigma_{\delta 0} \approx 25 \text{ kp/cm}^2 \text{ grd}$, που σημαίνει π.χ. ότι για $\Delta t = 100 \text{ grd}$, $\sigma_{\delta} \approx 2500 \text{ kp/cm}^2 = 25 \text{ kp/mm}^2$, που υπερβαίνει το όριο ροής τους.

Παρατηρητέο, ότι η αναπτυσσόμενη τάση είναι ανεξάρτητη από το μήκος και το πάχος του σωλήνα, ενώ η αναπτυσσόμενη δύναμη, που καταπονεί τα σταθερά έδρανα είναι ανεξάρτητη του μήκους του, καθ'ότι

$$P = \sigma_{\delta 0} F \Delta t \quad \text{kp} \quad (3-2)$$

όπου F η διατομή του σωλήνα.

3.6.2. Παραλαβή διαστολών

Έγινε λοιπόν προφανές, ότι με μία διαφορά θερμοκρασιών λειτουργίας και συναρμολογήσεως τάξεως 100°C υπερβαίνουμε το όριο ροής των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένοι οι σωλήνες. Επομένως πρέπει να παραλάβουμε με κάποιο τρόπο τις διαστολές.

Συνιστάται να προτιμάται η παραλαβή των διαστολών με την φυσική ελαστική παραμόρφωση των σωληνώσεων. Προς τούτο επιλέγουμε κατάλληλη διαμόρφωση της σωληνώσεως και των καθέκαστα ευθυγράμμων μηκών της, ώστε να σχηματιστούν κυρίως απλά ή διπλά σκέλη, που μπορούμε την διαστολή να παραμορφωθούν ελαστικά και οι εξ αυτής προκαλούμενες τάσεις προστιθέμενες στις υπόλοιπες να προκαλούν συνολική τάση, που βρίσκεται μέσα στην ελαστική περιοχή.

Εάν αυτό δεν είναι δυνατό τότε μόνο πρέπει να καταφεύγουμε στην χρησιμοποίηση διαστολικών.

Τα χρησιμοποιούμενα διαστολικά είναι :

- διαστολικά τύπου στυπιοθλίπτη
- κυματοειδή διαστολικά
- φακοειδή διαστολικά
- διαστολικά ου (U)
- διαστολικά ωμέγα (Ω , λύρες)
- μεταλλικοί εύκαμπτοι σωλήνες
- αρθρωτά διαστολικά

Τα διαστολικά τύπου στυπιοθλίπτη είναι απλά και ασφαλή κατάλληλα για την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών. Έχουν το μειονέκτημα των μεγάλων φθορών στις επιφάνειες ολισθήσεως. Γι' αυτό, ενώ συνιστάται η χρησιμοποίησή τους σε σωληνώσεις λειτουργίας, δεν συνιστάται στις περιπτώσεις διακοπτομένης λειτουργίας.

Τα κυματοειδή και φακοειδή διαστολικά χρησιμοποιούνται κυρίως όπου δεν υπάρχει άνεση χώρου. Προτιμητέες κατασκευές με πάχη μέχρι 5mm, άρα και για μικρές εν γένει πιέσεις. Η δυνατότητα παραλαβής φορτίου είναι συνάρτηση του αριθμού των μεταβολών του φορτίου κατά την διάρκεια της ζωής τους. Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός τόσο μικρότερη και η παραλαβή διαστολών. Εφιστάται η προσοχή, ότι συνεργαζόμενα κύματα πρέπει να φορτίζονται με μικρότερο φορτίο από το διδόμενο από τον κατασκευαστή δηλ. $P = \varphi \cdot n \cdot P_1$ όπου n ο αριθμός κυμάτων και περίπου ως εξής :

Γιά $n = 1-2$	$3-4$	5 και άνω
$\varphi = 1,0$	$0,9$	$0,8$

Μόνον έτσι εξασφαλίζεται ομοιομορφία φορτίσεως των κυμάτων ή των φακών.

Διαστολικά τύπου ου και ωμέγα αποτελούν ασφαλή λύση για την εξεταζόμενη περιοχή, απαιτούν όμως άνεση χώρου. Η παραλαβή διαστολών είναι συνάρτηση της διαμορφώσεώς τους. Η ύπαρξη προσχεδιασμένων καταλλήλων πτυχώσεων επαυξάνει τις δυνατότητές τους. Συνήθως τοποθετούνται με προένταση (τάξεως 50%). Για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 200°C (και μέχρι 400°C) μειώνεται η ικανότητά τους.

Εάν τα διαστολικά ου και ωμέγα συνδυασθούν με εύκαμπτους μεταλλικούς σωλήνες δημιουργούμε αρθρωτά διαστολικά που έχουν τις μέγιστες δυνατότητες παραλαβής διαστολών και επιτρέπουν και μεταβολή γωνιών.

Γιά κάθε διαστολικό πρέπει να δίδονται για κάθε θερμοκρασία λειτουργίας του :

- Η επιβαλλόμενη έκταση (σε mm) στην ψυχρή κατάσταση (κατάστα-

ση τοποθετήσεως).

- Η αντίστοιχη αναπτυσσόμενη δύναμη προεντάσεως.
- Η μέγιστη επιτρεπόμενη συσπίρωση (σε mm) στην θερμή κατάσταση (λειτουργία).
- Η αντίστοιχα αναπτυσσόμενη δύναμη συσπρώσεως.

Προφανώς οι αναπτυσσόμενες κατά την προένταση και την συσπίρωση δυνάμεις καταπονούν τα σταθερά έδρανα στην ψυχρή και θερμή κατάσταση.

4. ΟΡΓΑΝΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Όργανα μιάς εγκαταστάσεως διανομής ατμού καλούμε όλα εκείνα τα στοιχεία, που παρεμβάλλονται στις σωληνώσεις, με σκοπό :

- να απομονώσουν κατά βούληση μέρη της εγκαταστάσεως (αποφρακτικά όργανα)
- να ρυθμίζουν ορισμένα μεγέθη στο δίκτυο (ρυθμιστικά όργανα)
- να εγγυώνται την ασφάλεια λειτουργίας της εγκαταστάσεως (ασφαλιστικά όργανα)
- να εξασφαλίζουν τον διαχωρισμό του ατμού από τα συμπυκνώματα (ατμοπαγίδες), είτε την απαλλαγή του από άλλες ουσίες (αφυγραντές, εξαερωτικά, φίλτρα κλπ.)
- να βοηθούν στην επιτήρηση της σωστής λειτουργίας της εγκαταστάσεως (ροοδείκτες, θερμόμετρα, μανόμετρα κλπ.)

Υπάρχει τεράστια ποικιλία οργάνων, που προσφέρονται στην αγορά, επειδή έχουμε να αντιμετωπίσουμε σωρεία προβλημάτων και μάλιστα στις πιο διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας. Τα περισσότερα όμως και πιο σημαντικά όργανα είναι κατά βάση τα αποφρακτικά όργανα είτε χειροκίνητα, είτε εφοδιασμένα με πρόσθετες διατάξεις, οι οποίες τα καθιστούν τότε και ρυθμιστικά ή ασφαλιστικά.

Τα όργανα συνδέονται με το δίκτυο, είτε με φλάντζες, είτε με συγκόλληση. Για την κλάση πιέσεως PN 16 πιο συνηθισμένα είναι τα όργανα με φλάντζες (βλ. συνδέσεις σωληνώσεων, κεφάλαιο 3.2.).

Διακρίνουμε τέσσερες κύριες μορφές οργάνων :

- τις δικλείδες (διακόπτες) όπου η βαλβίδα (κώνος, δεκάρα) πιέζει την - δακτυλιοειδή - έδρα, αφού κινηθεί πάνω στον άξονά της
- τα κλαπέττα, όπου η βαλβίδα περιστρέφεται περί άξονα παράλληλο προς την έδρα
- τους σύρτες (βάννες), όπου το αποφρακτικό τεμάχιο (πλάκα παράλληλη ή σφηνοειδής) ολισθαίνει πάνω στην έδρα
- τους κρουνούς, όπου το αποφρακτικό τεμάχιο περιστρέφεται πάνω σε κωνική, ή κυλινδρική ή σφαιρική έδρα απελευθερώνοντας την διατομή.

Οι δικλείδες και τα κλαπέττα, τα όργανα δηλαδή με έδρα - βαλβίδα - χαρακτηρίζονται από την εξασφάλιση καλής στεγανότητας, δεν έχουν ευαισθησία στις ακαθαρσίες, στην θερμοκρασία και στην φθορά, δίδουν την δυνατότητα για ρύθμιση της ροής, καθώς και για σχετικά γρήγορη διακοπή της. Μειονέκτημά τους είναι, ότι παρουσιάζουν με-

γαλύτερη αντίσταση ροής, εφ' όσον η έδρα παρεμβάλλεται στην ροή. Γι' αυτό είναι κατάλληλο για λειτουργία σε μία διεύθυνση, που καταδεικνύεται άλλως τε από βέλος, που πάντα υπάρχει σημειωμένο πάνω στο σώμα τους. Υπάρχουν σήμερα διάφορες μορφές δικλείδων, που έχουν μικρότερες αντιστάσεις ροής (δικλείδες με κεκλιμένη έδρα κλπ.). Οι αντιστάσεις τους παραμένουν όμως υψηλότερες από τις αντιστάσεις των κρουών με την ίδια ονομαστική διάμετρο.

Οι σύρτες και οι κρουνοί παρουσιάζουν αντίθετα μικρότερη αντίσταση στην ροή, όταν είναι τελείως ανοικτοί και μπορούν να λειτουργήσουν και κατά τις δύο διευθύνσεις. Δεν παρέχουν την ίδια δυνατότητα για ρύθμιση, ούτε εξασφαλίζουν την ίδια στεγανότητα όπως οι δικλείδες. Για λόγους στεγανότητας οι κρουνοί δεν επιτρέπονται και οι σύρτες δεν χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις διανομής ατμού μέχρι PN 16. Για την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών τα κλαπέττα χρησιμοποιούνται κυρίως σαν όργανα αντεπιστροφής.

4.2. ΑΠΟΦΡΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ

Η δικλείδα δεν χρησιμοποιείται μόνο σαν ασφαλές αποφρακτικό όργανο (με λογαριθμική καμπύλη), αλλά και σαν ρυθμιστικό όργανο, όταν η βαλβίδα έχει κατάλληλα διαμορφωθεί (σε κώνο είτε σε κώδωνα, με γραμμική καμπύλη). Κλείνει με την πίεση δύο επιπέδων επιφανειών και έτσι προσφέρεται για σχετικά εύκολη συντήρηση. Ο ατμός έρχεται από το κάτω μέρος της βαλβίδας για να μη μένει διαρκώς υπό πίεση το στεγανωτικό του αδραχτιού, όταν η δικλείδα είναι κλειστή. Αυτό όμως έχει σαν συνέπεια το ότι το αδράχτι φορτίζεται σε λυγισμό τόσο από την δύναμη, που προέρχεται από τον ατμό, όσο και από την δύναμη συσφίξεως έδρας-βαλβίδας.

Για τις συνηθισμένες δικλείδες της περιοχής (PN 16 και $t=300^{\circ}\text{C}$) το χαρακτηριστικό μέγεθος, διατομή βαλβίδας (που δέχεται την πίεση του ατμού, όταν είναι κλειστή) επί διαφορά πιέσεων (από τις δύο πλευρές της βαλβίδας) είναι $\leq 4000\text{kp}$. Για τις περιπτώσεις, που το γινόμενο αυτό γίνεται μεγαλύτερο χρησιμοποιούνται διατάξεις εκφορτίσεως. Χρησιμοποιούνται επίσης διατάξεις με τον ατμό στην άνω πλευρά της βαλβίδας, ώστε να συμβάλλει η πίεσή του στο κλείσιμό της, παρά το αναφερθέν προηγουμένως μειονέκτημα, ότι η στεγανοποίηση του βάντρου βρίσκεται συνεχώς υπό την επίδρασή του. Καταφεύγουμε τότε σε διαμορφώσεις, που απαλύνουν το μειονέκτημα, όπως είναι π.χ. η προφύλαξη του συστήματος στεγανοποίησεως του βάντρου, όταν η δικλείδα είναι ανοιχτή. Έχουν διαμορφωθεί επίσης δικλείδες με διπλή έ-

δρα-βαλβίδα, που έχουν όμως το μειονέκτημα της δυσχέρειας της συννεργασίας των δύο αποφρακτικών επιφανειών. Αυτές χρησιμοποιούνται περισσότερο σαν ρυθμιστικές δικλείδες.

Σαν ιδιαίτερες μορφές δικλείδων πρέπει τέλος να αναφερθούν οι δικλείδες με έμβολο, οι δικλείδες διακλαδώσεως ή μίξεως και οι γωνιακές δικλείδες.

4.3. ΟΡΓΑΝΑ ΡΥΘΜΙΣΕΩΣ

Στην τεχνική των δικτύων ατμού χρησιμοποιούνται για τις ρυθμίσεις κυρίως οι δίοδες και τριόδες δικλείδες και μάλιστα με ρυθμιστικό κώνο, που δίδει στην βαλβίδα περίπου γραμμική χαρακτηριστική και συνεπώς μεγάλη περιοχή ρυθμίσεως.

Κατά την ρύθμιση πάνω στο αδράχτι πρέπει να ισορροπούν από την μία μεριά οι δυνάμεις ροής του ατμού και από την άλλη η διαφορά από τις δυνάμεις :

α. του ελατηρίου, που είναι σε συνάρτηση με την επιθυμητή τιμή του προς ρύθμιση μεγέθους,

β. της δυνάμεως, που προέρχεται από το σύστημα κινήσεως του αδραχτιού και που είναι σε συνάρτηση με την εκάστοτε επικρατούσα (πραγματική) τιμή του προς ρύθμιση μεγέθους.

Ανάλογα με το είδος του συστήματος κινήσεως, διακρίνουμε τα ρυθμιστικά όργανα σε :

- μηχανικά
- πνευματικά (με μεμβράνη)
- υδραυλικά (που αφορούν όμως σε υψηλότερες πιέσεις)
- ηλεκτρικά.

