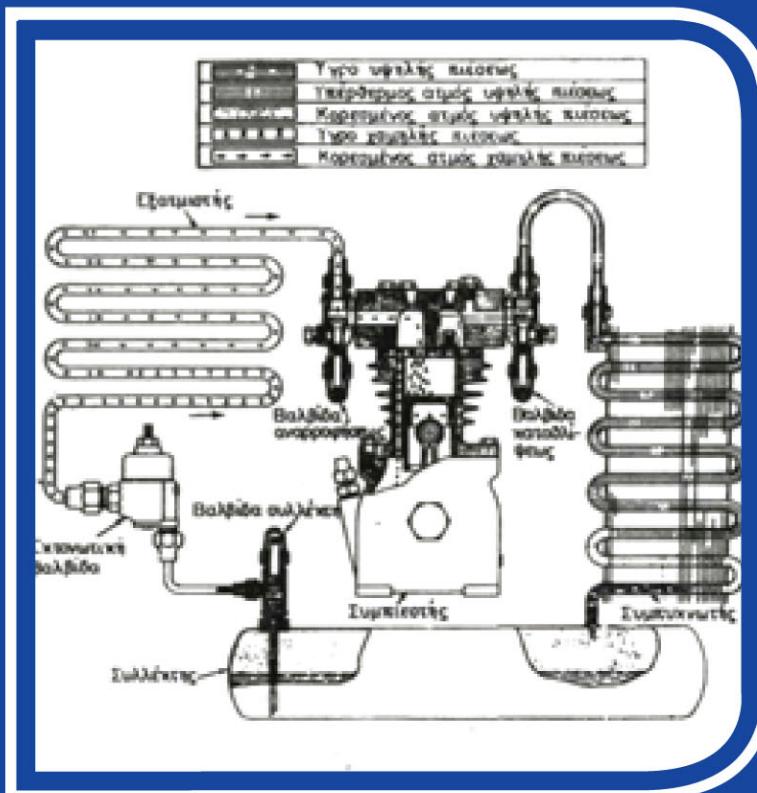




ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ ΨΥΞΕΩΣ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Αντωνίου Ν. Ασημακόπουλου

ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΥ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ
ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ Δ.Τ.Ε.





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

Α' ΕΚΔΟΣΗ 1984

Β' ΕΚΔΟΣΗ 1995

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς προέβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγων για την πρόοδο του Έθνους μας.

Την πεποίθησή του αυτή ο Ευγενίδης εκδήλωσε με τη γεναιούφρονα πράξη ευεργεσίας, να κληροδοτήσει σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος, που θα είχε ως σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι, το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ίδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του Μαρ. Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη. Το έργο του Ιδρύματος συνεχίζει από το 1981 ο κ. Νικόλαος Βερνίκος - Ευγενίδης.

Από το 1956 έως σήμερα η συμβολή του Ιδρύματος στην τεχνική εκπαίδευση πραγματοποιείται με διάφορες δραστηριότητες. Όμως απ' αυτές η σημαντικότερη, που κρίθηκε από την αρχή ως πρώτης ανάγκης, είναι η έκδοση βιβλίων για τους μαθητές των Τεχνικών και Επαγγελματικών Σχολών και Λυκείων.

Μέχρι σήμερα, με τη συνεργασία με τα Υπουργεία Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και Εμπορικής Ναυτιλίας, εκδόθηκαν εκατοντάδες τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια αντίτυπα. Τα βιβλία αυτά κάλυπταν ή καλύπτουν ανάγκες των Κατωτέρων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ), των Τεχνικών και Επαγγελματικών Λυκείων, των Τεχνικών Επαγγελματικών Σχολών και των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η συγγραφή και έκδοση βιβλίων ποιότητας, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και ως προς την εμφάνιση, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους μαθητές.

Για την επιστημονική και παιδαγωγική αρτιότητα των βιβλίων τα κείμενα υποβάλλονται σε πολλές επεξεργασίες και βελτιώνονται πριν από κάθε έκδοση συμπληρούμενα καταλλήλως.

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στη γλωσσική διατύπωση των βιβλίων, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα σωστή και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να συμβάλλουν στη γλωσσική κατάρτιση των μαθητών.

Έτσι, με απόφαση που ίσχυσε ήδη από το 1956, όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις τότε Κατώτερες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, ήταν γραμμένα σε γλώσσα δημοτική, με βάση τη γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα βιβλία ήταν γραμμένα στην



απλή καθαρεύουσα. Σήμερα ακολουθείται η γραμματική που διδάσκεται στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσεως. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων ανατίθεται σε φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα, η καλφίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου, περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος και συμβάλλουν στη σωστή «λειτουργικότητα» των βιβλίων.

Το Ίδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέση στη διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας το 1978 και την έκδοση των βιβλίων για τις νέες Τεχνικές Επαγγελματικές Σχολές και τα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα πάντοτε με τα εγκεκριμένα Αναλυτικά Προγράμματα του Π.Ι. και του ΥΠΕΠΘ.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.

Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Σταμάτης Παλαιοκρασάς, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Χρήστος Σιγάλας, Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.

Σύμβουλος εκδόσεων του Ιδρύματος Κ.Α. Μανάφης, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής, Γεώργιος Ανδρεάκος.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

·Γεώργιος Κακριδής (1955-1959) Καθηγητής ΕΜΠ, Άγγελος Καλογεράς (1957-1970) Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957-1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπετσέρης (1956-1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960-1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968-1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Παναγιώτης Χατζηιωάννου (1977-1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Αλέξανδρος Ι. Παππάς (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, Χρυσόστομος Καβουνίδης (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Γεώργιος Ρούσσος (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ, Δρ. Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου (1982-1984) Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου (1985-1988) Μηχανολόγος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Γεώργιος Σταματίου (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Σωτ. Γκλαβάς (1989-1993) Φιλόλογος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Εμ. Τρανούδης (1993-1996) Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.





ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ ΨΥΞΕΩΣ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΝΙΚ. ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΥ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ
ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ Δ.Τ.Ε.



ΑΘΗΝΑ
1998





ΕΥΓΕΝΙΔΑ
1954

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό γράφτηκε για τους μαθητές της Γ' τάξεως του Μηχανολογικού τομέα των τεχνικών λυκείων. Οι ασκήσεις που περιλαμβάνει είναι προσεκτικά επιλεγμένες, ώστε να αποτελέσουν τη βάση πάνω στην οποία θα μπορούν να εκτελεσθούν και άλλες παρόμοιες ή και περισσότερο πολύπλοκες ασκήσεις. Τέτοιες ασκήσεις μπορεί να δίνει ο καθηγητής του εργαστηρίου, ώστε να συμπληρώνεται η πρακτική εκπαίδευση των μαθητών.

Οι εργαστηριακές ασκήσεις αυτού του βιβλίου χωρίζονται σε τέσσερα μέρη:

Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει **κατασκευές με χαλκοσωλήνες**.

Στο δεύτερο μέρος δίνονται, αντιπροσωπευτικές **ασκήσεις φύξεως**.

Το τρίτο μέρος αναφέρεται σε εργαστηριακές **ασκήσεις θερμάνσεως**.

Το τέταρτο και τελευταίο μέρος του βιβλίου περιλαμβάνει **ασκήσεις κλιματισμού**.

Στο τέλος του βιβλίου δίνονται πίνακες χρήσιμοι για τη διεξαγωγή των ασκήσεων.

Θεωρούμε καθήκον μας να ευχαριστήσομε το εκδοτικό τμήμα του Ιδρύματος Ευγενίδου για τη βοήθεια του, ώστε το κείμενο να παρουσιασθεί κατά το δυνατόν καλύτερα.

Ο συγγραφέας



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

0.1 Γενικά.

Για τη σωστή εκτέλεση των ασκήσεων στο εργαστήριο του σχολείου απαιτείται η ύπαρξη των κατάλληλων εργαλείων, οργάνων και συσκευών. Αυτό όμως δεν είναι αρκετό. Για σωστή, ακριβή και ασφαλή εκτέλεση μιας ασκήσεως πρέπει να έχουμε πάντοτε υπόψη μας τα ακόλουθα:

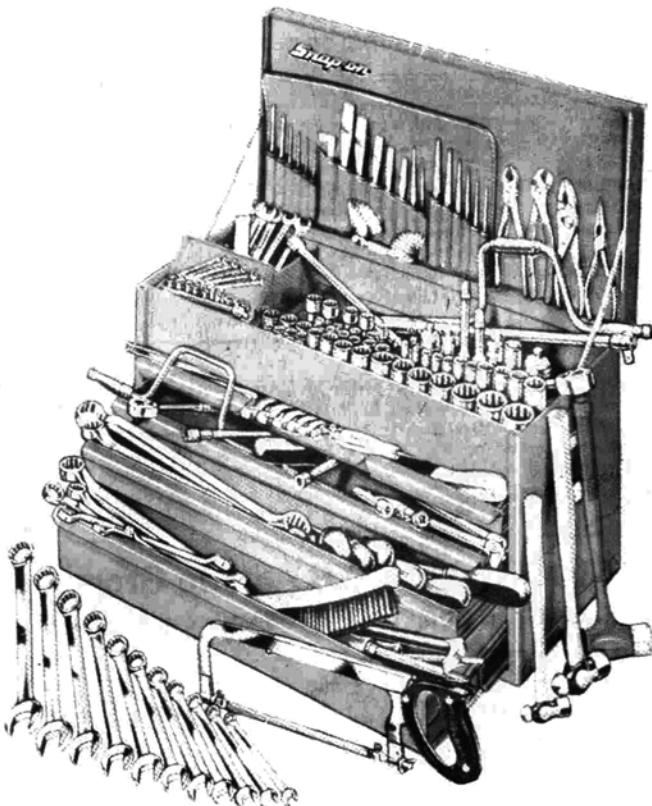
- 1) Θα πρέπει να γνωρίζομε λεπτομερώς τα χαρακτηριστικά, τις δυνατότητες και τις χρήσεις του κάθε εργαλείου ή οργάνου.
- 2) Θα πρέπει να χρησιμοποιούμε πάντοτε το κατάλληλο εργαλείο για κάθε εργασία και όχι αυτό που έτυχε να βρεθεί μπροστά μας. **Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο εργαλείο για κάθε εργασία, κερδίζομε χρόνο και έχουμε πολύ καλή ποιότητα εκτέλεσεως της εργασίας.**
- 3) Δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε ένα εργαλείο ή συσκευή, αν δεν γνωρίζομε καλά τον τρόπο χρήσεώς του. **Ετσι θα αποφύγομε αδικαιολόγητες φθορές στα εργαλεία και καταστροφή οργάνων και συσκευών που πολλές φορές δεν μπορούμε να τα αντικαταστήσουμε.**
- 4) Θα πρέπει να καθαρίζομε πάντοτε τα εργαλεία μετά από κάθε χρήση και να τα τοποθετούμε στην ορισμένη θέση τους στην εργαλειοθήκη. Θα πρέπει επίσης να καθαρίζομε τους πάγκους και το χώρο εργασίας μας μετά το τέλος της ασκήσεως.
- 5) Θα πρέπει να αναφέρομε κάθε βλάβη οργάνου ή εργαλείου στον υπεύθυνο του εργαστηρίου. Ετσι εκείνος θα γνωρίζει την κατάσταση των εργαλείων και των οργάνων του εργαστηρίου και θα φροντίζει για την έγκαιρη αντικατάσταση των χαλασμένων.
- 6) Θα πρέπει να έχουμε πάντοτε υπόψη μας ότι τα εργαλεία, τα όργανα και ο υπόλοιπος εξοπλισμός του εργαστηρίου ανήκουν και στους μαθητές που θα σπουδάσουν μετά από εμάς.

0.2 Τα απαιτούμενα εργαλεία στο εργαστήριο ψύξεως.

Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Στα εργαλεία γενικής χρήσεως που είναι κοινά για όλες σχεδόν τις ειδικότητες, όπως οι πένσες, τα κατσαβίδια, τα σφυριά κλπ. (σχ. 0.2α).
- Στα **ειδικά εργαλεία** του ψυκτικού, όπως τα ελατήρια κάμψεως, οι κόφτες χαλκοσωλήνων κλπ.

Τα ειδικά όργανα και εργαλεία και τις ειδικές συσκευές που χρησιμοποιούν οι ψυκτικοί, θα τις αναφέρομε λεπτομερώς στις ασκήσεις που ακολουθούν. Ως παρά-

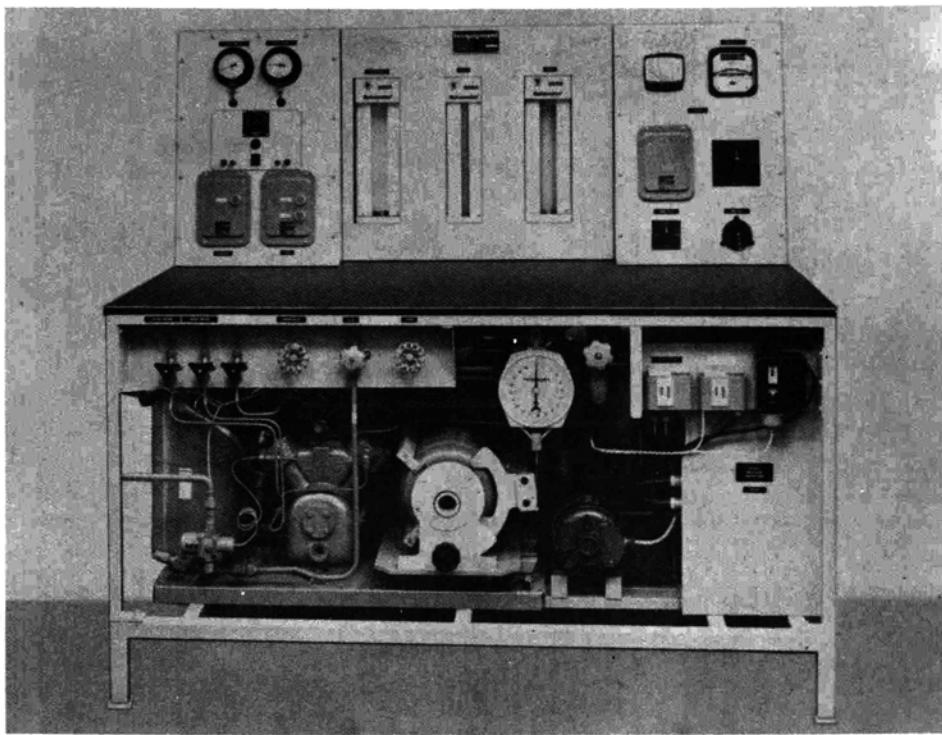


Σχ. 0.2α.
Εργαλειοθήκη με σειρές από εργαλεία γενικής χρήσεως.

δειγμα αναφέρομε ότι με τις εκπαιδευτικές συσκευές του σχήματος 0.2β μπορεί κανείς να παρακολουθήσει με μεγάλη ακρίβεια τις φάσεις λειτουργίας μιας ψυκτικής μηχανής. Επίσης, με τα όργανα που διαθέτουν αυτές οι συσκευές, μπορούν να μετρηθούν με ακρίβεια πιέσεις, θερμοκρασίες κλπ. και να εκτελεσθούν πειράματα από τους μαθητές.

0.3 Οδηγίες για τη σωστή και ασφαλή εκτέλεση των ασκήσεων.

- 1) Διαβάστε προσεκτικά όλη τη διαδικασία της εκτελέσεως πριν αρχίσετε την άσκηση. Ετσι θα επισημάνετε τι δεν ξέρετε από αυτά στα οποία αναφέρεται η άσκηση και σε ποιά αποτελέσματα θα πρέπει να φθάσετε. **Είναι λάθος να ακολουθείτε τυφλά την πορεία της ασκήσεως, όπως αναφέρεται στο βιβλίο, χωρίς να γνωρίζετε γιατί κάνετε την κάθε ενέργεια.**



Σχ. 0.2β.
Σύγχρονος τύπος εκπαιδευτικής συσκευής για ψύξη.

- 2) Ελέγχετε τα εργαλεία και τις συσκευές που παραλαμβάνετε από την αποθήκη του εργαστηρίου και φροντίστε ώστε να τα παραδίνετε στην ίδια κατάσταση που τα πήρατε.
- 3) Ελέγχετε αν η μέτρηση που θα κάνετε είναι μέσα στις δυνατότητες των οργάνων που θα χρησιμοποιήσετε. Ιδιαίτερα στα ηλεκτρολογικά όργανα (αμπερόμετρα, βολτόμετρα κλπ.).
- 4) Εχετε πάντοτε υπόψη σας ότι στις ψυκτικές συσκευές το αποτέλεσμα μιας ρυθμίσεως δεν φαίνεται αμέσως. Γ' αυτό μετά από κάθε ρύθμιση πρέπει να περιμένετε 10 ώς 15 λεπτά και μετά να ξαναμετρήσετε την πίεση, θερμοκρασία κλπ.
- 5) Πάρτε όλα τα μέτρα προφυλάξεως, για να αποφύγετε ηλεκτροπληξία ή καταστροφή κάποιου ηλεκτρικού εξαρτήματος. **Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι επικίνδυνο για τους αδιάφορους και τους απρόσεκτους. Μπορεί να προκαλέσει ακόμα και το θάνατο.**
- 6) Εργάζεστε πάντοτε στην προκαθορισμένη θέση και μην ενοχλείτε τους συμμαθητές σας, όταν μάλιστα η συσκευή βρίσκεται υπό τάση.
- 7) Γράψτε σε φύλλο χαρτιού καθαρά τα αποτελέσματα της ασκήσεως και εξακριβώστε αν είναι σωστά.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΕΣ

ΑΣΚΗΣΗ ΠΡΩΤΗ

ΤΟ ΞΕΤΥΛΙΓΜΑ ΤΟΥ ΜΑΛΑΚΟΥ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΑ

1.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή θα μάθουν οι μαθητές τη σωστή διαδικασία ξετυλίγματος, χρήσεως και φυλάξεως του συσκευασμένου σε κουλούρα χαλκοσωλήνα.

1.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Ο χαλκός σήμερα είναι το βασικό υλικό κατασκευής σωλήνων και εξαρτημάτων για τις εγκαταστάσεις ψύξεως και κλιματισμού λόγω των ιδιοτήτων που παρουσιάζει ως υλικό. Μερικές από τις ιδιότητες του χαλκού που ενδιαφέρουν τον τεχνίτη ψυκτικό είναι ότι ο χαλκός:

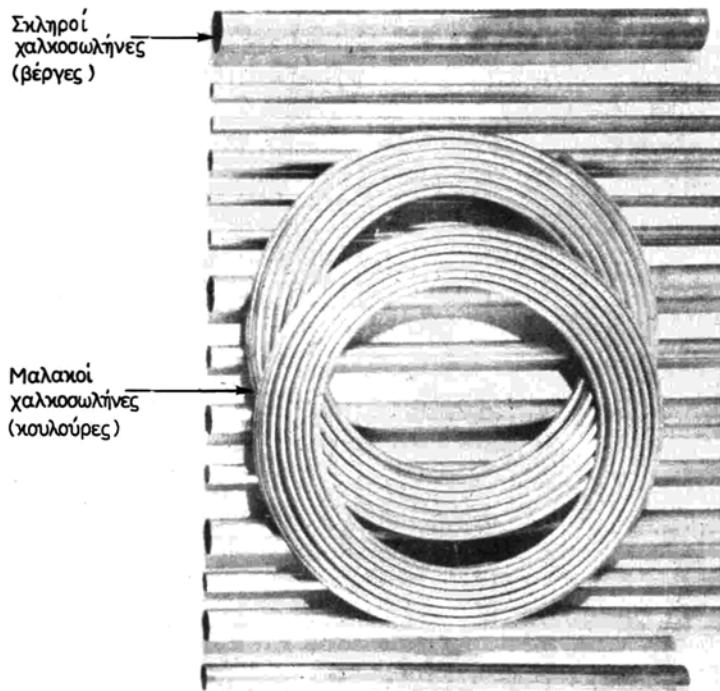
- Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στις διαβρώσεις.
- Δεν επηρεάζεται από σχεδόν κανένα οικοδομικό υλικό (ασβέστη, γύψο, τσιμέντο κλπ.) ή μεταφερόμενο ρευστό, εκτός από την αμμωνία.
- Αντέχει σε μεγάλες πιέσεις.
- Δουλεύεται εύκολα και έτσι οι κατασκευές γίνονται γρήγορα και χωρίς πολύ-πλοκα και ακριβά εργαλεία.

Οι χρησιμοποιούμενοι σωλήνες για ψύξη και κλιματισμό, αφού απαλλαγούν από ακαθαρσίες και υγρασία, κλείνονται αεροστεγώς και σφραγίζονται στα δύο άκρα τους με τάπες, προκειμένου να αποθηκευθούν για να χρησιμοποιηθούν αργότερα.

Οι χαλκοσωλήνες διακρίνονται σε **μαλακούς** και **σκληρούς**. Οι μαλακοί χαλκοσωλήνες πωλούνται σε κουλούρες, ενώ οι σκληροί σε βέργες των τριών μέτρων (σχ. 1.2). Οι μαλακοί χαλκοσωλήνες έχουν υποστεί ανόπτηση (ξεπύρωμα)* ώστε να κάμπτονται, να εκχειλώνονται ή να εκτονώνονται** εύκολα. Αντίθετα, οι σκληροί χαλκοσωλήνες δεν έχουν υποστεί την παραπάνω θερμική κατεργασία της ανοπήσεως.

* Ανόπτηση ή ξεπύρωμα ονομάζεται η θερμική κατεργασία που εφαρμόζεται σε διάφορα μέταλλα ή κράματα με σκοπό να αποκτήσουν ορισμένες μηχανικές ιδιότητες, όπως π.χ. να γίνουν περισσότερο μαλακά. Η κατεργασία αυτή συνίσταται ουσιαστικά σε θέρμανση του υλικού σε κατάλληλη θερμοκρασία για καθορισμένο χρόνο.

** Την κάμψη, την εκχείλωση και την εκτόνωση των μαλακών χαλκοσωλήνων θα αναπτύξουμε στις ασκήσεις 3, 4 και 5 αντίστοιχα.



Σχ. 1.2.
Χαλκοσωλήνες σε βέργες (σκληροί) και σε κουλούρες (μαλακοί).

Για κάθε εξωτερική διάμετρο το αντίστοιχο πάχος τόσο των μαλακών όσο και των σκληρών χαλκοσωλήνων είναι ίδιο. Οι διαστάσεις των σωλήνων και των εξαρτημάτων τους, αν είναι εισαγόμενοι από την Αμερική δίνονται σε ίντσες (in), ενώ αν είναι ευρωπαϊκής κατασκευής δίνονται σε χιλιοστά του μέτρου (mm).

Οι μαλακοί χαλκοσωλήνες που χρησιμοποιούνται στην ψύξη διακρίνονται σε τρεις τύπους: Τον τύπο K, τον τύπο L και τον τύπο M. Η διαφορά μεταξύ των τριών τύπων είναι στο πάχος του τοιχώματος για την ίδια εξωτερική διάμετρο. Οι χαλκοσωλήνες τύπου K έχουν το μεγαλύτερο πάχος τοιχώματος, ενώ οι τύπου M το μικρότερο. Οι χαλκοσωλήνες τύπου L έχουν ενδιάμεσο πάχος. Στις ψυκτικές κατασκευές χρησιμοποιείται συνήθως ο τύπος L. Στον πίνακα 1.2.1 δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μαλακών χαλκοσωλήνων ψύξεως τύπου L, αμερικανικής προελεύσεως. Αντίστοιχα τεχνικά χαρακτηριστικά των σκληρών χαλκοσωλήνων ευρωπαϊκής προελεύσεως δίνονται στον πίνακα 1.2.2.

Όταν θέλομε να κόψουμε ένα κομμάτι μαλακού χαλκοσωλήνα πρέπει πρώτα να το ξετυλίξουμε από την κουλούρα. Το ξετύλιγμα του χαλκοσωλήνα πρέπει να γίνεται με προσοχή και να ακολουθείται η διαδικασία που αναφέρεται στην παράγραφο 1.4. Ο κακός τρόπος με τον οποίο πολλές φορές προσπαθούν οι μαθητές, ή ακόμη και οι τεχνικοί, να ξετυλίξουν ένα κομμάτι χαλκοσωλήνα, έχει ως συνέπεια τη μεγάλη σπατάλη υλικού, τη μηχανική καταπόνηση του σωλήνα ή ακόμη και την παραμόρφωση της διατομής του.

Πίνακας 1.2.1

Τεχνικά χαρακτηριστικά των μαλακών χαλκοσωλήνων ψύξεως τύπου «L» προελεύσεως Αμερικής

Εξωτερική διάμετρος (in)	Πάχος τοιχώματος (in)	Βάρος ανά μονάδα μήκους (lbs/ft)	Εσωτερική διατομή (in ²)	Εξωτερική επιφάνεια ανά μονάδα μήκους (in ² /ft)
1/8 "	0,030	0,0347	0,0033	0,0327
3/16 "	0,030	0,0575	0,0129	0,0492
1/4 "	0,030	0,084	0,0284	0,0655
5/16 "	0,032	0,109	0,0483	0,0817
3/8 "	0,032	0,134	0,0780	0,0982
1/2 "	0,032	0,182	0,149	0,131
5/8 "	0,035	0,251	0,242	0,164
3/4 "	0,035	0,305	0,348	0,196

Πίνακας 1.2.2

**Τεχνικά χαρακτηριστικά των σκληρών χαλκοσωλήνων ψύξεως τύπου «L» σε ευθύγραμμα μήκη
(βέργες των 3 μέτρων) ευρωπαϊκής προελεύσεως**

Εξωτερική διάμετρος (mm)	Πάχος τοιχώματος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)	Μέγιστη πίεση λειτουργίας (kg/cm ²)	Βάρος ανά μονάδα μήκους kg/m	Εσωτερική διατομή (mm ²)	Εξωτερική επιφάνεια ανά μονάδα μήκους (m ² /m)
10	0,75	8,5	90	0,194	56,7	0,031
12	0,75	10,5	75	0,236	86,6	0,038
15	0,75	13,5	60	0,298	143,1	0,047
18	0,75	16,5	50	0,362	214,2	0,056
22	0,90	20,2	49	0,531	320,3	0,069
28	0,90	26,2	39	0,682	538,8	0,087
35	1,00	33,0	35	0,950	854,9	0,110
42	1,20	39,6	34	1,368	1231,0	0,131
54	1,20	51,6	27	1,771	2090,1	0,170

1.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Μαλακός χαλκοσωλήνας διαμέτρου 1/2 ".
- Μετροταινία.
- Πάγκος εργασίας.

1.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Εκτιμήστε το απαιτούμενο μήκος του σωλήνα που θέλετε να ξετυλίξετε.
- 2) Τοποθετήστε την κουλούρα του χαλκοσωλήνα πάνω στον πάγκο ή στο δάπεδο.
- 3) Κρατώντας με το ένα χέρι την άκρη του σωλήνα, κυλίστε την κουλούρα έτσι, ώστε να ξετυλιχθεί το μήκος που θέλετε (σχ. 1.4).



Σχ. 1.4.

Ο σωστός τρόπος ξετυλίγματος του χαλκοσωλήνα.

- 4) Ποτέ μην προσπαθείτε να τραβήξετε το χαλκοσωλήνα έξω από την κουλούρα και μάλιστα με βιασύνη. Μπορεί να σπάσετε το σωλήνα και να αχρηστεψετε ένα μεγάλο μέρος του.
 - 5) Δεν πρέπει ποτέ να ξεχνάτε να τοποθετείτε στα δύο άκρα του χαλκοσωλήνα τα πλαστικά τους καλύμματα (τάπες) μετά από κάθε χρήση. Με τον τρόπο αυτό διατηρούμε το εσωτερικό του χαλκοσωλήνα καθαρό και, κατά το δυνατό, απαλλαγμένο από υγρασία.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΥΤΕΡΗ
ΤΟ ΚΟΨΙΜΟ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΑ

2.1 Σκοπός.

Σκοπός αυτής της ασκήσεως είναι να γνωρίσουν οι μαθητές τα διάφορα εργαλεία κοπής χαλκοσωλήνων και να εξοικειωθούν με την σωστή χρήση του κόφτη.

2.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Το κόψιμο του σωλήνα έχει μεγάλη σημασία για τη σύνδεσή του με τα διάφορα εξαρτήματα. Αν το κόψιμο δεν είναι εντελώς κάθετο ή αν κατά το κόψιμο δημιουργηθεί κάποια παραμόρφωση του σωλήνα, δεν προσαρμόζονται τα τυποποιημένα εξαρτήματα συνδέσεως των χαλκοσωλήνων και η όλη διαδικασία της κατασκευής δυσκολεύει.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για το κόψιμο του χαλκοσωλήνα είναι ο **κόφτης χαλκοσωλήνων** και το **σιδηροπρίσονο**. Η κοπή των μαλακών χαλκοσωλήνων γίνεται με τον κόφτη, ενώ των σκληρών με το σιδηροπρίσονο και με τη βοήθεια ειδικής μέγγενης. Η λάμα του σιδηροπρίσουνου πρέπει να έχει 32 δόντια ανά ίντσα. Μπορούμε επίσης να κόψομε σκληρούς χαλκοσωλήνες και με κόφτη.

Κάθε κόφτης έχει μέγιστο άνοιγμα, και επομένως **η δυνατότητα κοπής** του περιορίζεται σε ορισμένη περιοχή διαμέτρων χαλκοσωλήνα. Π.χ. από $1\frac{1}{4}$ " ως $3\frac{3}{4}$ ". Ο σωστός τρόπος κοπής χαλκοσωλήνα με κόφτη φαίνεται στο σχήμα 2.2α.

Οι κόφτες χαλκοσωλήνων φέρουν συνήθως και ειδικό εξάρτημα για την απόξεση των γρεζίων που μένουν μετά το κόψιμο. Το εξάρτημα αυτό ονομάζεται **ξύστρα γρεζιών** (σχ. 2.2β).

Ο σωστός τρόπος κοπής σκληρού χαλκοσωλήνα, με σιδηροπρίσονο φαίνεται στο σχήμα 2.2γ. Στο σχήμα αυτό φαίνεται και η ειδική μέγγενη στην οποία πρέπει να σφίξομε προσεκτικά το χαλκοσωλήνα ώστε να μην τον καταστρέψουμε.

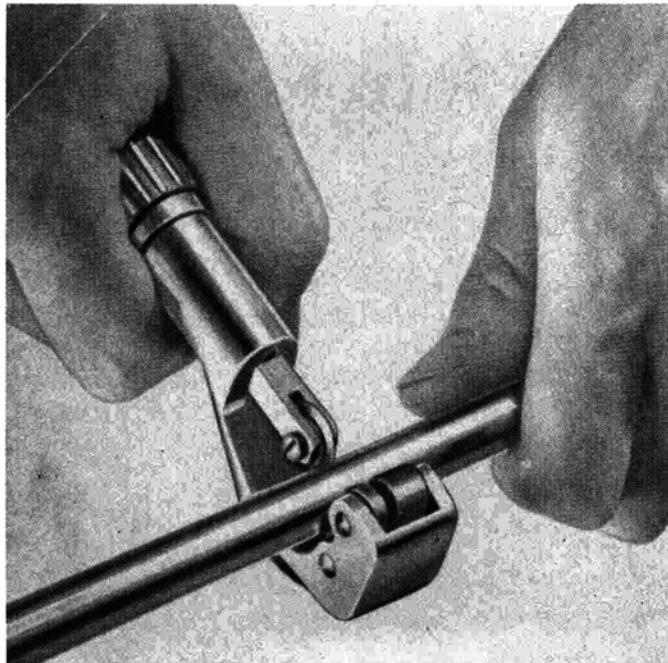
Για την κοπή χαλκοσωλήνων πολύ μικρών διαμέτρων, όπως είναι οι τριχοειδείς σωλήνες, χρησιμοποιείται τριγωνική λίμα.

Ο τρόπος εργασίας με τη λίμα αυτή είναι ο εξής:

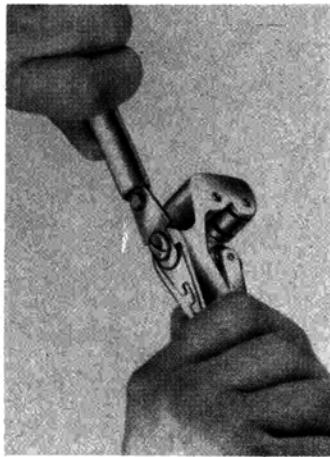
Με μια τριγωνική λίμα λιμάρομε πρώτα το σωλήνα γύρω-γύρω με προσοχή και δημιουργούμε βαθιά αυλάκωση. Κατόπιν τσακίζομε το σωλήνα και με την ίδια λίμα ομαλοποιούμε τα άκρα του. Σ' αυτές τις περιπτώσεις κοπής χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για να μην μπουν γρέζια μέσα στο χαλκοσωλήνα.