Στην εξεταζόμενη περιοχή θερμοκρασιών και πιέσεων σημαντικό ρόλο ανάμεσα στα μηχανικά ρυθμιστικά όργανα έχουν τα "χωρίς βοηθητικό μέσο", όπου ο ίδιος ο ατμός χρησιμοποιείται στο σύστημα κινήσεως του αδραχτιού και όπου ο ρυθμιστής είναι ενσωματωμένος μέσα στην δικλείδα (σύστημα που είναι απλό και φτηνό) καθώς και ρυθμιστικά όργανα με "βοηθητικό μέσο", που έχουν ξεχωριστό αισθητήριο και ρυθμιστή. Τα όργανα με υδραυλική κίνηση δίδουν την δυνατότητα για μεγάλες δυνάμεις και είναι επομένως κατάλληλα για πολύ μεγάλες πιέσεις και παροχές, ενώ τα ρυθμιστικά όργανα με ηλεκτρική κίνηση αξιοποιούν όλα τα πλεονεκτήματα της σημερινής τεχνολογίας των ηλεκτρικών ρυθμίσεων και παρέχουν επίσης την δυνατότητα για τηλεχειρισμό.

Τα ρυθμιστικά όργανα, που συναντώνται συχνότερα στην πράξη είναι :

- Οι ρυθμιστές πίεσεως (ατμομειωτές), που προσαρμόζουν την πίεση λειτουργίας του δικτύου ή του ατμοπαραγωγού προς την πίεση λειτουργίας του καταναλωτή αλλά και κρατούν σταθερή την πίεση αυτή. Ένας ατμομειωτής λειτουργεί σωστά, όταν είναι ανοικτός περίπου στο μισό στις κανονικές συνθήκες λειτουργίας του. Κατά την επιλογή του πρέπει να γίνει υπολογισμός με βάση τα δεδομένα του κατασκευαστή, γιατί εάν επιλεγεί με βάση την ονομαστική διάμετρο των σωληνώσεων δεν μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά.

- Οι ρυθμιστές ροής (υπερχειλίσσεως), που ρυθμίζουν την πίεση για το τμήμα των σωληνώσεων πριν από την ρυθμιστική δικλείδα, εξασφαλίζοντας έτσι προϋποθέσεις για μη υπέρβαση του μεγίστου της ροής.

- Οι ρυθμιστές θερμοκρασίας, που ρυθμίζουν την ροή του ατμού ανάλογα με την θερμοκρασία.

4.4. ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

Στα ασφαλιστικά όργανα περιλαμβάνονται οι ασφαλιστικές δικλείδες, οι βαλβίδες ταχείας ενεργείας, τα κλαπέττα και οι δικλείδες αντεπιστροφής.

4.4.1. Ασφαλιστικές δικλείδες

Οι ασφαλιστικές δικλείδες είναι τα όργανα, που εξασφαλίζουν από τον κίνδυνο, η πίεση λειτουργίας να υπερβεί την μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση για την οποία έχει μελετηθεί η όλη εγκατάσταση, πράγμα που θα μπορούσε να οδηγήσει σε ατυχήματα.

Οι ασφαλιστικές δικλείδες είναι κατασκευασμένες :

- για ορισμένο ρέον μέσον (π.χ. ατμό) και
- για ορισμένη ονομαστική πίεση

Έχουν επίσης ορισμένο συντελεστή ροής, που έχει μετρηθεί πειραματικά. Τα τρία αυτά στοιχεία αναγράφονται ανεξίτηλα στο σώμα τους.

Το μέγεθος της ασφαλιστικής δικλείδας καθορίζεται από το ποσόν του ατμού, που μπορεί να εξέλθει από αυτές αν η πίεση αυξηθεί κατά 10% ως προς την πίεση, που πρέπει να εξασφαλίζει η δικλείδα. Για την ίδια δικλείδα το ποσό αυτό του ατμού είναι συνάρτηση της πίεσεως και της θερμοκρασίας του (ιδέ υπολογισμό ασφαλιστικών δικλείδων στο κεφάλαιο 6.3.). Αν σε πίεση ($\leq 1,1 \cdot p$) ελευθερώνεται όλη η διατομή μιλάμε για "δικλείδες πλήρους διαδρομής", που συνήθως χρησιμοποιούμε στον ατμό.

Για κάθε τμήμα ενός δικτύου ατμού με διαφορετική πίεση (π.χ. με-

τά από ατμομειωτές κλπ.) συνιστάται να υπάρχει και αντίστοιχα ρυθμισμένη ασφαλιστική δικλείδα. Αυτή πρέπει να συνδέεται χωρίς την παρεμβολή αποφρακτικού οργάνου και σε θέση όπου ο εκτονούμενος ατμός να μη προκαλέσει ζημιές ή τραυματισμό σε περίπτωση ανοίγματός της.

Γενικά διακρίνουμε τα ασφαλιστικά σε :

- αναλογικά ασφαλιστικά δηλ. δικλείδες, που ανοίγουν μετά την καθορισμένη πίεση και παροχετεύουν ποσότητα ατμού ανάλογη με την υπερπίεση

- ασφαλιστικά πλήρους διαδρομής

Κατά τα προηγούμενα και τα δύο είδη των ασφαλιστικών μπορούν να κατασκευαστούν σαν μηχανικά φορτιζόμενες κατά τον άξονά τους δικλείδες και σαν διευθυνόμενες δικλείδες ασφαλείας.

Στις μηχανικά φορτιζόμενες ασφαλιστικές δικλείδες η δύναμη, που πιέζει την βαλβίδα πάνω στην έδρα εξασφαλίζεται από αντίβαρα ή από ελατήρια. Η δύναμη που κρατά κλειστή την δικλείδα καθορίζεται κατά περίπτωση στο κεφάλαιο 6.3. της παρούσης οδηγίας. Τα ασφαλιστικά μπορούν να παραδοθούν με εγγυημένη την πίεση αποκρίσεως. Οι ασφαλιστικές δικλείδες με ελατήρια προσφέρονται για μεγαλύτερες πιέσεις και παροχές από τα αντίστοιχα με αντίβαρα. Για ακόμη μεγαλύτερες πιέσεις και παροχές χρησιμοποιούνται οι διευθυνόμενες ασφαλιστικές δικλείδες. Εκεί ο ίδιος ο ατμός χρησιμοποιείται τόσο για την εντολή ανοίγματος όσο και συνήθως για την εξασφάλιση κλεισίματος της δικλείδας. Για να αποφύγουμε τον κίνδυνο τα ασφαλιστικά να ανοίγουν απότομα ή να υποπίπτουν σε ταλαντώσεις (ανοιγοκλεισίματα) κοντά στο σημείο αποκρίσεως τα εφοδιάζουμε με διατάξεις αποσβέσεως ταλαντώσεων (αμορτισέρ). Για πιέσεις μέχρι PN 16 χρησιμοποιούμε συνήθως απλά ασφαλιστικά με αντίβαρα ή ελατήρια.

4.4.2. Δικλείδες ταχείας ενεργείας

Σε περίπτωση βλάβης απαιτείται πολλές φορές να απομονώσουμε ταχύτατα ορισμένα ευαίσθητα μέρη της εγκαταστάσεως από την υπόλοιπη. Αυτό επιτυγχάνεται με τις δικλείδες ταχείας ενεργείας, που έχουν μηχανικό ή ηλεκτρικό σύστημα κινήσεως.

4.4.3. Δικλείδες και κλαπέττα αντεπιστροφής

Προκειμένου να προφυλαχθεί μέρος της εγκαταστάσεως από τυχόν αντιστροφή της ροής του ατμού και των συμπυκνωμάτων χρησιμοποιούμε όργανα αντεπιστροφής. Αυτά είναι είτε δικλείδες, είτε κλαπέττα.

Το κλείσιμό τους εξασφαλίζεται με την επενέργεια, είτε του βάρους τους, είτε ελατηρίου. Υπάρχει τύπος, που είναι λειτουργικός συνδυασμός της δικλείδας αντεπιστροφής και αποφρακτικού. Κατά την τοποθέτηση των δικλείδων αντεπιστροφής πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα, ώστε το ίδιο βάρος του κινητού μέρους να μην αφαιρείται από την δύναμη, που κλείνει το όργανο. Υπάρχουν φυσικά και όργανα αντεπιστροφής, που μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιαδήποτε θέση, εάν το κλείσιμό τους εξασφαλίζεται με ελατήριο.

Τα κλαπέττα αντεπιστροφής κατασκευάζονται για ονομαστικές διαμέτρους άνω των DN 65, και παρουσιάζουν μικρή αντίσταση στην ροή. Με την προσθήκη αντιβάρου, το κλαπέττο αντεπιστροφής κλείνει ταχύτερα και στεγανοποιείται καλλίτερα. Η παρεμβολή αποσβεννυτή προφυλάσσει το κλαπέττο από ισχυρά κτυπήματα της βαλβίδας πάνω στην έδρα.

4.5. ΟΡΓΑΝΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΕΩΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ

Κατά την ροή κορεσμένου ατμού στις σωληνώσεις υπάρχουν απώλειες θερμότητας, που συμπυκνώνουν μικρό τμήμα του. Στους εναλλάκτες θερμότητας, που θερμαίνουν σώμα είναι ο ατμός γίνεται πλήρης συμπύκνωσή του μέχρι της $X = 0$. Η ομαλή λειτουργία και στις δύο περιπτώσεις (στην πρώτη η αποφυγή πληγμάτων, στην δεύτερη η θερμική απόδοση) επιβάλλουν απομάκρυνση των συμπυκνωμάτων. Αυτή (μετά τον διαχωρισμό τους - όπου αυτός είναι αναγκαίος - με ιδιαίτερες διατάξεις) επιτυγχάνεται με ατμοπαγίδες και διαφόρων διαμορφώσεων εξυδατωτές. Στόχος τους είναι :

- Να απομακρύνουν το διαχωρισθέν συμπύκνωμα εγκαίρως και συνολικώς κατά τρόπο, που αυτό να μην αποτελέσει λειτουργικό εμπόδιο.
- Να μην επιτρέψουν την έξοδο ατμού, που θα αποτελούσε απώλεια.

Μία πολύ διαδεδομένη διαμόρφωση οργάνου για την απομάκρυνση των συμπυκνωμάτων είναι η ατμοπαγίδα με πλωτήρα, κλειστό (φούσκα) ή ανοικτό και κυρίως ο πρώτος τύπος αυτής.

Ατμοπαγίδες κατασκευασμένες από υλικά που υφίστανται μεγάλες φθορές δεν συνιστώνται.

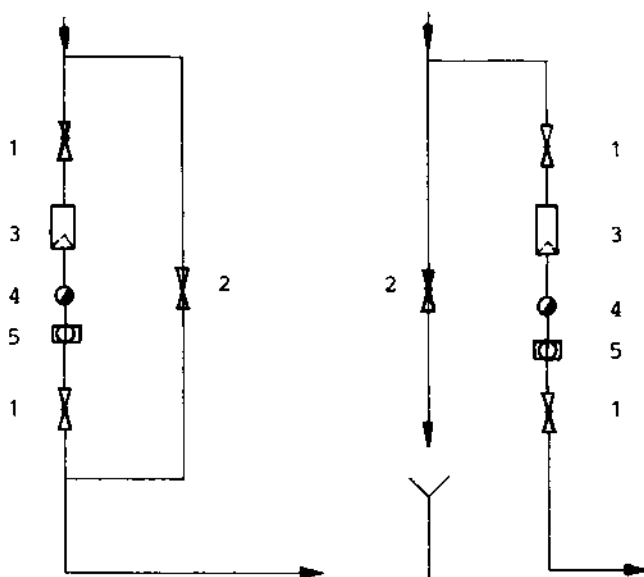
Εάν οι κατασκευές για τις διάφορες ονομαστικές πιέσεις μέχρι PN 16 είναι ίδιες, πρέπει να έχουν ρυθμιστεί (διατομές ροής) για την εκάστοτε πίεση λειτουργίας του δικτύου.

Η αποχετευτική ικανότητα της ατμοπαγίδας είναι συνάρτηση των διατομών της (που είναι συνάρτηση της ονομαστικής διαμέτρου της DN) και της διαφοράς πίεσεως, που επικρατεί πριν και μετά από αυτή.

Έτσι για τον καθορισμό του μέγθους της ατμοπαγίδας (την DN) πρέπει να ζητείται από τον κατασκευαστή για κάθε τύπο η συνάρτηση $Q = f(DN, \Delta p)$ όπου Q = η αποχετευτική ικανότητα, DN = η ονομαστική διάμετρος, Δp = η διαφορά πιέσεως πριν και μετά την ατμοπαγίδα.

Με κατάλληλη διαμόρφωση του δικτύου συμπυκνωμάτων οι ατμοπαγίδες με πλωτήρα επιδέχονται οποιαδήποτε αντίθλιψη.

Η διαμόρφωση του συστήματος απομακρύνσεως των συμπυκνωμάτων συνιστάται να γίνεται, όπως στο σχ. 4.1.



Σχήμα 4.1. Εγκατάσταση ατμοπαγίδας

όπου :

- 1 = Δικλείδα γραμμής
- 2 = Δικλείδα παρακαμπτήριας γραμμής
- 3 = Φίλτρο
- 4 = Ατμοπαγίδα
- 5 = Ροοδεικτής

Στην περίπτωση ροοδεικτών με πλωτήρα αυτοί συνιστάται να προσάσσονται της ατμοπαγίδας. Συνιστάται επίσης οι ατμοπαγίδες να έχουν δυνατότητα εξαερισμού του χώρου συγκεντρώσεως συμπυκνωμάτων.

Για την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών έχουν διαμορφωθεί θερμικοί εξυδατωτές (φέρονται και σαν θερμικές ατμοπαγίδες), που η δίοδος για την εξαγωγή του συμπυκνώματος ελευθερώνεται ή κλεί-

νει, είτε μέσω διαστελλομένου σώματος (φυσαρμόνικας γεμάτης υγρό ατμοποιούμενο εύκολα), είτε μέσω διμεταλλικού στοιχείου (bimetall). Γι' αυτό και παρουσιάζουν μεγαλύτερη θερμική αδράνεια.

Γιά την επιλογή του μεγέθους τους πρέπει να θυμώμαστε, ότι η αποχετευτική ικανότητά τους είναι συνάρτηση αφ' ενός της διαφοράς πιέσεως Δp πριν και μετά την ατμοπαγίδα και αφ' ετέρου της διαφοράς θερμοκρασίας Δt δηλ. της υποψύξεως των συμπυκνωμάτων ως προς την θερμοκρασία συμπυκνώσεως. Οι κατασκευαστές δίδουν συνήθως την ικανότητα του εξυδατωτή για ψυχρό νερό, που είναι πολύ πιο μεγάλη από εκείνη που έχει αυτός κατά την πραγματική λειτουργία. Π.χ. για ένα εξυδατωτή, που ο κατασκευαστής δίδει για $\Delta p = 1$ bar (πίεση λειτουργίας 2 bar) $Q = 2100$ l/h, στην πράξη αυτός παρουσιάζει :

Γιά $\Delta t =$	40	30	20	10	°C
$Q =$	1650	1450	1150	900	l/h

Γι' αυτό πρέπει πάντα να ζητούμε από τον κατασκευαστή την συνάρτηση $Q = f(DN, \Delta p, \Delta t)$.

Οι χρησιμοποιούμενοι τελευταία και στην εξεταζόμενη περιοχή θερμοδυναμικοί εξυδατωτές στηρίζονται στο φερόμενο και σαν "υδροδυναμικό παράδοξο", κατά το οποίο η ταχύτερη (του νερού) ροή του ατμού δημιουργεί υποπίεση, που έλκει την αποφρακτική πλάκα στην έδρα της και κλείνει την δίοδο του ατμού. Πρόκειται για όργανο μικρού όγκου και επαρκώς ασφαλούς λειτουργίας. Ο σχηματισμός θύλακα αέρα πάνω από την πλάκα (π.χ. κατά την εκκίνηση) δημιουργεί σοβαρά προβλήματα λειτουργίας. Γι' αυτό είναι απαραίτητη η δυνατότητα καλού εξαερισμού.

Γιά την επίτευξη της αναγκαίας μετατροπής της πιέσεως σε ταχύτητα (στον ατμό) απαιτείται η ύπαρξη θλιπτικής πτώσεως, που ισούται περίπου με την κρίσιμη σχέση πιέσεως. Γιά την περίπτωση εξαγωγής των συμπυκνωμάτων στην ατμόσφαιρα (1 bar) η πίεση λειτουργίας πρέπει να είναι $p \geq 2,3$ bar. Γι' αυτό χρειάζεται πολύ μεγάλη προσοχή στην χρησιμοποίηση των θερμοδυναμικών εξυδατωτών σε περίπτωση που υπάρχει αντίθλιψη.

Ο θερμικός εξυδατωτής λειτουργεί συγχρόνως και σαν βαλβίδα αντεπιστροφής.

4.6. ΛΟΙΠΑ ΟΡΓΑΝΑ

4.6.1. Φίλτρα ατμού

Παρά τον καθαρισμό και την εκφύσηση των σωληνώσεων επί ένα του-

λάχιστον έτος εξακολουθούν να συμπαρασύρονται από τον ατμό διάφορες ακαθαρσίες, όπως σκουριές, ψήγματα συγκολλήσεων κλπ., που δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στην λειτουργία, ακόμα και ζημιές με τυχόν επικάθεισή τους στις έδρες και βαλβίδες των οργάνων. Ιδιαίτερα σε σωληνώσεις με διακοπτόμενη λειτουργία οι δημιουργούμενες οξυδώσεις προμηθεύουν στον ατμό σκουριές συνεχώς. Γι' αυτό συνιστάται πριν από κάθε όργανο, που χρειάζεται προστασία (π.χ ρυθμιστές πίεσεως, δικλείδες υπερχειλίσεως κλπ.) να εγκαθίσταται φίλτρο. Αυτό αποτελείται βασικά από λεπτό συρμάτινο πλέγμα. Συνιστάται το πλέγμα αυτό να είναι ανοξειδωτο και η επιφάνειά του να είναι πενταπλάσια από την διατομή του σωλήνα.

4.6.2. Μανόμετρα

Γιά την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών συνιστάται η χρησιμοποίηση μανομέτρων με ελατηριωτό σωλήνα από κατάλληλα κράματα χαλκού. Το μέγεθος της ενδεικτικής πλάκας (διάμετρος μανομέτρου) πρέπει να είναι τόσο, ώστε σε συνάρτηση με τις θέσεις αυτού και του εποπτεύοντος την σωλήνωση προσωπικού η ανάγνωση της ενδείξεώς του να είναι ασφαλής. Συνιστάται σε κάθε περίπτωση σαν ελάχιστη διάμετρος τα 150mm.

Στην πλάκα του μανομέτρου συνιστάται να σημειώνονται :

- Με μαύρη παχειά και μακροά γραμμή η πίεση λειτουργίας.
- Ομοίως αλλά με κόκκινη γραμμή η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας. Αν αυτή συμπίπτει με την πίεση λειτουργίας σημειώνεται μόνο μία κόκκινη γραμμή.
- Ομοίως αλλά με μπλέ γραμμή σημειώνεται η πίεση υδραυλικής δοκιμής. Συνιστάται να επιλέγεται η κλάση πιέσεως του μανομέτρου κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η ένδειξη της πιέσεως λειτουργίας να μην υπερβαίνει :

- το 1/2 της ενδεικτικής κλίμακας αν κατά την λειτουργία αυξομειώνεται η πίεση

- τα 2/3 αυτής αν η πίεση λειτουργίας είναι σταθερή

Ανάλογα με το σφάλμα της ενδείξεως (μετρούμενο σε %) διακρίνονται τα μονόμετρα σε κλάσεις 0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,6 - 1,0 - 1,6 - 2,5 - 4,0. Η προκριτέα κλάση εξαρτάται από την ακρίβεια, που εκάστοτε απαιτείται όσον αφορά στην μέτρηση της πιέσεως.

Όλα τα μανόμετρα ελέγχονται περιοδικά. Ο έλεγχος γίνεται με σύγκριση της ενδείξεώς τους προς μανόμετρο κλάσεως με επιτρεπόμενο σφάλμα κατά μέγιστο το 1/4 του επιτρεπομένου σφάλματος της κλάσεως

του ελεγχόμενου μανομέτρου και σε :

- 10 σημεία της κλίμακας για τις κλάσεις 0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,6
- 5 " " " " " " 1,0 - 1,6 - 2,5
- 4 " " " " την κλάση 4,0

Η αρχή και το τέλος της κλίμακας είναι σημεία ελεγχόμενα.

4.6.3. Θερμόμετρα

Στην εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών μπορεί να χρησιμοποιηθούν θερμόμετρα :

- υδραργύρου για θερμοκρασίες μέχρι 600°C
- αντιστάσεως για θερμοκρασίες μέχρι 550°C.

Δεν συνιστώνται θερμοηλεκτρικά στοιχεία.

Τα θερμόμετρα υδραργύρου δίδουν κατ'ευθείαν ένδειξη, που με ένα εύκαμπτο σωλήνα μπορεί να την μεταφέρουν μέχρι 40m. Συνιστάται να περιορίζεται αυτό το μήκος στα 30m. Οι ενδείξεις τους μεταφέρονται μηχανικά σε πλάκες, όπως στα μανόμετρα. Η ελάχιστη διάμετρος της πλάκας είναι επίσης 150mm.

Τα θερμόμετρα αντιστάσεως - που δεν δίδουν άμεση ένδειξη - συνιστάται να χρησιμοποιούνται μόνο όπου η ένδειξη μεταφέρεται σε μεγάλη απόσταση.

Σε κάθε περίπτωση το αισθητήριο τοποθετείται μέσα στον σωλήνα, ώστε ανεμπόδιστα ο ατμός δίδει την θερμοκρασία του και προστατεύεται από προστατευτικό σωλήνα, έτσι ώστε να μπορεί να εξαχθεί κατά την διάρκεια της λειτουργίας και να αντικατασταθεί. Το μεταξύ προστατευτικού σωλήνα και αισθητηρίου στρώμα αέρα πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο.

Θερμόμετρα επαφής δεν συνιστώνται.

4.7. ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΟΡΓΑΝΑ

4.7.1. Απαιτήσεις από τα όργανα

Για την πιστοποίηση της καταλληλότητας των οργάνων και για την σωστή επιλογή της ποιότητάς τους τίθενται τα κατωτέρω κριτήρια, που αποτελούν και ουσιαστικές απαιτήσεις, που πρέπει να ικανοποιούν αυτά. Από τα όργανα ζητούμε :

- Να έχουν ασφάλεια λειτουργίας.
- Να παρουσιάζουν μικρές αντιστάσεις στην ροή.
- Να μη μεταβάλλεται το σχήμα του σωλήνα (περιβλήματος) από καταπονήσεις σε πίεση και θερμοκρασία.

- Να κλείνουν στεγανά.
 - Να απαιτούν μικρές δυνάμεις για τον χειρισμό τους.
 - Να έχουν επιφάνειες κλεισίματος και εν γένει στεγανώσεως, που να παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση σε φθορά από τριβή, μηχανική φθορά από ροή (erosion) και ξένα σώματα.
 - Να έχουν εύκολη συντήρηση και ειδικά τα συγκολλούμενα όργανα εύκολη επί τόπου συντήρηση.
 - Να έχουν δυνατότητες εξυδατώσεως, εκκενώσεως, εξαερισμού.
- Ειδικότερα για όργανα μειώσεως πιέσεως και ασφαλείας απαιτούνται επί πλεόν :
- Εύκολη και ασφαλής ρύθμιση και προσαρμογή στις απαιτούμενες εκάστοτε συνθήκες λειτουργίας.
 - Χαμηλή στάθμη θορύβων λειτουργίας.
 - Εύκολη άμεση και έμμεση πηδαλιουχία.

4.7.2. Επιλογή υλικών των οργάνων

Τα σώματα των οργάνων πρέπει να είναι κατασκευασμένα από παραδεδεγμένα (από την εμπειρία) υλικά. Σαν τέτοια θεωρούνται κατά σειράν (αυξανομένων των καταπονήσεων) :

- οι χυτοσίδηροι
- οι χυτοχάλυβες με αντοχή εν θερμώ
- οι χάλυβες με αντοχή εν θερμώ (πρεσσαριστά και συγκολλητά σώματα)

Η ολκιμότητα των υλικών είναι ουσιώδους σημασίας. Για την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών είναι κατάλληλα :

1. Ο χυτοσίδηρος με γραφίτη σε φυλλίδια, που πρέπει να έχει χαρακτηριστικά αντοχής $\sigma_B \geq 25 \text{kp/mm}^2$ για δοκίμιο αρχικής διαμέτρου (χυτού) 30mm και τελικής διαμέτρου (κατεργασμένου) 20mm. Τέτοιος χυτοσίδηρος π.χ. είναι ο GG25 κατά DIN 1691. Για την πιστοποίηση της ποιότητας του εξ αυτού οργάνων χρειάζεται πιστοποιητικό δοκιμών αντοχής στα 24 bar και στεγανότητας στα 16 bar κατά ISO 5208 (ή DIN 3230). Όργανα με σώματα από χυτοσίδηρο με γραφίτη σε φυλλίδα επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν

για θερμοκρασία σε °C	120	200	300
και πίεση λειτουργίας σε bar	16	13	13

2. Ο χυτοσίδηρος με γραφίτη σε σφαιρίδια με ιστό μάλλον φερριτικό με χαρακτηριστικά $\sigma_B \geq 45 \text{kp/mm}^2$, $\sigma_{0,2} \geq 35 \text{kp/mm}^2$, μήκυνση θραύσεως $\geq 5\%$ (αντοχή σε θλίψη $\sigma_D = 80-110 \text{kp/mm}^2$ αντοχή σε κάμψη $\sigma_{\text{DB}} = 80-95 \text{kp/mm}^2$), δυσθραυστότητα $2,5 \text{krpm/cm}^2$ (κάθε τεμάχιο) και 3krpm/cm^2

(μέση τιμή τριών δοκιμών). Η αντοχή του εν θερμώ είναι :

για t σε °C	100	150	200	250	300	350
$\sigma_{0,2}$ σε kp/mm ²	25	24	23	22	20	18

Τέτοιο υλικό είναι π.χ. ο GGG40.3 κατά DIN 1693.

Για την πιστοποίηση της ποιότητας των εξ αυτού οργάνων απαιτείται δοκιμή αντοχής στα 24 bar και δοκιμή στεγανότητας στα 16 bar κατά ISO 5208 (ή DIN 3230). Τα όργανα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν :

για θερμοκρασία °C	120	200	300	350
και πίεση λειτουργίας σε bar	16	13	13	10

3. Ο χυτοχάλυβας με αντοχή εν θερμώ, με σύσταση C = 0,18-0,25%, Si = 0,3-0,5%, Mn = 0,5-0,8%, Cr ≤ 0,3%, αντοχή θραύσεως σ_B = 45-60 kp/mm², μήκυνση θραύσεως (L=5d) ≥ 22%, δυσθραυστότητα ≥ 5krpm/cm² και θερμική αντοχή :

για t σε °C	20	200	300	350	400	450
$\sigma_{0,2}$ σε kp/mm ²	25	19,5	17	15,5	14	13

Τέτοιος χυτοχάλυβας είναι π.χ. ο C5 - C25 κατά DIN 17245.

Τα εξ αυτού όργανα δοκιμάζονται σε αντοχή σε 37,5 bar και στεγανότητα 25 bar, είναι δε κατάλληλα μέχρι PN 25. Οι επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας είναι :

για θερμοκρασία σε °C	120	200	250	300	400	450
και πίεση λειτουργίας σε bar	25	22	20	17	13	8

Για θερμοκρασίες ≤ 300°C θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ακόμη και ο χυτοχάλυβας με σ_B ≥ 38kp/mm², $\sigma_{0,2}$ ≥ 19kp/mm², Δε ≥ 25% (L=5d) με C = 0,12±0,1% και δυσθραυστότητα 5krpm/cm² όπως π.χ. ο GS-38.3 χωρίς εγγυήσεις για θερμική αντοχή.

Συνιστάται να αποφεύγεται η χρησιμοποίηση των χυτοχαλύβων λόγω υψηλού κόστους πλην εντελώς ειδικών περιπτώσεων.

4. Χάλυβες με αντοχή εν θερμώ για πρεσσαριστά ή συγκολλητά σώματα, που δεν συνιστάται για την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεως και θερμοκρασιών επίσης λόγω κόστους.

4.7.3. Μορφή των οργάνων

Τά διάφορα όργανα - όπως και τα ειδικά τεμάχια - μπορούν να έχουν την μορφή, που προσήκει στον τρόπο της κατασκευής τους. Όμως πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να τηρούνται τα διδασκόμενα από την Ρευστομηχανική. Συνιστάται π.χ. να μην χρησιμοποιούν-

ται σύρτες με περιορισμό της διατομής ροής έστω και αν αυτή γίνεται προσδευτικά.