2.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

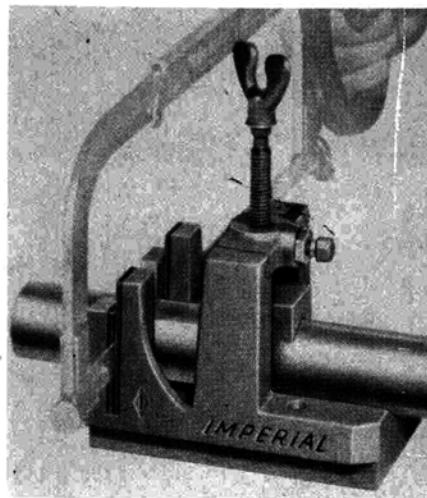
- Χαλκοσωλήνες διάφορων διαμέτρων.

**Σχ. 2.2α.**

Σωστός τρόπος κοπής χαλκοσωλήνα με κόφτη.

**Σχ. 2.2β.**

Απόξεση γρεζιών με την ξύστρα του κόφτη.

**Σχ. 2.2γ.**

Κόψιμο χαλκοσωλήνα με σιδηροπρίονο.

- Κόφτες χαλκοσωλήνων με δυνατότητα κοπής από $1/4''$ ως $3/4''$.
- Σιδηροπρίονο με λάμα 32 δοντών ανά ίντσα.
- Ειδική μέγγενη για τη συγκράτηση του χαλκοσωλήνα.

- Ξύστρες διάφορων τύπων.
- Μετροταινία.

2.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Ξετυλίξτε σωστά το σωλήνα στο μήκος που θέλετε (π.χ. 50 cm).
- 2) Διαλέξτε τον κατάλληλο κόφτη, περάστε τον στο χαλκοσωλήνα και σφίξτε τον μέχρι το σημείο που το μαχαίρι του κόφτη να ακουμπήσει πάνω στο χαλκοσωλήνα.
- 3) Περιστρέψτε τον κόφτη γύρω από το σωλήνα, σφίγγοντας το ρυθμιστή του μαχαιριού προοδευτικά σε κάθε στροφή γύρω από το σωλήνα.

Προσοχή:

Μη σφίγγετε υπερβολικά το μαχαίρι του κόφτη πάνω στο σωλήνα, γιατί έτσι ο σωλήνας θα παραμορφωθεί και η όλη διαδικασία της κοπής του σωλήνα θα αποτύχει.



Σχ. 2.4.

Ξύστρα καθαρισμού γρεζιών τύπου «βαρελάκι» και ο σωστός τρόπος χρήσεώς της.

- 4) Αφαιρέστε τα γρέζια από τα χείλη του σωλήνα με τη βοήθεια μιας ξύστρας (σχ. 2.4). Μην χρησιμοποιείτε υπερβολικά την ξύστρα. **Η υπερβολική χρήση της ξύστρας αδυνατίζει τα χείλη του σωλήνα και σπάζουν εύκολα.**
- 5) Εξετάστε προσεκτικά τα σημεία στα οποία καθαρίσατε τα γρέζια και βεβαιωθείτε για την καλή κατάσταση των χειλιών του σωλήνα.
- 6) Επαναλάβετε το κόψιμο χαλκοσωλήνων διάφορων διαμέτρων ακολουθώντας την παραπάνω πορεία. Έτσι θα αποκτήσετε πείρα στη σωστή χρήση των εργαλείων και στις διαδικασίες κοπής των χαλκοσωλήνων.

Παρατήρηση.

Στην διάρκεια του καθαρισμού των γρεζιών να **κρατάτε το σωλήνα πάντα προς τα κάτω**. Ετσι εμποδίζετε την είσοδο γρεζιών στο σωλήνα και θα αποφύγετε τη δημιουργία σοβαρών προβλημάτων στη λειτουργία του δικτύου που κατασκευάζετε.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΤΗ

Η ΚΑΜΨΗ ΤΩΝ ΜΑΛΑΚΩΝ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΩΝ

3.1 Σκοπός.

Σκοπός αυτής της ασκήσεως είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές με τα εργαλεία και με τη σωστή διαδικασία κάμψεως των χαλκοσωλήνων.

3.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η κάμψη των μαλακών χαλκοσωλήνων δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα. Αρκεί βέβαια να χρησιμοποιήσουμε τα κατάλληλα εργαλεία και να ακολουθήσουμε τη σωστή διαδικασία.

Θα πρέπει να έχομε υπόψη μας ότι ο χαλκός, όσο περισσότερο καταπονείται (κάμπτεται - ισιώνεται - επανακάμπτεται κλπ.), τόσο περισσότερο σκληραίνει και επομένως τόσο πιο δύσκολη γίνεται η συνέχιση της επέξεργασίας του. Γ' αυτό θα πρέπει να αποφεύγονται λανθασμένες κάμψεις και επανακάμψεις στο ίδιστο σημείο του σωλήνα. Αν όμως συμβεί κάτι τέτοιο, τότε θα πρέπει να ανοπτήσουμε (ξεπυρώσουμε) το σωλήνα και μετά να επιχειρήσουμε νέα κάμψη. Η ανόπτηση πραγματοποιείται θερμαίνοντας το χαλκοσωλήνα μέχρι να πάρει ένα χρωματισμό περίπου βυσσινί και αφήνοντάς τον κατόπιν να κρυώσει στον αέρα.

Για να αποφεύγονται λανθασμένες κάμψεις θα πρέπει να έχομε υπόψη μας τα ακόλουθα:

- 1) Να υπολογίζομε και να μετράμε προσεκτικά τις διαστάσεις στις οποίες θα γίνει κάμψη και να τις σημειώνομε πάνω στο σωλήνα. Το απαιτούμενο μήκος χαλκοσωλήνα για κάμψη κατά γωνία **φ ακτίνιων** υπολογίζεται από τη σχέση:

$$L = R_k \cdot \phi \quad (3.1)$$

όπου: L το μήκος κάμψεως σε mm

R_k η ακτίνα κάμψεως σε mm

φ η γωνία κάμψεως σε rad (ακτίνια)

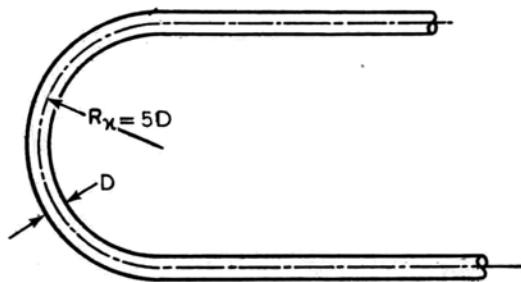
Υπενθυμίζομε ότι: γωνία $\phi = 45^\circ$ αντιστοιχεί σε $\pi/4$ ακτίνια

γωνία $\phi = 90^\circ$ αντιστοιχεί σε $\pi/2$ ακτίνια

γωνία $\phi = 180^\circ$ αντιστοιχεί σε π ακτίνια.

- 2) Η ακτίνα κάμψεως του χαλκοσωλήνα δεν πρέπει να είναι μικρότερη από **πέντε διαμέτρους του σωλήνα** που κάμπτομε, για σωλήνες μικρών διαμέτρων (μέχρι $5/8''$) και από δέκα διαμέτρους για σωλήνες μεγαλύτερων διαμέτρων. Η ακτίνα κάμψεως π.χ. για ένα σωλήνα $1/2''$ είναι:

$$R_k = 5 D = 5 \times 1/2'' = 2,5'' \text{ ή } 6,35 \text{ cm.}$$



Σχ. 3.2α.
Κάμψη 180° σε χαλκοσωλήνα.

Στο σχήμα 3.2α φαίνεται κάμψη 180° σε σωλήνα. Η ακτίνα κάμψεως είναι:
 $R_k = 5D$. Το μήκος κάμψεως είναι:

$$L = R_k \cdot \pi = 5 \cdot D \cdot \pi = 15,7 D$$

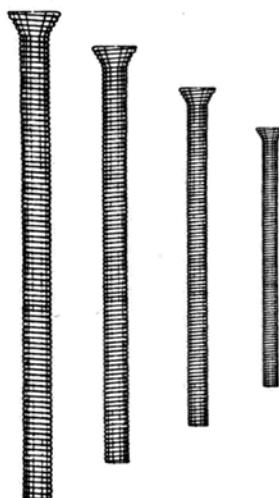
Η κάμψη των χαλκοσωλήνων μπορεί να γίνει με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

a) Με το χέρι.

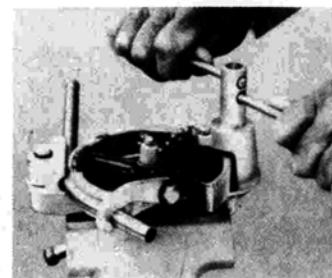
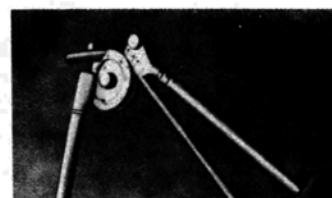
Ο τρόπος αυτός, που είναι εντελώς εμπειρικός, εφαρμόζεται όταν πρόκειται για χαλκοσωλήνες με μικρές διαμέτρους, π.χ. $1/4''$. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή και γι' αυτό η μέθοδος αυτή θα πρέπει να αποφεύγεται από τους τεχνίτες που δεν έχουν σχετική πείρα.

b) Με ειδικά ελατήρια κάμψεως χαλκοσωλήνων.

Με τον τρόπο αυτό κάμπτουμε το χαλκόσωλήνα χρησιμοποιώντας ειδικά, προκατασκευασμένα για κάθε διάμετρο, ελατήρια κάμψεως.



Σχ. 3.2β.
Σειρά εξωτερικών ελατηρίων κάμψεως χαλκοσωλήνων.



Σχ. 3.2γ.
Συσκευές κάμψεως χαλκοσωλήνων (κουρμπαδόροι).

Τα ελατήρια κάμψεως διακρίνονται σε **εξωτερικά**, όταν ο ο σωλήνας μπαίνει μέσα στα ελατήρια και σε **εσωτερικά** όταν τα ελατήρια μπαίνουν μέσα στο σωλήνα.

Τα εξωτερικά και εσωτερικά ελατήρια κυκλοφορούν στο εμπόριο σε σειρές, στις οποίες περιλαμβάνονται όλες οι διάμετροι των σωλήνων που κυκλοφορούν στο εμπόριο (σχ. 3.2β).

Τα εξωτερικά ελατήρια είναι καταλληλότερα για κάμψεις στο μέσο περίπου του κομματιού του χαλκοσωλήνα και για περιπτώσεις που δεν έχει γίνει ακόμη η εκχείλωση του σωλήνα. Αν στο σωλήνα έχει γίνει εκχείλωση ή εκτόνωση ή αν η κάμψη που επιθυμούμε είναι προς τα άκρα του σωλήνα, προτιμούμε τη χρήση εσωτερικών ελατηρίων.

γ) Με ειδικά καμπτικά εργαλεία (κουρμπαδόρους).

Με τα εργαλεία αυτά εκτελούνται κάμψεις με μεγαλύτερη ακρίβεια και ευκολία, αλλά το κόστος τους είναι μεγάλο σε σύγκριση με το κόστος των ελατηρίων κάμψεως. Στο σχήμα 3.2γ φαίνονται δύο συσκευές κάμψεως χαλκοσωλήνων. Πάντως με οποιονδήποτε τρόπο και αν επιχειρήσομε την κάμψη, θα πρέπει να κάμπτομε το σωλήνα προοδευτικά και όχι απότομα (με μια κίνηση). Έτσι αποφεύγεται το τσάκισμα του χαλκοσωλήνα ή η άσκοπη καταπόνησή του.

3.3 Κάμψη χαλκοσωλήνων σε 90° με ελατήρια.

3.3.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

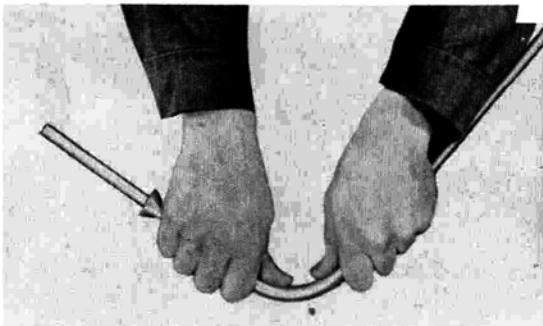
- Χαλκοσωλήνες διάφορων διαμέτρων.
- Σειρά ελατηρίων κάμψεως χαλκοσωλήνων.

3.3.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Ξετυλίξτε το χαλκοσωλήνα στο απαιτούμενο μήκος με τον τρόπο που αναφέρθηκε στην Άσκηση 1.
- 2) Υπολογίστε την απαιτούμενη ακτίνα κάμψεως (R_k) για το χαλκοσωλήνα που χρησιμοποιείτε.
- 3) Υπολογίστε το απαιτούμενο μήκος χαλκοσωλήνα για κάμψη 90°, εφαρμόζοντας την γνωστή σας ήδη σχέση (3.1):

$$L = \frac{R_k \cdot \pi}{2} = 1,57 R_k$$

- 4) Μετράτε και σημειώνετε πάνω στο χαλκοσωλήνα τα σημεία στα οποία θα κάνετε την κάμψη.
- 5) Διαλέξτε το σωστό μέγεθος ελατηρίου κάμψεως για το σωλήνα που θα κάμψετε, π.χ. 1/2”.
- 6) Περάστε το σωλήνα μέσα στο ελατήριο, αν το ελατήριο είναι εξωτερικό, ή το ελατήριο μέσα στο σωλήνα, αν το ελατήριο είναι εσωτερικό.
- 7) Χρησιμοποιώντας τα δύο χέρια σας με τους αντίχειρες τοποθετημένους στο εσωτερικό της κάμψεως (σχ. 3.3α), προσπαθήστε να πετύχετε την κάμψη που επιθυμείτε.
- 8) Τραβήξτε σιγά-σιγά το σωλήνα, συστρέφοντας το ελατήριο αριστερά-δεξιά,



Σχ. 3.3α.

Ο σωστός τρόπος κάμψεως χαλκοσωλήνα με ελατήριο.



Σχ. 3.3β.

Το βγάλσιμο του χαλκοσωλήνα από το ελατήριο.

ώστε να αποχωριστεί ο σωλήνας από το ελατήριο (σχ. 3.3β). (Με την ίδια διαδικασία εξάγεται και το εσωτερικό ελατήριο από το χαλκοσωλήνα).

- 9) Ελέγχετε προσεκτικά αν η κάμψη που κάνατε έχει όλα τα χαρακτηριστικά και τις διαστάσεις που επιθυμείτε.
- 10) Συνεχίστε να κάμπτετε χαλκοσωλήνες διάφορων διαμέτρων, με διαφορετικές ακτίνες κάμψεως (R_k) και διαφορετικές γωνίες (π.χ. κάμψεις 45° , 90° , 180°), ώστε να εξοικειωθείτε με τις δυσκολίες που παρουσιάζονται.

3.4 Κάμψη χαλκοσωλήνων με καμπτικό εργαλείο (κουρμπαδόρο).

Με τους κουρμπαδόρους μπορούμε να πραγματοποιήσουμε κάμψεις σε χαλκοσωλήνες με μεγάλη ακρίβεια. Η ακρίβεια με την οποία πραγματοποιείται μια κάμψη με κουρμπαδόρο εξαρτάται από το πόσο σωστά χειριζόμαστε το εργαλείο και από την ποιότητα και τον τύπο του κουρμπαδόρου.

Οι κουρμπαδόροι κυκλοφορούν συνήθως σε σειρές, που καλύπτουν όλες τις συνηθισμένες διαμέτρους των χαλκοσωλήνων του εμπορίου. Έτσι έχομε κουρμπαδόρους $1\frac{1}{2}''$, $3\frac{3}{4}''$ κλπ. Στο σχήμα 3.4α φαίνεται ο πιο συνηθισμένος τύπος κουρμπαδόρου.

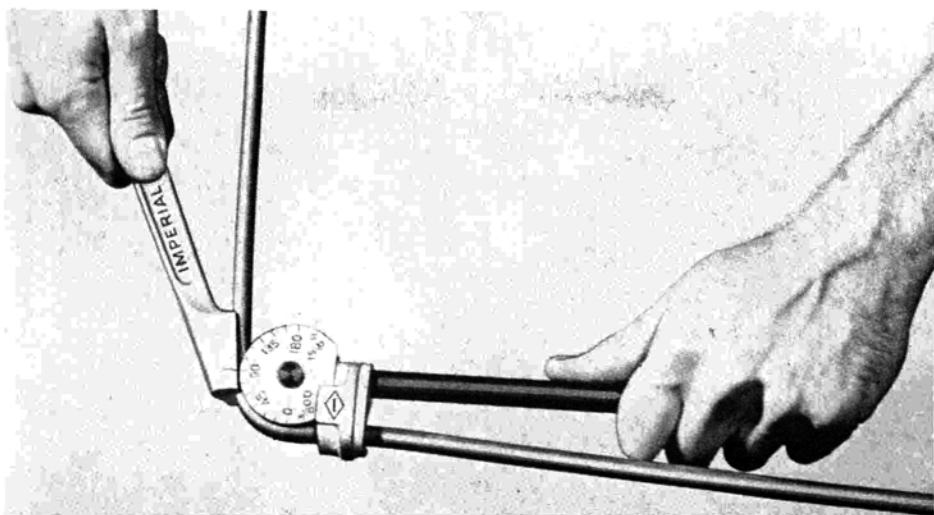
Παρά την ακρίβεια και την ευκολία με την οποία γίνονται οι κάμψεις με κουρμπαδόρους, οι ψυκτικοί δεν τους χρησιμοποιούν τόσο συχνά όσο τα ελατήρια κάμψεως, γιατί, όπως είπαμε, στοιχίζουν ακριβότερα.

3.4.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Χαλκοσωλήνες διάφορων διαμέτρων (π.χ. $3\frac{3}{8}''$, $1\frac{1}{2}''$ κλπ.).
- Κουρμπαδόροι αντίστοιχων υποδοχών με τους χαλκοσωλήνες που θα κάμψετε.
- Μολύβι, χαρτί.

3.4.2 Πορεία εργασίας (για κάμψη 180°).

- 1) Υπολογίστε το απαιτούμενο μήκος του χαλκοσωλήνα (σε mm) για κάμψη 180° , από τη γνωστή σας ήδη σχέση (3.1):

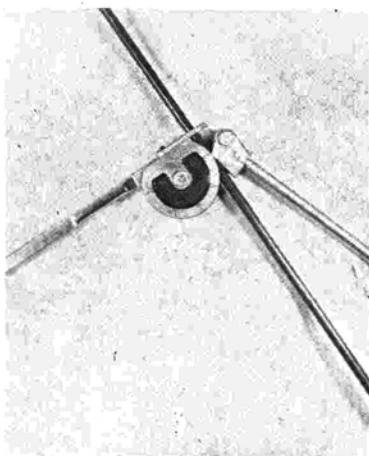
**Σχ. 3.4α.**

Ο συνηθέστερος τύπος κουρμπαδόρου για την κάμψη χαλκοσωλήνων.

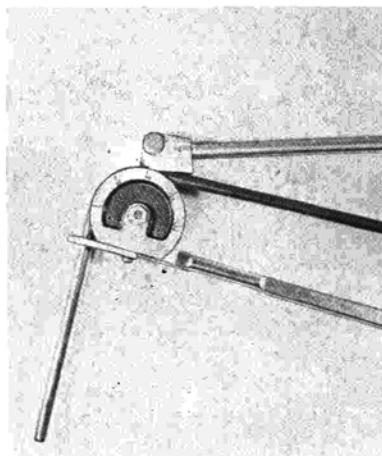
$$L = R_K \cdot \pi = 5D\pi = 15,7 D$$

όπου: D η διάμετρος του χαλκοσωλήνα σε mm.

- 2) Διαλέξτε τον κατάλληλο κορμπαδόρο για τη διάμετρο που θα κάμψετε (π.χ. $\frac{1}{2}''$).
- 3) Εφαρμόστε το χαλκοσωλήνα στην υποδοχή του κουρμπαδόρου (σχ. 3.4β).

**Σχ. 3.4β.**

Εφαρμογή του χαλκοσωλήνα στην υποδοχή του κουρμπαδόρου.

**Σχ. 3.4γ.**

Κάμψη χαλκοσωλήνα 90° .

- 4) Γυρίστε την κινητή λαβή του κουρμπαδόρου μέχρι να πραγματοποιήσετε κάμψη 90° (σχ. 3.4γ).

- 5) Συνεχίστε το γύρισμα του κινητού μοχλού του κουρμπαδόρου μέχρι να πετύχετε κάμψη 180° .
 - 6) Βγάλτε το σωλήνα από τον κουρμπαδόρο και ελέγξτε την ακρίβεια της κατασκευής.
 - 7) Κάμψτε και άλλους χαλκοσωλήνες διάφορων διαμέτρων, ώστε να εξασκηθείτε αρκετά με τη βασική αυτή εργασία των ψυκτικών.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

Η ΕΚΧΕΙΛΩΣΗ ΤΩΝ ΜΑΛΑΚΩΝ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΩΝ ΨΥΞΕΩΣ

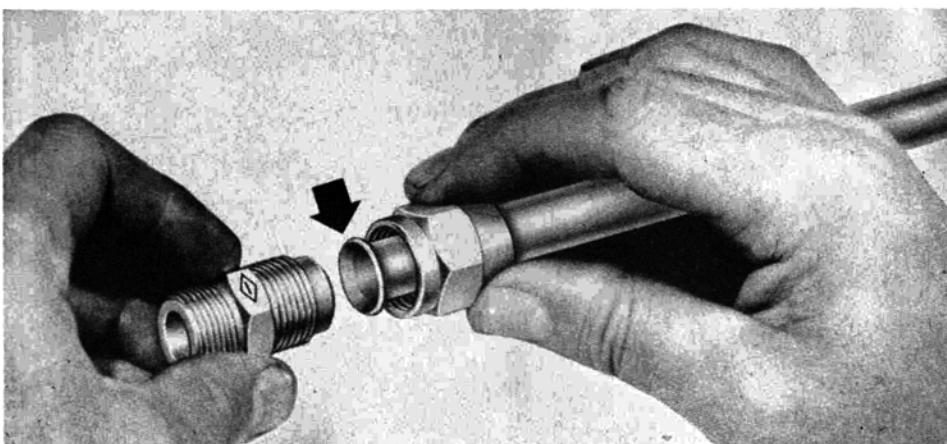
4.1 Σκοπός.

Σκοπός της ασκήσεως είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές με τα ειδικά εργαλεία εκχειλώσεως χαλκοσωλήνων και με τη σωστή χρήση τους.

4.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

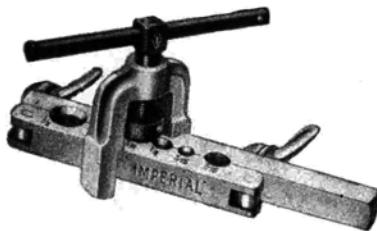
Η εκχείλωση των άκρων χαλκοσωλήνα απαιτείται όταν θέλομε να συνδέσουμε με τη βοήθεια εξαρτημάτων κομμάτια χαλκοσωλήνων μεταξύ τους ή με εξαρτήματα μιας ψυκτικής μηχανής. Για τη συναρμολόγηση ενός δίκτυου χαλκοσωλήνων με τη μέθοδο της εκχειλώσεως, είναι απαραίτητα και τα αντίστοιχα προς τη διάμετρο του χρησιμοποιούμενου σωλήνα βιδωτά εξαρτήματα, όπως είναι οι σύνδεσμοι (ρακόρ), οι μαστοί, οι γωνίες κλπ. (σχ. 4.2α).

Πρέπει να προσέχουμε κατά την εκτέλεση της εκχειλώσεως, ώστε να επιτύχομε καλή εκχείλωση, για να έχομε στη συνέχεια ισχυρό και χωρίς διαρροές δίκτυο σωληνώσεων μιας ψυκτικής μονάδας.



Σχ. 4.2α.

Εκχειλωμένο άκρο χαλκοσωλήνα με περασμένο το σύνδεσμο (ρακόρ) έτοιμο να συνδεθεί σε εξάρτημα.



Σχ. 4.2β.

Εργαλείο εκχειλώσεως χαλκοσωλήνων.

Σχ. 4.2γ.

Εργαλείο κατάλληλο για εκχείλωση με διπλά χείλη.

Οι εκχειλώσεις των χαλκοσωλήνων γίνονται με τη βοήθεια ειδικών εργαλείων που λέγονται **εκχειλωτικά** (σχ. 4.2β).

Κάθε εκχειλωτικό εργαλείο αποτελείται από την **πλάκα συγκρατήσεως** του σωλήνα και από τον **εκχειλωτικό κώνο**. Η πλάκα συγκρατήσεως φέρει υποδοχές για μια περιοχή διαμέτρων χαλκοσωλήνων, π.χ. από $\frac{1}{16}$ " ως $\frac{5}{8}$ ".

Οι εκχειλώσεις που γίνονται για τη συναρμολόγηση δικτύων μικρών ψυκτικών εγκαταστάσεων είναι συνήθως 45° , σε αντίθεση προς τις εκχειλώσεις μεγάλων εγκαταστάσεων βιομηχανικού τύπου που είναι συνήθως 37° . Επίσης οι εκχειλώσεις χαλκοσωλήνων μπορεί να γίνουν απλές, όπως στις εφαρμογές ψύξεως ή με διπλά χείλη, όταν οι συνδέσεις υπόκεινται σε μεγάλες καταπονήσεις και σοβαρούς κραδασμούς (σχ. 4.2γ).

4.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Χαλκοσωλήνες διάφορων διαμέτρων.
- Κόφτης χαλκοσωλήνων.
- Ξύστρα καθαρισμού των γρεζιών.
- Εκχειλωτικά εργαλεία.

4.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Κόψτε ένα κομμάτι χαλκοσωλήνα διαμέτρου π.χ. $\frac{1}{2}$ " και αφαιρέστε τα γρέζια με τη βοήθεια ειδικής ξύστρας.
- 2) Τοποθετήστε το σύνδεσμο (ρακόρ) που απαιτείται για τη σύνδεση που πρόκειται να κάνετε, πριν αρχίσετε τη διαδικασία της εκχειλώσεως. Άλλιώς υπάρχει περίπτωση να επαναλάβετε όλη την εργασία και να ξοδέψετε έτσι άσκοπα υλικό και χρόνο.
- 3) Τοποθετήστε το σωλήνα στην κατάλληλη υποδοχή του εργαλείου εκχειλώσεως. Το μήκος του σωλήνα πάνω από την πλάκα συγκρατήσεως, πρέπει να είναι περίπου μισό εκατοστό (0,5 cm).
- 4) Σφίξτε τώρα το σωλήνα μέσα στην υποδοχή της πλάκας συγκρατήσεως, με τη βοήθεια του ειδικού μοχλού συσφίξεως που έχει το εργαλείο.
- 5) Τοποθετήστε τον εκχειλωτικό κώνο του εκχειλωτικού εργαλείου και σφίξτε τον μέχρι να επιτύχετε την εκχείλωση που επιθυμείτε.

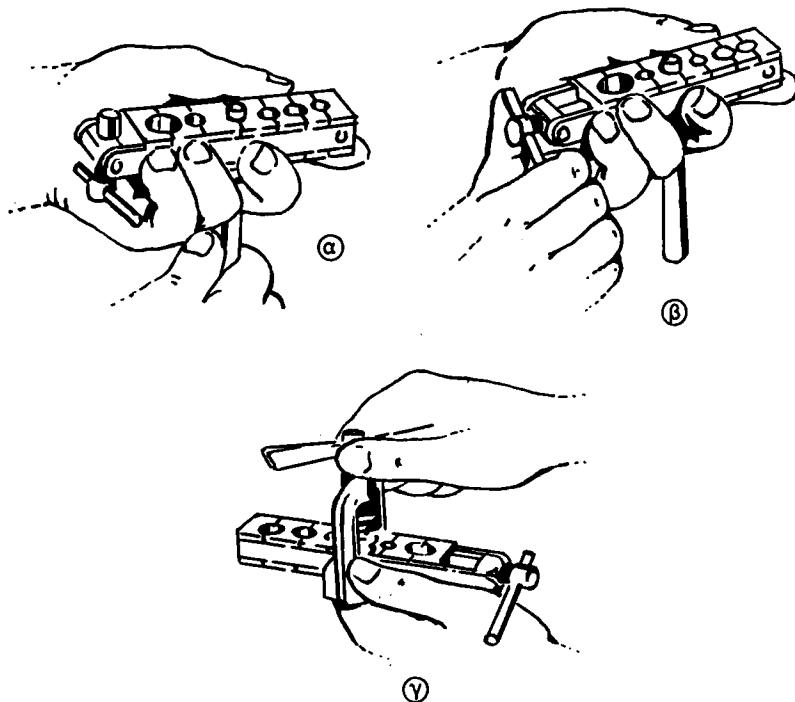
Αποφύγετε το υπερβολικό σφίξιμο του κώνου. Αν σφίξετε υπερβολικά τον

κώνο μπορεί να σπάσουν τα χείλη του χαλκοσωλήνα και να αχρηστευθεί η όλη εργασία σας.

- 6) Αφαιρέστε το σωλήνα από το εργαλείο και εξετάστε προσεκτικά την εκχείλωση για τυχόν βλάβη των χειλιών.

Παρατήρηση.

Για να κάνετε την εκχείλωση πιο εύκολα, βάλτε λίγο λάδι στον κώνο του εκχειλωτικού εργαλείου. Στο σχήμα 4.4 φαίνεται η όλη διαδικασία εκχειλώσεως.



Σχ. 4.4.
Διαδικασία εκχειλώσεως.

- α) Τοποθέτηση του χαλκοσωλήνα στο εργαλείο εκχειλώσεως.
- β) Το σφίξιμο του χαλκοσωλήνα στο εργαλείο.
- γ) Η τοποθέτηση του εκχειλωτικού κώνου.

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΜΠΤΗ

ΕΚΤΟΝΩΣΗ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΩΝ ΨΥΞΕΩΣ

5.1 Σκοπός.

Η άσκηση αυτή έχει ως σκοπό να μάθουν οι μαθητές τη διαδικασία συνδέσεως δύο κομματιών χαλκοσωλήνα της ίδιας διαμέτρου με τη μέθοδο της εκτονώσεως. Επίσης να μάθουν τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την εκτόνωση και να εξοικειωθούν με τη σωστή χρήση τους.

5.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Με τον όρο εκτόνωση εννοούμε τη διεύρυνση της διαμέτρου του άκρου ενός χαλκοσωλήνα, που γίνεται όταν θέλομε να συγκολλήσουμε δύο κομμάτια χαλκοσωλήνα με την ίδια διάμετρο. Η εργασία αυτή είναι πολύ συνηθισμένη στις ψυκτικές εγκαταστάσεις, γιατί δίνει τη δυνατότητα πάρα πολύ οικονομικής κατασκευής, μια και δεν χρησιμοποιούνται εξαρτήματα συνδέσεως, όπως σύνδεσμοι (ρακόρ), μαστοί κλπ. που ανεβάζουν το κόστος. Επίσης ο χρόνος που απαιτείται για όλη τη διαδικασία συνδέσεως με τη μέθοδο της εκτονώσεως είναι μικρότερος σε σύγκριση με το χρόνο που απαιτούν άλλες μέθοδοι συνδέσεως.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την εκτόνωση των άκρων χαλκοσωλήνων λέγονται **εκτονωτικά εργαλεία** και κυκλοφορούν σε σειρές (σετ) με δυνατότητα εκτονώσεως μιας περιοχής διαμέτρων χαλκοσωλήνων του εμπορίου, π.χ. από $\frac{1}{4}''$ ως $\frac{3}{4}''$.

- Τα εκτονωτικά εργαλεία που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι τριών τύπων:
- Τα εκτονωτικά εργαλεία **τύπου ζουμπά** (σχ. 5.2α).
 - Τα εκτονωτικά εργαλεία **με πλάκα συγκρατήσεως** του χαλκοσωλήνα και **μηχανισμό συσφίξεως** (καβαλέτο) (σχ. 5.2β).
 - Τα εκτονωτικά **εργαλεία πάγκου** που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές και που δεν θα μας απασχολήσουν εδώ.

Η εκτόνωση με εκτονωτικό ζουμπά γίνεται με τη βοήθεια σφυριού και πλάκας συγκρατήσεως, στην οποία συγκρατείται το άκρο του σωλήνα που πρόκειται να εκτονωθεί.

Η εκτόνωση με σφιγκτήρα και πλάκα συγκρατήσεως επιτυγχάνεται με προοδευτικό σφίξιμο του εκτονωτικού εξαρτήματος (πείρος) που είναι προσαρμοσμένο στο σφιγκτήρα. Το ειδικό εξάρτημα εκτονώσεως είναι ανάλογο με τη διάμετρο του σωλήνα που πρόκειται να εκτονώσουμε και μπορούμε να το αλλάζομε με άλλο με μικρότερη ή μεγαλύτερη διάμετρο.



Σχ. 5.2α.

Εκτονωτικά εργαλεία τύπου ζουμπά.

Σχ. 5.2β.

Εκτονωτικό εργαλείο με πλάκα συγκρατήσεως και μηχανισμό συσφίξεως.