Οποιαδήποτε μορφή και αν δίδεται πρέπει να εξασφαλίζει σε όλα τα σημεία (μετά τυχόν επεξεργασία) το προκύπτον από τον υπολογισμό πάχος. Πρέπει επίσης να εξασφαλίζεται, ότι τυχόν παραμένοντα σ'αυτά υγρά δεν μπορούν υπό οποιεσδήποτε συνθήκες (π.χ. θέρμανση) να προκαλέσουν υπέρμετρες πιέσεις.

Συνιστάται τα χρησιμοποιούμενα όργανα να έχουν τουλάχιστον διαστάσεις συναρμογής της αυτής εθνικής τυποποίησεως χώρας της Ε.Ο.Κ., βιομηχανικά αναπτυγμένης, ώστε να υπάρχει εναλλακτικότητα.

4.7.4. Διάφορες οδηγίες

α. Για την έδρα και την βαλβίδα συνιστάται να χρησιμοποιείται ανοξείδωτος χάλυβας σύμφωνα με τις εθνικές τυποποιήσεις της Ε.Ο.Κ. Αν οι κατασκευαστές προέρχονται από άλλες χώρες συνιστάται να πληρούν τους γερμανικούς κανονισμούς.

β. Οι κοχλίες και τα περικόχλια συνιστάται να είναι ποιότητας κατά τα προηγούμενα (βλ. κεφάλαιο 3.2.3.).

γ. Η στεγάνωση του αδραχτιού συνιστάται να γίνεται, είτε με "α-λαμάστρα", όπου χρησιμοποιείται κορδόνι αμιάντου εμποτισμένο με γραφίτη, είτε με φουσαρμόνικα από κυματοειδές έλασμα χρωμονικελιούχου χάλυβα, που δεν έχει ανάγκη συντηρήσεως.

δ. Οι συνεργαζόμενες στα όργανα επιφάνειες (π.χ. έδρα-βαλβίδα κλπ.) υπόκεινται σε φθορά σε δύο περιπτώσεις :

- Από τριβές. Στην μεν περίπτωση της δικλείδας, αν η βαλβίδα μπορεί να περιστρέφεται πάνω στην έδρα, όταν η δικλείδα είναι κλειστή και εν γένει ασκείται μεταξύ τους πίεση. Στην δε περίπτωση του σύρτη, αν η γλώσσα μπορεί υπό πίεση να ολισθαίνει στην έδρα. Το φαινόμενο επαυξάνεται, αν οι έδρες έχουν επικαθίσεις στερεών σωμάτων (ακαθαρσίες).

- Από διαρροές ατμού (ιδιαίτερα του κορεσμένου), όταν το κλείσιμο παρεμποδίζεται από ακαθαρσίες, που έχουν επικαθίσει στις επιφάνειες επαφής. Οι δημιουργούμενες λεπτές δέσμες ατμού προκαλούν σοβαρή μηχανικής φύσεως φθορά (erosion).

Ως εκ τούτου προ της τοποθετήσεώς τους πρέπει να καθαρίζονται τα όργανα σχολαστικά.

ε. Τα διάφορα όργανα τοποθετούνται μεταξύ τους έτσι, ώστε να είναι εύκολος ο χειρισμός και η επισκευή τους. Σε ένα ατμοδιασμέα π.χ. οι δικλείδες τοποθετούνται σε τόση απόσταση μεταξύ τους, ώστε

μεταξύ των τροχών τους (βολαντιών) να υπάρχει απόσταση τουλάχιστον 100mm.

στ. Στην περίπτωση συγκολλητών οργάνων η θέση τοποθετήσεως πρέπει να επιτρέπει την θερμική κατεργασία των ραφών. Αυτή δεν πρέπει να γίνεται ταυτόχρονα στις δύο ραφές για να υπάρχει δυνατότητα φυγής της θερμότητας και μικρότερος κίνδυνος επηρεασμού έδρας-βαλβίδας.

ζ. Ο υπολογισμός αντοχής του σώματος των οργάνων (προσδιορισμός πάχους κλπ.) γίνεται σύμφωνα με τους κανονισμούς των ατμοπαραγωγών για κυλινδρικά σώματα (ιδέ και σχέσεις 6-10 και 6-12 της παρούσης οδηγίας). Για την περίπτωση συγκολλητών σωμάτων ο συντελεστής της ραφής εκτιμάται επίσης σύμφωνα με τους ίδιους κανονισμούς. Σημειώνεται, ότι το πάχος του σώματος είναι ουσιώδους σημασίας, όσον αφορά στην ανάπτυξη τάσεων κατά την εκκίνηση και την θέση εκτός λειτουργίας, γι'αυτό πρέπει να τείνουμε προς καλλίτερα υλικά και επομένως μικρότερα πάχη.

Για την περίπτωση, που τα σώματα έχουν γίνει συγκολλητά ή πρεσαριστά (ιδιαίτερα), αλλά και γενικότερα σε κάθε περίπτωση, πρέπει να έχουμε βεβαιωθεί, ότι δεν εξακολουθούν να υπάρχουν εσωτερικές τάσεις εκ κατασκευής.

η. Τα χρησιμοποιούμενα όργανα πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικό του κατασκευαστή, ότι έχουν υποστεί τους ελέγχους, που επιβάλλει η εθνική τυποποίηση προκειμένου για χώρες της Ε.Ο.Κ. ή η γερμανική τυποποίηση προκειμένου για άλλες χώρες. Επίσης πρέπει να συνοδεύονται από αντίστοιχα πιστοποιητικά παραλαβής των υλικών, από τα οποία έχουν κατασκευασθεί. Ο αγοραστής δικαιούται να ζητήσει (με έξοδά του) την επανάληψη διαφόρων ως άνω ελέγχων ή τον πλήρη έλεγχο όλων των τεμαχίων με υπερήχους.

Υποχρεωτικός είναι ο κατωτέρω τριπλός έλεγχος των οργάνων κατά την εξής σειρά :

- Με πεπιεσμένο αέρα 2 έως 5 bar Διάρκεια 15min και έλεγχος με σαπωνοδιάλυμα.
- Με υδραυλική πίεση ($t=20^{\circ}\text{C}$) μέχρι τάσεως το πολύ $\sigma_{0,2}$ με συντελεστή ασφαλείας 1,3. Διάρκεια 15min.
- Με ατμό υπό τις συνθήκες λειτουργίας ή και εναλλακτικά με πεπιεσμένο αέρα, που να επιφέρει την ίδια καταπόνηση.

Στον τρίτο αυτόν έλεγχο πρέπει να ανοίξει και να κλείσει πολλές φορές το όργανο. Αυτόν επίσης δικαιούται να παρακολουθεί ο επιβλέπων το όλο έργο μηχανικός.

θ. Συνιστάται πριν από την συναρμολόγηση να ελέγχεται σχολαστικά η επιφάνεια φλαντζών και οπών, γιατί εκεί πολλές φορές φαίνονται ατέλειες ή σφάλματα της χυτεύσεως.

5. ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

5.1. ΕΥΘΥΝΕΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ

Όσο λεπτομερής και αν είναι μιá μελέτη εφαρμογής δεν είναι δυνατόν να καλύψει όλα όσα χρειάζονται για την ασφαλή, απρόσκοπτη, ήρεμη και οικονομική λειτουργία μιáς εγκαταστάσεως. Έτσι μεγάλη ευθύνη φέρει ο κατασκευαστής, που καλείται όχι μόνο να εφαρμόσει την μελέτη, αλλά να συμπληρώσει, όσα αυτή δεν μπορεί να αντιμετωπίσει. Ο κατασκευαστής υποχρεούται να διατυπώσει εγγράφως και τις τυχόν αντιρρήσεις του όσον αφορά επί μέρους στοιχεία της μελέτης και ιδιαίτερα στις περιπτώσεις αμφιβολιών του, όσον αφορά στην εφαρμογή της λόγω τοπικών συνθηκών. Ο κατασκευαστής είναι συνυπεύθυνος για την αρτιότητα του έργου, για το οποίο ισχύει ο γενικός κανόνας "σχεδιασμός, υπολογισμός, κατασκευή αποβλέπουν να καλύψουν το επιτασόμενο από τους χρήστες και τα μηχανήματα, που καταναλίσκουν τον ατμό". Ένα σημαντικό τμήμα της επιτυχίας εξαρτάται μόνον από τον κατασκευαστή.

5.2. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΚΤΕΛΕΣΕΩΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

α. Η εκτέλεση του έργου προϋποθέτει την συγκρότηση καταλλήλου γραφείου, που μπορεί να την αναλάβει. Σ' αυτό περιλαμβάνονται :

- ο υπεύθυνος του έργου μηχανικός
- οι άμεσοι τεχνικοί συνεργάτες του εφ' όσον επιβάλλει τούτο το μέγεθος του έργου
- οι υπεύθυνοι για τις ειδικές εργασίες π.χ. συγκολλήσεις, μωνώσεις κλπ.
- ο αποθηκάριος, υπεύθυνος για την εν γένει σωστή διακίνηση των υλικών.

β. Ο εργοδότης υποχρεούται να ορίσει εξ αρχής και προ της έναρξης του έργου τον υπεύθυνο της επιβλέψεως μηχανικό, που βρίσκεται στην διάθεση του έργου πριν αυτό αρχίσει. Από κοινού με τον υπεύθυνο μηχανικό της εκτελέσεως του έργου συμφωνούν εξ αρχής όλα τα θέματα που αφορούν :

- στους ελέγχους των εισερχομένων στο εργοτάξιο υλικών
- στην αποθήκευσή τους και την αναγκαία κατ' αυτήν μέριμνα
- στην ποιότητα του εξειδικευμένου προσωπικού
- στον τρόπο της κατασκευής
- στην προετοιμασία για τις δοκιμές παραλαβής
- στις δοκιμές παραλαβής

- στα ημερολόγια, που θα τηρηθούν κ.ο.κ.

γ. Η εκτέλεση του έργου μπορεί να αρχίσει μόνο εφ'όσον οι οικοδομικές εργασίες έχουν προχωρήσει τόσο, ώστε να μην εμποδίζουν την ορθή εκτέλεση του έργου των σωληνώσεων, ούτε να κινδυνεύουν αυτές από τις οικοδομικές ή άλλες εργασίες.

5.3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΟΥΣ

Πλέον των κατά νόμου μέτρων συνιστώνται :

α. Κάθε εισαγόμενο στο εργοτάξιο υλικό ελέγχεται από τον αποθηκάριο κατά πόσον :

- είναι άρτιο
- φέρει τα χαρακτηριστικά σήματα και εν γένει ενδεικτικά της συμφωνημένης ποιότητας
- δεν έχει υποστεί ζημία ή φθορά.

Τα αποτελέσματα του ελέγχου αναφέρονται αμέσως στον υπεύθυνο του έργου μηχανικό και αναγράφονται στο ημερολόγιο της αποθήκης.

β. Με ευθύνη του αποθηκαρίου τα υλικά αποθηκεύονται σε κατάλληλους χώρους, ώστε να μη βλάπτονται από την επίδραση του περιβάλλοντος ή άλλων εργασιών. Ειδικότερα τα εξαρτήματα (π.χ. φλάντζες, κοχλίες κλπ.), τα ειδικά τεμάχια και τα όργανα αποθηκεύονται σε κλειστούς και ξηρούς χώρους για την αποφυγή βλαβών, διαβρώσεων, κλπ. επιδράσεων σ'αυτά.

γ. Οι σωλήνες αποθηκεύονται σε στίβες, στις οποίες τοποθετούνται πινακίδες με τα χαρακτηριστικά ποιότητας, τον αριθμό παραγγελίας και ότι άλλο στοιχείο χρειάζεται για να αποκλείεται κίνδυνος αναμίξεώς τους.

δ. Τα υλικά, που εξέρχονται από την αποθήκη ελέγχονται εκ νέου όσον αφορά την ποιότητά τους, την αρτιότητά τους και την καταλληλότητά τους για το έργο.

5.4. ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ

α. Η κατασκευή και η συναρμολόγηση γίνονται σύμφωνα με τα σχέδια και τις οδηγίες της μελέτης ή άλλα πρόσθετα στοιχεία του μελετητή. Εάν υπάρξει ανάγκη αλλαγών γνωστοποιούνται τόσο στον μελετητή, όσο και στον επιβλέποντα μηχανικό, του οποίου η έγκριση είναι απαραίτητη. Η εγγραφή επίσης στο ημερολόγιο συνιστάται.

β. Πριν από την συναρμολόγηση τους πρέπει οι σωλήνες να καθαρίζονται σχολαστικά μέσα και έξω. Το ίδιο ισχύει για τα ειδικά τε-

μάχια. Αυτό συνιστάται να γίνεται με βούρτσες. Στα ειδικά τεμάχια πρέπει να προσέχουμε να φεύγει και οτιδήποτε προέρχεται από τις συγκολλήσεις, όπως ψήγματα συγκολλήσεως, φωλιές τέφρας κλπ. Πιθανόν να χρειασθεί προς τούτο χρησιμοποίηση διαλυμάτων κλπ. καθαριστικών. Ειδική προσοχή χρειάζεται για τις επιφάνειες συνδέσεως.

γ. Είναι συνήθης η περίπτωση να ξεχνιούνται στις συναρμολογημένες σωληνώσεις, υλικά, εργαλεία, κουτιά τσιγάρων και άλλα. Συνιστάται πριν κάθε διακοπή εργασίας να γίνεται έλεγχος και να ταπώνονται αυτές με πλαστικές τάπες.

δ. Οι γραμμές ατμού και συμπυκνωμάτων διατάσσονται μόνο κατά οριζόντια και κατακόρυφα τμήματα και σε θέσεις τέτοιες, που να μη μπορεί να προκύψει ατύχημα από δραστηριότητες λειτουργικές ή ανθρώπινες. Π.χ. το ύψος τοποθέτησεως είναι τουλάχιστον 2,2m από το δάπεδο (απάνω από τις πόρτες) ή και υψηλότερα, αν διασχίζουν χώρους που λειτουργούν μηχανήματα. Κατ'εναλλαγήν τοποθετούνται μέσα σε κανάλια.

ε. Τα οριζόντια τμήματα των γραμμών του ατμού κατασκευάζονται με επαρκείς κλίσεις για την ασφαλή οδήγηση των συμπυκνωμάτων σε προκαθορισμένα χαμηλά σημεία αποκομιδής τους. Συγχρόνως πρέπει να λαμβάνεται υπ'όψη η διαστολή, ώστε αφ'ενός να μην παρεμποδίζεται αυτή, αφ'ετέρου δε να μην κινδυνεύει η αποκομιδή των συμπυκνωμάτων.