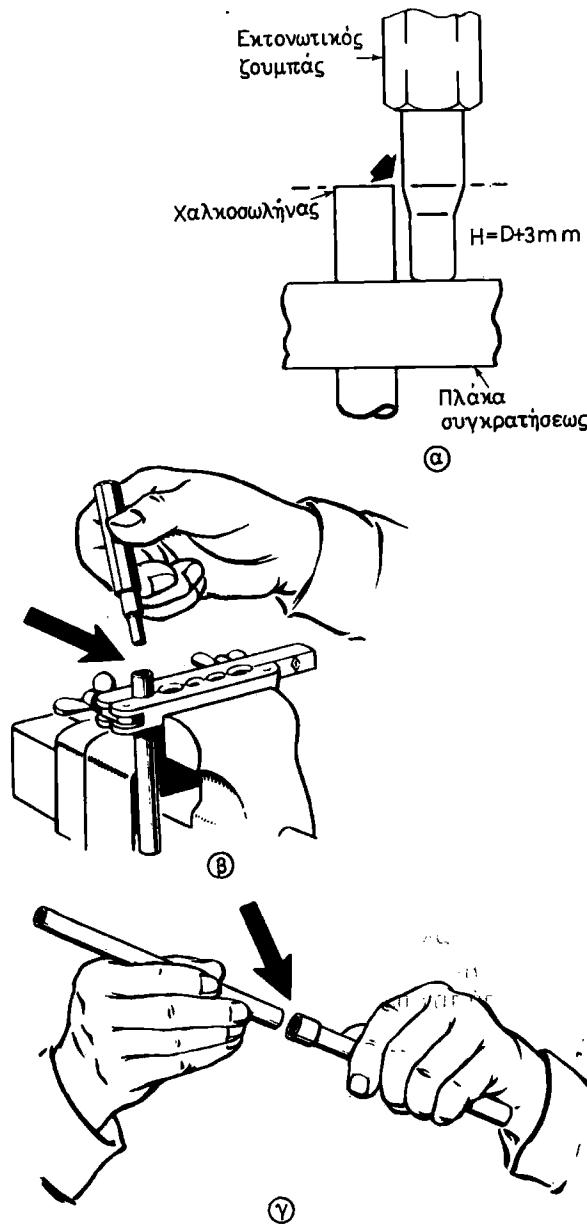
5.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Χαλκοσωλήνες διάφορων διαμέτρων.
- Ξύστρα καθαρισμού των γρεζιών.
- Σειρά εκτονωτικών ζουμπάδων.
- Εκτονωτικό εργαλείο με πλάκα συγκρατήσεως και καβαλέτο.

5.4 Πορεία εργασίας.

5.4.1 Με ζουμπά και σφυρί.

- 1) Κόψτε το χαλκοσωλήνα και καθαρίστε από τα γρέζια το άκρο που θα εκτονωθεί.
- 2) Περάστε το χαλκοσωλήνα στην αντίστοιχη υποδοχή της πλάκας συγκρατήσεως [σχ. 5.4α(α)].
- 3) Αφήστε πάνω από την πλάκα συγκρατήσεως ένα μέρος του χαλκοσωλήνα ίσο με τη διάμετρο συν 3 χιλιοστά ($H = D + 3\text{mm}$).
- 4) Σφίξτε πρώτα την πεταλούδα της πλάκας συγκρατήσεως που βρίσκεται κοντύτερα στο σωλήνα και μετά την άλλη, μέχρι που να σφίξει καλά ο σωλήνας μέσα στην πλάκα.
- 5) Τοποθετήστε με προσοχή τον εκτονωτικό ζουμπά (εντελώς κάθετα) μέσα στο σωλήνα που θα εκτονώσετε [σχ. 5.4α(β)].
- 6) Χτυπήστε με το σφυρί τον εκτονωτικό ζουμπά μέχρι να ολοκληρωθεί η εκτόνωση του χαλκοσωλήνα που βρίσκεται πάνω από την πλάκα συγκρατήσεως.
- 7) Ξεσφίξτε τις πεταλούδες της πλάκας συγκρατήσεως, βγάλτε το σωλήνα και εξετάστε προσεκτικά την εκτόνωση για τυχόν βλάβη του σωλήνα στο σημείο της εκτονώσεως [σχ. 5.4α(γ)].
- 8) Επαναλάβετε την άσκηση με σωλήνες διάφορων διαμέτρων, ώστε να αποκτήσετε πείρα στη διαδικασία της εκτονώσεως.

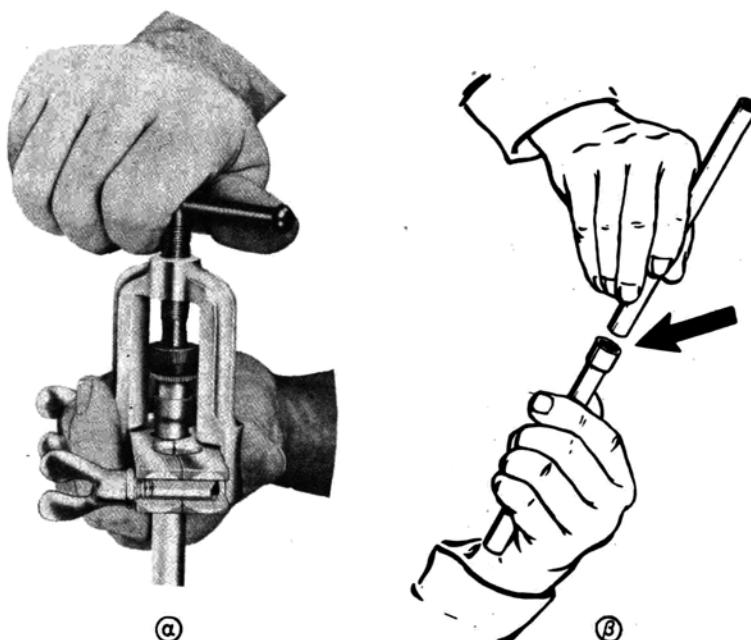
**Σχ. 5.4α.**

Φάσεις εκτονώσεως χαλκοσωλήνα με ζουμπά.

5.4.2 Εκτόνωση με καβαλέτα.

- 1) Προετοιμάστε το άκρο του χαλκοσωλήνα που θα εκτονωθεί, όπως και στην περίπτωση εκτονώσεως με ζουμπά και σφυρί.

- 2) Περάστε το χαλκοσωλήνα στην πλάκα συγκρατήσεως και αφήστε πάνω από την πλάκα συγκρατήσεως κομμάτι ίσο με μία διάμετρο συν 3 mm (D + 3mm).
- 3) Σφίξτε τώρα καλά τις πεταλούδες συσφίξεως της πλάκας που συγκρατεί το χαλκοσωλήνα.
- 4) Περάστε το καβαλέτο στην πλάκα συγκρατήσεως του χαλκοσωλήνα, αφού ελέγχετε αν το ειδικό εξάρτημα για την πραγματοποίηση της εκτονώσεως (πείρος) είναι το κατάλληλο για τη διάμετρο που θα εκτονώσετε. Ο πείρος είναι προσαρμοσμένος στο σφιγκτήρα του καβαλέτου.
- 5) Σφίγγετε προοδευτικά το σφιγκτήρα μέχρι να μπει ο πείρος εκτονώσεως μέσα στο χαλκοσωλήνα. Στη φάση αυτή ελέγξτε την εντελώς κάθετη θέση του πείρου, πριν αρχίσει η εκτόνωση [σχ. 5.4β(α)].
- 6) Σφίγγετε σιγά-σιγά, με τη βοήθεια του μοχλού του σφιγκτήρα, μέχρι να ολοκληρωθεί η εκτόνωση.
- 7) Ξεσφίξτε το σφιγκτήρα του καβαλέτου και μετά βγάλτε το καβαλέτο από την πλάκα συγκρατήσεως του σωλήνα.
- 8) Βγάλτε το σωλήνα από την πλάκα συγκρατήσεως, αφού ξεσφίξτε τις δύο πεταλούδες που σφίγγουν την πλάκα συγκρατήσεως.
- 9) Εξετάστε προσεκτικά την εκτόνωση για βλάβη του σωλήνα ή ανεπιθύμητη παραμόρφωση [σχ. 5.4β(β)].
- 10) Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία με σωλήνες διάφορων διαμέτρων, ώστε να εξοικειωθείτε με την εργασία αυτή.



Σχ. 5.4β.

Φάσεις εκτονώσεως χαλκοσωλήνα με καβαλέτο.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΣΚΗΣΗ ΕΚΤΗ

ΜΑΛΑΚΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΩΝ (Κασσιτεροκόλλήσεις)

6.1 Σκοπός.

Η άσκηση αυτή θα δώσει στους μαθητές την ευκαιρία να μάθουν τη σωστή διαδικασία συγκολλήσεως δύο κομματιών χαλκοσωλήνα σε συνδυασμό με τη μέθοδο της εκτονώσεως. Επίσης θα μάθουν να συνδέουν χαλκοσωλήνες με κολλητά εξαρτήματα για την κατασκευή ενός δικτύου ψυκτικής μηχανής.

6.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Ο οικονομικότερος και ταχύτερος τρόπος για τή συναρμολόγηση και κατασκευή ενός δικτύου ψυκτικής εγκαταστάσεως, είναι η συγκόλληση των τμημάτων του δικτύου με τη μέθοδο της εκτονώσεως ή με τη χρήση κολλητών εξαρτημάτων συνδέσεως.

Η εργασία αυτή συνηθίζεται περισσότερο στην καθημερινή άσκηση του επαγγέλματος του ψυκτικού. Γι' αυτό ο τεχνίτης ψυκτικός πρέπει να γνωρίζει λεπτομερώς τις συσκευές και τα εργαλεία συγκολλήσεως και να εξοικειωθεί με τη χρήση τους.

Οι συγκολλήσεις χαλκοσωλήνων διακρίνονται σε **μαλακές** και **σκληρές**. Τις μαλακές συγκολλήσεις θα εξετάσουμε στην άσκηση αυτή, ενώ τις σκληρές συγκολλήσεις θα εξετάσουμε στην επόμενη άσκηση 7.

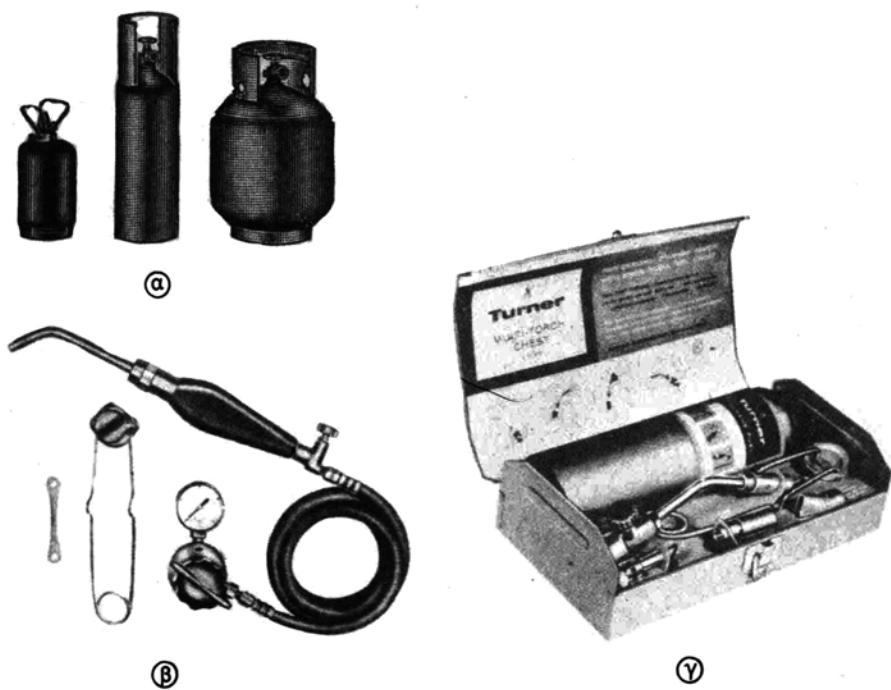
Μαλακές συγκολλήσεις ή **κασσιτεροκόλλήσεις**, όπως είναι περισσότερο γνωστές, είναι κολλήσεις που πραγματοποιούνται σε θερμοκρασία κάτω από 500°C.

Το υλικό που λιώνει και τοποθετείται ανάμεσα στις επιφάνειες των κομματιών που θα συγκολληθούν ονομάζεται **συγκολλητικό** και είναι κράμα κασσίτερου και μόλυβδου σε διάφορες αναλογίες.

Ένα πολύ συνηθισμένο συγκολλητικό μαλακών συγκολλήσεων είναι το 50/50, που σημαίνει ότι αποτελείται από 50% κασσίτερο και 50% μόλυβδο. Η ρευστοποίηση αυτού του συγκολλητικού γίνεται περίπου στους 180°C.

Άλλο συγκολλητικό που χρησιμοποιείται συχνά στις μαλακές συγκολλήσεις χαλκοσωλήνων είναι το 95/5. Το συγκολλητικό αυτό αποτελείται από 95% κασσίτερο και 5% αντιμόνιο. Ρευστοποιείται στους 230°C περίπου.

Για την πραγματοποίηση των μαλακών συγκολλήσεων χρειάζεται πηγή θερμότητας, ικανή να θερμάνει τις προς συγκόλληση επιφάνειες και να ρευστοποιήσει το συγκολλητικό. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται συνήθως συσκευή συγκολλήσεως προπανίου ή άλλου είδους υγραερίου (σχ. 6.2).



Σχ. 6.2.

Εξαρτήματα συσκευών συγκολλήσεως με υγραέριο.

- α) Διάφοροι τύποι φιαλών υγραερίου που χρησιμοποιούνται στις συσκευές μαλακών συγκολλήσεων.
- β) Εξαρτήματα συσκευής συγκολλήσεως υγραερίου.
- γ) Μικρή φορητή συσκευή συγκολλήσεως υγραερίου, μέσα σε μεταλλική θήκη.

Για να επιτύχουμε μία καλή συγκόλληση, θα πρέπει να έχομε υπόψη μας τα ακόλουθα:

- α) Οι επιφάνειες που πρόκειται να συγκολληθούν πρέπει να είναι απόλυτα καθαρές.
- β) Τα συγκολλητικά υλικά και ιδιαίτερα η πάστα καθαρισμού (συλλίπασμα) πρέπει να είναι καλής ποιότητας.
- γ) Οι επιφάνειες που θα συγκολληθούν πρέπει πάντοτε να αλείφονται με πάστα καθαρισμού, αλλιώς η συγκόλληση δε θα είναι σωστή και θα δημιουργηθούν προβλήματα στεγανότητας. Η πάστα καθαρισμού είναι απαραίτητη, γιατί ενεργεί ως μέσο καθαρισμού των επιφανειών που θα συγκολληθούν και περιέχει τα απαραίτητα χημικά συστατικά, τα οποία μαζί με το συγκολλητικό και τη φλόγα θα μας δώσουν μία τέλεια συγκόλληση.
- δ) Η συσκευή που θα χρησιμοποιήσομε για να θερμάνουμε τις συγκολλούμενες επιφάνειες πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση και ικανή να τελειώσει τη συγκόλληση.

Όταν πρόκειται να χρησιμοποιήσετε μία συσκευή συγκολλήσεως υγραερίου για πρώτη φορά ή να αλλάξετε φιάλη υγραερίου, ελέγχετε τη συσκευή ακολουθώντας τις παρακάτω οδηγίες:

- 1) Πριν συνδέσετε το ρυθμιστή (ρεγουλατόρο) και τα άλλα εξαρτήματα με τη φιάλη υγραερίου, ανοίξτε ελαφρά την αυτόματη βαλβίδα της φιάλης πιέζοντάς την προς τα κάτω. Έτσι θα εξέλθει μικρή ποσότητα υγραερίου και θα καθαρίσει την έξοδο της βαλβίδας της φιάλης από σκόνες και άλλες ακαθαρσίες.
- 2) Καθαρίστε τους ελαστικούς σωλήνες και το ακροφύσιο (μπεκ) της συσκευής συγκολλήσεως με πεπιεσμένο αέρα ή ακόμη φυσσώντας με το στόμα.
- 3) Βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχουν διαρροές υγραερίου στις διάφορες συνδέσεις των εξαρτημάτων της συσκευής συγκολλήσεως.

6.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Συσκευή συγκολλήσεως υγραερίου.
- Συγκολλητικό 50/50 ή 95/5.
- Πάστα καθαρισμού Ν°50.
- Βούρτσες καθαρισμού (εσωτερικές και εξωτερικές) ή ατσαλόμαλλο.
- Χαλκοσωλήνες διάφορων διαμέτρων.
- Σειρά από εκτονωτικά εργαλεία.

6.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Κόψτε προσεκτικά δύο κομμάτια χαλκοσωλήνα και καθαρίστε τα από τα γρέζια με τη βοήθεια της ειδικής ξύστρας.
- 2) Εκτονώστε το άκρο ενός από τα δύο κομμάτια χαλκοσωλήνα, ακολουθώντας τη διαδικασία που αναφέρθηκε στην άσκηση 5.
- 3) Καθαρίστε καλά, με τη βοήθεια ειδικής βούρτσας καθαρισμού ή με ατσαλόμαλλο, τις επιφάνειες που θα συγκολληθούν [σχ. 6.4(a)].
- 4) Επαλείψτε αμέσως (πριν οξειδωθούν) με πάστα καθαρισμού τις επιφάνειες που καθαρίσατε.
- 5) Τοποθετήστε τα κομμάτια που θα συγκολλήσετε στη σωστή θέση και στερεώστε τα καλά.
- 6) Ανάψτε τη συσκευή συγκολλήσεως και ρυθμίστε τη φλόγα με τη βοήθεια του ρυθμιστή-διακόπτη που βρίσκεται στη χειρολαβή τροφοδοτήσεως.
- 7) Θερμάνετε οριούμορφα με τη φλόγα της συσκευής συγκολλήσεως τα κομμάτια που θα συγκολλήσετε και ταυτόχρονα τροφοδοτήστε με συγκολλητικό το εκτονωμένο άκρο [σχ. 6.4(b)].

Μόλις αντιληφθείτε ρευστοποίηση του συγκολλητικού, απομακρύνετε τη φλόγα και κρατήστε τα δύο συγκολλώμενα κομμάτια χαλκοσωλήνα ακίνητα για μερικά δευτερόλεπτα.

- 8) Καθαρίστε με ένα βρεγμένο πανί τα υπολλείματα του συγκολλητικού που τυχόν έχουν «τρέξει» στην εξωτερική επιφάνεια των σωλήνων.

Παρατήρηση.

Δεν χρειάζεται να τροφοδοτείτε με συγκολλητικό γύρω-γύρω το σωλήνα. Η κόλληση θα απλωθεί σε όλο το χώρο συγκολλήσεως λόγω του τριχοειδούς φαινομένου, που είναι γνωστό από το μάθημα της Φυσικής. Επίσης δε



@



@

Σχ. 6.4.

α) Προετοιμασία και β) συγκόλληση χαλκοσωλήνων.

χρειάζεται παρά ελάχιστη ποσότητα συγκολλητικού. Αν βάλετε πολύ συγκολλητικό θα λιώσει και θα χυθεί μέσα ή έξω από τον σωλήνα.

- 9) Πραγματοποιήστε και άλλες συγκολλήσεις με σωλήνες διαμέτρων, χρησιμοποιώντας και κολλητά εξαρτήματα συνδέσεως, όπως μούφες, ταυ, γωνίες κλπ.

ΑΣΚΗΣΗ ΕΒΔΟΜΗ

ΣΚΛΗΡΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΩΝ ΨΥΞΕΩΣ

7.1 Σκοπός.

Με τη άσκηση αυτή, όπως και με άλλες που θα ακολουθήσουν, οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τη συσκευή οξυγόνου-ασετυλίνης και θα αποκτήσουν τις αναγκαίες πρακτικές γνώσεις για μία σωστή και ασφαλή διαδικασία συγκολλήσεως χαλκοσωλήνων με σκληρά συγκολλητικά, όπως είναι οι ασημοκολλήσεις.

7.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Σκληρές συγκολλήσεις ονομάζομε τις συγκολλήσεις που πραγματοποιούνται σε θερμοκρασίες πάνω από 500°C . Οι σκληρές συγκολλήσεις παρουσιάζουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από τις μαλακές συγκολλήσεις και αντέχουν σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες. Παρά το γεγονός ότι οι σκληρές συγκολλήσεις δε χρησιμοποιούνται τόσο συχνά από τους ψυκτικούς, όσο οι μαλακές συγκολλήσεις, είναι απόλυτα απαραίτητη η γνώση της σωστής διαδικασίας χρησιμοποιήσεώς τους. Υπάρχουν περιπτώσεις εφαρμογών ψύξεως στις οποίες επιβάλλεται η συγκόλληση ορισμένων μερών μόνο με σκληρές κολλήσεις και μάλιστα με ασημοκόλληση. Έτσι ο τεχνίτης ψυκτικός θα πρέπει να ασκηθεί αρκετά καλά στη διαδικασία των σκληρών συγκολλήσεων, ώστε να ανταποκριθεί ικανοποιητικά στις απαιτήσεις της δουλειάς του. Διακρίνομε δύο τύπους σκληρών συγκολλήσεων:

- Τις ασημοκολλήσεις.
- Τις αλουμινοκολλήσεις.

Οι **ασημοκολλήσεις** περιέχουν συνήθως άργυρο (ασήμι), χαλκό και ψευδάργυρο σε διάφορες αναλογίες. Οι αναλογίες των μετάλλων δίνουν φυσικά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε ασημοκολλήσεως.

7.2.1 Ασημοκολλήσεις.

Οι ψυκτικοί συνήθως χρησιμοποιούν δύο τύπους ασημοκολλήσεως που διαφέρουν στη σύσταση των μετάλλων από τα οποία αποτελούνται.

Το πρώτο είδος **αποτελείται από 45% ασήμι, 15% χαλκό, 16% ψευδάργυρο και 24% κάδμιο**. Ρευστοποιείται στους 600°C περίπου και χρησιμοποιείται για συγκόλληση **σιδηρούχων** ή **μη σιδηρούχων** μετάλλων. Σ' αυτού του είδους τις συγκολλήσεις είναι απαραίτητη και η χρήση κατάλληλης αλοιφής καθαρισμού. Η ασημοκόλληση αυτή, όπως είπαμε, περιέχει κάδμιο οι **καπνοί του οποίου είναι δηλητηριώδεις**. Γι' αυτό το λόγο πρέπει **ο χώρος που γίνονται τέτοιες κολλήσεις να εξαερίζεται**.



ζεται καλά, ώστε οι καπνοί του καδμίου να μην προσβάλλουν τα μάτια ή το δέρμα του τεχνίτη.

Το δεύτερο είδος ασημοκολλήσεως είναι **η ασημοκόλληση φωσφόρου** (χαλκοκόλληση). Αποτελείται από **5% ασήμι, 6% φωσφόρο και 89% χαλκό** και ρευστοποιείται στους 700°C. Χρησιμοποιείται σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις συγκολλήσεως των εφαρμογών ψύξεως και κλιματισμού. Δεν ενδέκνυται όμως για συγκολλήσεις σιδηρούχων μετάλλων.

Όταν η κόλληση αυτή χρησιμοποιηθεί για συγκόλληση χαλκού με χαλκό, δε χρειάζεται πάστα καθαρισμού. Όταν όμως χρησιμοποιείται για συγκόλληση χαλκού με κράματα, τότε η πάστα καθαρισμού είναι απαραίτητη.

7.2.2 Αλουμινοκόλληση.

Ο δεύτερος τύπος σκληρής κολλήσεως που χρησιμοποιούν οι ψυκτικοί είναι η αλουμινοκόλληση. Κυκλοφορεί στο εμπόριο σε ράβδους και χρησιμοποιείται σε συγκολλήσεις σωλήνων αλουμινίου ή ψυκτών οικιακών ψυγείων. Η θερμοκρασία στην οποία ρευστοποιείται είναι 575°C. Στις κολλήσεις με αλουμινοκόλληση είναι απαραίτητη η χρήση πάστας καθαρισμού. Για να επιτύχουμε τις θερμοκρασίες στις οποίες πραγματοποιούνται όλες οι παραπάνω συγκολλήσεις, χρειάζεται συσκευή **οξυγόνου-ασετυλίνης**. Επομένως η λεπτομερής γνώση της συσκευής οξυγόνου-ασετυλίνης και η σωστή χρήση της είναι απόλυτα συνδεμένες με τη ποιότητα της εργασίας του τεχνίτη ψυκτικού και προπάντων με την ασφάλειά του.

Περιπτό να τονιστεί ότι δεν πρέπει ποτέ να μεταχειριζόμαστε συσκευές συγκολλήσεως οξυγόνου-ασετυλίνης αν δεν γνωρίζομε καλά τη χρήση τους.

Η συσκευή συγκολλήσεως οξυγόνου-ασετυλίνης αποτελείται:

- Από τη φιάλη οξυγόνου.
- Από τη φιάλη ασετυλίνης.
- Από τα κλείστρα της φιάλης (οξυγόνου και ασετυλίνης).
- Από τους μανομετρικούς εκτονωτές (οξυγόνου και ασετυλίνης).
- Από τους λαστιχένιους σωλήνες τροφοδοτήσεως (οξυγόνου και ασετυλίνης).
- Από τον καυστήρα (σαλιμό).
- Από το ακροφύσιο (μπεκ).

Οι φιάλες οξυγόνου και ασετυλίνης τοποθετούνται σε ειδικό φορείο μεταφοράς ώστε να είναι εύκολη η μετακίνησή τους στο χώρο εργασίας (σχ. 7.2α).

Κάθε συσκευή οξυγόνου-ασετυλίνης συνοδεύεται από σειρά ακροφυσίων και ειδικών εργαλείων που περιέχονται σε ειδική θήκη (σχ. 7.2β). Εξαρτήματά συσκευής οξυγόνου-ασετυλίνης φαίνονται επίσης στο σχήμα 7.2γ.

Η φιάλη οξυγόνου έχει χαρακτηριστικό χρώμα **μπλε** και η διάμετρός της είναι συνήθως μικρότερη, ενώ το ύψος της είναι μεγαλύτερο από το ύψος της φιάλης ασετυλίνης. Το οξυγόνο αποθηκεύεται σε φιάλες των 40 lt με πίεση 150 ατμοσφαιρών. Έτσι μία φιάλη των 40 lt περιέχει 6000 lt ή 6 m³ οξυγόνου (40 x 150 = 6000 lt).

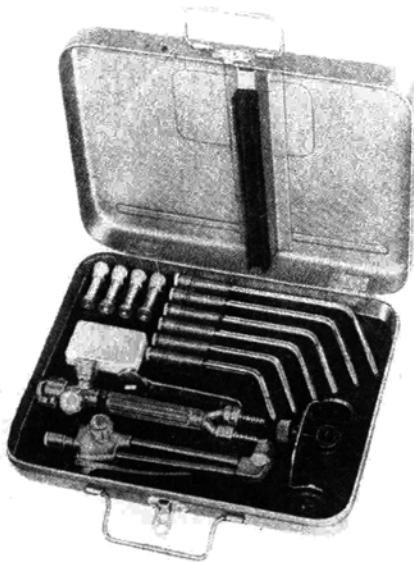
Η ασετυλίνη αποθηκεύεται σε φιάλες που περιέχουν 6000 lt υπό πίεση 15 ατμοσφαιρών. Σε μεγαλύτερες πίεσεις οι φιάλες μπορεί να εκραγούν. Το χρώμα των φιαλών ασετυλίνης είναι **κίτρινο**.

Οι μανομετρικοί εκτονωτές μειώνουν την πίεση της φιάλης (οξυγόνου-



Σχ. 7.2α.

Φορείο μεταφοράς φιαλών οξυγονοκολλητή.



Σχ. 7.2β.

Θήκη εργαλείων οξυγονοκολλητή.

ασετυλίνης), ώστε το αέριο να οδηγείται προς τον καυστήρα σε χαμηλή και σταθερή πίεση. Κάθε εκτονωτής έχει δύο μανόμετρα. Το ένα δείχνει την πίεση της φιάλης και το άλλο την πίεση προς τον καυστήρα.

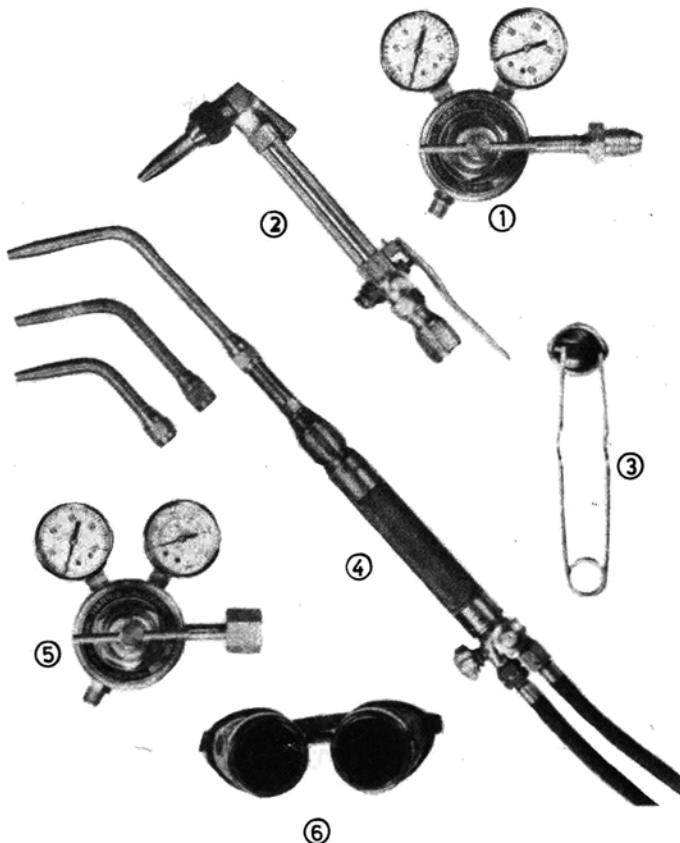
Ο καυστήρας αναμιγνύει τα δύο αέρια σε επιθυμητή αναλογία. Η αναλογία οξυγόνου-ασετυλίνης ρυθμίζεται από αντίστοιχους ρυθμιστές (διακόπτες) που βρίσκονται πάνω στη λαβή του καυστήρα. **Κατάλληλη αναλογία για τις κολλήσεις που πραγματοποιούν οι ψυκτικοί είναι ένα μέρος οξυγόνου και ένα ασετυλίνης (ουδέτερη φλόγα).**

Πριν αρχίσουμε οποιαδήποτε εργασία με συσκευή οξυγόνου-ασετυλίνης πρέπει να βεβαιωθούμε ότι:

- 1) Δεν υπάρχουν λάδια ή γράσα στη συσκευή ή στα εξαρτήματα που θα κολλήσουμε.
- 2) Δεν υπάρχουν γύρω εύφλεκτα υλικά.
- 3) Οι εκτονωτές λειτουργούν κανονικά.
- 4) Οι λαστιχένιοι σωλήνες βρίσκονται σε καλή κατάσταση και δεν υπάρχουν διαρροές.
- 5) Το κλειδί του κλείστρου της φιάλης της ασετυλίνης βρίσκεται στο κλείστρο.

7.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά (για ασημοκόλληση).

- Συσκευή συγκολήσεως οξυγόνου-ασετυλίνης.
- Ασημοκόλληση (45% ασήμι).



Σχ. 7.2γ.

Εξαρτήματα συσκευής Οξυγόνου-Ασετυλίνης.

1) Μανομετρικός εκτονωτής ασετυλίνης. 2) Κόφτης μετάλλων. 3) Αναπτήρας για το άναμμα της συσκευής οξυγόνου-ασετυλίνης. 4) Καυστήρας. 5) Μανομετρικός εκτονωτής οξυγόνου. 6) Ματογυάλια οξυγονοκολλητή.

- Πάστα καθαρισμού κατάλληλη για σκληρές συγκολλήσεις ή βόρακας.
- Βούρτσες καθαρισμού χαλκοσωλήνων.
- Σμυριδόπανο.
- Τρία κομμάτια σωλήνα 50 cm το καθένα και με διάμετρο $1\frac{1}{2}$ ''.
- Ένα κολλητό ταυ με διάμετρο $1\frac{1}{2}$ ''.

7.4 Πορεία εργασίας.

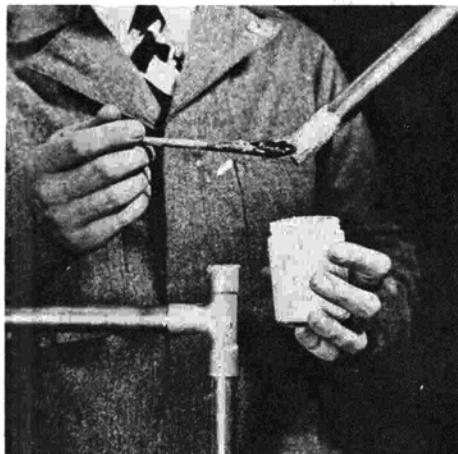
- 1) Προετοιμάστε τα κομμάτια που θα συγκολληθούν. Η προετοιμασία περιλαμβάνει το κόψιμο, τον καθαρισμό από τα γρέζια και τον καθαρισμό των μερών που θα συγκολληθούν με ειδικές βούρτσες ή με σμυριδόπανο.
- 2) Επαλείψτε τις επιφάνειες που θα συγκολληθούν με πάστα καθαρισμού ή βόρακα (ή βορικό οξύ).