στ. Τα οριζόντια τμήματα των γραμμών συμπυκνωμάτων κατασκευάζονται με τέτοια κλίση, ώστε να δημιουργούνται ασφαλή σημεία εξαέρωσης. Αν δεν επιτευχθεί ασφαλής εξαέρωση τότε πρέπει να περιμένουμε κτύπους.

ζ. Γραμμές, που ξεκινάνε από κύρια γραμμή ατμού και εργάζονται συνεχώς, όπως και η κύρια γραμμή, εφ'όσον δεν υπάρχει και αποφρακτική δικλείδα συνδέονται προς το άνω μέρος της κυρίας σωληνώσεως.

η. Γραμμές, που ξεκινάνε από κύρια γραμμή ατμού, αλλά δεν εργάζονται συνεχώς όπως η κύρια γραμμή και επομένως μεταξύ αυτών υπάρχει αποφρακτικό όργανο, αν αυτό είναι τοποθετημένο υψηλότερα από την κύρια γραμμή, τότε η σύνδεση πρέπει να γίνεται στο κάτω μέρος της γραμμής για να δημιουργείται υποχρεωτικά σημείο απομαστεύσεως συμπυκνωμάτων. Σε αντίθετη περίπτωση διακινδυνεύουμε να έχουμε απότομη ροή ψυχρών συμπυκνωμάτων στην κυρία σωλήνωση και δημιουργία ρωγμών από θερμικά πλήγματα.

θ. Ασφαλιστικά, μειωτές πιέσεως, όργανα υπερχειλίσεως μπορεί να αποτελούν νεκρά σημεία όσον αφορά στην ροή κατά την κανονική λειτουργία, ιδιαίτερα στην περίπτωση υπερθέρμων ατμών. Έτσι, αν ανοί-

ξομε απότομα μπορεί να υπάρξουν θερμικά πλήγματα. Σ'αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να προβλεφθούν βοηθητικές γραμμές, που να δημιουργούν συνεχή ροή, που να εξασφαλίζει την διατήρηση καταλλήλων θερμοκρασιών.

ι. Όλα τα όργανα τοποθετούνται σε θέσεις, που ο χειρισμός και η επισκευή τους είναι ευχερής.

ια. Αν υπάρχουν ομάδες οργάνων δεν πρέπει να συνδέεται άμεσα το ένα στο άλλο, αλλά να παρεμβάλλεται μικρό συνδετικό τεμάχιο σωλήνα.

ιβ. Μεταξύ του μανδύα μονωμένης σωληνώσεως και οποιουδήποτε άλλου αντικειμένου πρέπει να υπάρχει επαρκής χώρος. Ομοίως μεταξύ δύο μονωμένων σωλήνων και ιδιαίτερα μεταξύ εξαρτημάτων και οργάνων τους πρέπει να υπάρχει απόσταση, που αφ'ενός επιτρέπει την ανεμπόδιστη λειτουργία και αφ'ετέρου την άνετη επέμβαση του προσωπικού.

ιγ. Οι συνδέσεις με συγκόλληση πρέπει να προτιμώνται των συνδέσεων με φλάντζες. Μόνο, όπου λόγοι ευκολίας αποσυνδέσεως το επιβάλλουν προτιμώνται οι φλάντζες.

ιδ. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να καταβάλλεται στο γόνιασμα των φλαντζών και στην συμμετρική διάταξη των οπών των κοχλίων ως προς την οριζόντια και την κατακόρυφη. Η σύνδεση των δύο φλαντζών ενός ζεύγους γίνεται, αφού έχει προηγηθεί επιμελής κεντράρισμά τους.

ιε. Οι κοχλίες και τα περικόχλια, που συσφίγγουν ζεύγος φλαντζών πριν από την τοποθέτησή τους καθαρίζονται επιμελώς. Τα σπειρώματα αλοΐφονται με επαρκή ποσότητα καταλλήλου υλικού (γραφιτομένα ειδικά λίπη). Το σφίξιμο γίνεται με δυναμόκλειδο ή καλλίτερη μέθοδο. Σαν τέτοια νοείται η μέτρηση της επιμηκύνσεως με ειδικό μικρόμετρο.

ιστ. Οι συγκολλήσεις των σωλήνων γίνονται σύμφωνα με τις οδηγίες της μελέτης. Η πραγματοποίησή τους επιβλέπεται συνεχώς από τον ελεγκτή συγκολλήσεων. Κάθε συγκόλληση σφραγίζεται με τον αριθμό του συγκολλητή. Ο ελεγκτής προβαίνει κατά την κρίση του στους συμφωνηθέντες ελέγχους.

ιζ. Σε περίπτωση, που οποιαδήποτε συγκόλληση - ιδιαίτερα οργάνων - υπάρχει πιθανότητα να χρειασθεί θερμική επεξεργασία πρέπει να προβλέπεται επαρκής χώρος γι'αυτήν.

ιη. Στην περίπτωση συγκολλήσεως κατ'επέκταση δύο τεμαχίων με διαφορετικά πάχη πρέπει το παχύτερο να λεπτύνεται στο πάχος του λεπτότερου για την ομοιόμορφη συγκόλληση. Αυτή η εκλέπτυνση πρέπει να αρχίζει αρκετά μακριά από την θέση συγκολλήσεως και να φθάνει στο τελικό πάχος με μικρή κλίση.

ιθ. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στην διαμόρφωση και κα-

τασκευή ειδικών τεμαχίων. Σ' αυτά αναπτύσσονται δυνάμεις και τάσεις όχι μόνο από την εσωτερική πίεση αλλά και από εξωτερικά αίτια. Ο υπολογισμός τους γίνεται σύμφωνα με τους περί ατμολεβήτων και πιεστικών δοχείων κανονισμούς και πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερα υπ' όψη η καταπόνηση από την θερμοκρασία. Αντίστροφα πρέπει να θυμώμαστε, ότι μεγαλύτερα πάχη αυτών δημιουργούν δυσχέρειες στην προ-θέρμανση και αποθέρμανση του συστήματος.

κ. Στην περίπτωση διαμορφώσεως κυλινδρικών σωμάτων, από τα οποία εκκινούν διακλαδώσεις, όπως π.χ. στους ατμοδιανομείς, δεν πρέπει να διαφεύγει το γεγονός ότι μεταξύ των μαστών δημιουργούνται ασθενή σημεία, όσον αφορά στην αντοχή του κυλινδρικού σώματος. Είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μέτρα ενισχύσεως της αντοχής εκ της βλάβης των εκτομών. Αντίστοιχα συμβαίνουν στους διαφόρου διαμορφώσεως πυθμένες.

κα. Σε κάθε περίπτωση διαμορφωμένου τεμαχίου πρέπει να αποφεύγεται οποιαδήποτε συσσώρευση υλικού. Επίσης ήπιες μεταβολές πάχους είναι απαραίτητες, όπως και στρογγυλεμένες μεταλλάξεις. Πρέπει να ληφθεί κάθε μέτρο, που θα εμπόδιζε συγκέντρωση τάσεων.

κβ. Η καμπύλωση των σωλήνων με το κανονικό πάχος μέχρι 90° μπορεί να γίνει (εφ' όσον διατίθενται κατάλληλες μηχανές) μέχρι $d=101,6$ για ακτίνα καμπυλώσεως $r \geq 4d$ εν ψυχρώ. Για μεγαλύτερες διαμέτρους ή μικρότερες ακτίνες καμπυλώσεως, η καμπύλωση πρέπει να γίνεται εν θερμώ. Η μείωση του πάχους τοιχώματος στην εξωτερική πλευρά για $r = 4d$ είναι τάξεως 13%. Για να μην αυξηθούν υπέρμετρα οι τάσεις (που επαυξάνονται λόγω απωλείας της κυκλικότητας του σωλήνα με την καμπύλωση), συνιστάται ανοχή κυκλικότητας της διατομής στην καμπύλη $\approx 5\%$.

κγ. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται κατά την εν ψυχρώ προένταση των γραμμών. Από την μελέτη έχουν προβλεφθεί τόσο το είδος και το μέγεθος των εξισορροπητών μηκών (διαστολικών), όσο και η προένταση των γραμμών. Από τον κατασκευαστή πρέπει να ελεγχθεί κατά πόσον η κατασκευή έγινε απόλυτα σύμφωνα με τα στοιχεία του μελετητή, αλλά και αν υπεισέρχονται τυχόν άλλοι παράγοντες, που δεν μπορούσαν να προβλεφθούν από την μελέτη. Πρέπει επίσης απαραίτητα να ελεγχθεί η δυνατότητα πραγματοποιήσεως προεντάσεως και κατά πόσον η εξ αυτής ανάπτυξη δυνάμεων δεν θα δημιουργήσει αστοχία. Η προένταση πραγματοποιείται με επακριβή μέτρηση μηκών και αν είναι δυνατό μέτρηση αναπτυσσόμενων δυνάμεων.

Για τις περιπτώσεις, που υπάρχει ασάφεια προτιμότερο να αποφεύ-

γεται η προένταση και να αφήνονται να παραλαμβάνονται όλες οι διαστολές κατά την θέρμανση.

κδ. Όλα τα όργανα πριν να συναρμολογηθούν καθαρίζονται σχολαστικά και ελέγχεται η λειτουργία των αδραχτιών και το ασφαλές κάθισμα της βαλβίδας στην έδρα.

5.5. ΕΚΦΥΣΗΣΗ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Σωληνώσεις συναρμολογημένες με ονομαστική διάμετρο $DN \geq 800\text{mm}$ διατρέχονται από ειδικό προσωπικό και καθαρίζονται συστηματικά. Σωληνώσεις με $DN < 800\text{mm}$ εκφυσώνονται με ατμό (σωληνώσεις ατμού) ή εκπλύνονται με νερό (σωληνώσεις συμπυκνωμάτων). Ο εργοδότης υποχρεούται να διαθέσει το νερό και τον ατμό, που είναι αναγκαία προς τούτο πλην της περιπτώσεως που η εργολαβία είναι ενιαία όσον αφορά στο λεβητοστάσιο και το δίκτυο του ατμού και το αντλιοστάσιο ή αν άλλως έχει προβλεφθεί στην σύμβαση. Σε κάθε περίπτωση σ'αυτήν πρέπει να αναφέρονται ρητώς οι συνέπειες εκ της μη τηρήσεως των υποχρεώσεων των συμβαλλομένων και να λαμβάνεται υπ'όψη ότι κατασκευασμένο δίκτυο δεν μπορεί να μένει αδρανές. Σ'αυτή την περίπτωση πρέπει να ληφθούν μέτρα συντηρήσεως σε αδράνεια.

Οι σωληνώσεις αποσυνδέονται από μηχανήματα και συσκευές και συνδέονται προς προσωρινές σωληνώσεις εκφυσήσεως στο ύπαιθρο. Ιδιαίτερη πρόνοια λαμβάνεται για την αποφυγή ατυχημάτων κατά την εκφύσηση. Όλες οι θέσεις μετρήσεως αποσυναρμολογούνται και στη θέση τους τοποθετούνται τεμάχια σωλήνων αντικαταστάσεως.

Οι διαμέτροι των σωληνώσεων εκφυσήσεως είναι τουλάχιστον ίσες με τις αντίστοιχες των σωληνώσεων λειτουργίας για να μην παρεμποδίζεται η εκφύσηση.

Η εκφύσηση με ατμό έχει διάρκεια 15 έως 30min και γίνεται με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ταχύτητά του. Αυτό σημαίνει, ότι ο ατμός πρέπει να διατεθεί σε επαρκή ποσότητα και πίεση για να μπορεί να υπέρβη η επιθυμητή θλιπτική πτώση.

Η εκφύσηση επαναλαμβάνεται περισσότερες φορές, ο αριθμός των οποίων προβλέπεται στην σύμβαση κατασκευής. Ο μεταξύ δύο εκφυσήσεων χρόνος είναι τουλάχιστον δύο ώρες και τουλάχιστον τόσος, ώστε η θερμοκρασία της σωληνώσεως να κατέλθει κάτω των 100°C . Τούτο για να βοηθηθεί με την θέρμανση και την ψύξη η αποκόλληση σκωριών, προϊόντων φλογώσεως κλπ. Συνιστάται και το κτύπημα των γραμμών με σφυριά των 500g.

Μετά την τελευταία εκφύσηση ανοίγονται και καθαρίζονται όλα τα

όργανα της σωληνώσεως, που ήταν συναρμολογημένα κατά τις εκφυσθήσεις. Ο καθαρισμός γίνεται από προσωπικό της εγκρίσεως του προμηθευτή των οργάνων.

Οι γραμμές συμπυκνωμάτων μπορούν να καθαρισθούν αντί με εκφύσηση με έκπλυση σύμφωνα με τις οδηγίες, που ισχύουν για τον καθαρισμό των τροφοδοτικών γραμμών των ατμοπαραγωγών.

5.6. ΕΛΕΓΧΟΙ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ

Ο υπεύθυνος για την κατασκευή μηχανικός προβαίνει πριν από τις δοκιμές στους επόμενους (οπτικούς κυρίως) ελέγχους :

- όλων των συνδέσεων με φλάντζες
- όλων των συνδέσεων με συγκολλήσεις και ιδιαιτέρως εκείνων τυχόν, που χρειάζονται θερμική επεξεργασία
- όλων των επανασυνδέσεων, που έγιναν μετά από την εκφύσηση με ατμό
- όλων των σημείων στηρίξεως και κυρίως των σταθερών εδράνων και των εδράνων ολισθήσεως, για να διαπιστώσει ότι δεν επηρεάστηκαν από τις διαδικασίες της εκφυσήσεως, ότι είναι γερά δεμένα και στην πρό-
πουσα θέση
- όλων των κλίσεων των γραμμών
- όλων των σημείων και διατάξεων εξαγωγής συμπυκνωμάτων.

Επίσης πρέπει να ελέγξει σχολαστικά, ότι έτσι όπως κατασκευάστηκε η σωλήνωση μπορεί να παραληφθούν άνετα οι διαστολές.

Συνιστάται αυτόν τον έλεγχο να παρακολουθεί και ο επιβλέπων μηχανικός.

5.7. ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΕ ΠΙΕΣΗ

Ο τρόπος, που ελέγχεται μία σωλήνωση σε πίεση συμφωνείται με την σύμβαση αναθέσεως. Σε κάθε περίπτωση περιλαμβάνει μία πρώτη δοκιμή με νερό ή πεπιεσμένο αέρα και μία δοκιμή με ατμό.