- 3) Στερεώστε τα κομμάτια πόσι θα συγκολληθούν σε μέγγενη, ώστε να μην κινηθούν κατά τη συγκόλληση.
 - 4) Θερμάνετε ομοιόμορφα τα κομμάτια που θα συγκολληθούν με τη βοήθεια φλόγας οξυγόνου-ασετυλίνης, μέχρι που να ρευστοποιηθεί τελείως η πάστα καθαρισμού. Το χρώμα του χαλκοσωλήνα γίνεται τότε περίπου **βαθύ πορτοκαλί**. Η φλόγα δεν πρέπει να παραμένει για πολύ στο ίδιο σημείο γιατί μπορεί να κάψει το σωλήνα. Πρέπει συνεχώς να κινείται μπροσ-πίσω, ώστε η θέρμανση των μερών που θα συγκολληθούν να είναι ομοιόμορφη.
 - 5) Τροφοδοτήστε τώρα με ασημοκόλληση τις επιφάνειες που θα συγκολληθούν. Αφού «γεμίσει» με ασημοκόλληση (τριχοειδές φαινόμενο) το κενό μεταξύ των επιφανειών που συγκολλάτε, απομακρύνετε τη φλόγα και περιμένετε λίγο να κρυώσει.
 - 6) Καθαρίστε τα σημεία της συγκολλήσεως από την πάστα καθαρισμού και την ασημοκόλληση που τυχόν χύθηκε έξω.
 - 7) Κάνετε και άλλες συγκολλήσεις για να εξοικειωθείτε με τη διαδικασία και τις δυσκολίες αυτής της εργασίας.
- Η όλη διαδικασία ασημοκολλήσεως φαίνεται στο σχήμα 7.4.
-

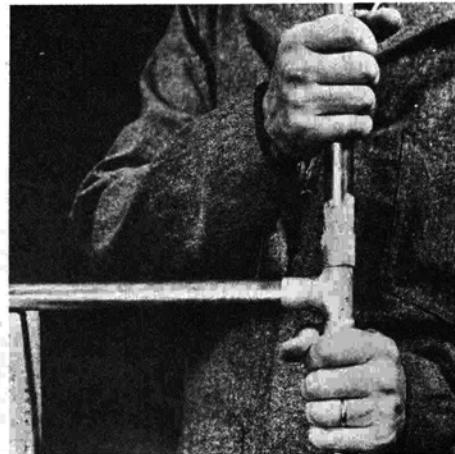
Σχ. 7.4.

Διαδικασία ασημοκολλήσεως σε 6 εικόνες.

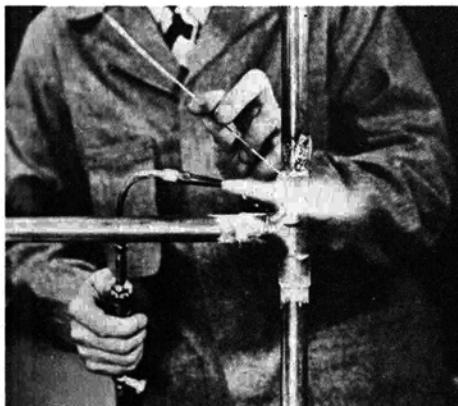
- a) Επάλειψη των επιφανειών που θα συγκολληθούν με αλοιφή καθαρισμού.
- β) Συναρμολόγηση των κομματιών με το ταυ.
- γ) Θέρμανση με οξυγόνο και τροφοδότηση με κόλληση του πάνω μέρους του ταυ.
- δ) Τροφοδότηση με κόλληση του κάτω μέρους του ταυ.
- ε) Καθάρισμα μερών που συγκολλήθηκαν από την πάστα καθαρισμού και την κόλληση που χύθηκε έξω.
- σ) Έτοιμη η κατασκευή με τα κολλημένα κομμάτια.



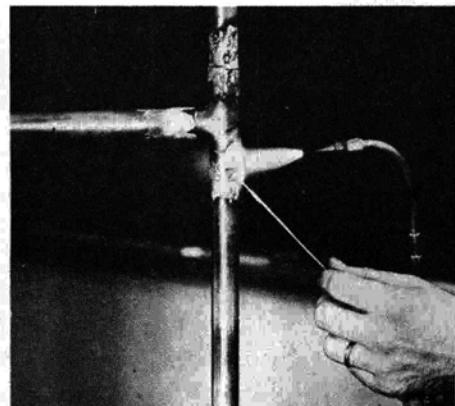
@



@



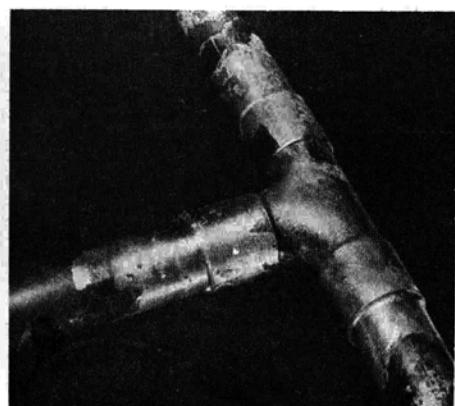
@



@



@



@

ΑΣΚΗΣΗ ΟΓΔΟΗ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΙΚΡΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

8.1 Σκοπός.

Η άσκηση αυτή θα δώσει στους μαθητές την ευκαιρία να χρησιμοποιήσουν όλες τις γνώσεις και εμπειρίες που έχουν αποκτήσει μέχρι τώρα σε προηγούμενες ασκήσεις. Πρόκειται δηλαδή για μία άσκηση ολοκληρωμένης κατασκευής, κατά την οποία επαναλαμβάνονται γνωστές πράξεις (κόψιμο, κάμψη, εκτόνωση κλπ.), με τελικό στόχο την απόκτηση πείρας στις κατασκευαστικές λεπτομέρειες που απαιτούνται για το επάγγελμα του ψυκτικού.

8.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

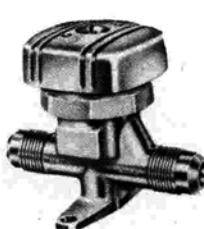
Η σύνδεση των χαλκοσωλήνων μεταξύ τους ή με κάποιο εξάρτημα της ψυκτικής μηχανής επιτυγχάνεται με ειδικά εξαρτήματα που έχουν αντίστοιχη διάμετρο. Τα εξαρτήματα αυτά μπορεί να είναι **κολλητά ή βιδωτά (φλερ)** (σχ. 8.2). Η διαδικασία συναρμολογήσεως ενός δικτύου ψυκτικής μηχανής με κολλητά εξαρτήματα είναι εντελώς διαφορετική από εκείνη με βιδωτά. Γενικά όμως θα πρέπει να πούμε ότι τα κολλητά εξαρτήματα είναι φθηνότερα από τα βιδωτά και η όλη κατασκευή μιας ψυκτικής εγκαταστάσεως γίνεται πιο οικονομική με κολλητά εξαρτήματα.

Η κατασκευή ενός δικτύου με βιδωτά εξαρτήματα επιβάλλεται στις περιπτώσεις που δεν διαθέτομε συσκευή για τη θέρμανση των μερών που θα συγκολληθούν ή όταν, για κάποιο λόγο, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε φωτιά στο χώρο που συναρμολογούμε το δίκτυο. Βέβαια η συναρμολόγηση με βιδωτά εξαρτήματα ενός δικτύου παρέχει τη δυνατότητα της προκατασκευής και της εύκολης συνδέσεως και αποσυνδέσεως.

Εκτός από τα εξαρτήματα που φαίνονται στο σχήμα 8.2, υπάρχει στο εμπόριο μεγάλη ποικιλία ειδικών εξαρτημάτων συναρμολογήσεως χαλκοσωλήνων που διευκολύνουν σε μεγάλο βαθμό την εργασία του ψυκτικού και δημιουργούν προϋποθέσεις σωστής λειτουργίας και άριστης εμφανίσεως των κατασκευών ψύξεως και κλιματισμού.



Βάνα κολλητή



Βάνα βιδωτή

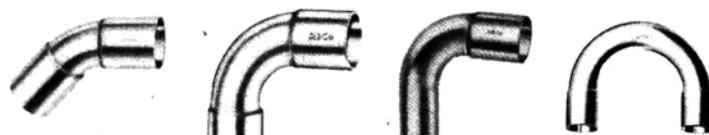


Βάνα βιδωτή-κολλητή



Μούφες χοινές

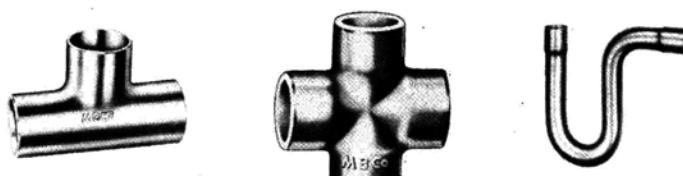
Συστολικές μούφες

Ανοιχτή
γωνία

Γωνίες 90°

Γωνία 180°

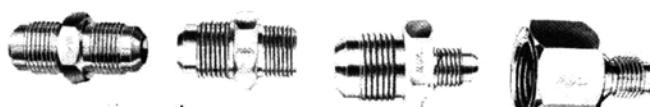
Γωνίες κολλητές



ταυ κολλητό

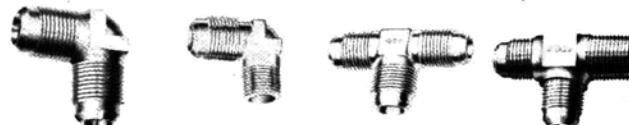
Σταυρός
κολλητός

Παγίδα υγρού



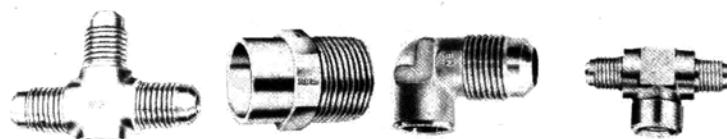
Μαστοί

Συστολικοί μαστοί



Γωνίες βιδωτές

Ταυ βιδωτά



Σταυρός

Εξαρτήματα βιδωτά-κολλητά

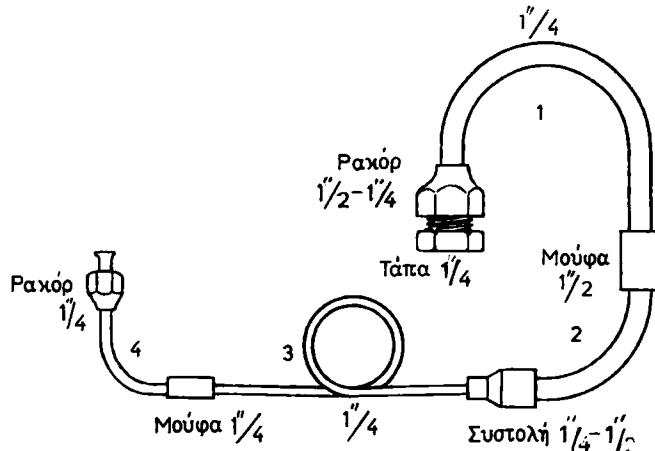
Σχ. 8.2.
Εξαρτήματα συνδέσεως χαλκοσωλήνων.

8.3 Εργαλεία και υλικά.

- 1) Χαλκοσωλήνας $\frac{1}{4}$ " μήκους 1 m
- 2) Χαλκοσωλήνας $\frac{1}{2}$ " » 1 m
- 3) Μούφα $\frac{1}{4}$ " τεμάχιο 1
- 4) Μούφα $\frac{1}{2}$ " » 1
- 5) Συστολή $\frac{1}{2}$ " - $\frac{1}{4}$ " τεμάχιο 1
- 6) Ρακόρ συστ. $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ " τεμάχιο 1
- 7) Ρακόρ $\frac{1}{4}$ " » 1
- 8) Τάπα $\frac{1}{2}$ " » 1
- 9) Σωληνοκόφτης, ξύστρα, σειρά εκχειλωτικών εργαλείων.
- 10) Ελατήρια κάμψεως χαλκοσωλήνων (σειρά).
- 11) Συσκευή συγκολλήσεως με υγραέριο.
- 12) Συγκολλητικό 50/50.
- 13) Πάστα καθαρισμού №50.
- 14) Μετροταινία.

8.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Υπολογίστε περίπου το μήκος του σωλήνα που χρειάζεται για τα τμήματα 1, 2, 3, και 4 της κατασκευής που φαίνεται στο σχήμα 8.4, σύμφωνα με όσα έχετε μάθει σε προηγούμενες ασκήσεις και σημειώστε πάνω στο χαλκοσωλήνα τα μήκη των σωλήνων που χρειάζεστε για την κατασκευή σας.



Σχ. 8.4.
Ολοκληρωμένη κατασκευή σωληνώσεως.

- 2) Κόψτε με το σωληνοκόφτη τους σωλήνες στα μήκη που υπολογίσατε.
- 3) Κάμψτε κάθε κομμάτι σύμφωνα με το σχέδιο του έργου:
 - Στο κομμάτι 1 κάμψη 180°
 - Στο κομμάτι 2 κάμψη 90°
 - Στο κομμάτι 3 κάμψη 360°
 - Στο κομμάτι 4 κάμψη 90°

- 4) Εκχειλώστε το ένα από τα áκρα των κομματιών (1) και (4).
 - 5) Περάστε τα ρακόρ στα κομμάτια (1) και (4).
 - 6) Καθαρίστε τα áκρα των σωλήνων που θα κολληθούν καθώς και το εσωτερικό των εξαρτημάτων (μούφες και συστολικό).
 - 7) Επαλείψτε με πάστα καθαρισμού τις επιφάνειες που θα συγκολληθούν.
 - 8) Συναρμολογήστε τα κομμάτια χαλκοσωλήνα με τα εξαρτήματα και στερεώστε τα καλά σε μία μέγγενη, έτοιμα για συγκόλληση.
 - 9) Ανάψτε τη συσκευή συγκολλήσεως και συγκολλήστε τα κομμάτια από τα οποία αποτελείται η κατασκευή, ακολουθώντας τη διαδικασία μαλακών συγκολλήσεων.
 - 10) Ελέγξτε την ακρίβεια της κατασκευής.
 - 11) Τοποθετήστε στο ένα από τα δύο ρακόρ της κατασκευής τάπα. Το άλλο áκρο συνδέστε το σε πίεση (σε γραμμή πεπιεσμένου αέρα ή σε φιάλη ψυκτικού).
 - 12) Δώστε πίεση στη σωλήνωση και ελέγξτε την κατασκευή σας γιά διαρροές, βάζοντας σαπουνάδα σε κάθε πιθανό σημείο διαρροής.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΕΝΑΤΗ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΦΙΟΕΙΔΟΥΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

9.1 Σκοπός.

Το έργο αυτής της ασκήσεως θα δώσει στους μαθητές την ευκαιρία να εξοικειωθούν με τις δυσκολίες που παρουσιάζονται στις ολοκληρωμένες κατασκευές εξαρτημάτων ψυκτικών εγκαταστάσεων όπως είναι ο εξατμιστής μιάς ψυκτικής μονάδας.

9.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

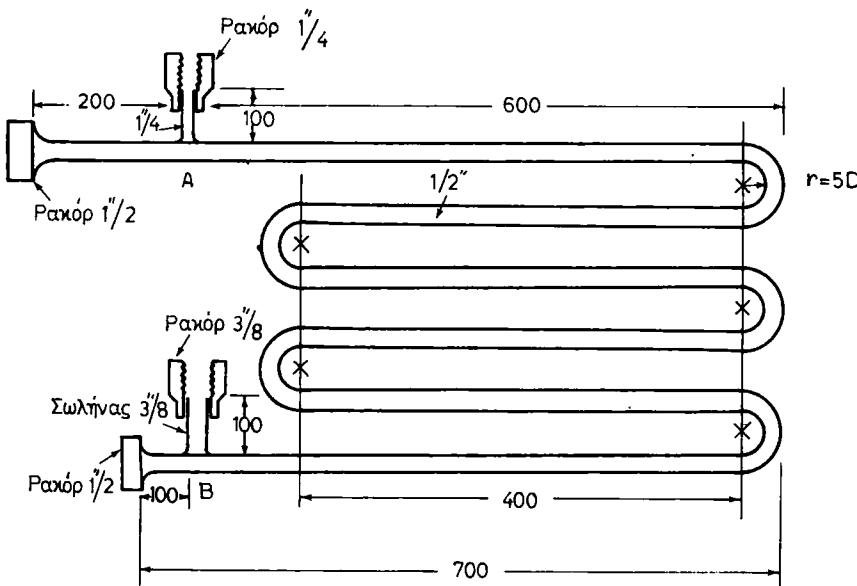
Η κατασκευή εξαρτημάτων από χαλκοσωλήνα με οφιοειδή μορφή είναι κάτι πολύ συνηθισμένο στις εγκαταστάσεις ψυκτικών μηχανών. Οι εξατμιστές και συμπυκνωτές των περισσότερων μικρών ψυγείων είναι κατασκευασμένοι από γυμνούς, όπως λέμε, χαλκοσωλήνες που τους δίνεται οφιοδειδής μορφή για να έχομε έτσι εξοικονόμηση χώρου.

9.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- 1) Χαλκοσωλήνας $1\frac{1}{2}$ ".
- 2) Χαλκοσωλήνας $\frac{3}{8}$ ".
- 3) Χαλκοσωλήνας $\frac{1}{4}$ ".
- 4) Σύνδεσμοι (ρακόρ) $1\frac{1}{2}$ " τεμάχια 2.
- 5) Σύνδεσμοι $\frac{3}{8}$ " τεμάχιο 1.
- 6) Σύνδεσμοι $\frac{1}{4}$ " τεμάχιο 1.
- 7) Καμπτικό εργαλείο $1\frac{1}{2}$ " (κουρμπαδόρος).
- 8) Σειρά εκχειλωτικών εργαλείων.
- 9) Ηλεκτροδράπανο.
- 10) Σειρά από τρυπάνια.
- 11) Συσκευή συγκολλήσεων με υγραέριο.
- 12) Σμυριδόπανο και αλοιφή καθαρισμού N°50.
- 13) Κόλληση N°95/5.
- 14) Σωληνοκόφτης-ξύστρα καθαρισμού.

9.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Υπολογίστε στο μήκος των χαλκοσωλήνων που χρειάζεστε για την κατασκευή, αφού λάβετε υπόψη σας τις διαστάσεις του σχεδίου της ασκήσεως, που φαίνεται στο σχήμα 9.4.



Σχ. 9.4.

Κατασκευαστικό σχέδιο οφιοειδούς εξατμιστή.

- 2) Υπολογίστε την ακτίνα κάμψεως R_k , έχοντας υπόψη ότι $R_k = 5D$, τουλάχιστον.
- 3) Σημειώστε πάνω στο χαλκοσωλήνα τα δύο σημεία που θα τρυπηθούν με το τρυπάνι για να κολληθούν («φυτευτούν») τα δύο σωληνάκια των $3/8''$ και του $1/4''$.
- 4) Ποντάρετε πολύ ελαφρά και με τη βοήθεια πόντας και σφυριού τα σημεία που θα γίνουν τα τρυπήματα.
- 5) Τρυπήστε το σωλήνα στα σημεία που ποντάρατε, με τρυπάνι 3 mm.
- 6) Κάμψτε το σωλήνα στα σημεία που φαίνονται στο σχήμα 9.4 με τη βοήθεια ελατηρίων ή καμπτικού εργαλείου (κουρμπαδόρου).
- 7) Εκχειλώστε τα άκρα της κύριας σωληνώσεως με τη βοήθεια εκχειλωτικών εργαλείων, **αφού προηγουμένως περάστε τους συνδέσμους (ρακόρ)**.
- 8) Κόψτε τα σωληνάκια που θα κολληθούν στις τρύπες των σημείων «Α» και «Β» στις διαστάσεις που φαίνονται στο σχήμα 9.4 και εκχειλώστε τα από τη μία άκρη.
- 9) Περάστε τα ρακόρ στα σωληνάκια και κατόπιν εκχειλώστε και το άλλο άκρο τους.
- 10) Καθαρίστε σχολαστικά το χώρο γύρω από τις τρύπες που ανοίξατε με το τρυπάνι και τις εκχειλώσεις που πρόκειται να συγκολληθούν.
- 11) Συμπιέστε με μία πένσα τις εκχειλώσεις στα σωληνάκια που θα συγκολληθούν στις τρύπες, ώστε να εφαρμόσουν καλύτερα πάνω στο σωλήνα της μίσης ίντσας.
- 12) Στερεώστε τα σωληνάκια $3/8''$ και $1/4''$ στην κατάλληλη θέση πάνω στις τρύ-

πες και κολλήστε τα προσεκτικά.

- 13) Ταπώστε τα 3 ρακόρ και τροφοδοτήστε με πίεση (αέρα ή ψυκτικό) από το τέταρτο ρακόρ. Έτσι θα εξακριβώσετε αν υπάρχουν διαρροές στα ρακόρ ή στις κολλήσεις που πραγματοποιήσατε. Αν συμβαίνει κάτι τέτοιο επισκευάστε την ατέλεια και ξαναδοκιμάστε τη στεγανότητα της κατασκευής, ώστε να βεβαιωθείτε για την ποιότητα της δουλειάς σας.

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΟΥΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

10.1 Σκοπός.

Σκοπός της ασκήσεως είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές σε κατασκευές ψυκτικών εξαρτημάτων, για τις οποίες, εκτός από το χαλκό, χρησιμοποιούνται και σιδηρούχα υλικά, όπως π.χ. κοινό σύρμα.

10.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Οι συμπυκνωτές μικρών ψυκτικών μηχανών, όπως είναι τα οικιακά ψυγεία, είναι κατασκευασμένοι με χαλκοσωλήνα σε οφιοειδή μορφή. Για να αυξηθεί η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας σ' αυτού του είδους τους συμπυκνωτές, τοποθετούνται (κολλώνται) πάνω στο χαλκοσωλήνα βέργες από σύρμα. Το σύρμα αυτό είναι κατασκευασμένο από σίδηρο και γι' αυτό κοστίζει φθηνότερα. Έτσι με λίγα έξοδα μπορούμε να αυξήσουμε σημαντικά την ικανότητα του συμπυκνωτή και επομένως και του ψυγείου, στο οποίο είναι προσαρμοσμένος ο συμπυκνωτής.

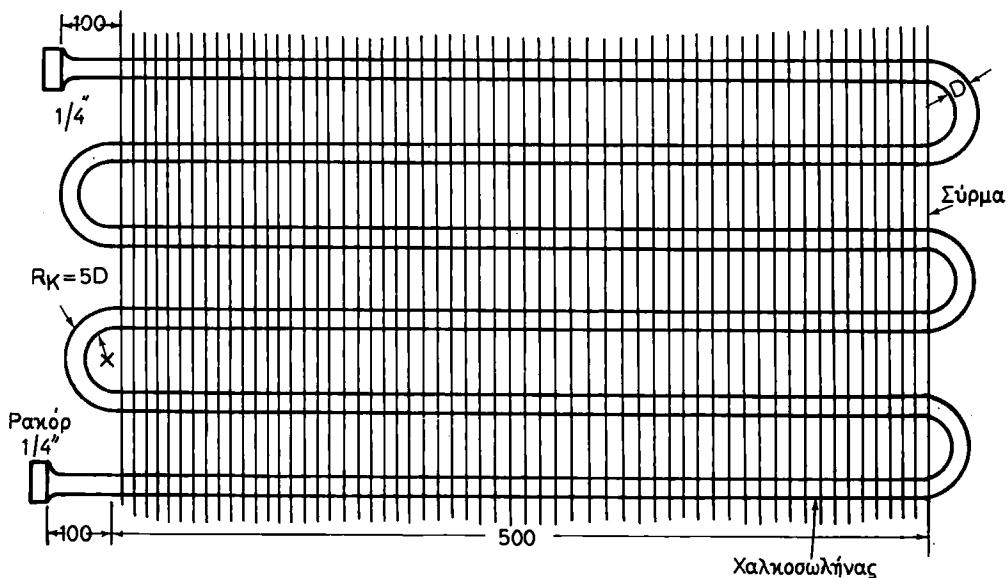
Η συγκόλληση σιδηρούχων υλικών (όπως είναι το σύρμα) με χαλκοσωλήνα, πρέπει να γίνει με ασημοκόλληση. Επομένως για μία τέτοια εργασία πρέπει να χρησιμοποιήσουμε συσκευή συγκολλήσεως οξυγόνου-ασετυλίνης.

10.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- 1) Πλαγιοκόφτης ή κόφτης σύρματος και μετροταινία.
- 2) Βούρτσες καθαρισμού.
- 3) Εκχειλωτικά εργαλεία.
- 4) Συσκευή οξυγόνου-ασετυλίνης.
- 5) Ασημοκόλληση 45%.
- 6) Αλοιφή καθαρισμού.
- 7) Χαλκοσωλήνας $\frac{1}{4}$ ".
- 8) Σύνδεσμοι (ρακάρ) $\frac{1}{4}$ " τεμάχια 2.
- 9) Σύρμα κοινό του 1,5 mm.

10.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Υπολογίστε το μήκος του χαλκοσωλήνα που χρειάζεστε για την κατασκευή του σχήματος 10.4.
- 2) Κάμψτε τον χαλκοσωλήνα στις διαστάσεις που δίνονται στο σχέδιο του σχήματος 10.4.



Σχ. 10.4.
Κατασκευή στοιχειώδους συμπυκνωτή.

- 3) Περάστε τα ρακόρ και κατόπιν εκχειλώστε τα άκρα του χαλκοσωλήνα.
- 4) Κόψτε ίσια κομμάτια σύρματος σύμφωνα με τις διαστάσεις που φαίνονται στο σχήμα 10.4.
- 5) Καθαρίστε τα σημεία του σωλήνα και του σύρματος στα οποία θα γίνει συγκόλληση.
- 6) Αλείψτε με καθαριστική αλοιφή τα σημεία συγκολλήσεως του χαλκοσωλήνα και των συρμάτων.
- 7) Κολλήστε με ασημοκόλληση και με τη βοήθεια οξυγόνου-ασετυλίνης τα σύρματα πάνω στο χαλκοσωλήνα.
- 8) Ελέγχτε αν όλες οι κολλήσεις που κάνατε είναι σωστέες και γενικότερα την ποιότητα της όλης κατασκευής.

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΨΥΞΕΩΣ

ΑΣΚΗΣΗ ΕΝΔΕΚΑΤΗ

ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΤΗΣ ΚΑΣΑΣ ΤΩΝ ΜΑΝΟΜΕΤΡΩΝ ‘Η ΣΕΤ ΜΑΝΟΜΕΤΡΩΝ

11.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα εξοικειωθούν με την ορθή διαδικασία της συνδέσεως και αποσυνδέσεως της κάσας των μανομέτρων που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της πιέσεως στην αναρρόφηση και την κατάθλιψη μιας ψυκτικής μηχανής.

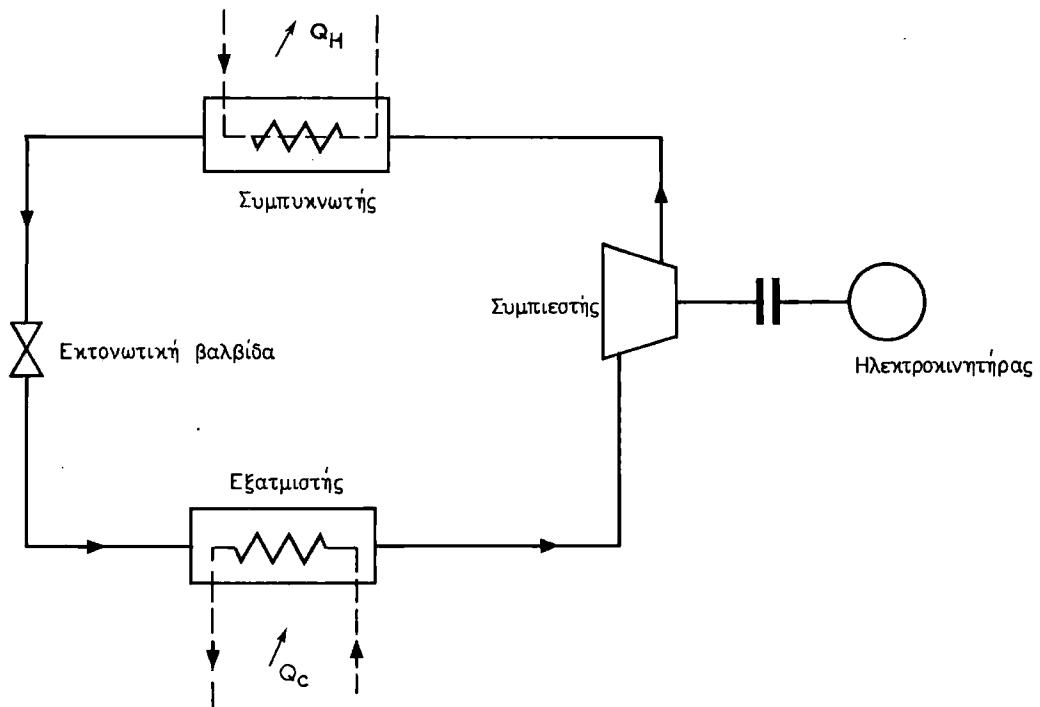
11.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Για να μπορεί ένας ψυκτικός να συντηρήσει και να επισκευάσει μία μονάδα ψύξεως, θα πρέπει να γνωρίζει λεπτομερώς τα εξαρτήματα που την αποτελούν. Τα εξαρτήματα που αποτελούν μια ψυκτική μηχανή περιγράφονται στο θεωρητικό μάθημα: «Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις». Εδώ θα αναφερθούν μόνο χρήσιμες πρακτικές λεπτομέρειες, απαραίτητες για τη συντήρηση και επισκευή των ψυκτικών μηχανών.

11.2.1 Ο ψυκτικός κύκλος και η ψυκτική μηχανή.

Όπως έχει αναπτυχθεί και στο μάθημα «Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις» ο κύκλος ψύξεως με συμπίεση ατμών, που φαίνεται και στο σχήμα 11.2a, λειτουργεί ως εξής:

Το ψυκτικό μέσο εισέρχεται μέσα στον **εναλλάκτη Θερμότητας** χαμηλής θερμοκρασίας, ή **εξατμιστή**, σε υγρή κατάσταση και χαμηλή πίεση. Εκεί το ψυκτικό ρευστό ατμοποιείται απορροφώντας θερμότητα Q_c , από το περιβάλλον του εξατμιστή, δηλαδή από τον ψυκτικό θάλαμο. Έτσι στην έξοδο του εξατμιστή το ψυκτικό μέσο έχει μετατραπεί σε κορεσμένο ή υπέρθερμο ατμό. Από τον εξατμιστή το ψυκτικό αέριο αναρροφάται από το **συμπιεστή**, ο οποίος στη συνέχεια το καταθλίβει (συμπιέζει) προς το **συμπικνωτή**. Στο συμπικνωτή το υπέρθερμο ψυκτικό αέριο απορρίπτει ένα ποσό θερμότητος Q_H και συμπικνώνεται (υγροποιείται). Έτσι, υγρό πλέον οδηγείται προς την **εκτονωτική βαλβίδα** όπου στραγγαλίζεται. Για το λόγο αυτό η εκτονωτική βαλβίδα λέγεται και στραγγαλιστικό μέσο. Σκοπός της δηλαδή είναι να μεταβάλλει το υψηλής πιέσεως ψυκτικό υγρό σε υγρό



Σχ. 11.2α.

Κύκλος ψύξεως με συμπίεση ατμών.

ατμό χαμηλής πιέσεως και να ελέγχει την ποσότητα του ψυκτικού προς τον εξατμιστή, για να αρχίσει έτσι ένας νέος κύκλος λειτουργίας της ψυκτικής μηχανής.

Στην πράξη, στις ψυκτικές εγκαταστάσεις διακρίνομε και άλλα εξαρτήματα, όπως βαλβίδες, φίλτρα, δείκτες ροής κλπ. Επίσης, συνήθως το ψυκτικό υγρό μετά συμπυκνωτή συλλέγεται σε ένα δοχείο που ονομάζεται **συλλέκτης** και μετά οδηγείται στην εκτονωτική βαλβίδα. Τυπικό σχηματικό διάγραμμα μιας ψυκτικής μονάδας με συμπίεση ατμών φαίνεται στο σχήμα 11.2β.

Ο κύκλος ψύξεως με συμπίεση ατμών χωρίζεται στην πλευρά της **χαμηλής πιέσεως** ή της **αναρροφήσεως** και στην πλευρά της **υψηλής πιέσεως** ή **καταθλίψεως**.

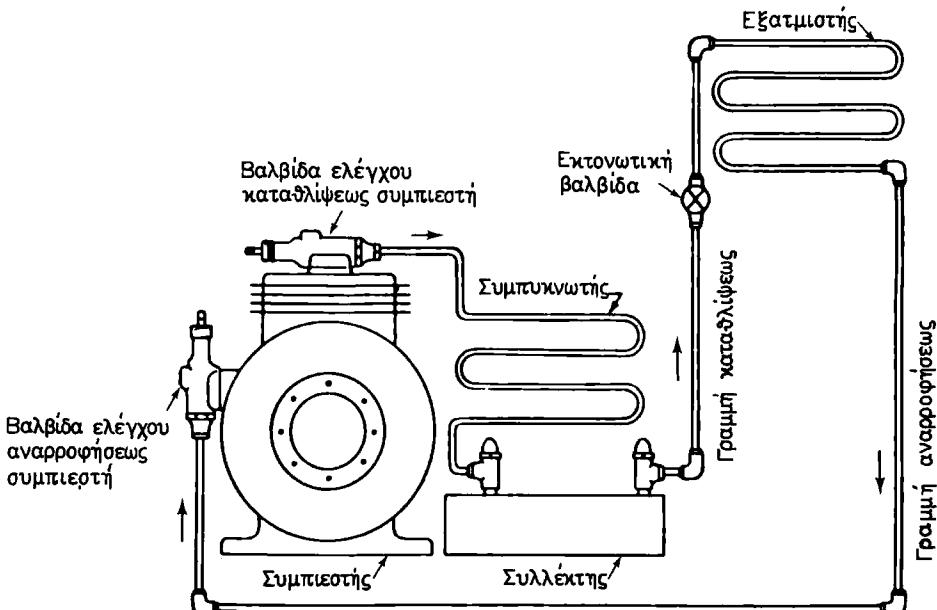
Τα εξαρτήματα που ανήκουν στη χαμηλή πίεση είναι ο εξατμιστής και όποιο άλλο εξάρτημα παρεμβάλλεται μεταξύ του εξατμιστή και της βαλβίδας εισαγωγής του συμπιεστή.

Στην πλευρά της καταθλίψεως ανήκουν ο συμπυκνωτής, ο συλλέκτης και κάθε άλλο εξάρτημα που τοποθετείται στην πλευρά της καταθλίψεως (όπως το φίλτρο, ο δείκτης ροής κλπ).

Ο συμπιεστής και η εκτονωτική βαλβίδα ανήκουν και στις δύο πλευρές.

11.2.2 Η κάσα των μανομέτρων για τη μέτρηση των πιέσεων ψυκτικής μονάδας.

Η συντήρηση των ψυκτικών μηχανών περιλαμβάνει κάθε είδος ελέγχου και



Σχ. 11.2β.
Τυπικό διάγραμμα ψυκτικής μονάδας με συμπίεση ατμών.

ρυθμίσεως που προβλέπεται από τον κατασκευαστή της εγκαταστάσεως ή τον κατασκευαστή των επιμέρους εξαρτημάτων (συμπιεστή, εκτονωτικής βαλβίδας κλπ.).

Για τον έλεγχο της καλής λειτουργίας των ψυκτικών μονάδων, καθώς και για τις περισσότερες περιπτώσεις εργασιών συντηρήσεως, απαιτείται η μέτρηση της υψηλής και της χαμηλής πιέσεως της ψυκτικής μονάδας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται συνήθως από τους ψυκτικούς η **κάσα μανομέτρων** ή **σετ μανομέτρων**.

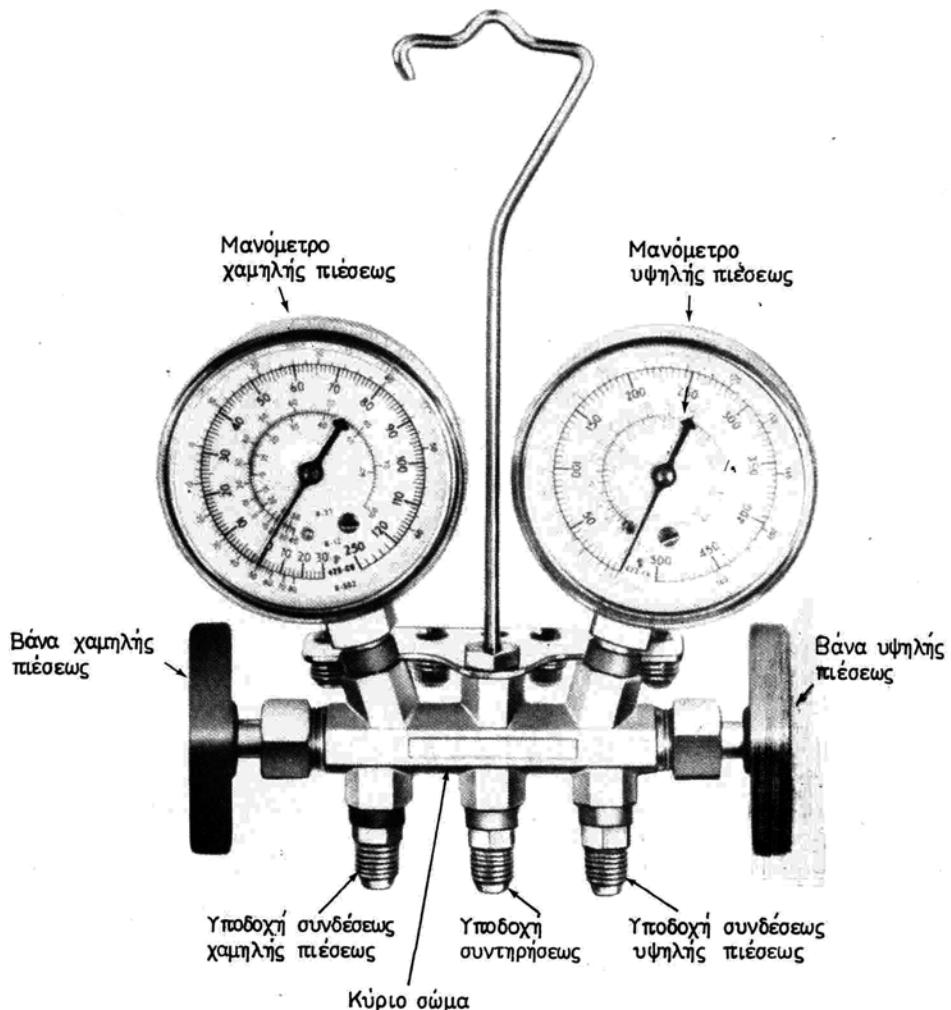
Η κάσα μανομέτρων (σχ. 11.2γ) αποτελείται συνήθως από τα παρακάτω εξαρτήματα:

- Από το κύριο σώμα.
- Από τα δύο μανόμετρα (χαμηλής και υψηλής πιέσεως).
- Από τις βάνες ελέγχου (χαμηλής και υψηλής πιέσεως).
- Από τις τρεις υποδοχές συνδέσεως των ελαστικών σωλήνων.

Οι υποδοχές αυτές παίρνουν σύνδεσμο $\frac{1}{4}$ " και χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση ειδικών ελαστικών σωλήνων μέσω των οποίων μεταβιβάζεται στα μανόμετρα η πίεση που επικρατεί στην αναρρόφηση (χαμηλή πίεση) και στην κατάθλιψη (υψηλή πίεση).

Η αναγνώριση των μανομέτρων (χαμηλής και υψηλής πιέσεως) μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- 1) Το μανόμετρο της χαμηλής έχει και κλίμακα κάτω από την ατμοσφαιρική (αρνητική), ενώ η κλίμακα του μανομέτρου της υψηλής αρχίζει από το μηδέν.
- 2) Πολλές φορές τα μανόμετρα είναι χρωματιστά. **Μπλε χρώμα** έχουν τα μανόμετρα της χαμηλής και **κόκκινο** της υψηλής πιέσεως.

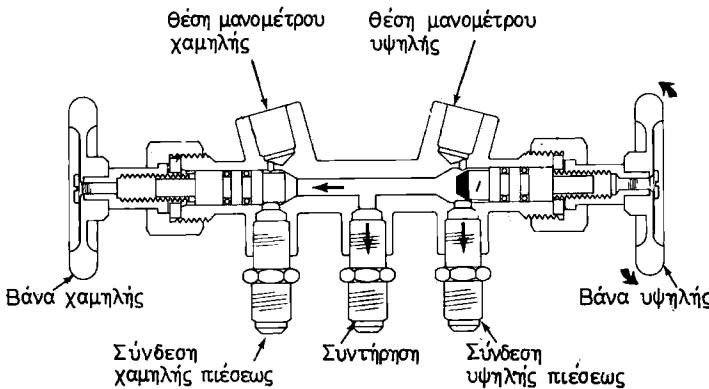


Σχ. 11.2γ.
Κάσα μανομέτρων (σετ μανομέτρων).

3) Το μανόμετρο της χαμηλής πιέσεως τοποθετείται συνήθως στο αριστερό μέρος της κάσας.

Θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ότι πριν από κάθε συνδεσμολογία και χρήση των μανομέτρων, θα πρέπει να γίνεται προσεκτική αναγνώριση όλων των εξαρτημάτων της κάσας των μανομέτρων και της κλίμακας με την οποία μετρούν την πίεση.

Στο σχήμα 11.2δ φαίνεται η τομή του κύριου σώματος μιας κάσας (σετ) μανομέτρων με τη βάνα χαμηλής πιέσεως κλειστή. Έτσι βλέπομε ότι άσχετα με τη θέση της βάνας, τα μανόμετρα δείχνουν πάντα την πίεση. Αν η βάνα χαμηλής είναι κλειστή και η βάνα υψηλής ανοικτή, όπως στο σχήμα, τότε η πίεση υψηλής μεταβιβάζεται και στην υποδοχή συντηρήσεως. Στην περίπτωση αυτή δηλαδή, μέσω της



Σχ. 11.28.

Σχηματική παράσταση του εσωτερικού της κάσας των μανομέτρων.

υποδοχής συντηρήσεως μπορούμε να επικοινωνούμε με την πλευρά υψηλής πίεσεως της ψυκτικής μηχανής. Το αντίθετο συμβαίνει αν η βάνα χαμηλής είναι ανοικτή και κλειστή η βάνα υψηλής.

Εκτός από τη μέτρηση των πιέσεων αναρροφήσεως (χαμηλή) και καταθλίψεως (υψηλή) μέσω της κάσας των μανομέτρων μπορούμε να εκτελέσουμε και τις ακόλουθες εργασίες συντηρήσεως.

- Πλήρωση της μονάδας με ψυκτικό.
- Δημιουργία κενού σε ψυκτική μονάδα.
- Προσθήκη ψυκτελαίου σε συμπιεστή ψυκτικής μονάδας.

Τις παραπάνω εργασίες συστηματικά θα αναπτύξουμε σε επόμενες ασκήσεις.

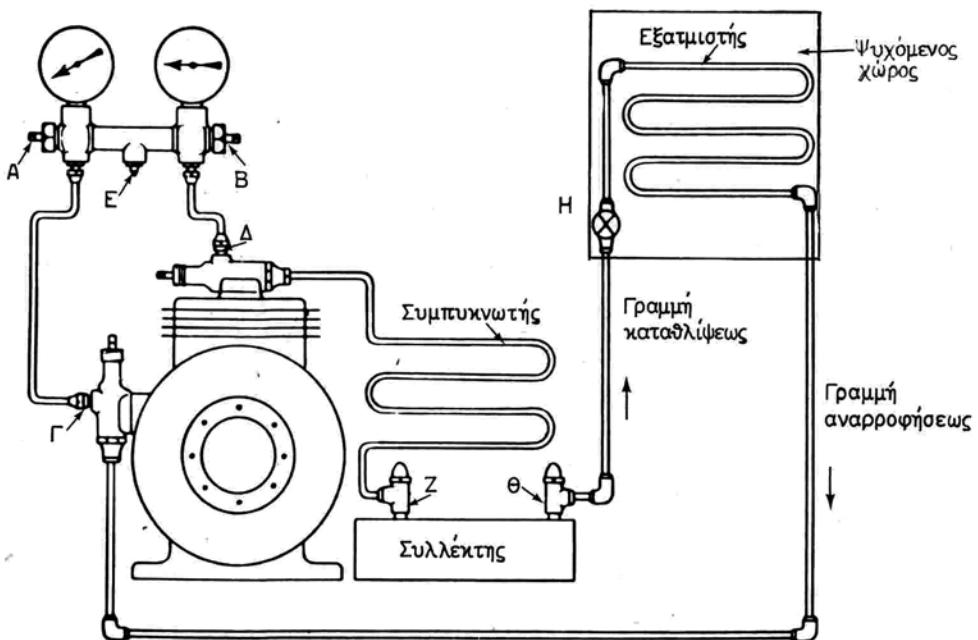
Για να συνδέσει κανείς την κάσα των μανομέτρων στο κύκλωμα μιάς ψυκτικής μονάδας και να μετρήσει πιέσεις ή να κάνει διάφορες εργασίες συντηρήσεως χρειάζεται να γνωρίζει καλά τα ακόλουθα:

- 1) Όλο το ψυκτικό κύκλωμα των μηχανών ψύξεως με συμπίεση ατμών (σχ. 11.2β).
- 2) Πού θα συνδέσει το σετ των μανομέτρων (κάσα) για να μετρήσει και να ελέγξει αυτό που τον ενδιαφέρει.
- 3) Τη διαδικασία συνδέσεως-αποσυνδέσεως της κάσας των μανομέτρων.

11.2.3 Οι βαλβίδες εξυπηρετήσεως του συμπιεστή.

Με κατάλληλη σύνδεση των μανομέτρων στην ψυκτική μονάδα μπορούμε να παρακολουθήσουμε, μέσω των πιέσεων που μετρούμε, ποιά είναι η κατάσταση λειτουργίας της ψυκτικής μηχανής και αν η κατάσταση λειτουργίας είναι εκείνη που απαιτείται για την περίπτωση.

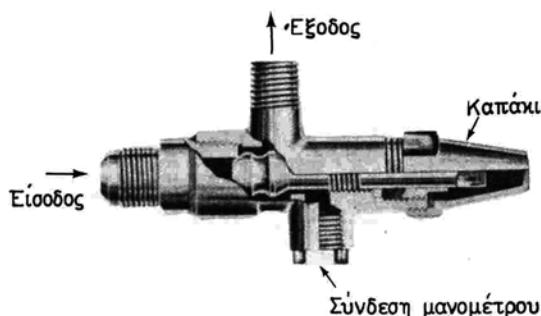
Η σύνδεση της κάσας των μανομέτρων γίνεται σε ειδικές υποδοχές που φέρουν οι εξωτερικές βαλβίδες του συμπιεστή (αναρροφήσεως και καταθλίψεως) όπως φαίνεται στο σχήμα 11.2ε. Οι βαλβίδες αυτές λέγονται και **βαλβίδες εξυπηρετήσεως** ή όπως είναι πιο γνωστές στους ψυκτικούς, **βαλβίδες συντηρήσεως του συμπιεστή**. Στο σχήμα 11.2στ φαίνεται τομή βαλβίδας συντηρήσεως συμπιεστή ψυκτικής μηχανής.



Σχ. 11.2ε.

Σύνδεση κάσας μανομέτρων σε ψυκτική μονάδα με σύμπιεση ατμών.

- A) Βαλβίδα μανομέτρου χαμηλής πίεσεως.
- B) Βαλβίδα μανομέτρου υψηλής πίεσεως.
- Γ) Βαλβίδα ελέγχου αναρροφήσεως του συμπιεστή (service).
- Δ) Βαλβίδα ελέγχου καταθλίψεως του συμπιεστή (service).
- Ε) Υποδοχή συνδέσεως φιάλης ψυκτικού ή αντλίας κενού.
- Ζ) και Θ) Βαλβίδες ελέγχου του συλλέκτη.
- Η) Εκτονωτική βαλβίδα.



Σχ. 11.2στ.

Τομή βαλβίδας συντηρήσεως (service) συμπιεστή ψυκτικής μηχανής.

Ο μηχανισμός ελέγχου των βαλβίδων συντηρήσεως των συμπιεστών, μπορεί να πάρει τις ακόλουθες τρεις θέσεις:

a) Εμπρόσθια Θέση.

Όταν ο μηχανισμός ελέγχου βρίσκεται σ' αυτή τη θέση, λέμε ότι η βαλβίδα

είναι κλειστή.

β) Οπίσθια θέση.

Σ' αυτή τη θέση η βαλβίδα κλείνει την επικοινωνία προς την υποδοχή συνδέσεως του μανομέτρου.

γ) Ενδιάμεση θέση.

Είναι η θέση στην οποία πρέπει να τοποθετείται ο μηχανισμός ελέγχου της βαλβίδας, για να παίρνουμε τις ενδείξεις πιέσεων στα μανόμετρα.

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, η αρχή για την εξακρίβωση κάθε βλάβης είναι ο έλεγχος της πιέσεως που επικρατεί στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη της ψυκτικής μονάδας. Έτσι, όταν μία ψυκτική μηχανή παρουσιάζει κάποια ανωμαλία στη λειτουργία της, η πρώτη δουλειά του ψυκτικού είναι να μετρήσει τις πιέσεις στις δύο πλευρές της μονάδας.

11.3 Απαιτούμενα όργανα και εργαλεία.

- Ψυκτική μονάδα σε λειτουργία.
- Κάσα μανομέτρων.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων του συμπιεστή $1\frac{1}{4}$ ".
- Γαλλικό κλειδί.

11.4 Πορεία εργασίας.

11.4.1 Σύνδεση των μανομέτρων.

- 1) Συνδέστε τους ελαστικούς σωλήνες της κάσας των μανομέτρων στις ειδικές υποδοχές των βαλβίδων του συμπιεστή, αφήνοντας χαλαρό το σύνδεσμο (ρακόρ) στη βαλβίδα αναρροφήσεως (το Γ στο σχήμα 11.2ε).
- 2) Ανοίξτε τις βάνες των μανομέτρων (γυρίστε τις εντελώς αριστερά) και κλείστε καλά τη μεσαία υποδοχή του σετ των μανομέτρων (το Ε στο σχήμα 11.2ε).
- 3) Ανοίξτε ελαφρά τη βαλβίδα καταθλίψεως και αφήστε να φύγει μικρή ποσότητα ψυκτικού από το χαλαρό σύνδεσμο της βαλβίδας αναρροφήσεως. Έτσι θα έχομε σάρωση του ατμοσφαιρικού αέρα που υπήρχε στις σωληνώσεις των μανομέτρων. Ενώ θα εξέρχεται ακόμη ψυκτικό από το χαλαρό σύνδεσμο της αναρροφήσεως, σφίξτε καλά το χαλαρό ρακόρ και κατόπιν κλείστε τις βάνες των μανομέτρων [τα Α και Β στο σχήμα 11.2ε].
- 4) Ανοίξτε τώρα και τη βαλβίδα της αναρροφήσεως ($1\frac{1}{4}$ της στροφής προς τα δεξιά).
- 5) Θέστε τη μονάδα σε λειτουργία και σημειώστε τις πιέσεις που δείχνουν τα μανόμετρα.

11.4.2 Αποσύνδεση των μανομέτρων.

- 1) Τοποθετήστε τη βαλβίδα καταθλίψεως Δ του συμπιεστή στην πίσω θέση (εντελώς αριστερά), χωρίς να σταματήσετε τη μονάδα.
- 2) Ανοίξτε τις βάνες των μανομέτρων (Α και Β εντελώς αριστερά). Με τον τρόπο αυτό ο συμπιεστής θα αναρροφήσει τη μεγαλύτερη από την ποσότητα

του ψυκτικού που βρίσκεται στις σωληνώσεις των μανομέτρων, αποφεύγοντας έτσι τη σπατάλη ψυκτικού ρευστού.

- 3) Όταν η πίεση και στα δύο μανόμετρα γίνει ίση με την πίεση αναρροφήσεως, τοποθετήστε τη βαλβίδα αναρροφήσεως στην πίσω θέση (εντελώς αριστερά).
 - 4) Αποσυνδέστε τα μανόμετρα και φυλάξτε τα καθαρά και έτοιμα για νέα χρήση.
 - 5) Επαναλάβετε τη διαδικασία συνδέσεως και αποσυνδέσεως των μανομέτρων πολλές φορές για να εξοικειωθείτε.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΔΩΔΕΚΑΤΗ

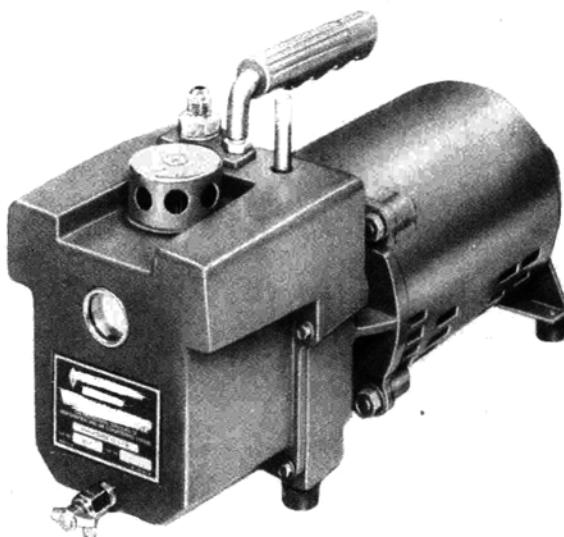
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΕΝΟΥ ΣΕ ΨΥΚΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

12.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα εξοικειωθούν στη σύνδεση και το χειρισμό της αντλίας κενού, καθώς και με την όλη διαδικασία της δημιουργίας κενού στις ψυκτικές μηχανές.

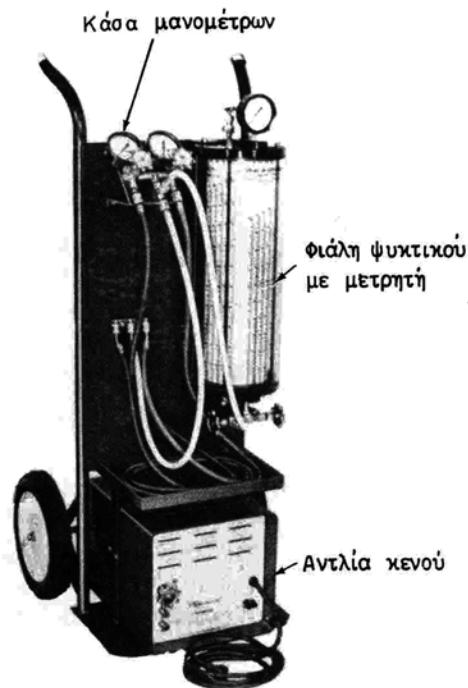
12.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όταν συναρμολογηθεί μία ψυκτική μονάδα, κατά την αρχική της εγκατάσταση ή μετά από κάποια επισκευή, η πρώτη δουλειά του ψυκτικού είναι να αφαιρέσει από το κύκλωμα της μονάδας τον αέρα. Η εργασία αυτή πραγματοποιείται με τη βοήθεια ειδικής αντλίας κενού (σχ. 12.2a) ή ακόμη και με τον ίδιο το συμπιεστή της ψυκτικής μονάδας. Εδώ θα πρέπει να **τονισθεί** ιδιαίτερα ότι **οι κατασκευαστές συμπιεστών ψύξεως συνιστούν να μη χρησιμοποιούνται οι συμπιεστές για τη δημιουργία κενού**. Στην πράξη όμως πολλές φορές οι τεχνίτες ψυκτικοί χρησιμοποιούν το συμπιεστή για τη δημιουργία κενού, είτε γιατί δε γνωρίζουν ότι βλάπτουν το συμπιεστή είτε γιατί δεν έχουν μαζί τους αντλία κενού. Πολλές φορές τα συνεργεία



Σχ. 12.2a.

Αντλία κενού για τη δημιουργία κενού σε ψυκτικές μηχανές.



Σχ. 12.2β.

Σύγχρονη κινητή συσκευή συντηρήσεως ψυκτικής μηχανής για συνεργεία ψύξεως.

ψύξεως διαθέτουν για τις εξωτερικές επισκευές και κινητή μονάδα συντηρήσεως, η οποία αποτελείται από κάσα μανομέτρων, φιάλη ψυκτικού και μικρή αντλία κενού (σχ. 12.2β).

Λέμε ότι έχει δημιουργηθεί ικανοποιητικό κενό στην εγκατάσταση, αν το μανόμετρό μας δείχνει κενό πάνω από 28'' υδραργυρικής στήλης π.χ. 29'' στήλης Hg. (28'' Hg = 712 mm Hg = 712 Torr = 0,950 bar).

Αν δεν δημιουργήσομε κενό στην εγκατάσταση ή αν το κενό δεν είναι ικανοποιητικό, θα κυκλοφορεί στην εγκατάσταση και ατμοσφαιρικός αέρας. Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει πάντα και υγρασία που είναι ο μεγαλύτερος εχθρός της ψυκτικής εγκαταστάσεως, γιατί δημιουργεί προϋποθέσεις διαβρώσεων, παγοφραγμών και υψηλών πιέσεων καταθλίψεως.

Ο χρόνος που απαιτείται για να δημιουργηθεί σε μία εγκατάσταση ικανοποιητικό κενό εξαρτάται από το μέγεθος της εγκαταστάσεως, από την ικανότητα της αντλίας κενού και από την πόσοτητα της υγρασίας που υπάρχει στο κύκλωμα της μονάδας.

12.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

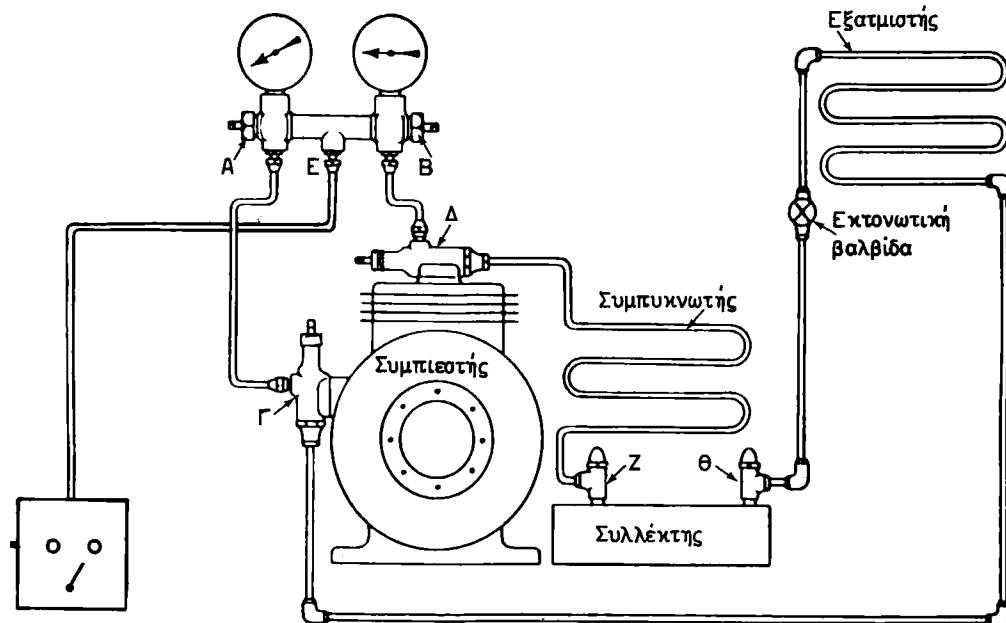
- Ψυκτική μονάδα.
- Αντλία κενού.

- Κάσα μανομέτρων.
- Καστάνια βαλβίδων συμπιεστή $1\frac{1}{4}$ ".

12.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε τα μανόμετρα, ακολουθώντας τη διαδικασία που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη άσκηση 11.
- 2) Συνδέστε την είσοδο της αντλίας κενού με το μεσαίο σύνδεσμο της κάσας μανομέτρων (βλέπε στο σχήμα 12.4).
- 3) Ανοίξτε τις βάνες A και B της κάσας μανομέτρων (τέρμα αριστερά).
- 4) Ρυθμίστε τις βαλβίδες συντηρήσεως (service) του συμπιεστή (Γ και Δ) σε μία ενδιάμεση θέση (σχ. 12.4).
- 5) Ελέγξτε αν οι βαλβίδες Z και Θ είναι ανοικτές.
- 6) Βάλτε μπρος την αντλία κενού και αφήστε την να λειτουργήσει μέχρι που το μανόμετρο αναρροφήσεως δείχνει κενό πάνω από 28" στήλης υδραργύρου (π.χ. 29" Hg).
- 7) Όταν επιτύχετε ικανοποιητικό κενό, σταματήστε την αντλία κενού και κλείστε καλά τις βάνες των μανομέτρων (A και B).
- 8) Αφήστε τη μονάδα υπό κενό για 15-20 λεπτά και παρακολουθήστε τις πιέσεις στα μανόμετρα. *An η ένδειξη των μανομέτρων δεν ανέβει, μπορείτε να αρχίσετε τη διαδικασία της φορτίσεως της μονάδας με ψυκτικό, βέβαιοι για τη στεγανότητα της ψυκτικής σας μηχανής.*

Κάσα μανομέτρων



Σχ. 12.4.

Διάταξη δημιουργίας κενού σε ψυκτική μηχανή.

Θέση βαλβίδων: Οι βαλβίδες A, B, Γ, Δ, Z και Θ ανοικτές.

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΤΡΙΤΗ

ΦΟΡΤΙΣΗ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΕΩΣ

13.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα εξοικειωθούν στους αναγκαίους χειρισμούς για τη διαδικασία της πληρώσεως μιας ψυκτικής μηχανής με ψυκτικό ρευστό από την πλευρά της αναρροφήσεως.

13.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Στις ψυκτικές μηχανές με συμπίεση ατμών, το ψυκτικό ρευστό είναι το υλικό που με τη βοήθειά του πραγματοποιείται η αφαίρεση θερμότητας από το χώρο που θέλομε να ψύξομε.

Όπως αναφέρεται και στο βιβλίο «Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις», το ψυκτικό ρευστό ατμοποιούμενο στον εξατμιστή της μονάδας, που βρίσκεται στον ψυχόμενο χώρο, αφαιρεί μεγάλα ποσά θερμότητας και έτσι έχομε πτώση της θερμοκρασίας. Αντίστροφα στο συμπυκνωτή αποβάλλεται η αναγκαία θερμότητα προς το περιβάλλον για την υγροποίηση του υπέρθερμου ψυκτικού αερίου.

Τα πιο κοινά ψυκτικά ρευστά που χρησιμοποιούνται στην οικιακή και εμπορική ψύξη, είναι τα ψυκτικά της σειράς που είναι συνθέστερα γνωστή με μια από τις εμπορικές της ονομασίες: FREON. Όμως το επίσημο όνομα κάθε ψυκτικού μέσου δίνεται από το γράμμα R και έναν αριθμό*, π.χ. ψυκτικό μέσο R12. Τα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται στην ψύξη (R12, R22 κλπ.) είναι ασφαλή (δηλαδή δεν είναι δηλητηριώδη, δεν εκκρήγνυνται, δεν είναι διαβρωτικά), έχουν σχετικά **μεγάλη λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησεως και σταθερή χημική σύσταση**.

Λόγω των ιδιοτήτων αυτών η χρήση τους έχει γενικευτεί σε πάρα πολύ μεγάλο ποσοστό των ψυκτικών εφαρμογών.

Όμως τα ψυκτικά ρευστά της σειράς FREON και ειδικά τα R₁₁ και R₁₂, αποτελούν την κύρια αιτία της καταστροφής του στρώματος του όζοντος. Γι' αυτό έχει αποφασισθεί η άμεση κατάργηση του R₁₁ και η σταδιακή κατάργηση του R₁₂ μέχρι το 1996. Στη θέση των ψυκτικών ρευστών που περιέχουν χλώριο (R₁₁, R₁₂, κλπ.) παίρνουν τα νέα ψυκτικά ρευστά τα οποία είναι υδροφθοράνθρακες (R_{134a} αντί του R₁₂, το R₁₂₃ αντί του R₁₁ κλπ.).

Η άσκηση αυτή αναφέρεται στη διαδικασία φορτίσεως ψυκτικής μονάδας με ψυκτικό τύπου φρέόν.

Ένας σημαντικός παράγοντας για την αποδοτική λειτουργία μιας ψυκτικής μονάδας είναι η σωστή ποσότητα ψυκτικού με την οποία είναι φορτισμένη. **Λιγότερο ψυκτικό** από όσο πρέπει, δημιουργεί μείωση της ψυκτικής ικανότητας της μονάδας, υπερθέρμανση του συμπιεστή και υπερβολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. **Περισσότερο ψυκτικό** από όσο πρέπει, δημιουργεί μεγάλες πιέσεις καταθλίψεως, άσκοπη καταπόνηση του συμπιεστή, μείωση της ικανότητας του συμπιεστή και αντιοικονομική λειτουργία της μονάδας γενικότερα.