Η δοκιμή με νερό ή πεπιεσμένο αέρα γίνεται πριν από την μόνωση της σωληνώσεως. Η δοκιμή με νερό γίνεται με πίεση μέχρι 20% μεγαλύτερη από την πίεση λειτουργίας και υπό την προϋπόθεση, ότι η υδραυλική δοκιμή έχει ληφθεί υπ' όψη κατά τον υπολογισμό της μεταξύ τους αποστάσεως των εδράνων στηρίξεως της σωληνώσεως. Για επί μέρους στοιχεία ή ειδικά τμήματα η πίεση δοκιμής μπορεί να φθάσει μέχρι 1,5 της ονομαστικής πιέσεως.

Η δοκιμή με πεπιεσμένο αέρα γίνεται σε πίεση 2 έως 5 bar.

Η δοκιμή με ατμό γίνεται στην πίεση λειτουργίας. Η σωλήνωση εί-

ναι μονωμένη εκτός από τις φλάντζες, που μπορεί να έχουν προσωρινή μόνο μόνωση. Ελέγχονται κυρίως :

- η στεγανότητα της σωληνώσεως
- η ελευθερία κινήσεως στα έδρανα.

Συνδέσεις φλαντζών, που βρίσκονται μη στεγανές μπορεί να σφραγισθούν μόνο σε κρύα κατάσταση. Αυτό σημαίνει, ότι η θερμοκρασία τους έχει κατέβει κάτω από το μισό της θερμοκρασίας λειτουργίας τους.

Η εκκίνηση για την δοκιμή σε πίεση γίνεται, όπως και η εκκίνηση για την δοκιμαστική λειτουργία.

5.8. ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Πριν από την δοκιμαστική λειτουργία γίνεται ένας τελευταίος έλεγχος από τον υπεύθυνο για την εκτέλεση του έργου μηχανικό και τον επιβλέποντα το έργο για λογαριασμό του εργοδότη. Ο επιβλέπων δίδει στην συνέχεια την γραπτή έγκρισή τους, για την πραγματοποίηση της δοκιμαστικής λειτουργίας. Στην δοκιμαστική λειτουργία μετέχει όλο το προσωπικό, που θα λειτουργήσει το σύστημα.

Η τιθέμενη σε δοκιμαστική λειτουργία σωλήνωση πρέπει να προθερμανθεί. Κατά την προθέρμανση δημιουργούνται πολλά συμπυκνώματα, γι' αυτό πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην απομάκρυνσή τους. Εάν σημειωθούν υδραυλικά πλήγματα, πρέπει να μειωθεί η ταχύτητα προθερμάνσεως και να ελεγχθούν τα συστήματα εξυδατώσεως. Για αρκετό χρονικό διάστημα πρέπει να είναι ανοιχτά τα εξαεριστικά για την ομοιόμορφη θέρμανση των καθέκαστα γραμμών. Συνιστάται η προθέρμανση των σωληνώσεων να γίνεται κατά την κατεύθυνση της ροής του ατμού κατά την λειτουργία εφ'όσον αυτό είναι δυνατόν.

Κατά την προθέρμανση είναι κλειστά τα κεντρικά αποφρακτικά όργανα και ο ατμός δίδεται από παρακαμπτήριες γραμμές. Αντίστροφα όλες οι δικλείδες των παρακαμπτηρίων γραμμών των ατμοπαγίδων και άλλων συστημάτων αποβολής των συμπυκνωμάτων είναι ανοιχτές. Μόνο όταν οι γραμμές έχουν επαρκώς θερμανθεί κλείνουν αυτές. Όταν αυξηθεί επαρκώς και η πίεση και η θερμοκρασία αρχίζει με πολλή προσοχή και σιγά-σιγά το άνοιγμα των κεντρικών δικλείδων. Υπενθυμίζεται η δυσχέρεια προθερμάνσεως των φλαντζών και οι δημιουργούμενες εκεί διαφορές θερμοκρασίας.

Κατά την προθέρμανση ελέγχουμε ακόμα μιά φορά την παραλαβή των διαστολών από το σύστημα στηρίξεως και ειδικότερα την συμπεριφορά των σταθερών σημείων.

Κατά την θέση εκτός λειτουργίας κλείνονται οι κεντρικές δικλεί-

δες και ανοίγονται τα εξαεριστικά και οι παρακαμπτήριες γραμμές των συστημάτων εξυδατώσεως.

5.9. ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

1. Η παράδοση των εγκαταστάσεων προκειμένου για Δημόσια Έργα προβλέπεται από την σχετική νομοθεσία. Γιά τα ιδιωτικά έργα συνιστάται η παρακάτω διαδικασία. Επίσης συνιστάται κατά την σύνταξη των συγκεκριμένων συμβάσεων αναθέσεως έργου να λαμβάνονται υπ' όψη τα παρακάτω, μέσα στα πλαίσια της ισχύουσας νομοθεσίας.

2. Μετά την δοκιμαστική λειτουργία συντάσσεται πρωτόκολλο από τον επί κεφαλής του έργου μηχανικό και τον επιβλέποντα μηχανικό που αποτελεί το κύριο στοιχείο της παραδόσεως. Μόνο αν παρουσιάζονται ατέλειες οφείλει ο κατασκευαστής να τις άρει, οπότε θα σύνταχθεί συμπληρωματικό πρωτόκολλο.

Γιά την ολοκλήρωση της παραδόσεως του έργου ο κατασκευαστής πρέπει να παραδώσει επί πλέον :

- α. Γενικό αξονικό σχέδιο της όλης σωληνώσεως.
- β. Άλλα σχέδια λεπτομερειών, που να απεικονίζουν κάθε χρήσιμο γιά την λειτουργία και την συντήρηση στοιχείο.
- γ. Λειτουργικά κλπ. στοιχεία των οργάνων, όπως και στοιχεία γιά την συντήρησή τους.
- δ. Οδηγίες γιά την εκκίνηση και την θέση εκτός λειτουργίας των σωληνώσεων.
- ε. Στοιχεία ή πιστοποιητικά ή πρωτόκολλα δοκιμών των υλικών.
- στ. Στοιχεία των γενομένων ελέγχων με υπερήχους, ακτίνες Röntgen κ.ο.κ.
- ζ. Παρατηρήσεις εκ των ως άνω ελέγχων.
- η. Πίνακα γιά την σύσφιξη των κοχλιών.
- θ. Ότι άλλο στοιχείο προέκυψε κατά την συναρμολόγηση και τις δοκιμές.

6. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Οι ανά χείρας οδηγίες δεν προβλέπουν υποχρεωτικές μεθόδους υπολογισμού, στην επιλογή των οποίων προβαίνουν οι αρμόδιοι για το έργο. Μόνο για τις περιπτώσεις, όπου ο έλεγχος του έργου δεν μπορεί να γίνει μόνο με μετρήσεις και όπου ορισμένα στοιχεία θα προκύψουν εξ υπολογισμού για να μην υπάρξουν διαφωνίες μεταξύ των παραγόντων του έργου (κυρίου του έργου, μελετητή, κατασκευαστή, επιβλέποντα μηχανικού, υπευθύνου της λειτουργίας) συνιστώνται μέθοδοι υπολογισμού, τις οποίες πρέπει να ακολουθούν εκτός εάν εξ αρχής ήθελε συμφωνηθεί άλλως. Οι συνιστώμενες μέθοδοι αφορούν μόνον :

- στον υπολογισμό της ροής
- στον υπολογισμό του πάχους τοιχώματος του σωλήνα
- στον υπολογισμό των ασφαλιστικών
- στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών.

6.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ

6.1.1. Στόχος του υπολογισμού

Στόχος του υπολογισμού της ροής του ατμού είναι να προσδιορισθούν οι κατάλληλες διαμέτροι των σωληνώσεων, ώστε σε συνάρτηση με τις μέγιστες επιθυμητές πτώσεις πιέσεως η λειτουργία τους να είναι ασφαλής, απρόσκοπτη, ήρεμη και οικονομική. Στην μελέτη των σωληνώσεων του ατμού περιλαμβάνεται υποχρεωτικά υπολογισμός της ροής.

6.1.2. Αρχή υπολογισμού και υπολογιστικές σχέσεις

Γίνεται εξ αρχής παραδεκτό, ότι για την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών μπορούν να γίνουν απλουστεύσεις, που επιτρέπουν υπολογισμό των αντιστάσεων ροής (ανάλογα με το σύστημα μονάδων) από τις παρακάτω σχέσεις :

Για ευθύγραμμα τμήματα σωλήνων κατά τμήμα

$$P'_1 - P'_2 = \lambda \frac{\ell}{d} \frac{w^2}{2} \rho = \lambda \frac{\ell}{d} \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} \quad \text{N/m}^2, \text{ kp/m}^2 \quad (6-1)$$

- Για αντιστάσεις στοιχείων (κατά στοιχεία)

$$P''_1 - P''_2 = \zeta_i \frac{w^2}{2} \rho = \zeta_i \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} \quad \text{N/m}^2, \text{ kp/m}^2 \quad (6-2)$$

- Για τις συνολικές αντιστάσεις

$$p_1 - p_2 = (p_1' - p_2') + \sum (p_1'' - p_2'') \\ = \lambda \frac{\ell}{d} \frac{w^2}{2} \rho + \sum \zeta_i \frac{w^2}{2} \rho \quad \text{N/m}^2 \quad (6-3)$$

$$= \lambda \frac{\ell}{d} \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} + \sum \zeta_i \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} \quad \text{kp/m}^2 \quad (6-4)$$

όπου :

λ	= συντελεστής τριβών	
d	= διάμετρος εσωτερική του σωλήνα	σε m
w	= ταχύτητα ροής	σε m/s
ρ	= πυκνότητα του ατμού	σε kg/m ³
γ	= ειδικό βάρος του ατμού	σε kp/m ³
g	= επιτάχυνση της βαρύτητας	σε m/s ²
ζ_i	= συντελεστής τριβής τυχόντος στοιχείου i	

Οι συντελεστές τριβών λ και ζ_i υπολογίζονται κατά τα διδασκόμενα από την Ρευστομηχανική. Για κατά προσέγγιση υπολογισμούς μπορεί να λαμβάνεται κατά Eberle $\lambda = 0,0206$.

Είναι προφανές, ότι ο υπολογισμός μπορεί να γίνει και με τα ισόδυναμα μήκη των τοπικών αντιστάσεων οπότε :

$$\Delta p = \lambda \frac{\ell_a}{d} \frac{w^2}{2} \rho = \lambda \frac{\ell_a}{d} \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} \quad \text{N/m}^2, \text{ kp/m}^2 \quad (6-5)$$

όπου :

ℓ_a το συνολικό ανηγμένο μήκος σε m.

Για τα διάφορα είδη των ατμών συνιστώνται να λαμβάνονται οι εξής ταχύτητες ροής :

- κορεσμένοι ατμοί	$w = 20$ έως 40 m/s
- δευτερογενείς ατμοί	$= 15$ έως 24 m/s
- υπέρθερμοι ατμοί σε μικρές ποσότητες	$= 30$ έως 40 m/s
μέτριες ποσότητες	$= 40$ έως 50 m/s
μεγάλες ποσότητες	$= 50$ έως 60 m/s

Η μελέτη συνοδεύεται με αναλυτικό πίνακα υπολογισμού των θλιπτικών πτώσεων, από τον οποίο φαίνεται και το σκεπτικό του υπολογισμού. Δείγμα γι' αυτόν φαίνεται στον πίνακα 6.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1. Υπολογισμός θλιπτικών πιέσεων

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Στοιχεία που προκύπτουν από τον σχεδιασμό								
Τμήμα αγωγού	Μήκος αγωγού	Πίεση	Θερμοκρασία	Ειδικός όγκος	Πυκνότητα	Ρέουσα ποσότητα	Ρέων όγκος	Πρόσθετα στοιχεία

11	12	13	14	15	16	17	18	19
Προσωρινός υπολογισμός								
Προσωρινή διάμετρος	Ταχύτητα	Συντελεστής λ	Θλιπτική πίεση R ανά m	Συνολική θλιπτική πίεση ευθυγράμμου τμήματος $R_{\ell 1}$	Τοπικές αντιστάσεις Σζ	Συνολικές αντιστάσεις τμήματος $R_{\ell} + \Sigma \zeta$	Άθροισμα αντιστάσεων μέχρι πέ- ρατος του τμήματος	

Συνέχεια πίνακα 6.1.

21	22	23	24	25	26	27	
Τελικός υπολογισμός							
Τελική διάμετρος	Τελική ταχύτητα	Θλιπτική πίεση	Συνολική θλιπτική πίεση ευσυγκρίμου τμήματος $R\ell_1$	Τοπικές αντιστάσεις $\Sigma \zeta$	Συνολικές αντιστάσεις τμήματος $R\ell + \Sigma \zeta$	Άθροισμα αντιστάσεων μέχρι πέ- ρατος του τμήματος	

31	32						
Διαφορά 26-17	Διαφορά 27-18						

Ακριβέστερες μέθοδοι υπολογισμού είναι ασφαλώς επιτρεπτές, οι δε ειδικές περιπτώσεις επιθυμητές. Σαν ειδικές περιπτώσεις νοούνται εκείνες στις οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπ'όψη :

- ότι με την πτώση πιέσεως κατά μήκος της ροής μειώνεται η πυκνότητα (και το ειδικό βάρος) του ατμού και επομένως μειώνεται και η ταχύτητα της ροής

- ότι στην περίπτωση υπερθέρμων ατμών μειώνεται κατά μήκος της ροής και η θερμοκρασία του ατμού, γεγονός που επιφέρει επίσης μεταβολή των μεγεθών της ροής

Στην περίπτωση αυτή οι αντιστάσεις της ροής προκύπτουν από τις σχέσεις (ή άλλες αντίστοιχες προς αυτές)

$$\Delta p = p_1 \left[1 - \sqrt{1 - \lambda \frac{\ell_a}{d} \frac{w_1^2}{p_1} \rho \left(1 - \frac{\dot{q} \cdot \ell_0}{2T_1 \dot{m} c_p} \right)} \right] \text{ N/m}^2 \quad (6-6)$$

$$= p_1 \left[1 - \sqrt{1 - \lambda \frac{\ell_a}{d} \frac{w_1^2}{p_1} \frac{\gamma_1}{g} \left(1 - \frac{\dot{q} \cdot \ell_0}{2T_1 \dot{G} c_p} \right)} \right] \text{ kp/m}^2 \quad (6-7)$$

όπου :

ℓ_a = ανηγμένο συνολικά μήκος σε m

ℓ_0 = το πραγματικό μήκος σωληνώσεως σε m

$\dot{q}$ = θερμική απώλεια ανά μέτρο μήκους σε W/m ή kcal/mh

$\dot{m}, \dot{G}$ = ρέουσα μάζα, ρέον βάρος σε kg/h ή kp/h

c_p = ειδική θερμότητα σε J/kgK ή kcal/kg.grd

1 = δείκτης αναφερόμενος στην αρχική κατάσταση

Τα λοιπά κατά τα προηγούμενα.