Η φόρτιση μιας ψυκτικής μηχανής με ψυκτικό, μπορεί να γίνει από την πλευρά της αναρροφήσεως ή από την πλευρά της καταθλίψεως. Η διαδικασία σε καθεμία από τις παραπάνω περιπτώσεις είναι εντελώς διαφορετική. Στην άσκηση αυτή θα



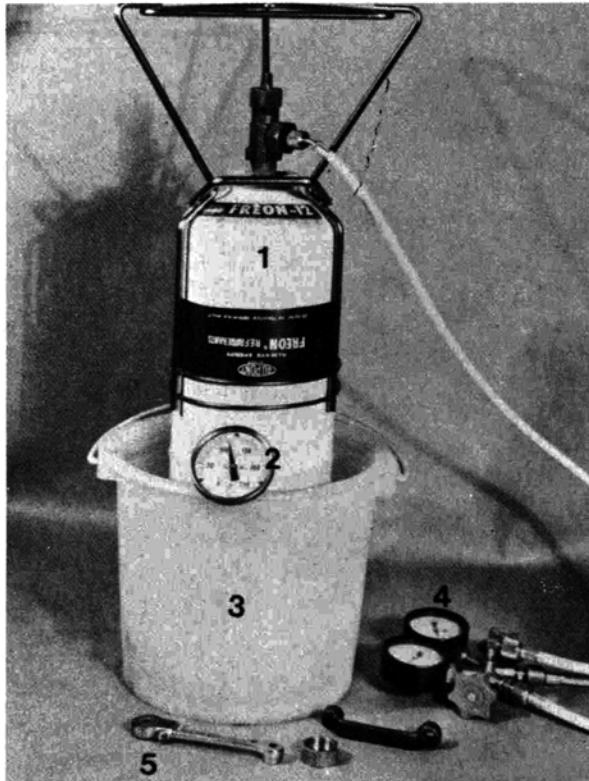
αναπτύξομε τη φόρτιση από την πλευρά της αναρροφήσεως, ενώ σε επόμενη άσκηση θα αναπτύξομε τη μέθοδο φορτίσεως από την πλευρά της καταθλίψεως.

Η μέθοδος φορτίσεως από την αναρρόφηση καλείται και **μέθοδος ατμού**, γιατί κατά τη μέθοδο αυτή το ψυκτικό πρέπει να διοχετεύεται στην ψυκτική μονάδα σε μορφή ατμού, από τη βαλβίδα συντηρήσεως της αναρροφήσεως του συμπιεστή. Πρέπει να τονισθεί ότι αν αναρροφηθεί ψυκτικό σε υγρή φάση υπάρχει κίνδυνος σοβαρής βλάβης των βαλβίδων αναρροφήσεως. Στη συνέχεια της αισκήσεως δίνεται η διαδικασία που εξασφαλίζει την τροφοδότηση ψυκτικού σε ατμώδη φάση.

13.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα σε λειτουργία.
- Φιάλη με κατάλληλο για τη μονάδα ψυκτικό.
- Κάσα μανομέτρων.
- Πλαστικό δοχείο με ζεστό νερό.
- Θερμόμετρο για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού.
- Καστάνια για το χειρισμό των βαλβίδων του συμπιεστή.
- Ζυγαριά.

Στο σχήμα 13.3 φαίνονται διάφορα εργαλεία για τη φόρτιση ψυκτικής μονάδας.



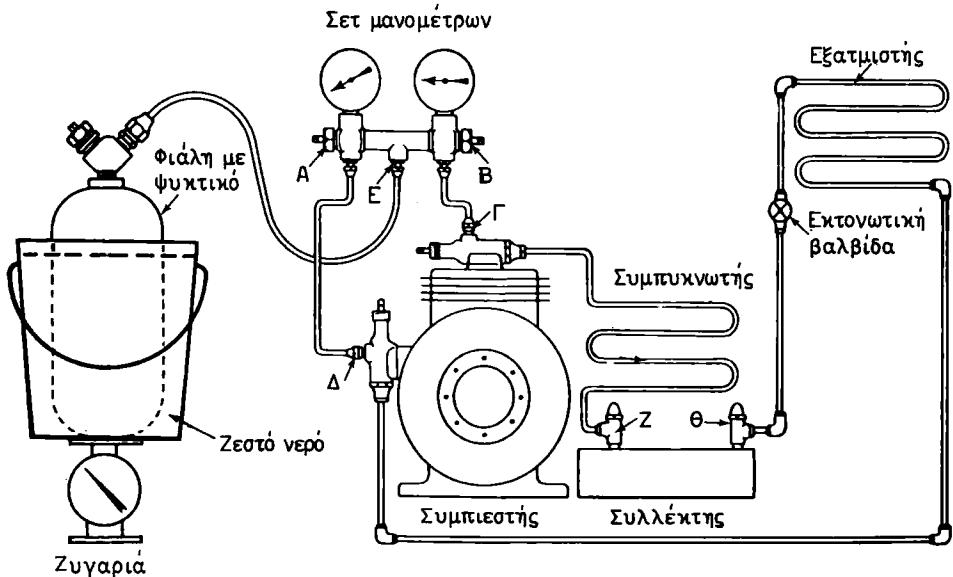
Σχ. 13.3.

Εργαλεία για τη φόρτιση ψυκτικής μονάδας.

- 1) Φιάλη με ψυκτικό.
- 2) Θερμόμετρο.
- 3) Πλαστικό δοχείο με ζεστό νερό.
- 4) Κάσα μανομέτρων.
- 5) Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων του συμπιεστή.

13.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε την κάσα των μανομέτρων στη μονάδα σύμφωνα με τον τρόπο που αναπτύχθηκε στην άσκηση 11.
- 2) Βεβαιωθείτε ότι στη μονάδα έχει δημιουργηθεί ικανοποιητικό κενό (πάνω από 28'' στήλης Hg).
- 3) Κλείστε τις βάνες των μανομέτρων (Α και Β, σχήμα 13.4).
- 4) Συνδέστε με ένα λαστιχένιο σωλήνα τη φιάλη ψυκτικού με το μεσαίο σύνδεσμο της κάσας μανομέτρων (σύνδεσμος Ε, σχήμα 13.4).



Σχ. 13.4.

Διάταξη φορτίσεως ψυκτικής μηχανής από την αναρρόφηση.
Θέση βαλβίδων κατά τη φόρτιση: Οι βαλβίδες Α, Γ, Δ, Ζ και Θ ανοικτές. Η βαλβίδα Β κλειστή.

- 5) Σφίξτε καλά το σύνδεσμο (ρακόρ) του σωλήνα που συνδέεται στη φιάλη και αφήστε χαλαρό το ρακόρ στο σύνδεσμο Ε.
- 6) Εξαερώστε το σωλήνα που συνδέει τη φιάλη με την κάσα των μανομέτρων. Προς το σκοπό αυτό, ανοίξτε λίγο τη βαλβίδα της φιάλης ψυκτικού και **αφήστε μικρή ποσότητα ψυκτικού να φύγει από το χαλαρό σύνδεσμο Ε**. Έτσι θα περιοριστεί η παρουσία του αέρα στο σωλήνα και στο κύκλωμα της ψυκτικής μηχανής γενικότερα.
- 7) Σφίξτε τώρα το χαλαρό ρακόρ Ε.
- 8) Αν οι λαστιχένιοι σωλήνες των μανομέτρων (υψηλής και χαμηλής) δεν είναι υπό κενό, **εξαερώστε τους** με τον τρόπο που αναφέρθηκε παραπάνω, ανοίγοντας τις βάνες των μανομέτρων Α και Β και αφήνοντας να φύγει ψυκτικό από τους συνδέσμους Γ και Δ των βαλβίδων του συμπιεστή. (Οι βαλβίδες Γ και Δ βρίσκονται τελείωσης πίσω).

- 9) Κλείστε τη βάνα του μανομέτρου της υψηλής Β και αφήστε ανοιχτή τη βάνα του μανομέτρου της χαμηλής Α.
- 10) Τοποθετήστε τις βαλβίδες συντηρήσεως του συμπιεστή (Γ και Δ) σε μία ενδιάμεση θέση και ανοίξτε τελείως την βαλβίδα της φιάλης ψυκτικού.
- 11) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα και συνεχίστε τη φόρτιση παρακολουθώντας στη ζυγαριά το βάρος του ψυκτικού που εισάγεται στη μονάδα.
- 12) 'Όταν η μονάδα φορτισθεί με την κατάλληλη ποσότητα ψυκτικού, κλείστε τη βαλβίδα της φιάλης και μετά τη βάνα του μανομέτρου της χαμηλής πιέσεως. Στην άσκηση 15 θα αναπτύξουμε πως ελέγχομε αν η ψυκτική μηχανή έχει φορτισθεί πλήρως. Προς το παρόν θα φορτίσετε τη μονάδα με τόσο ψυκτικό, όσο θα σας πει ο καθηγητής σας (π.χ. 0,5 kg ή 1 kg).
- 13) Αφήστε τη μονάδα σε λειτουργία παρακολουθώντας τις πιέσεις στα μανόμετρα.
- 14) Αν η λειτουργία της ψυκτικής μονάδας είναι ικανοποιητική, αποσυνδέστε τη φιάλη ψυκτικού και κατόπιν τα μανόμετρα, ακολουθώντας τη διαδικασία που αναφέρεται στην άσκηση 11.

Παρατηρήσεις.

- a) Κατά τη φόρτιση ψυκτικής μονάδας με ψυκτικό από την αναρρόφηση, η φιάλη πρέπει να είναι σε όρθια θέση και ποτέ ανάποδα τοποθετημένη.
- b) 'Όταν αντιληφθείτε ότι η ροή ψυκτικού από τη φιάλη προς τη μονάδα σταματήσει, επειδή η διαφορά πιέσεως μεταξύ φιάλης και ψυκτικής μονάδας γίνεται πολύ μικρή, τοποθετήστε τη φιάλη σε ζεστό νερό με **Θερμοκρασία όχι μεγαλύτερη από 50°C**. Έτσι θα διευκολύνετε την εισαγωγή ψυκτικού στη μονάδα χωρίς κίνδυνο.
- c) **Ποτέ μη θερμαίνετε τη φιάλη του ψυκτικού με καρινέτο ή φλόγα οξυγόνου. Υπάρχει κίνδυνος εκρήξεως.**
- d) Οι κατασκευαστές συμπιεστών συνιστούν να μη τοποθετείται η βαλβίδα αναρροφήσεως σε κλειστή θέση (téρμα μπροστά) κατά τη φόρτιση, γιατί καταπονείται ο συμπιεστής. Την εσφαλμένη αυτή ενέργεια συνηθίζουν πολλοί ψυκτικοί για να επιταχύνουν την είσοδο του ψυκτικού στην ψυκτική μονάδα, αποφεύγοντας τη θέρμανση της φιάλης.

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

ΦΟΡΤΙΣΗ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΕΩΣ

14.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τη σωστή διαδικασία φορτίσεως ψυκτικής μονάδας με ψυκτικό ρευστό από την πλευρά της υψηλής πιέσεως (καταθλίψεως).

14.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η εισαγωγή ψυκτικού ρευστού σε ψυκτική μονάδα, σε μορφή υγρού, ενδεικνύεται σε περιπτώσεις μεγάλων ψυκτικών εγκαταστάσεων, γιατί ο τρόπος αυτός φορτίσεως απαιτεί πολύ λιγότερο χρόνο από το χρόνο που απαιτείται για μία πλήρη φόρτιση από την πλευρά της αναρροφήσεως (πλευρά χαμηλής). Όμως πολλές φορές οι ψυκτικοί προτιμούν αυτή τη μέθοδο και σε μικρές μονάδες, όταν πρέπει να τελειώσουν γρήγορα τη φόρτιση ενός ψυγείου.

Η φόρτιση ψυκτικής μονάδας από τη πλευρά της υψηλής πιέσεως μπορεί να γίνει είτε **από τη βαλβίδα συντηρήσεως καταθλίψεως** του συμπιεστή της μονάδας ή **από την ειδική βαλβίδα του συλλέκτη** (αν φέρει η μονάδα τέτοια βαλβίδα).

Στην πρώτη περίπτωση το ψυκτικό ρευστό οδηγείται μέσα από τη βαλβίδα συντηρήσεως του συμπιεστή στο συμπυκνωτή της μονάδας και κατόπιν στο υπόλοιπο ψυκτικό κύκλωμα.

Στη δεύτερη περίπτωση το ψυκτικό υγρό οδηγείται μέσα από τη βαλβίδα του συλλέκτη στη γραμμή του υγρού και κατόπιν στην εκτονωτική βαλβίδα.

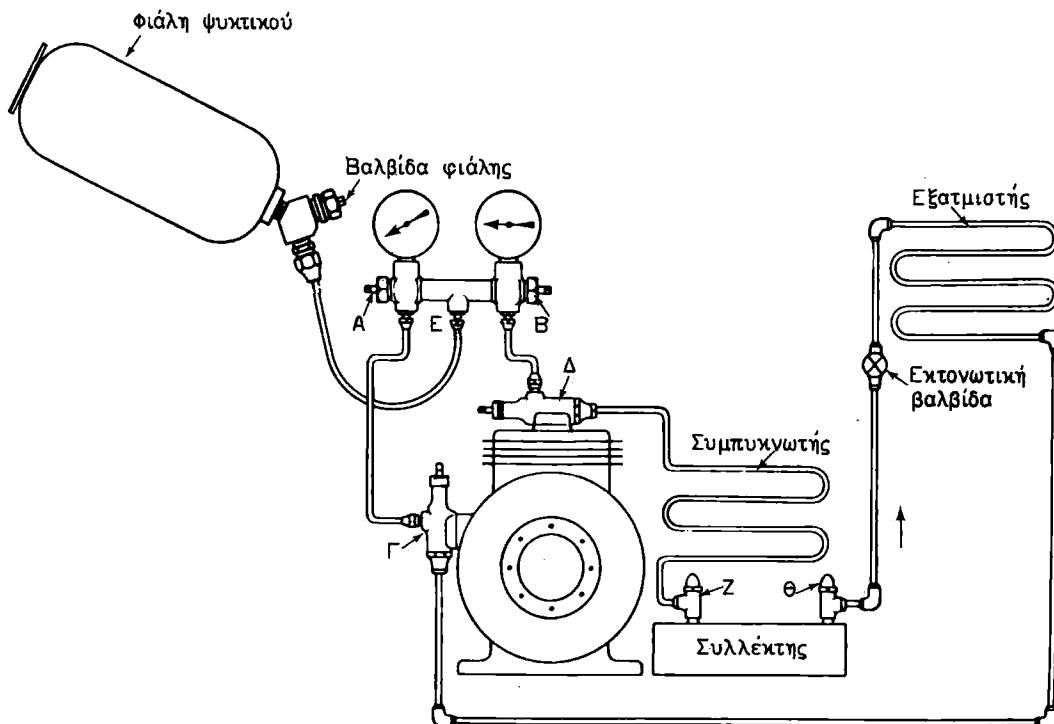
Στην άσκηση αυτή θα αναπτύξουμε τη φόρτιση από τη βαλβίδα καταθλίψεως του συμπιεστή.

14.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα σε πλήρη λειτουργία.
- Φιάλη γεμάτη με ψυκτικό κατάλληλο για τη μονάδα που θα φορτίσομε.
- Κάσα μανομέτρων.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων του συμπιεστή.
- Ζυγαριά.
- Αντλία κενού.

14.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε τα μανόμετρα (κάσα μανομέτρων) στη μονάδα.
- 2) Συνδέστε κατάλληλα την αντλία κενού και δημιουργήστε κενό πάνω από 28°Hg (712 mm στήλης υδραργύρου).
- 3) Αποσυνδέστε την αντλία κενού και συνδέστε τη φιάλη αφού ζυγίσετε πρώτα τη φιάλη με το ψυκτικό και σημειώσετε το βάρος της.
- 4) Σφίξτε καλά το ρακόρ του λαστιχένιου σωλήνα που συνδέεται στη βαλβίδα της φιάλης και αφήστε χαλαρό το ρακόρ που συνδέεται στην κάσα των μανομέτρων E, για να πραγματοποιήσετε εξαέρωση του σωλήνα που συνδέει τη φιάλη και το σετ των μανομέτρων.
- 5) Ανοίξτε τη βαλβίδα της φιάλης και αφήστε να εξέλθει μικρή ποσότητα ψυκτικού από το χαλαρό σύνδεσμο των μανομέτρων E. Μ' αυτό τον τρόπο θα απαλλαγεί ο σωλήνας, κατά το δυνατόν, από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Στο σχήμα 14.4, φαίνεται σχηματική παράσταση της διατάξεως φορτίσεως ψυ-



Σχ. 14.4.

Διάταξη φορτίσεως ψυκτικής μονάδας με ψυκτικό, από τη βαλβίδα της καταθλίψεως του συμπιεστή. Θέση βαλβίδων:

- Η βαλβίδα Α κλειστή (εντελώς μπροστά).
- Η βαλβίδα Β ανοικτή (εντελώς πίσω).
- Οι βαλβίδες Γ και Δ σε ενδιάμεση θέση.
- Οι βαλβίδες Ζ και Θ ανοικτές (εντελώς πίσω).
- Η βαλβίδα φιάλης ανοικτή.

κτικής μονάδας από τη βαλβίδα καταθλίψεως.

- 6) Γυρίστε ανάποδα τη φιάλη με το ψυκτικό και ανοίξτε τη βαλβίδα του μανομέτρου της υψηλής πιέσεως (τέρμα πίσω).
- 7) Ελέγχετε τις βαλβίδες συντηρήσεως του συμπιεστή και βεβαιωθείτε ότι βρίσκονται σε ενδιάμεση θέση. Με τον τρόπο αυτό το ψυκτικό υγρό μεταγγίζεται από τη φιάλη στο χώρο της καταθλίψεως (συμπυκνωτή, συλλέκτη, σωληνώσεις) σε σύντομο χρονικό διάστημα, λόγω της διαφοράς πιέσεως μεταξύ φιάλης και ψυκτικής μονάδας.
- 8) Ζυγίζετε τακτικά τη φιάλη, ώστε να παρακολουθείτε το βάρος του εισερχόμενου ψυκτικού. Όταν η ψυκτική μονάδα φορτίσθει με την κατάλληλη ποσότητα ψυκτικού, κλείστε τη βαλβίδα του μανομέτρου της υψηλής, **βάλτε τη μονάδα σε λειτουργία** και παρακολουθήστε τις ενδείξεις των μανομέτρων (υψηλής και χαμηλής).
- 9) Αν χρειασθεί να προσθέστε και άλλο ψυκτικό επαναλάβετε την πράξη (6), **αφού θα σταματήσετε τη λειτουργία του συμπιεστή**. Όταν εισαχθεί η κατάλληλη ποσότητα ψυκτικού στη μονάδα, κλείστε τη βαλβίδα της φιάλης και μετά τη βαλβίδα του μανομέτρου της υψηλής.

Παρατήρηση.

Για τον έλεγχο της πλήρους φορτίσεως ψυκτικής μηχανής με ψυκτικό, χρησιμοποιούνται τρόποι που θα αναπτυχθούν στην άσκηση 15. Προς το παρόν θα φορτίσετε τη μονάδα με τόσο ψυκτικό, όσο θα σας πει ο καθηγητής σας (π.χ. 0,5 kg ή 1kg κλπ).

- 10) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα για 15-20 λεπτά παρακολουθώντας τις πιέσεις και αφού διαπιστώσετε ότι η λειτουργία της μονάδας είναι ικανοποιητική, αποσυνδέστε τα μανόμετρα με το γνωστό τρόπο και τοποθετήστε τα καπάκια των βαλβίδων συντηρήσεως του συμπιεστή.

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

15.1 Σκοπός.

Με την άσκηση που ακολουθεί οι μαθητές θα μάθουν μερικούς από τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να γίνει έλεγχος στο αν μία ψυκτική μονάδα έχει φορτισθεί με τη σωστή ποσότητα ψυκτικού ρευστού. Επίσης οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τα όργανα και τις συσκευές που χρησιμοποιούνται για να εξακριβωθεί αν έχει εισαχθεί η κατάλληλη ποσότητα ψυκτικού σε μία ψυκτική μονάδα.

15.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η φόρτιση ψυκτικής μηχανής με τη σωστή ποσότητα ψυκτικού είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την αποδοτική και οικονομική λειτουργία της. Η εισαγωγή περισσότερου ψυκτικού στη μονάδα από αυτό που πρέπει, όπως είπαμε δημιουργεί μεγάλες πιέσεις στην κατάθλιψη. Μεγάλη όμως πίεση καταθλίψεως σημαίνει άσκοπη καταπόνηση του συμπιεστή, μείωση της ικανότητάς του και αντιοικονομική λειτουργία της μονάδας. Δεν αποκλείεται βέβαια και η καταστροφή του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή από την ανάπτυξη υπερβολικών θερμοκρασιών.

Εξάλλου, λιγότερο ψυκτικό σε μία ψυκτική μονάδα μειώνει σημαντικά την απόδοσή της και αναγκάζει το συμπιεστή να εργάζεται πολύ ώρα. Έτσι ο συμπιεστής υπερθερμαίνεται και το κόστος λειτουργίας της ψυκτικής μας μονάδας γίνεται υπερβολικά μεγάλο.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, πρέπει να ελέγχομε προσεκτικά το βάρος του ψυκτικού που εισάγεται σε μια ψυκτική μονάδα αλλιώς είναι βέβαιο ότι η απόδοσή της θα είναι χαμηλή και το κόστος λειτουργίας της μεγάλο.

Για την εξακρίβωση της σωστής ποσότητας ψυκτικού με την οποία πρέπει να είναι φορτισμένη μία ψυκτική μονάδα, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τρόποι:

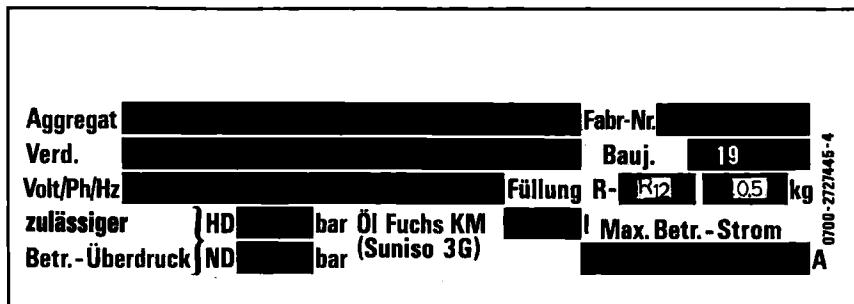
- Ζυγίζεται το ψυκτικό.
- Χρησιμοποιείται ο δείκτης ροής.
- Χρησιμοποιείται ο δείκτης στάθμης.
Χρησιμοποιείται αμπερόμετρο.
- Ελέγχεται η υπεθέρμανση.
- Ελέγχεται η υπόψυξη.

Στη συνέχεια θα αναπυχθεί η διαδικασία ελέγχου ικανοποιητικής φορτίσεως ψυκτικής μονάδας με τους παραπάνω αναφερόμενους τρόπους, εκτός από την μέθοδο της υποψύξεως γιατί σπάνια εφαρμόζεται στην πράξη.

15.3 Έλεγχος φορτίσεως με τη ζύγιση του ψυκτικού.

15.3.1 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η μέθοδος αυτή ενδεικνύεται στις περιπτώσεις ψυκτικών μονάδων που είναι **αυτόνομες**. Ονομάζομε αυτόνομες ψυκτικές μονάδες εκείνες των οποίων όλα τα εξαρτήματα (συμπιεστής, συμπυκνωτής, εξατμιστής κλπ), βρίσκονται μόνιμα τοποθετημένα μέσα σε μία μεταλλική ή ξύλινη κατασκευή και επομένως το μήκος των σωληνώσεων είναι ορισμένο και αμετάβλητο. Τέτοιου είδους ψυκτικές μονάδες είναι τα οικιακά ψυγεία, οι κλιματιστικές συσκευές παραθύρου κλπ. Σ' αυτούς τους τύπους των ψυκτικών μονάδων, το είδος και το βάρος του ψυκτικού με το οποίο πρέπει να φορτισθούν, είναι γραμμένα πάνω **στη πινακίδα προδιαγραφών** της ψυκτικής συσκευής (σχ. 15.3). Αν η πινακίδα προδιαγραφών δεν περιέχει το απαιτούμενο βάρος του ψυκτικού, θα πρέπει να ανατρέξουμε σε βιβλία συντηρήσεως του κατασκευαστή.



Σχ. 15.3.

Πινακίδα προδιαγραφών ψυκτικής συσκευής στην οποία διακρίνονται το βάρος και το είδος του ψυκτικού.

15.3.2 Απαιτούμενα εργαλεία, υλικά και συσκευές.

- Αυτόνομη ψυκτική συσκευή (π.χ. οικιακό ψυγείο).
- Ζυγαριά.
- Κάσα μανομέτρων.
- Φιάλη με ανάλογο για την περίπτωση ψυκτικό (π.χ. R12).
- Καστάνια χειρισμού βαλβίδων συμπιεστών.

15.3.3 Πορεία εργασίας.

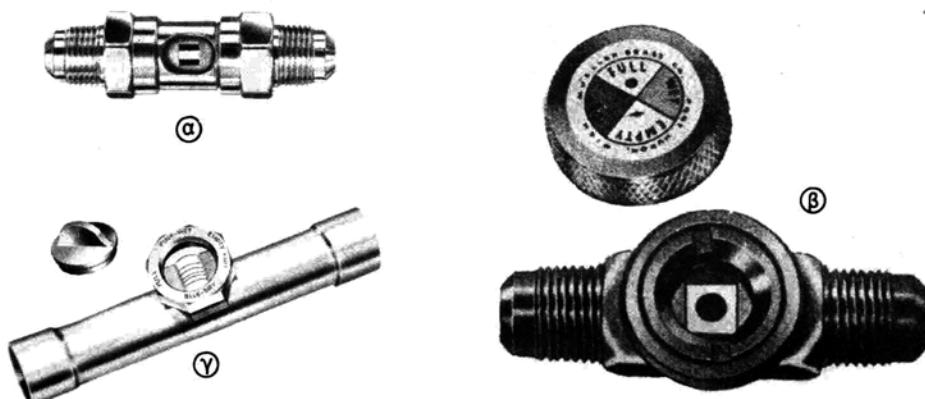
- 1) Από την πινακίδα της μονάδας ή τα βιβλία συντηρήσεως του κατασκευαστή βρίσκομε την ακριβή ποσότητα του ψυκτικού με την οποία πρέπει να φορτισθεί η μονάδα.
- 2) Ζυγίστε τη φιάλη με το ψυκτικό, πριν να φορτίσετε τη μονάδα. Έτσι θα μπορείτε να ελέγξετε το βάρος του εισερχόμενου στη μονάδα ψυκτικού ρευστού.

- 3) Προετοιμάστε τη μονάδα για φόρτιση με το γνωστό τρόπο που αναπτύχθηκε σε προηγούμενες ασκήσεις (δημιουργία κενού κλπ.).
- 4) Αρχίστε τη φόρτιση παρακολουθώντας το βάρος της φιάλης. Όταν εισαχθεί στη μονάδα η σωστή ποσότητα ψυκτικού, σταματήστε τη φόρτιση και θέστε σε λειτουργία τη μονάδα για 15-20 λεπτά της ώρας παρακολουθώντας τις πιέσεις και θερμοκρασίες.
- 5) Αν τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά αποσυνδέστε τη φιάλη και τα μανόμετρα με τη γνωστή διαδικασία.

15.4 Έλεγχος φορτίσεως με τη χρησιμοποίηση δείκτη ροής.

15.4.1 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Ο δείκτης ροής (σχ. 15.4a) είναι εξάρτημα που τοποθετείται στο τμήμα της καταθλίψεως, όπου το ψυκτικό βρίσκεται σε υγρή κατάσταση. Συνήθως τοποθετείται μετά το φίλτρο και λίγο πριν την εκτονωτική βαλβίδα. Δείκτης ροής τοποθετείται συνήθως στις μεγάλες μονάδες ψύξεως ή κλιματισμού και σε μικρές εγκαταστάσεις επαγγελματικού τύπου.



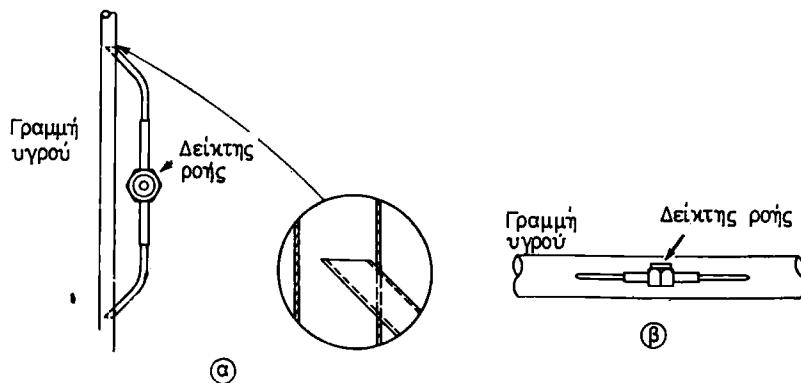
Σχ. 15.4a.

Δείκτες ροής που φέρουν και δείκτη υγρασίας.
α) και β) Δείκτης ροής βιδωτός (φλέρ). γ) Δείκτης ροής κολλητός.

Οι δείκτες ροής συναντώνται σε όλες τις μικρές τυποποιημένες διαμέτρους χαλκοσωλήνων ψύξεως και είναι βιδωτοί (φλέρ) ή κολλητοί. Επίσης είναι δυνατόν να συναντήσομε και δείκτες ροής που από τη μία μεριά να είναι κολλητοί και από την άλλη βιδωτοί.

Στις μεγάλες εγκαταστάσεις που η διάμετρος των σωληνώσεων υγρού είναι μεγάλη, ο δείκτης ροής τοποθετείται σε μία παράλληλη σωλήνωση, όπως φαίνεται στο σχήμα 15.4β.

Τις περισσότερες φορές οι δείκτες ροής φέρουν και δείκτη υγρασίας, όπως οι δείκτες του σχήματος 15.4a. Όταν υπάρχει υγρασία στο ψυκτικό της μονάδας, το



Σχ. 15.4β.

Η σωστή τοποθέτηση δείκτη ροής σε σωληνώσεις ψυκτικού υγρού μεγάλων διαμέτρων.

α) Σε κατακόρυφη γραμμή. β) Σε οριζόντια γραμμή.

χρώμα του δείκτη ροής γίνεται ρόζ, ενώ όταν η μονάδα είναι απαλλαγμένη από υγρασία το χρώμα του δείκτη ροής είναι **μπλε**.

Όταν το ψυκτικό της μονάδας είναι λιγότερο από το κανονικό, παρουσιάζονται στο δείκτη ροής φυσαλίδες, οι οποίες λιγοστεύουν όσο φορτίζεται η μονάδα. **Η παρουσία φυσαλίδων στο δείκτη ροής σταματάει, όταν η μονάδα φορτισθεί με την κατάλληλη ποσότητα ψυκτικού.**

Σε μερικούς τύπους δεικτών ροής αμερικανικής προελεύσεως όταν η μονάδα φορτισθεί τελείως με ψυκτικό, εμφανίζεται η λέξη **FULL** (πλήρες). Αντίθετα στην έλλειψη ψυκτικού εμφανίζεται η λέξη **EMPTY** (κενό).

15.4.2 Απαιτούμενα εργαλεία και συσκευές.

Ψυκτική μονάδα εφοδιασμένη με δείκτη ροής.

Κάσα μανομέτρων.

- Φιάλη με ψυκτικό, κατάλληλο για τη μονάδα που θα φορτίσουμε (π.χ. R12).
- Καστάνια χειρισμού βαλβίδων συμπιεστή.

15.4.3 Πορεία εργασίας.

- 1) Προετοιμάστε τη μονάδα για φόρτιση (κενό κλπ).
- 2) Συνδέστε τη φιάλη ψυκτικού και αρχίστε τη φόρτιση της μονάδας από την αναρρόφηση με το συμπιεστή σε λειτουργία.
- 3) Στην αρχή της φορτίσεως θα παρατηρείτε στο δείκτη ροής φυσαλίδες. **Όταν σταματήσουν οι φυσαλίδες και εμφανισθεί συνεχής ροή ψυκτικού, να σταματήσετε τη φόρτιση γιατί η μονάδα έχει πα φορτισθεί πλήρως.**
- 4) Συνεχίστε τη λειτουργία της μονάδας για 15-20 λεπτά της ώρας παρακολουθώντας τις πιέσεις στην αναρρόφηση και κατάθλιψη και τις θερμοκρασίες στο θάλαμο ψύξεως.
- 5) Αν η λειτουργία της εγκαταστάσεως είναι ικανοποιητική, αποσυνδέστε τη φιάλη ψυκτικού και την κάσα μανομέτρων με τη γνωστή διαδικασία.

15.5 Έλεγχος φορτίσεως με το δείκτη στάθμης.

Σε μερικές μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις ο συλλέκτης ψυκτικού είναι εφοδιασμένος με **ειδικό δείκτη στάθμης**. Προσθέτοντας ψυκτικό, η στάθμη ανεβαίνει. Όταν ο δείκτης στάθμης φθάσει στην ένδειξη «**FULL**» η εγκατάσταση έχει φορτισθεί πλήρως. Για την περίπτωση αυτή δε θα αναπτυχθεί η διαδικασία ελέγχου της πλήρους φορτίσεως με ψυκτικό, γιατί είναι και σπάνια αλλά και πάρα πολύ απλή.

15.6 Έλεγχος φορτίσεως με τη χρησιμοποίηση αμπερομέτρου.

15.6.1 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Στις πινακίδες των ψυκτικών μηχανών, εκτός από τα άλλα στοιχεία περιέχεται και η ένταση ηλεκτρικού ρεύματος που καταναλίσκει ο ηλεκτροκινητήρας του συμπιεστή όταν η μονάδα έχει την κατάλληλη ποσότητα ψυκτικού ρευστού. Η **ένταση πλήρους φορτίσεως σημειώνεται με τα αγγλικά στοιχεία F.L.A.** (Full Load Ampereage). Η ένδειξη F.L.A. δε θα πρέπει να συγχέεται με την ένδειξη L.A. (Locked Amperage) που σημαίνει την ένταση εκκινήσεως του κινητήρα του συμπιεστή και η τιμή της είναι πολύ μεγαλύτερη από την F.L.A.

Η μέθοδος αυτή διαπιστώσεως πλήρους φορτίσεως ψυκτικής μηχανής βασίζεται στο γεγονός ότι όσο αυξάνεται η ποσότητα του εισερχόμενου ψυκτικού, τόσο αυξάνεται η πίεση καταθλίψεως. Όσο όμως αυξάνεται η πίεση καταθλίψεως, τόσο αυξάνεται και η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλίσκει ο κινητήρας του συμπιεστή. Έτσι, αν συνδεθεί ένα αμπερόμετρο στη γραμμή τροφοδοτήσεως, θα παρατηρήσουμε ότι όσο αυξάνεται η εισερχόμενη ποσότητα ψυκτικού, αυξάνεται και η ένταση του ρεύματος που απορροφά ο κινητήρας του συμπιεστή.

Το κοινό αμπερόμετρο (σχ. 15.6a) συνδέεται **πάντοτε σε σειρά** με την κατανάλωση (ηλεκτρικό κινητήρα). Λανθασμένη συνδεσμολογία του αμπερομέτρου (π.χ. παράλληλη σύνδεση) μπορεί να προκαλέσει καταστροφή του οργάνου. Επίσης πρέπει να προσέχουμε και κατά την εκλογή της κλίμακας του αμπερομέτρου. Η κλί-



Σχ. 15.6a.

Κοινό αμπερόμετρο κατάλληλο για τη μέτρηση εντάσεως σε ψυκτική μονάδα.

μακα που θα επιλέξουμε θα πρέπει να μπορεί να μετρήσει την ένταση που θέλουμε με ασφάλεια και ικανοποιητική ακρίβεια. Αν το μέγεθος της εντάσεως που πρόκειται να μετρήσουμε δεν είναι γνωστό, τότε επιλέγομε τη μεγαλύτερη κλίμακα, του αμπερομέτρου για να εκτιμήσουμε περίπου την τιμή της, και κατόπιν επιλέγομε την καταλληλότερη για την περίπτωσή μας κλίμακα.



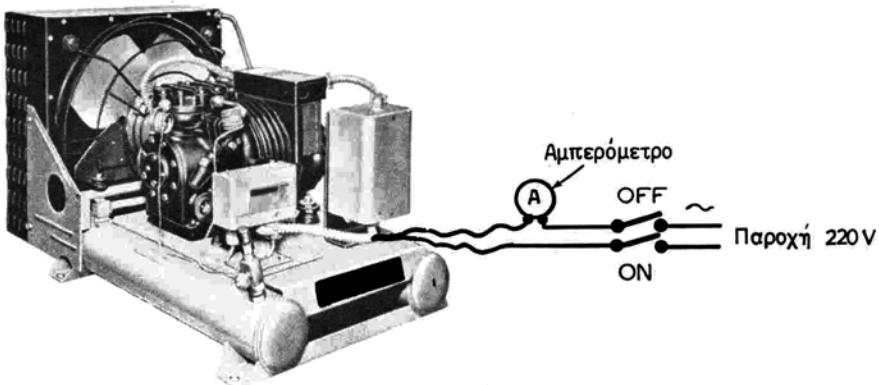
Σχ. 15.6β.

Αμπερόμετρα τύπου «τσιμπίδα» που χρησιμοποιούνται συχνά από τους ψυκτικούς.

Τα αμπερόμετρα τύπου «τσιμπίδα» (σχ. 15.6β) είναι πιο εύκολα στη χρήση τους και δεν απαιτούν ιδιαίτερες ηλεκτρολογικές γνώσεις. Δεν μετρούν όμως με μεγάλη ακρίβεια στις περιπτώσεις μικρών μονάδων (μικρών εντάσεων).

15.6.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Βρείτε από την πινακίδα της ψυκτικής μονάδας ή από προδιαγραφές του κατασκευαστή, την ένταση σε Αμπέρ (A) που απορροφάει η μονάδα στην κανονική της λειτουργία (F.L.A.).
- 2) Διαλέξτε τη κατάλληλη κλίμακα στο αμπερόμετρο.
- 3) Συνδέστε το αμπερόμετρο **σε σειρά** προς το κινητήρα του συμπιεστή, όπως φαίνεται στο σχήμα 15.6γ.



Σχ. 15.6γ.

Η σωστή σύνδεση (σε σειρά) του αμπερόμετρου για την μέτρηση της εντάσεως που απορροφά η ψυκτική μονάδα.

- 4) Ελέγχτε προσεκτικά για άλλη μία φορά την ορθότητα της συνδεσμολογίας του αμπερομέτρου και μετά τροφοδοτήστε τη μονάδα με τάση τοποθετώντας το μαχαιρωτό διακόπτη ελέγχου σε θέση «ON».
- 5) Με τη μονάδα σε λειτουργία, αρχίστε τη διαδικασία της φορτίσεως με ψυκτικό παρακολουθώντας την αύξηση της εντάσεως στο αμπερόμετρο. Όταν το αμπερόμετρο δείξει την ένταση της πλήρους φορτίσεως (F.L.A.), σταματήστε τη φόρτιση και αφήστε τη μονάδα να λειτουργεί για 15-20 λεπτά της ώρας.
- 6) Αν η λειτουργία της μονάδας είναι ικανοποιητική, βγάλτε τη φιάλη συντηρήσεως και τη σειρά των μανομέτρων, όπως αναπτύχθηκε σε προηγούμενη άσκηση.

Παρατήρηση.

Σε περίπτωση χρήσεως αμπερομέτρου τύπου «τσιμπίδα», εκλέγομε και εδώ την κατάλληλη κλίμακα και κατόπιν περνούμε τον ένα αγωγό τροφοδοτήσεως της μονάδας (τη φάση ή τον ουδέτερο) μέσα από την «τσιμπίδα» του αμπερομέτρου (σχ. 15.6δ).

Αφού τροφοδοτήσομε με τάση τη μονάδα (κλείνοντας το διακόπτη) ακολουθούμε την ίδια πορεία με εκείνη για τη διαπίστωση πλήρους φορτίσεως ψυκτικής μονάδας με κοινό αμπερόμετρο.



Σχ. 15.6δ.

Μέτρηση εντάσεως σε ψυκτική μηχανή με αμπερόμετρο τύπου «τσιμπίδα».

15.7 Έλεγχος της φορτίσεως με έλεγχο υπερθερμάνσεως.

15.7.1 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για μικρές ψυκτικές μονάδες, των οποίων το εκτονωτικό (στραγγαλιστικό) μέσο είναι τριχοειδής σωλήνας, και εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που δεν μπορεί να εφαρμοσθεί άλλη μέθοδος περισσότερο πρακτική. Ας δούμε όμως τι είναι ο υπέρθερμος ατμός και η υπερθέρμανση.

Υπέρθερμος ατμός ψυκτικού ρευστού είναι ο ατμός που έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία βρασμού που αντιστοιχεί στην πίεσή του.

Υπερθέρμανση ονομάζεται η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας στην έξοδο του εξατμιστή και της θερμοκρασίας βρασμού του ψυκτικού που αντιστοιχεί στην πίεση στον εξατμιστή. Δηλαδή:

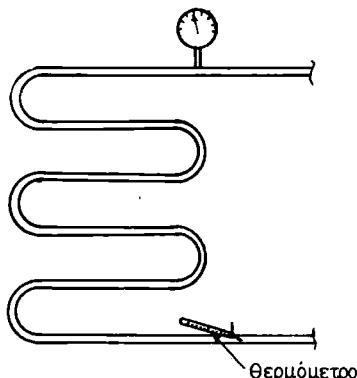
$$\Delta T_{\text{υπ}} = T_{\text{υπ}} - T_{\text{κορ}}$$

όπου: $\Delta T_{\text{υπ}}$ η υπερθέρμανση ($^{\circ}\text{C}$).

$T_{\text{υπ}}$ η θερμοκρασία υπέρθερμου ατμού στην έξοδο του εξατμιστή ($^{\circ}\text{C}$).

$T_{\text{κορ}}$ η θερμοκρασία κορεσμού στην πίεση λειτουργίας του εξατμιστή ($^{\circ}\text{C}$).

Έτσι, αν η πίεση που δείχνει το μανόμετρο χαμηλής πίεσεως (σχ. 15.7α), είναι 2kg/cm^2 , η θερμοκρασία κορεσμού για R12 είναι -13°C . Τη θερμοκρασία των -13°C βρίσκομε από τους πίνακες των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R12 (πίνακας 15.7.1 και πίνακας 5 του παραρτήματος). Αν το θερμόμετρο στην έξοδο του εξατμιστή δείχνει -7°C , η υπερθέρμανση θα είναι:



Σχ. 15.7α.

Σχηματική παράσταση υπολογισμού της υπερθερμάνσεως με μανόμετρο και θερμόμετρο.

$$\text{Υπερθέρμανση} \quad \Delta T_{\text{υπ}} = -7 - (-13) = 6^{\circ}\text{C}$$

Στην αρχή η υπερθέρμανση είναι πολύ μεγάλη. Όσο όμως αυξάνεται η ποσότητα του εισερχόμενου ψυκτικού ρευστού στη μονάδα μειώνεται η τιμή της υπερθερμάνσεως. Έτσι, όταν η υπερθέρμανση γίνει $10-15^{\circ}\text{C}$, η φόρτιση είναι ικανοποιητική. Υπερθέρμανση γύρω στους 5°C σημαίνει υπερβολική ποσότητα ψυκτικού στο κύκλωμα. Αντίθετα υπερθέρμανση πάνω από 20°C σημαίνει έλλειψη ψυκτικού ρευστού.

Στην πράξη πολλές φορές κρίνεται σκόπιμο να προσθέτομε στις μετρούμενες πιέσεις αναρροφήσεως $0,1-0,2 \text{ kg/cm}^2$ ($2-3 \text{ lb/in}^2$) για να καλύπτουμε την πτώση πιέσεως στον εξατμιστή. Επίσης τη θερμοκρασία δεν τη μετρούμε στην έξοδο του εξατμιστή, αλλά $15-20 \text{ cm}$ πριν από το συμπιεστή.

Σε περίπτωση που είναι αδύνατη η προσαρμογή μανομέτρου για τη μέτρηση της πιέσεως αναρροφήσεως χρησιμοποιούμε τη **μέθοδο των δύο θερμομέτρων** (σχ. 15.7β).

Τοποθετούμε δηλαδή πάνω στο σωλήνα του εξατμιστή ένα θερμόμετρο στην αρχή του εξατμιστή και ένα στο τέλος (ή $15-20 \text{ cm}$ πριν από το συμπιεστή). Ποτέ δεν πρέπει να τοποθετούμε το θερμόμετρο πάνω στα λαμάκια του εξατμιστή, γιατί θα έχομε λανθασμένες ενδείξεις.

Αφαιρώντας τη θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο στην αρχή του εξατμιστή T_1 από την θερμοκρασία του δεύτερου θερμομέτρου T_2 βρίσκομε την υπερθέρμανση $\Delta T_{\text{υπ}}$.

Η μέθοδος των δύο θερμομέτρων δεν είναι πολύ ακριβής και γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται (εκτός από ειδικές περιπτώσεις). Σε περίπτωση όμως χρήσεώς της πρέπει να μετρήσουμε τις θερμοκρασίες με προσοχή και ακρίβεια.

15.7.2 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Μικρή ψυκτική μονάδα που έχει για εκτονωτικό μέσο τριχοειδή σωλήνα (π.χ. οικιακό ψυγείο).
- Μανόμετρο χαμηλής πιέσεως.
- Θερμόμετρα ψυκτικού με κλίμακα από -20 ως 50°C .
- Πίνακα των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R12 (πίνακας 5 του παραρτήματος ή πίνακας 15.7).
- Φιάλη με ψυκτικό R12.

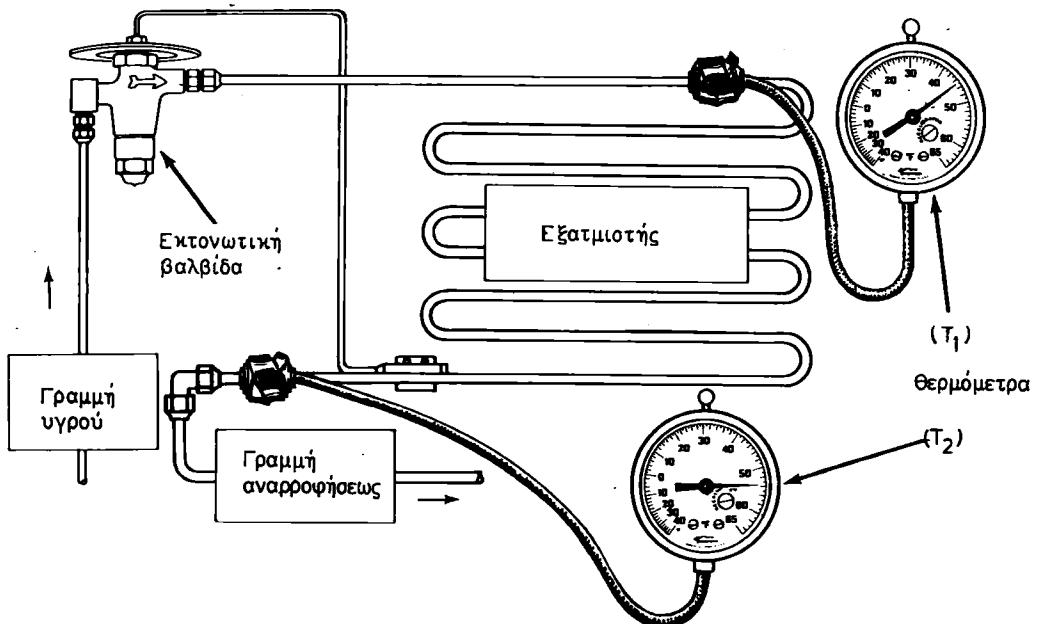
ΠΙΝΑΚΑΣ 15.7

Θερμοκ.	Πίεση		Ειδικός όγκος		Πυκνότητα		Ενθαλπία* kcal/kg			Εντροπία kcal/(kg) (°K)	
	°C	Απολ. kg/cm²	Μαν. ATM	Υγρού l/kg	Ατμού m³/kg	Υγρού kg/m³	Ατμού kg/l	Υγρού h _f	Λανθάν. h _{fg}	Ατμού h _g	Υγρού s _f
-30	1.0239	0.9910	0.671979	0.159375	1.4881	6.27453	93.506	39.490	132.995	0.97496	1.13736
-29	1.0683	1.0340	0.873281	0.153178	1.4853	6.52834	93.718	39.386	133.104	0.97583	1.13714
-28*	1.1142	1.0784	0.674592	0.147275	1.4824	6.79001	93.931	39.282	133.213	0.97670	1.13692
-27	1.1617	1.1243	0.675913	0.141649	1.4795	7.05973	94.145	39.178	133.322	0.97756	1.13671
-26	1.2107	1.1717	0.677244	0.136284	1.4766	7.33764	94.358	39.073	133.431	0.97842	1.13651
-25	1.2612	1.2207	0.678586	0.131166	1.4737	7.62394	94.572	38.967	133.539	0.97928	1.13631
-24	1.3134	1.2712	0.679937	0.126282	1.4707	7.91878	94.788	38.862	133.648	0.98014	1.13611
-23	1.3673	1.3233	0.681299	0.121620	1.4678	8.22234	95.000	38.756	133.756	0.98100	1.13592
-22	1.4228	1.3770	0.682671	0.117167	1.4648	8.53481	95.215	38.649	133.864	0.98185	1.13573
-21	1.4801	1.4325	0.684054	0.112913	1.4619	8.85636	95.429	38.542	133.972	0.98270	1.13554
-20	1.5391	1.4896	0.685448	0.108847	1.4589	9.18718	95.644	38.435	134.079	0.98354	1.13536
-19	1.5999	1.5485	0.686853	0.104960	1.4559	9.52745	95.859	38.327	134.187	0.98439	1.13518
-18	1.6626	1.6091	0.688269	0.101242	1.4529	9.87735	96.075	38.219	134.294	0.98523	1.13501
-17	1.7271	1.6716	0.689697	0.097684	1.4499	10.23709	96.290	38.110	134.401	0.98607	1.13484
-16	1.7936	1.7359	0.691136	0.094279	1.4469	10.60684	96.506	38.001	134.507	0.98691	1.13468
-15	1.8620	1.8021	0.692586	0.091018	1.4439	10.98681	96.723	37.891	134.614	0.98774	1.13451
-14	1.9323	1.8702	0.694049	0.087895	1.4408	11.37720	96.939	37.781	134.720	0.98857	1.13435
-13	2.0047	1.9402	0.695523	0.084903	1.4378	11.77820	97.156	37.670	134.826	0.98940	1.13420
-12	2.0792	2.0123	0.697010	0.082034	1.4347	12.19002	97.373	37.559	134.932	0.99023	1.13405
-11	2.1557	2.0864	0.698509	0.079284	1.4316	12.61286	97.590	37.447	135.037	0.99106	1.13390
-10	2.2344	2.1625	0.700021	0.076646	1.4285	13.04694	97.808	37.335	135.143	0.99188	1.13375
-9	2.3152	2.2408	0.701545	0.074115	1.4254	13.49246	98.025	37.222	135.248	0.99270	1.13361
-8	2.3983	2.3211	0.703083	0.071686	1.4223	13.94965	98.244	37.109	135.352	0.99352	1.13347
-7	2.4836	2.4037	0.704634	0.069354	1.4192	14.41872	98.462	36.995	135.457	0.99434	1.13333
-6	2.5712	2.4885	0.706198	0.067115	1.4160	14.88989	98.681	36.880	135.561	0.99515	1.13320
-5	2.6611	2.5755	0.707776	0.064963	1.4129	15.39340	98.900	36.765	135.665	0.99597	1.13306
-4	2.7534	2.6648	0.709368	0.062895	1.4097	15.89947	99.119	36.649	135.769	0.99678	1.13294
-3	2.8480	2.7564	0.710974	0.060508	1.4065	16.41832	99.339	36.533	135.872	0.99759	1.13281
-2	2.9452	2.8505	0.712594	0.058986	1.4033	16.95022	99.559	36.416	135.975	0.99839	1.13269
-1	3.0448	2.9469	0.714229	0.057158	1.4001	17.49538	99.779	36.298	136.078	0.99920	1.13257
0	3.1469	3.0457	0.715878	0.055389	1.3969	18.05406	100.000	36.180	136.180	1.00000	1.13245
1	3.2517	3.1471	0.717543	0.053687	1.3936	18.62652	100.221	36.061	136.282	1.00080	1.13233
2	3.3590	3.2510	0.719223	0.052046	1.3904	19.21299	100.442	35.942	136.384	1.00160	1.13222
3	3.4690	3.3574	0.720919	0.050470	1.3871	19.81375	100.664	35.821	136.485	1.00240	1.13211
4	3.5816	3.4564	0.722631	0.048950	1.3838	20.42905	100.886	35.700	136.586	1.00319	1.13200
5	3.6970	3.5781	0.724359	0.047485	1.3805	21.05916	101.108	35.579	136.687	1.00399	1.13189
6	3.8152	3.6925	0.726103	0.046074	1.3772	21.70436	101.331	35.456	136.787	1.00478	1.13179
7	3.9362	3.8096	0.727864	0.044713	1.3739	22.36493	101.554	35.333	136.887	1.00557	1.13169
8	4.0600	3.9294	0.729643	0.043401	1.3705	23.04114	101.778	35.209	136.987	1.00636	1.13159
9	4.1868	4.0521	0.731438	0.042135	1.3672	23.73330	102.002	35.084	137.086	1.00715	1.13149
10	4.3164	4.1776	0.733252	0.040914	1.3638	24.44169	102.226	34.959	137.185	1.00793	1.13139
11	4.4491	4.3060	0.735083	0.039735	1.3604	25.16662	102.451	34.832	137.284	1.00872	1.13130
12	4.5848	4.4374	0.736933	0.038598	1.3570	25.90339	102.677	34.705	137.382	1.00950	1.13120
13	4.7236	4.5717	0.738802	0.037449	1.3535	26.66734	102.902	34.577	137.479	1.01028	1.13111
14	4.8655	4.7090	0.740690	0.036438	1.3501	27.44375	103.128	34.448	137.577	1.01106	1.13102
15	5.0106	4.8494	0.742597	0.035413	1.3466	28.23799	103.355	34.318	137.673	1.01184	1.13094
16	5.1588	4.9929	0.744524	0.034423	1.3431	29.05037	103.582	34.188	137.770	1.01262	1.13085
17	5.3103	5.1395	0.746472	0.033466	1.3396	29.88124	103.810	34.056	137.866	1.01340	1.13076
18	5.4651	5.2894	0.748440	0.032540	1.3361	30.73097	104.038	33.924	137.961	1.01417	1.13068
19	5.6232	5.4424	0.750429	0.031646	1.3326	31.59989	104.266	33.790	138.056	1.01495	1.13060
20	5.7848	5.5987	0.752440	0.030780	1.3290	32.48840	104.495	33.656	138.151	1.01572	1.13052
21	5.9497	5.7584	0.754473	0.029943	1.3254	33.39685	104.725	33.520	138.245	1.01649	1.13044
22	6.1181	5.9214	0.756528	0.029133	1.3218	34.32565	104.955	33.383	138.338	1.01726	1.13036
23	6.2900	6.0878	0.758606	0.028349	1.3182	35.27519	105.186	33.246	138.431	1.01803	1.13029
24	6.4655	6.2576	0.760708	0.027589	1.3146	36.24587	105.417	33.107	138.524	1.01880	1.13021
25	6.6446	6.4309	0.762834	0.026854	1.3109	37.23812	105.549	32.967	138.616	1.01957	1.13014
26	6.8274	6.6078	0.764984	0.026142	1.3072	38.25237	105.881	32.826	138.707	1.02034	1.13006
27	7.0138	6.7883	0.767159	0.025452	1.3035	39.28905	106.114	32.684	138.798	1.02110	1.12999
28	7.2040	6.9724	0.769360	0.024784	1.2998	40.34864	106.347	32.541	138.889	1.02187	1.12992
29	7.3980	7.1601	0.771587	0.024136	1.2960	41.43158	106.582	32.397	138.978	1.02263	1.12985
30	7.5959	7.3516	0.773841	0.023508	1.2923	42.53836	106.816	32.251	139.067	1.02340	1.12978
31	7.7976	7.5468	0.776122	0.022899	1.2885	43.60946	107.052	32.104	139.156	1.02416	1.12971
32	8.0032	7.7459	0.778431	0.022309	1.2846	44.82543	107.288	31.956	139.244	1.02492	1.12964
33	8.2129	7.9488	0.780769	0.021736	1.2808	46.00676	107.525	31.806	139.331	1.02558	1.12957
34	8.4266	8.1556	0.783137	0.021180	1.2769	47.21398	107.763	31.655	139.418	1.02645	1.12950
35	8.6443	8.3663	0.785534	0.020641	1.2730	48.44770	108.001	31.503	139.504	1.02721	1.12943
36	8.8662	8.5811	0.787963	0.020211	1.2691	49.70843	108.240	31.349	139.589	1.02757	1.12937
37	9.0922	8.7999	0.790423	0.019609	1.2651	50.99681	108.480	31.194	139.673	1.02873	1.12930
38	9.3225	9.0227	0.792916	0.019196	1.2612	52.31245	108.720	31.037	139.757	1.02949	1.12923
39	9.5571	9.2497	0.795442	0.018636	1.2572	53.65895	108.962	30.879	139.840	1.03025	1.12917



15.7.3 Πορεία εργασίας (με μανόμετρο και θερμόμετρα).

- 1) Αρχίστε να φορτίζετε τη μονάδα με ψυκτικό ρευστό, παρακολουθώντας την πίεση αναρροφήσεως και το θερμόμετρο που έχετε τοποθετήσει 15-20 cm πριν από το συμπιεστή (σχ. 15.7α).
- 2) Σημειώστε σ' ένα χαρτί τις αλλαγές στην πίεση αναρροφήσεως και στη θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο.
- 3) Βρείτε για κάθε αλλαγή στην πίεση και θερμοκρασία την υπερθέρμανση. Για να βρείτε την υπερθέρμανση, αφαιρέστε τη θερμοκρασία κορεσμού που αντιστοιχεί στη μετρούμενη πίεση, από τη θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο 15-20 cm πριν από το συμπιεστή. Μπορείτε να βρείτε τη θερμοκρασία κορεσμού που αντιστοιχεί σε διάφορες πιέσεις για το R12 από τον πίνακα 5 του παραρτήματος ή από τον πίνακα 15.7. Επίσης για τα διάφορα άλλα ψυκτικά μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον πίνακα 7 του παραρτήματος.
- 4) Όταν βρείτε υπερθέρμανση 10-15°C, η μονάδα έχει φορτισθεί ικανοποιητικά και θα πρέπει να σταματήσετε τη φόρτιση.
- 5) Αφήστε τώρα τη μονάδα να λειτουργήσει για 15-20 λεπτά και ελέγξτε τα αποτελέσματα.



Σχ. 15.7β.

Υπολογισμός της υπερθερμάνσεως με τη μέθοδο των δύο θερμομέτρων.

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΕΚΤΗ

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΨΥΚΤΙΚΟΥ

16.1 Σκοπός.

Μ' αυτή την άσκηση οι μαθητές θα μάθουν τους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να ελέγξουμε τη στεγανότητα μιας ψυκτικής εγκαταστάσεως και να εντοπίσουμε τυχόν διαρροές ψυκτικού ρευστού.

16.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όταν τελειώσει η κατασκευή μιας ψυκτικής εγκαταστάσεως ή όταν αντικαταστήσουμε κάποιο εξάρτημά της, είναι αναγκαίο να γίνει ένας προσεκτικός έλεγχος διαρροών, πριν παραδοθεί για χρήση.

Για να ελεγχθούν οι τυχόν διαρροές, θα πρέπει η εγκατάσταση να τεθεί υπό πίεση 2 atm (πάνω από 30 lb/in²) τουλάχιστον, αλλιώς η εντόπιση μικρών διαρροών γίνεται πολύ δύσκολη.

Συνήθως οι ψυκτικοί χρησιμοποιούν ίδιο ψυκτικό με το ψυκτικό που λειτουργεί η μονάδα για να δημιουργήσουν την απαιτούμενη πίεση για τον έλεγχο διαρροών. Όταν όμως δεν είναι δυνατόν να αναπτυχθεί η αναγκαία πίεση με το ψυκτικό της μονάδας, χρησιμοποιείται διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο ή άλλα αέρια. **Ποτέ όμως δεν πρέπει να χρησιμοποιείται οξυγόνο για την ανάπτυξη πίεσεως σε δίκτυο ψυκτικής εγκαταστάσεως.**

Μετά από χρήση διοξειδίου του άνθρακα ή άλλου αερίου για τον έλεγχο διαρροών, η εγκατάσταση πρέπει να υποστεί τη διαδικασία του **τριπλού κενού**, ώστε να μην παραμείνει σ' αυτή ούτε ίχνος από το αέριο που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο διαρροών. Η διαδικασία τριπλού κενού περιλαμβάνει:

- Δημιουργία κενού πάνω από 28" στήλης Hg (712 mm στήλης Hg περίπου).
- Φόρτιση της μονάδας με μικρή ποσότητα ψυκτικού ώσπου η πίεση να φθάσει γύρω στα 0 kg/cm².
- Επανάληψη δύο φορές των δύο παραπάνω ενεργειών.

Για την εντόπιση των διαρροών χρησιμοποιούνται πολλοί τρόποι ανάλογα με το είδος του ψυκτικού της μονάδας και τα υπάρχοντα μέσα. Έτσι, για τη εντόπιση διαρροών σε μονάδες με ψυκτικά R12, R22 κλπ., χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τρόποι:

- Σαπουνοδιάλυμα.
- Λυχνία Halide (Χέιλαϊντ).
- Ηλεκτρονικός ανιχνευτής.

16.3 Έλεγχος διαρροών με σαπουνοδιάλυμα.

16.3.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα σε λειτουργία.
- Κάσα (σετ) μανομέτρων.
- Υγρό σαπούνι και μικρό κουτάκι με νερό στο οποίο θα γίνει το σαπουνοδιάλυμα.
- Μικρό πινέλο.
- Καθαρό στουπί.

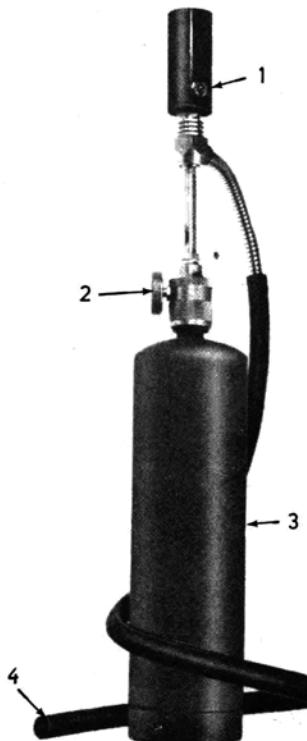
16.3.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Αναπτύξτε πίεση στην εγκατάσταση μεγαλύτερη από 2 kg/cm^2 (30 lb/in^2), λειτουργώντας τη μονάδα ή χρησιμοποιώντας άλλο βοηθητικό τρόπο.
- 2) Παρασκευάστε αραιό σαπουνοδιάλυμα σ' ένα μικρό κουτάκι ή ποτήρι.
- 3) Με τη βοήθεια ενός μικρού πινέλου να αλείψτε όλους τους συνδέσμους (κολλητούς και βιδωτούς) του δίκτυου με σαπουνοδιάλυμα, παρατηρώντας προσεκτικά αν σχηματίζονται φυσαλίδες στο σημείο που ελέγχετε.
- 4) Αν σε κάποιο σημείο σχηματίζονται φυσαλίδες, σημαίνει ότι υπάρχει διαρροή που θα πρέπει να επισκευασθεί.
- 5) Σημειώστε το σημείο που έχει διαρροή και συνεχίστε τον έλεγχο για τον εντοπισμό και άλλων πιθανών διαρροών. Ποτέ μη σταματάτε τον έλεγχο στην πρώτη εντόπιση διαρροής για να την επισκευάστε. Τελειώστε πρώτα τον έλεγχο όλης της μονάδας και μετά αρχίστε τη διαδικασία των επισκευών.
- 6) Αφού επισκευάστε τη διαρροή ή τις διαρροές, δημιουργήστε κενό, φορτίστε τη μονάδα με ψυκτικό και ελέγξτε πάλι τα σημεία που επισκευάσατε, ακολουθώντας τις διαδικασίες που έχουν αναπτυχθεί σε προηγούμενες ασκήσεις.
- 7) Αφού βεβαιωθείτε ότι το δίκτυο της μονάδας είναι πια στεγανό, καθαρίστε μ' ένα βρεγμένο καθαρό στουπί όλα τα σημεία που αλείψατε με σαπουνοδιάλυμα και παρακολουθήστε τη λειτουργία της μονάδας.

16.4 Έλεγχος διαρροών με λυχνία Halide (Χέιλαϊντ).

Η μέθοδος ανιχνεύσεως διαρροών με λυχνία Halide είναι η πιο διαδομένη στις εγκαταστάσεις με ψυκτικά της σειράς Φρεόν, γιατί η συσκευή Halide είναι απλή στην κατασκευή και τη λειτουργία της, εντοπίζει εύκολα τις διαρροές και το κόστος της είναι μικρό. Η συσκευή αυτή αποτελείται από μία φιάλη υγραερίου (συνήθως προπάνιο), στην οποία προσαρμόζεται ειδικός καυστήρας στη βάση του οποίου έχει τοποθετηθεί χάλκινο έλασμα. Η τροφοδότηση του καυστήρα με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα γίνεται μέσα από έναν πλαστικό σωλήνα που τον λέμε **ανιχνευτικό** (σχ. 16.4). Κατά την ανιχνευση διαρροών περιφέρομε το άκρο του ανιχνευτικού σωλήνα γύρω από τα πιθανά σημεία διαρροής (συνήθως στους βιδωτούς η κολλητούς σύνδεσμους του ψυκτικού δίκτυου). Αν σε κάποιο σημείο υπάρχει διαρροή ψυκτικού θα αναρροφηθεί από τον ανιχνευτικό σωλήνα και θα οδηγηθεί στον καυστήρα. Το ψυκτικό, που είναι χλωριωμένος υδρογονάνθρακας,

προσβάλλει το πυρακτωμένο χάλκινο έλασμα του καυστήρα, με αποτέλεσμα η φλόγα να παίρνει ένα **βαθύ πράσινο** χρώμα.