Για την περίπτωση των συμπυκνωμάτων σωστό είναι να υπολογίζεται η ροή τους σαν διφασική ροή (ατμού και νερού), όπου η αναλογία των φάσεων προκύπτει από την προϊστορία της παραγωγής τους. Μόνο σε πολύ μικρές αναλογίες δευτερογενούς ατμού επιτρέπεται ο υπολογισμός να γίνει ως αν επρόκειτο περί νερού, όπως και σε περιπτώσεις μεγάλης αναλογίας ατμού επιτρέπεται ο υπολογισμός ως αν ήταν μόνον ατμός.

6.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑ

6.2.1. Γενικά

Το πάχος του τοιχώματος κάθε σωλήνα πρέπει να υπολογίζεται αναλυτικά. Γίνεται δεκτό, ότι μιά σωλήνωση καταπονείται εν γένει :

- από εσωτερική πίεση
- από δυνάμεις, που αναπτύσσονται από την θερμική διαστολή μεταξύ δύο σταθερών σημείων
- από καμπτικές ροπές, που προκαλούνται από το ίδιο βάρος τους, το βάρος της μονώσεως κλπ.

Ο υπολογισμός της σωληνώσεως γίνεται στην γενική περίπτωση με την συνισταμένη τάση. Στην περίπτωση όμως, που η στήριξη γίνεται σύμφωνα με τα αναπτυσσόμενα στο κεφάλαιο 3.5. η εκ καμπτικών ροπών προερχόμενη τάση είναι μικρή και μπορεί να αγνοηθεί. Οι εκ διαστολών τάσεις αποδομούνται μόνες τους αν η στήριξη είναι σωστή και μπορούν επίσης συνήθως να αγνοηθούν, οπότε ο υπολογισμός μπορεί να περιορίζεται στις εξ εσωτερικής πιέσεως αναπτυσσόμενες τάσεις.

6.2.2. Καταπόνηση από εσωτερική πίεση

Από την εσωτερική πίεση p προκαλούνται τρεις κύριες τάσεις, κατά την περιφέρεια, κατά τον άξονα και κατά την ακτίνα. Η ισοδύναμη τάση γίνεται παραδεκτό, ότι ισούται προς

$$\sigma_{\text{ισοδ.}} = \frac{p}{100} \frac{d_1 + s}{2s} \quad \text{kp/mm}^2 \quad (6-8)$$

όπου :

p = πίεση σε kp/cm^2 (μανομετρική)

d_1 = εσωτερική διάμετρος σε mm

s = πάχος σωλήνα σε mm

Δεδομένου ότι $\sigma_{\text{ισοδ.}} \leq K/S$ όπου K το μέτρο αντοχής (στην περιπτώσή μας το $\sigma_{0,2}$ σε kp/mm^2) και S ο συντελεστής ασφαλείας προκύπτει ότι :

$$s = s_0 + c_1 + c_2 = \frac{d_1 p}{200 \frac{K}{S} - p} + c_1 + c_2 \quad (6-9)$$

$$s = s_0 + c_1 + c_2 = \frac{d_a p}{200 \frac{K}{S} + p} + c_1 + c_2 \quad (6-10)$$

όπου :

s_0 = το εξ υπολογισμού προκύπτον πάχος σε mm

i, a = δείκτες για την εσωτερική, εξωτερική διάμετρο

c_1 = προσθήκη, που καλύπτει τυχόν προς τα κάτω αποκλίσεις του πάχους του τοιχώματος σε mm

c_2 = προσθήκη για σκωριάσεις κλπ. σε mm

Για σωλήνες χωρίς ραφή συνιστάται αύξηση του πάχους σε συνάρτηση με την εκ της μεθόδου παραγωγής πιθανή υπέρβαση (προς τα κάτω) του ονομαστικού πάχους όπως στον πίνακα 6.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2. Τιμές του συντελεστή c_1 για σωλήνες χωρίς ραφή

Πιθανή απόκλιση %	c_1	Πιθανή απόκλιση %	c_1
8	$0,085 s_0$	15	$0,180 s_0$
10	$0,110 s_0$	18	$0,220 s_0$
12,5	$0,145 s_0$		

Η προσθήκη c_2 είναι τάξεως 1mm πλην της περιπτώσεως, που προβλέπεται φθορά μεγαλύτερη από $0,05s_0$ /ανά έτος.

Για την περίπτωση των σωλήνων με ραφή υπεισέρχεται στον υπολογισμό ο συντελεστής της ραφής v ως εξής :

$$s = s_0 + c_1 + c_2 = \frac{d_i p}{200 v \frac{K}{S} - p} + c_1 + c_2 \quad (6-11)$$

$$s = s_0 + c_1 + c_2 = \frac{d_a p}{200 v \frac{K}{S} + p} + c_1 + c_2 \quad (6-12)$$

Οι τιμές του συντελεστή v λαμβάνονται σύμφωνα με το κεφάλαιο 3.1.3.

Η προσθήκη c_1 παίρνει τιμές ανάλογες με το ονομαστικό πάχος και σε συνάρτηση της κατασκευής του σωλήνα από έλασμα ή ταινία, όπως στον πίνακα 6.3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3. Τιμές c_1 για σωλήνες με ραφή σε mm

Ονομαστικό πάχος mm	Σωλήνες από έλασμα	Σωλήνες από ταινία	
		Θερμής εξελάσεως	Ψυχρής εξελάσεως
3 - 3,5	0,25 - 0,4	0,15 - 0,3	0,07 - 0,12
4 - 4,75	0,3 - 0,5	0,15 - 0,3	0,08 - 0,15
5 - 7	0,3		
8 - 10	0,5		
10 - 30	0,7		

Ο συντελεστής ασφαλείας S λαμβάνεται όπως στον πίνακα 6.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4. Τιμές συντελεστή ασφαλείας S

Σωληνώσεις	Με πιστοποιητικό	Χωρίς πιστοποιητικό
	παραλαβής του σωλήνα	
Σωληνώσεις με ήρεμα ή κυματοειδή φορτία και θερμοκρασία μέχρι 120° για $K=\sigma_{0,2}$ στους 20°C . Για την περίπτωση κυματοειδούς φορτίου γίνεται έλεγχος χρονικής αντοχής.	1,7	2,0
Σωληνώσεις με ήρεμα φορτία και θερμοκρασία $120^\circ\text{C} < t < 300^\circ\text{C}$ και $K=\sigma_{0,2}$ στην θερμοκρασία t .	1,6	1,8

Εαν υπάρχει περίπτωση κρουστικών φαινομένων πρέπει η επί πλέον καταπόνηση να λαμβάνεται υπ'όψη στον υπολογισμό.

6.2.3. Σύνθετη καταπόνηση

Εάν η καταπόνηση μιάς σωληνώσεως είναι σύνθετη τότε το πάχος τοιχώματος υπολογίζεται με βάση την τάση συγκρίσεως κατά την υπόθεση της ενεργείας μεταβολής μορφής (Gestaltänderungsenergie-Hypothese).

Οι αναπτυσσόμενες επί μέρους τάσεις μετρούμενες στο Τ.Σ.Μ. προσδιορίζονται στα επόμενα.

Εδώ :

σ = αξονική τάση σε kp/mm^2

σ_L = αξονική τάση προερχόμενη από εσωτερική πίεση σε kp/mm^2

τ = διατμητική τάση σε kp.mm^2

M = καμπτική ροπή σε kp.cm

J = ροπή αδρανείας σε cm^4

p = πίεση σε kp/cm^2

s = πάχος σε mm

d = διάμετρος σε mm πλην των αναφερομένων ειδικώς περιπτώσεων

Οι κατωτέρω δείκτες σημαίνουν

a, i = εξωτερική, εσωτερική διάμετρος

b = κάμψη

t = εφαπτομενική κατεύθυνση

x = αξονική

y, z = κάθετες προς τον άξονα

r = ακτινική

v = συγκρίσεως

6.2.3.1. Τάσεις κατά τον άξονα

α. Από εσωτερική πίεση για τις εξωτερικές και εσωτερικές ίνες

$$\sigma_L = \frac{p d_i^2}{400 (d_i + s) s} \quad (6-13)$$

β. Τάσεις από καμπτικές ροπές

- στις εξωτερικές ίνες

$$\sigma_{ba} = \frac{M_b d_a}{200J} \quad d_a \text{ σε cm} \quad (6-14)$$

- στις εσωτερικές ίνες

$$\sigma_{bi} = \frac{M_b d_i}{200J} \quad d_i \text{ σε cm} \quad (6-15)$$

γ. Συνολικές αξονικές τάσεις

- στις εξωτερικές ίνες

$$\sigma_{xa} = \sigma_L + \sigma_{ba} \quad (6-16)$$

- στις εσωτερικές ίνες

$$\sigma_{xi} = \sigma_L + \sigma_{bi} \quad (6-17)$$

6.2.3.2. Εφαπτόμενες τάσεις από εσωτερική πίεση

- στις εξωτερικές ίνες

$$\sigma_{ta} = \frac{p d_i^2}{200(d_i+s)s} = \sigma_{ya} \quad (6-18)$$

- στις εσωτερικές ίνες

$$\sigma_{ti} = \frac{p d_i^2}{200(d_i+s)s} + \frac{p}{100} = \sigma_{ya} + \frac{p}{100} = \sigma_{yi} \quad (6-19)$$

$d_i \text{ σε mm}$

6.2.3.3. Ακτινικές τάσεις από εσωτερική πίεση

- στις εξωτερικές ίνες

$$\sigma_{ra} = 0 = \sigma_{za} \quad (6-20)$$

- στις εσωτερικές ίνες

$$\sigma_{ri} = - \frac{p}{100} = \sigma_{zi} \quad (6-21)$$

6.2.3.4. Διατμητικές τάσεις από στρεπτική ροπή

- στις εξωτερικές ίνες

$$\tau_i = \frac{M_d d_a}{400J} \quad d_a \text{ σε cm} \quad (6-22)$$

- στις εσωτερικές ίνες

$$\tau_i = \frac{M_d d_i}{400J} \quad d_i \text{ σε cm} \quad (6-23)$$

6.2.3.5. Τάσεις συγκρίσεως

- στις εξωτερικές ίνες

$$\sigma_{va} = \sqrt{\sigma_{xa}^2 + \sigma_{ya}^2 - \sigma_{xa} \sigma_{ya} + 3\tau_a^2} \quad (6-24)$$

- στις εσωτερικές ίνες

$$\sigma_{vi} = \sqrt{0,5 \left[(\sigma_{xi} - \sigma_{yi})^2 + (\sigma_{yi} - \sigma_{zi})^2 + (\sigma_{zi} - \sigma_{xi})^2 \right] + 3\tau_i^2} \quad (6-25)$$

6.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΩΝ

Ο υπολογισμός των ασφαλιστικών είναι διττός. Αφ'ενός υπολογίζεται η δύναμη, που ασκείται στην βαλβίδα και αφ'ετέρου η δυνατότητα εκροής από αυτό.

Σε ασφαλιστικά με ένα αντίβαρο η δύναμη, που ασκείται στην βαλβίδα δεν επιτρέπεται να υπερβεί τα 600kp. Στην περίπτωση ασφαλιστικών με δύο αντίβαρα, που το κάθε ένα έχει τον δικό του μοχλό, ή ασφαλιστικών με ένα αντίβαρο, που όμως από την κατασκευαστική διαμόρφωση δεν υπάρχει περίπτωση να αναπτυχθούν πλευρικές δυνάμεις, επιτρέπεται η ανάπτυξη δυνάμεων μέχρι 1000kp, ενώ σε ασφαλιστικά με

ελατήριο ή βοηθητικό μηχανισμό μέχρι 3000kp.

Ο υπολογισμός της δυνατότητας εκροής γίνεται με προσδιορισμό της ελαχίστης επιτρεπομένης ελεύθερης διατομής εκροής F_0 σε mm^2 από την εξίσωση :

$$F_0 = 1,1 \frac{x}{a} \frac{D}{p+1} \quad (6-26)$$

όπου :

D = η ποσότητα του εκρέοντος ατμού σε kp/h

p = η πίεση λειτουργίας (μανομετρική) σε kp/cm^2

$\frac{a}{1,1}$ = συντελεστής εκροής ($1,1$ = συντελεστή ασφαλείας)

x = συντελεστής αφορών στο ασκούν την πίεση ρευστό

Αντίστοιχα για κατασκευασμένα ασφαλιστικά η δυνατότητα εκροής ατμού υπολογίζεται από την σχέση :

$$D = \frac{a}{1,1} F_0 \frac{p+1}{x} \quad (6-27)$$

Για την περίπτωση μας ο συντελεστής x λαμβάνεται :

- για κορεσμένο ατμό $x = 2,00$

- για υπέρθερμο ατμό μέχρι 300°C και

$p = 2,5 \text{ atü}$ $x = 2,20$

$p = 6,0 \text{ "}$ $x = 2,16$

$p = 10,0 \text{ "}$ $x = 2,14$

$p = 16,0 \text{ "}$ $x = 2,13$

Ο συντελεστής εκροής $a/1,1$ πρέπει να έχει προσδιορισθεί με πείραμα στο εργοστάσιο κατασκευής και να γράφεται ανεξίτηλα (τυπωμένος με το χυτό ή χαραγμένος) επί του σώματος του ασφαλιστικού. Τότε αυτή η τιμή εισέρχεται στον υπολογισμό.

Εάν δεν αναγράφεται ανεξίτηλα - οποιαδήποτε βεβαίωση άλλης μορφής του κατασκευαστή δεν λαμβάνεται υπ' όψη - τότε ο συντελεστής εκροής, που εισέρχεται στον υπολογισμό είναι :

- Για ασφαλιστικά με αντίβαρα πλήρους διαδρομής (ή και βοηθητικό μηχανισμό) $a/1,1 = 0,66$. (Σαν πλήρους διαδρομής θεωρείται ένα ασφαλιστικό αν υπό πίεση $1,1p$ έχει ανοίξει εξ ολοκλήρου και αφήνει ελεύθερη διατομή μεγαλύτερη ή ίση κατά 10% από την στενότερη διατομή της ροής).

- Για ασφαλιστικά με αντίβαρα μικρής διαδρομής (όχι πλήρους διαδρομής) $a/1,1 = 0,12$.

- Για ασφαλιστικά με ελατήρια, μικρή διαδρομή και διάμετρο μεγαλύτερη από 30mm αλλά και ευνοϊκή διαμόρφωση $a/1,1 = 0,09$.

- Για ασφαλιστικά με ελατήρια, μικρή διαδρομή και διάμετρο μικρότερη από 30mm, $a/1,1 = 0,03$.

Από αυτά γίνεται προφανές, ότι μόνο ασφαλιστικά με πειραματικά ελεγμένο συντελεστή εκροής συνιστώνται.

6.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών γίνεται δεκτή η άποψη του Συνδέσμου Γερμανών Μηχανικών (VDI Richtlinie 2055), ότι αυτές είναι :

$$Q = Q_K + Q_S \quad (6-28)$$

όπου :

Q = οι συνολικές απώλειες

Q_K = οι απώλειες επαφής και αγωγιμότητας

Q_S = οι απώλειες ακτινοβολίας

Οι απώλειες από επαφή και αγωγιμότητα υπολογίζονται από την εξίσωση :

$$Q_K = F a_K (t_a - t_2) \quad \text{kcal/h ή W} \quad (6-29)$$

όπου :

F = εξωτερική επιφάνεια μονώσεως σε m^2

a_K = συντελεστής μεταβιβάσεως της θερμότητας σε $\text{kcal/m}^2\text{h grd}$ ή $\text{W/m}^2\text{K}$

t_a = μέση θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας σε $^{\circ}\text{C}$

t_2 = θερμοκρασία του αέρα σε κάποια απόσταση από την επιφάνεια σε $^{\circ}\text{C}$

Ο συντελεστής a_K υπολογίζεται :

- Για εσωτερικούς χώρους (ηρεμών αέρας) από την σχέση :

$$a_K = 1,13 \sqrt[4]{\frac{t_a - t_2}{d_a}} \quad \text{kcal/m}^2\text{h grd} \quad (6-30)$$

$$= 1,314 \sqrt[4]{\frac{t_a - t_2}{d_a}} \quad \text{W/m}^2\text{K} \quad (6-31)$$

όπου d_a η εξωτερική διάμετρος της μονώσεως σε m.

- Για εξωτερικούς χώρους και μέσες ταχύτητες αέρα (τάξεως 5m/s)

$$\alpha_k = 3,58 \frac{w^{0,8}}{d_a^{0,2}} \quad \text{kcal/m}^2\text{h grd} \quad (6-32)$$

$$= 4,16 \frac{w^{0,8}}{d_a^{0,2}} \quad \text{W/m}^2\text{K} \quad (6-33)$$

Ο συντελεστής ακτινοβολίας α_s υπολογίζεται από την σχέση :

$$\alpha_s = C_{a,2} \frac{\left(\frac{T_a}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{t_a - t_2} \quad \text{kcal/m}^2\text{h grd} \quad (6-34)$$

$$= C_{a,2}^* \frac{\left(\frac{T_a}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{t_a - t_2} \quad \text{W/m}^2\text{K} \quad (6-35)$$

όπου :

$C_{a,2}$, $C_{a,2}^*$ = ο συντελεστής ανταλλαγής ακτινοβολίας μεταξύ των δύο επιφανειών με θερμοκρασίες t_a και t_2 °C
(ή T_a και T_2 σε K) σε kcal/m²hK⁴ ή W/m²K⁴.

Γίνεται δεκτό, ότι η συνήθης τιμές είναι $C_{a,2} = 4,6 \text{ kcal/m}^2\text{hK}^4$ ή $C_{a,2}^* = 5,35 \text{ W/m}^2\text{K}^4$, ενώ για μεταλλικές γυαλισμένες επενδύσεις (π.χ. αλουμίνιο μετά την παλαίωσή του και την συνηθισμένη επικάλυψη σκόνης) $C_{a,2} = 2 \text{ kcal/m}^2\text{hK}^4$ ή $C_{a,2}^* = 2,33 \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

Ειδικά για τους σωλήνες σε εσωτερικό χώρο μπορούμε με ασφάλεια να δεχτούμε, ότι :

$$\alpha_a = \alpha_k + \alpha_s = 8,1 + 0,045(t_a - t_2) \quad \text{kcal/m}^2\text{h grd} \quad (6-36)$$

$$= 9,42 + 0,052(t_a - t_2) \quad \text{W/m}^2\text{K} \quad (6-37)$$

οπότε η συνολική μεταβιβαζόμενη στον αέρα θερμότητα είναι :

$$Q = Q_k + Q_s = F(\alpha_k + \alpha_s)(t_a - t_2) = F \alpha_a(t_a - t_2) \quad (6-38)$$

Γιά τις συμβαίνουσες μέσα στην μόνωση διεργασίες εάν με δείκτες 1 και 2 χαρακτηρίσουμε το ρέον μέσα στον σωλήνα σώμα και τον περιβάλλοντα αέρα και με δείκτες I, II, III τα στρώματα της μόνωσης και αν δ_i το πάχος τυχόντος στρώματος και λ_i η αγωγιμότητά του τότε η απώλεια :

$$Q = k F(t_1 - t_2) \quad \text{kcal/h ή kJ/h ή kW} \quad (6-39)$$

όπου :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_I}{\lambda_I} + \frac{\delta_{II}}{\lambda_{II}} + \dots + \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \dots + \frac{1}{\alpha_a} \quad (6-40)$$

Γιά να συμπεριληφθούν στις συνολικές θερμικές απώλειες οι προερχόμενες από τα στηρίγματα του μανδύα, συνιστάται η επαύξηση του συντελεστή αγωγιμότητας του μονωτικού υλικού ανάλογα με την στήριξη κατά 0,007 έως 0,012W/mK = 0,006 έως 0,01kcal/mh grd.

Γιά να συμπεριληφθούν οι απώλειες στηρίξεως των σωλήνων γίνεται επαύξηση στον εσωτερικό χώρο 20% και στον εξωτερικό 30%.

Η απώλεια μονωμένου ζεύγους φλαντζών ισούται με την απώλεια 1m μονωμένου σωλήνα, όπως και κάθε θέσεως μετρήσεως.

Οι απώλειες μη μονωμένων φλαντζών σε εσωτερικό χώρο εκτιμώνται κατά τάξη, όπως στον πίνακα 6.5. (σε μέτρα μονωμένου σωλήνα συνήθους μόνωσης θερμοκρασία αέρα 20°C).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5. Απώλειες γυμνών φλαντζών

DN	t = 100°C	200°C	300°C
50	3,5	5,5	7,5
100	5,0	7,5	10,0
150	7,5	11,0	14,0
200	8,0	12,0	16,0
300	9,0	14,5	20,0

Οι απώλειες μονωμένων οργάνων (συνήθης μόνωση κατά το 2/3) εκτιμώνται σε ισοδύναμα μήκη μονωμένων με συνήθη μόνωση σωλήνων όπως στον πίνακα 6.6. (σε μέτρα μονωμένων σωλήνων, θερμοκρασία αέρα 20°C).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6. Απώλειες μονωμένων οργάνων

DN	t = 100°C	200°C	300°C
50	6,5	7,5	8,5
100	7,0	8,0	9,0
150	7,5	8,5	9,5
200	8,0	9,0	10,5
300	8,5	9,5	11,5

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ - ΟΔΗΓΙΕΣ

- DIN - Normen Blatt - 2429, 2481, 2401, 2402, 2403, 17007
- 2385, 2448, 2450, 2458, 1629, 1626
17175
- 2500, 2501, 2502, 2505, 2507, 2518, 2519
- 2526, 2631, 2632, 2633, 86031
- 2690, 3754
- 601, 931, 2509, 2510, 555, 934
- 4701
- 17100, 17155
- 1911, 1912, 1913, 8554, 8560, 8563
- 18421
- 3232, 3300, 3320, 3462, 3465, 3471, 3845
3847
- 3203, 3211, 3239, 3352
- VDI Wärmeatlas 1984
- VDI - Richtlinien - 2034, 2055
- VDI : Rohrleitungen in Dampfkraftwerken und Dampfverbrauchenden Betrieben, VDI - Verlag, Düsseldorf 1960
- VDEW- Technische Richtlinien für den Bau für Fernwärmenetzen
- VGB - Richtlinien für den Bau und die Belastung von Heissdampfrohrleitungen und Speisewasserdruckleitungen
- VGB - Dampferzeugung I, II
- VGB - Merkblatt 3 : Wanddickenberechnung von Hochdruckrohrleitungen
- DDDA: Richtlinien für die Anforderungen an Sicherheitsventile
- V.d.TUV - Merkblatt Pb 362: Durchführung, Auswertung von Dehnungsmessungen
- ASME- Boiler and Pressure Vessel Code
- Stahl - Eisen - Werkstoffblatt 088 Feinkornbaustähle : Richtlinien für die Verarbeitung, insbesondere für das Schweißen
- AD - Merkblatt HP 7/2 : Wärmebehandlung, ferritische Stähle
- TRD - 101, 110, 201, 202, 301, 307
- VGB - V.d. TUV - Fachverband Dampfkessel - Behälter und Rohrleitungsbau 1974/1; Wärmebehandlung von Schweissverbindungen
- AGI - Arbeitsblatt Q 10, Wärmedämmung (10.1973)

Beratungsstelle für Stahlverwendung : Halterungen und Dehnungsausgleicher für Rohrleitungen, Merkblatt 333
Verein Volkseigener Betriebe Rohrleitungen und Isolierungen :
Rohrleitungsbau VEB - Verlag Technik, Berlin

7.2. ΕΠΙΕΘΜΟΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

- Adamsky F.J. - Hofstötter P : Betriebsverhalten von Formstücken in Rohrleitungen, VGB Kraftwerkstechnik 1976
ASHRAE Handbook, Equipment 1983, Systems 1984, Fundamentals 1985, ASHRAE Publ. Atlanta
Bechler E. : HD - Rohrleitungen in Wärmekraftanlagen 3R Internat. H4 1976
Bechler E. : Kräfte und ihre Bewertung bei Rohrleitungen, Kraftwerkstechnik - Symposium TÜV Rheinland, TÜV Rheinland, Köln 1974
Bolte W. : Die Wirtschaftlichste Auslegung von Dampfleitungen BWK, Bd 6, H3
Breitsprecher E. : Ermittlung der zulässigen Stützweiten von Stahlrohrleitungen, Stadt -und Gebäudetechnik 8/1965.
Cammerer J.S. : Der Wärme -und Kälteschutz in der Industrie, 4^e Aufl. Springer
Crocker and King : Piping Handbook McGraw Hill
Dietzel F. : Kraft -und Wärmewirtschaft, München Francisverl. 1959
Dittmer S. : Rohrleitungsberechnungen Oude-Verl. TÜV Rheinland Köln
Earles D.R. : Reliability Application and Analysis Guide, Mi 60-54 (Rev. 1)
Eiden H. - Vorwerk K. : Kraftwerksrohrleitungen kritisch betrachtet, Symb. der TÜV Rheinland 1974
Epperlein H. : Langzeitschäden an heissgehenden Bauteilen TU, 1972
Grigull U. : Die Ermittlung der wirtschaftlichen Isolierdicke, BWK 2
Grünzweig und Hartmann Glasfaser A.G. Wärmetechnische Isolierung, 22^e Auf. 1974
Henjes G. : Schäden an Formstücken von Heissdampfleitungen, TU 1972
Herning F. : Stoffströme in Rohrleitungen, VDI-Verland Düsseldorf 1966

- Jahn E. : Werkstoffe des Rohrleitungsbaues in Wärmekraftwerken,
Techn. Mitt. HdT H66. 1973
- Kammerstein u.a. Festigkeitsberechnung von Rohrleitungen, Moskau
Gostoptechisdat.
- Kretschmer W. : Ingenieur - Taschenbuch, VEB-Verlag Technik,
Berlin
- Λέφα Κ.Χ. : Θερμικά δίκτυα και κυκλώματα, Πάτρα 1981
- Λέφα Κ.Χ. : Συγκολλήσεις θερμικών εγκαταστάσεων, Πάτρα 1983
- Messerschmidt-Bölkow-Blohm : Technische Zuverlässigkeit,
Springer 1971
- Neis P. : Einige wichtige Anwendungsgebiete für Rohrleitungen,
"Rohrleitungen" Schweigerer, Springer 1967
- Oude-Hengell H.H. : Rohrleitungen in Kraftwerken, TÜV-Rheinland-
verlag, Köln 1978
- Oude-Hengel H.H. : Schäden an Formstücken in heissdampf führenden
Rohrleitungen, VGB Kraftwerkstechnik 1973
- Pich R. : Die Gestaltänderungsenergie-Hypothese, Mitt. VGB 1961
- Pietsch E., Ullmann H., Schmidt H.J. : Rohrleitungen und Rohr-
leitungsarmaturen, Leipzig, VEB Fachbuchverlag 1964
- Power Laboratory : The Corrosive Potential of Wetter Thermal
Insulation, by Karnes H.F. 1965
- v. Reumont G.A. : Einfluss des Wärmehammers auf die mechani-
schen Eigenschaften der Schweissverbindung, Schweissen
und Schneiden, 12/1967
- Schubert J. : Zusammenwirken von Vorplanung, Konstruktion und
Berechnung im Unterstützungsbau, Jahrb d. Dampferz. 1980/
81
- Schubert J. : Aufhängungen und Unterstützungen von Rohrleitun-
gen, VGB-Kraftwerkstechnik 10/1978
- Schüller H.J., Woitscheck A. : Schäden an Heissdampfleitungen,
der Maschinenschaden 48 (1975)
- Solbeck K. : Fertigungs -und Bauüberwachung von Rohrleitungen,
HdT, Vortragsveröffentl. 324
- SR. Sicherheitsventile : Sicherheitstechnische Richtlinien für
Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung 1972
- Stapff W. : Leistungsgrenzen bei Dampfleitungen, Energie 15,
1963/2
- Zeltner H. : Handbuch der Isoliertechnik, Leipzig, VEB Fach-
buchverlag 1963