Σχ. 16.4.

Λυχνία Halide για την ανίχνευση διαρροής ψυκτικού ρευστού τύπου FREON.
1) Καυστήρας. 2) Βαλβίδα φιάλης. 3) Φιάλη προπανίου. 4) Ανιχνευτικός σωλήνας.

16.4.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα.
- Λυχνία Halide (Χέιλαϊντ).
- Κάσα μανομέτρων.

16.4.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Εφαρμόστε πίεση στη μονάδα πάνω από 2 kg/cm^2 (30 lb/in^2). Σε περιπτώσεις μικρών διαρροών να αυξήσετε την πίεση στις 70 lb/in^2 .
- 2) Ανοίξτε τη βαλβίδα της φιάλης προπανίου και ανάψτε τον καυστήρα της λυχνίας Halide (σχ. 16.4).
- 3) Ελαττώστε τη φλόγα στο ελάχιστο δυνατό και αρχίστε τον έλεγχο περιφέροντας με προσοχή το άκρο του ανιχνευτικού σωλήνα σε όλα τα πιθανά σημεία διαρροής (σύνδεσμοι, κολλήσεις κλπ).

- 4) Αν σε κάποιο σημείο που ελέγχετε το χρώμα της φλόγας αλλάξει σε **βαθύ πράσινο**, σημαίνει ότι στο σημείο αυτό υπάρχει διαρροή ψυκτικού.
- 5) Συνεχίστε τον έλεγχο για τον εντοπισμό και άλλων πιθανών διαρροών. Αφού τελειώσετε τον έλεγχο, σταματήστε τη μονάδα, επισκευάστε τη διαρροή και δημιουργήσετε ικανή πίεση για ένα νέο έλεγχο διαρροών, ακολουθώντας την παραπάνω πορεία.

Παρατηρήσεις.

- a) Με τη λυχνία Halide μπορούμε να ελέγξουμε τις διαρροές μόνο σε εγκαταστάσεις με ψυκτικά ρευστά του τύπου FREON (R12, R22 κλπ.).
- β) Σε περίπτωση που ο χώρος στον οποίο γίνεται έλεγχος με λυχνία Halide είναι κορεσμένος από ατμούς ψυκτικού, η φλόγα της λυχνίας γίνεται **βιολετιά και όχι βαθιά πράσινη**.



Σχ. 16.5.

Ηλεκτρονικός ανιχνευτής διαρροών ΦΡΕΟΝ σε σχήμα πιστολιού.

- γ) Θα πρέπει να αποφεύγεται η παρατεταμένη χρήση της λυχνίας Halide σε κλειστούς χώρους διαρροής γιατί τα ψυκτικά ρευστά παρά το γεγονός ότι δεν είναι τοξικά, **όταν καιγονται παράγουν αέρια που βλάπτουν την υγεία των ανθρώπων** που βρίσκονται στο χώρο της διαρροής.

δ) Για την ευκολότερη εντόπιση διαρροής, καλό θα είναι να μη λειτουργούν οι ανεμιστήρες της μονάδας όσο διαρκεί ο έλεγχος.

16.5 Έλεγχος διαρροών με ηλεκτρονικό ανιχνευτή.

Ο ηλεκτρονικός ανιχνευτής (σχ. 16.5) είναι το πιο ευαίσθητο όργανο αγιχνεύσεως διαρροών ψυκτικών τύπου FREON, αλλά είναι δαπανηρό στην αγορά του και πρέπει ο χειριστής του να γνωρίζει καλά τις οδηγίες χρήσεώς του.

Ο ηλεκτρονικός ανιχνευτής είναι πολύ ευαίσθητος στην ανίχνευση μικρών διαρροών, αλλά σε μεγάλες διαρροές (περίπτωση χώρου κορεσμένου με ατμούς ψυκτικού) δεν είναι δυνατό να εντοπισθεί το ακριβές σημείο διαρροής, γιατί ο ανιχνευτής ηχεί συνεχώς.

Η διαδικασία ελέγχου διαρροών με ηλεκτρονικό ανιχνευτή αναπτύσσεται στις οδηγίες χρήσεως που τον συνοδεύουν και μπορεί να είναι διαφορετική για κάθε τύπο ανιχνευτή. Γι' αυτό το λόγο δεν θα αναπτυχθεί εδώ η διαδικασία ελέγχου διαρροών ψυκτικού με ηλεκτρονικό ανιχνευτή.

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΕΒΔΟΜΗ

ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ-ΣΥΛΛΕΚΤΗ

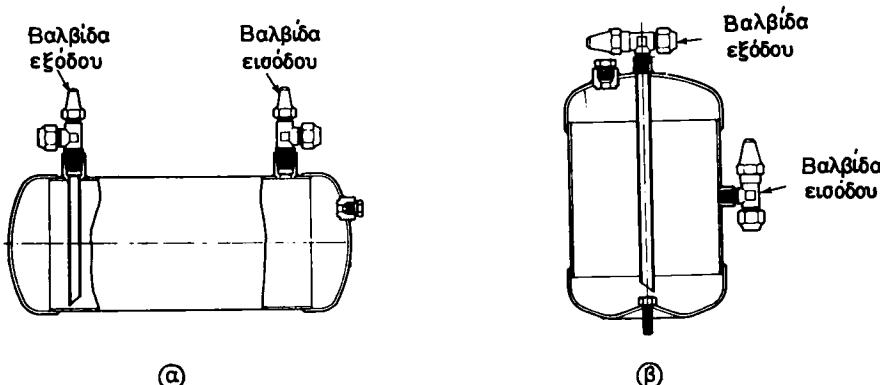
17.1 Σκοπός.

Σκοπός της ασκήσεως είναι να αποκτήσουν οι μαθητές τις αναγκαίες θεωρητικές και πρακτικές γνώσεις για τη συλλογή του ψυκτικού στο χώρο του συμπυκνωτή και του συλλέκτη.

17.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η συλλογή όλου του ψυκτικού της μονάδας στο χώρο του συμπυκνωτή και συλλέκτη της ψυκτικής εγκαταστάσεως είναι μία πάρα πολύ συνηθισμένη εργασία των ψυκτικών. Συνήθως, όταν θέλομε να επισκευάσουμε κάποιο σημείο του δικτύου που βρίσκεται στην πλευρά της καταθλίψεως μετά το συλλέκτη ή ακόμη στην πλευρά της αναρροφήσεως, αντί να αφαιρέσουμε το ψυκτικό της μονάδας, το συλλέγομε στο χώρο του συμπυκνωτή και του συλλέκτη. Η διαδικασία συλλογής του ψυκτικού στο συμπυκνωτή και το συλλέκτη της μονάδας είναι πολύ απλή και απαλλάσσει τον τεχνίτη από άλλες πιο πολύπλοκες διαδικασίες που απαιτούν περισσότερο χρόνο και μεγαλύτερη προσοχή, όπως είναι η αφαίρεση ψυκτικού από τη μονάδα.

Εννοείται βέβαια ότι για να συγκεντρώσουμε το ψυκτικό στο χώρο του συμπυκνωτή-συλλέκτη, πρέπει η μονάδα να είναι εφοδιασμένη με συλλέκτη και ο συλλέκτης να φέρει βαλβίδα ελέγχου για συντήρηση (σχ. 17.2).



Σχ. 17.2.
Συλλέκτες εφοδιασμένοι με βαλβίδες ελέγχου.
α) Οριζόντιου τύπου. β) Κατακόρυφου τύπου.

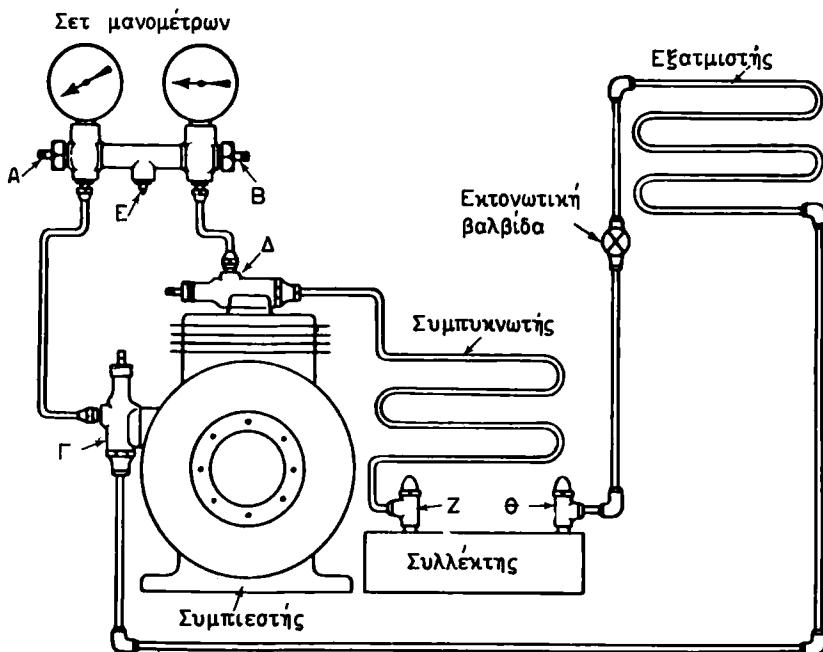
Ο συλλέκτης μπορεί να φέρει μία μόνο βαλβίδα (συνήθως στην έξοδο) ή να φέρει μία βαλβίδα στην είσοδο και μία στην έξοδο, όπως είναι οι συλλέκτες του σχήματος 17.2.

17.3 Απαιτούμενα εργαλεία και συσκευές.

- Ψυκτική μονάδα με συλλέκτη που φέρει βαλβίδες ελέγχου.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων του συμπιεστή.
- Κάσα μανομέτρων.

17.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε τα μανόμετρα με τη γνωστή διαδικασία και τοποθετήστε τις βάνες τους εντελώς δεξιά (κλειστές).
- 2) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα και τοποθετήστε τις βαλβίδες συντηρήσεως του συμπιεστή σε ενδιάμεση θέση, για να μπορείτε να μετράτε τις πιέσεις.
- 3) Κλείστε τη βαλβίδα Θ (σχ. 17.4) που βρίσκεται στην έξοδο του συλλέκτη. Δηλαδή στρέψετε την τελείως δεξιά.
- 4) Παρακολουθείτε τις ενδείξεις των μανομέτρων. Η πίεση αναρροφήσεως κατεβαίνει συνεχώς, ενώ αυξάνεται η πίεση στην κατάθλιψη.



Σχ. 17.4.

Σχηματική παράσταση της διαδικασίας συλλογής του ψυκτικού στο χώρο του συμπυκνωτή-συλλέκτη. Θέση βαλβίδων: Οι βαλβίδες Α, Β και Θ κλειστές (εντελώς δεξιά). Οι βαλβίδες Γ και Δ σε ενδιάμεση θέση. Η βαλβίδα Ζ ανοικτή. Η υποδοχή συνδέσεως Ε κλειστή (ταπωμένη).

- 5) Όταν η πίεση στην αναρρόφηση γίνει περίπου 1 lb/in² (λίγο πάνω από την ατμοσφαιρική), σταματήστε το συμπιεστή και αρχίστε την επισκεύη. **Ποτέ μην ανοίγετε τη μονάδα αν η πίεση είναι κάτω από την ατμοσφαιρική.** Αν συμβεί κάτι τέτοιο, θα ενισχύσετε την παρουσία αέρα και υγρασίας στην εγκατάσταση. Αυτό βέβαια είναι εντελώς ανεπιθύμητο γιατί δυσκολεύει ύστερα την αφαίρεση της υγρασίας και τη δημιουργία κενού.
 - 6) Αφού επισκευάσετε τη βλάβη, δημιουργήστε ικανοποιητικό κενό στην αναρρόφηση και στο τμήμα της καταθλίψεως μετά το συλλέκτη (η βαλβίδα Θ του συλλέκτη παραμένει ακόμη κλειστή).
 - 7) Ανοίξτε τώρα τη βαλβίδα Θ του συλλέκτη και αφήστε το ψυκτικό να κυκλοφορήσει στην εγκατάσταση.
 - 8) Θέστε σε λειτουργία το συμπιεστή και ελέγξτε τα αποτελέσματα της επισκευής.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΟΓΔΟΗ

ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΨΥΚΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

18.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα μάθουν τη διαδικασία αφαιρέσεως του ψυκτικού ρευστού από μια ψυκτική εγκατάσταση και τη σωστή αποθήκευσή του σε φιάλη.

18.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όταν χρειασθεί να κάνομε μια επισκευή στο δίκτυο ψυκτικής μηχανής ή να αντικαταστήσουμε κάποιο εξάρτημά της και δεν μπορούμε να απομονώσουμε το ψυκτικό ρευστό στο χώρο του συμπυκνωτή και συλλέκτη, τότε αφαιρούμε το ψυκτικό από τη μονάδα.

Αν το ψυκτικό είναι σχετικά λίγο (π.χ. 1kg ή πιο λίγο) ή αν για κάποιο λόγο έχει καταστεί ακατάλληλο για χρήση (ανεξάρτητα από το βάρος του), τότε το αδειάζουμε στο εξωτερικό περιβάλλον με τη βοήθεια ελαστικών σωλήνων, όπως αυτές της κάσας των μανομέτρων. Για το άδειασμα της εγκαταστάσεως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και χαλκοσωλήνας με διάμετρο $1\frac{1}{4}$ ''. Είναι σφάλμα αυτό που κάνουν μερικοί τεχνίτες ψυκτικοί να αδειάζουν το άχρηστο ψυκτικό στο χώρο που εργάζονται, γιατί παρά το γεγονός ότι τα κοινά ψυκτικά ρευστά, όπως τα ψυκτικά της σειράς φρέον (R12, R22 κλπ.), δεν είναι δηλητηριώδη ή τοξικά, όταν καούν από φλόγα υγραερίου ή οξυγόνου ή λυχνίας Halide, **δημιουργούν τοξικά αέρια που βλάπτουν σοβαρά την υγεία του ανθρώπου**. Γι' αυτό, αν από απρόβλεπτους λόγους έχει χυθεί ψυκτικό υγρό στο χώρο που θα δουλέψετε, φροντίστε πρώτα να εξαερίσετε το χώρο και μετά να ανάψετε φλόγα υγραερίου ή οξυγόνου για να επισκευάσετε τη μονάδα.

Σε περίπτωση που θέλομε να ξαναχρησιμοποιήσουμε το ψυκτικό μετά την επισκευή της μονάδας, το αφαιρούμε από τη μονάδα και το μαζεύομε σε ειδική φιάλη ψυκτικού. Η χρησιμοποιόμενη φιάλη πρέπει να είναι ικανή να χωρέσει με ασφάλεια όλη την ποσότητα του ψυκτικού της εγκαταστάσεως που θα αδειάσουμε. Η είσοδος υπερβολικής ποσότητας ψυκτικού σε φιάλη, δημιουργεί μεγάλες πιέσεις που μπορούν να προξενήσουν έκρηξη της φιάλης (σχ. 18.2). Για να αποφύγομε τέτοιες δυσάρεστες καταστάσεις, πρέπει να γνωρίζουμε τη χωρητικότητα της φιάλης και να παρακολουθούμε συνεχώς το βάρος του εισερχόμενου στη φιάλη ψυκτικού.

Δεν πρέπει ποτέ να γεμίζουμε τη φιάλη πάνω από το 80% της χωρητικότητάς της. Αν η φιάλη δεν μπορεί να χωρέσει όλο το ψυκτικό που περιέχει η μονάδα, χρησιμοποιούμε δύο ή περισσότερες φιάλες.

**Σχ. 18.2.**

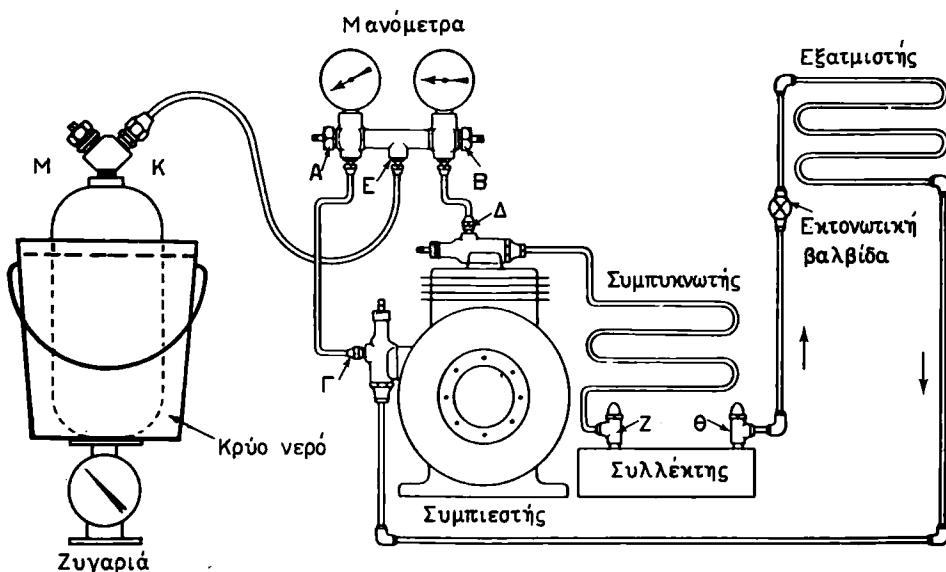
Σπασμένη φιάλη ψυκτικού από υπερβολική πίεση που προήλθε από την είσοδο υπερβολικής ποσότητας ψυκτικού.

18.3 Απαιτούμενα δργανα και εργαλεία.

- Ψυκτική μονάδα σε λειτουργία. Η μονάδα φέρει εξωτερικές βαλβίδες συντρήσεως (εξυπηρετήσεως).
- Κάσα μανομέτρων.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων συντρήσεως (service).
- Φιάλη για την αποθήκευση ψυκτικού.
- Ζυγαριά.
- Δοχείο με κρύο νερό ή παγάκια (το δοχείο μπορεί να είναι και πλαστικό).
- Αντλία κενού.

18.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Με τη βοήθεια της αντλίας κενού δημιουργήστε ικανοποιητικό κενό στη φιάλη.
- 2) Γεμίστε το πλαστικό δοχείο με κρύο νερό ή παγάκια μέχρι τη μέση περίπου.
- 3) Συνδέστε τα μανόμετρα με το γνωστό τρόπο.
- 4) Συνδέστε την άδεια φιάλη ψυκτικού με τη μεσαία υποδοχή Ε της κάσας των μανομέτρων (σχ. 18.4).



Σχ. 18.4.

Διάταξη της διαδικασίας συλλογής ψυκτικού σε φιάλη.

Θέση βαλβίδων: Η βαλβίδα Α κλειστή. Οι βαλβίδες Γ και Δ σε ενδιάμεση θέση.

Οι βαλβίδες Β, Ζ, Θ και Μ ανοικτές.

- 5) Εξαερώστε τη γραμμή συνδέσεως της φιάλης (Ε-Κ) βάζοντας τη βαλβίδα καταθλίψεως του συμπιεστή σε ενδιάμεση θέση, ανοίγοντας τη βάνα του μανομέτρου της υψηλής Β και χαλαρώνοντας το σύνδεσμο Κ.
- 6) Αφήστε να διαφύγει μικρή ποσότητα ψυκτικού από το χαλαρό σύνδεσμο Κ και μετά σφίξτε καλά το σύνδεσμο.
- 7) Ανοίξτε τη βαλβίδα της φιάλης Μ και τοποθετήστε τη βαλβίδα συντηρήσεως της αναρροφήσεως του συμπιεστή Γ, σε ενδιάμεση θέση (τέρμα πίσω και μια στροφή προς τα εμπρός).
- 8) Ελέγχτε αν οι βαλβίδες του συλλέκτη Ζ και Θ είναι ανοικτές.
- 9) Τοποθετήστε τη βαλβίδα συντηρήσεως της καταθλίψεως του συμπιεστή Δ εντελώς εμπρός και μετά λίγο πίσω (μισή στροφή).

Παρατήρηση.

Πολλοί τεχνίτες ψυκτικοί, για να συντομεύσουν τη διαδικασία της αφαιρέσεως του ψυκτικού, κλείνουν τελείως τη βαλβίδα καταθλίψεως του συμπιεστή. **Αυτό όμως καταπονεί πολύ το συμπιεστή και γι' αυτό οι κατασκευαστές συμπιεστών το απαγορεύουν.**

- 10) Θέστε σε λειτουργία το συμπιεστή και παρακολουθείτε συνεχώς το μανόμετρο της υψηλής πιέσεως. Αν η πίεση στο μανόμετρο της υψηλής αυξηθεί σε ανησυχητικά όρια, ελέγχτε τη θερμοκρασία του νερού μέσα στο οποίο βρίσκεται η φιάλη και αλλάξτε το αν δεν είναι αρκετά κρύο.
- 11) Παρακολουθήστε το βάρος της φιάλης. Οταν το βάρος του εισερχόμενου ψυκτικού στη φιάλη φθάσει το **80%** της χωρητικότητας της φιάλης και δεν

έχει αδειάσει ακόμη η εγκατάσταση, αλλάζετε φιάλη και συνεχίστε τη διαδικασία αφαιρέσεως ψυκτικού.

- 12) Όταν το μανόμετρο χαμηλής πίεσεως δείξει πίεση αρκετά κάτω από την ατμοσφαιρική (κενό) κλείστε τη βαλβίδα της φιάλης M και σταματήστε το συμπιεστή.
 - 13) Αποσυνδέστε τη φιάλη με το ψυκτικό και φυλάξτε την για να ξαναφορτίσετε τη μονάδα μετά την επισκευή.
 - 14) Πριν ανοίξετε τη μονάδα για επισκευή, φροντίστε να υπάρχει πίεση στο δίκτυο, τουλάχιστον ίση με την ατμοσφαιρική (0). Ποτέ μην ανοίξετε ψυκτική μονάδα όταν βρίσκεται υπό κενό.
 - 15) Αφού επισκευάσετε τη μονάδα, δημιουργήστε ικανοποιητικό κενό, φορτίστε την με ψυκτικό και ελέγχτε καλά για τυχόν διαρροές.
 - 16) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα και ελέγχτε τα αποτελέσματα της επισκευής.



ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΕΝΑΤΗ

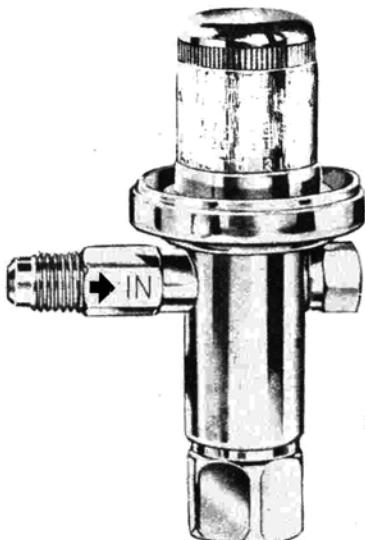
ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ

19.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα μάθουν τη διαδικασία ρυθμίσεως της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας, καθώς και τη γενικότερη συμπεριφορά της κατά τη ρύθμισή της.

19.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

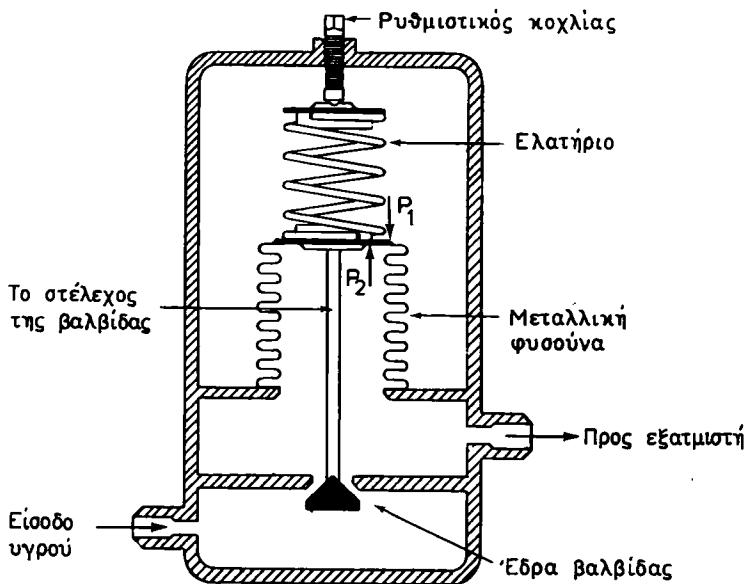
Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα, που είναι γνωστή και ως **βαλβίδα σταθερής πίεσεως** ή πιεζοστατική βαλβίδα (σχ. 19.2α) διατηρεί πάντα σταθερή πίεση στον εξατμιστή, ανεξάρτητα από τις συνθήκες λειτουργίας της ψυκτικής εγκαταστάσεως και τα παρουσιαζόμενα ψυκτικά φορτία.



Σχ. 19.2α.
Εξωτερική μορφή αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 19.2β, η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα αποτελείται από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- Το μεταλλικό σώμα.
- Τη μεταλλική φυσούνα ή διάφραγμα.
- Το ρυθμιστικό έλατήριο.



Σχ. 19.28.
Εσωτερική μορφή αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας.

- Το ρυθμιστικό κοχλία.
- Τη βαλβίδα ελέγχου της ροής του ψυκτικού.

Οι πίεσεις που καθορίζουν την λειτουργία της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας είναι δύο:

- a) η πίεση αναρροφήσεως (πίεση στον εξατμιστή P_2) και
- β) η πίεση του ρυθμιστικού ελατηρίου P_1 .

Οι δύο αυτές πίεσεις ενεργούν αντίθετα.

Αν παρατηρηθεί αύξηση της πίεσεως στον εξατμιστή (πίεση P_2), συνήθως από την παρουσία νέων ψυκτικών φορτίων στον ψυκτικό θάλαμο, η μεταλλική φυσούνα εκτείνεται προς τα πάνω υπερνικώντας την ένταση του ρυθμιστικού ελατηρίου. Έτσι η βαλβίδα ελέγχου ανερχόμενη ελαττώνει την παροχή ψυκτικού προς τον εξατμιστή. Μόλις όμως ελαττώθει η παροχή ψυκτικού προς τον εξατμιστή, η πίεση στον εξατμιστή ελαττώνεται και η πίεση του ελατηρίου P_1 , γίνεται τώρα μεγαλύτερη από την πίεση στο εσωτερικό της μεταλλικής φυσούνας (πίεση εξατμιστή). Έτσι η βελόνα ελέγχου σπρώχνεται προς τα κάτω και επιτρέπει μεγαλύτερη παροχή ψυκτικού προς τον εξατμιστή για τήν αντιμετώπιση των παρουσιασθέντων ψυκτικών φορτίων με κάποια καθυστέρηση. Οι παραπάνω ενέργειες επαναλαμβάνονται συνεχώς, με αποτέλεσμα να διατηρείται μια σταθερή πίεση στον εξατμιστή ανεξάρτητα από τα ψυκτικά φορτία που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία της εγκαταστάσεως. Βέβαια η στιγμιαία ελάττωση της παροχής του ψυκτικού προς τον εξατμιστή, τη στιγμή που λόγω αυξημένων ψυκτικών φορτίων θα χρειαζόταν μεγαλύτερη, αποτελεί ένα μειονέκτημα της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας.

Επειδή η πίεση αναρροφήσεως παραμένει σχεδόν σταθερή, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πρεσοστάτη χαμηλής πίεσεως όταν η εγκατάσταση είναι εφοδιασμένη με αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα, γιατί η σταθερότητα στην πίεση που

επιδιώκομε δεν επιτρέπει τη λειτουργία του πρεσοστάτη. **Η λειτουργία του συμπιεστή ελέγχεται πάντα με θερμοστάτη.**

Για να ελαπτώσουμε την πίεση και επομένως και τη θερμοκρασία ατμοποιήσεως του ψυκτικού στον εξατμιστή, στρέφομε το ρυθμιστικό κοχλία της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας **προς τα αριστερά**. Αντίθετα ενεργούμε για την αύξηση της πιέσεως και της θερμοκρασίας εξατμίσεως του ψυκτικού.

Η ρύθμιση της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας μπορεί να γίνει έξω από τη μονάδα ή πάνω στη μονάδα όταν αυτή λειτουργεί.

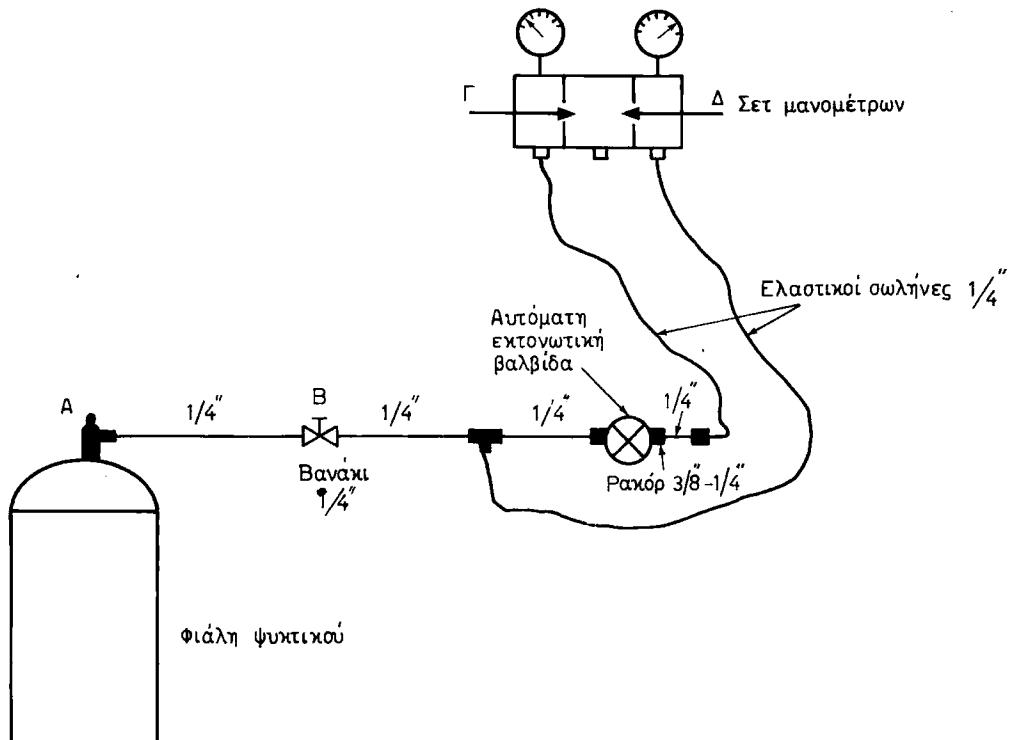
19.3 Ρύθμιση έξω από τη μονάδα.

19.3.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Φιάλη γεμάτη με ψυκτικό φρέόν τύπου R12.
- Κάσα (σετ) μανομέτρων.
- Αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα με συνδέσμους $1/4''$ - $3/8''$.
- Σειρά εκτονωτικών και εκχειλωτικών εργαλείων.
- Χαλκοσωλήνας με διάμετρο $1/4''$.
- Χαλκοσωλήνας με διάμετρο $3/8''$.
- Σύνδεσμος (ρακόρ) $1/4''$ (8 τεμάχια).
- Συστολικός σύνδεσμος (ρακόρ) $3/8''$ - $1/4''$.
- Βάνα $1/4''$ βιδωτή (1 τεμ.).
- Ταυ $1/4''$ βιδωτό (1 τεμ.).
- Μαστός $1/4''$ (1 τεμ.).

19.3.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδεσμολογήστε τα εξαρτήματα και όργανα, όπως φαίνεται στο σχήμα 19.3.
- 2) Ανοίξτε τη βαλβίδα της φιάλης του ψυκτικού και εξαερώστε όλες τις γραμμές προς τα μανόμετρα, ανοίγοντας την βάνα Β και τις βαλβίδες Γ και Δ της κάσας των μανομέτρων.
- 3) Περιστρέψτε το ρυθμιστικό κοχλία της βαλβίδας δεξιόστροφα μέχρι να τερματίσει.
- 4) Περιστρέψτε τώρα το ρυθμιστικό κοχλία κατά μια στροφή αριστερά, εξαερώστε από το μεσαίο σύνδεσμο της κάσας των μανομέτρων και κατόπιν σημειώστε την πίεση του μανομέτρου χαμηλής πιέσεως.
- 5) Συνεχίστε περιστρέφοντας το ρυθμιστικό κοχλία κατά μία πλήρη στροφή αριστερά και αφού εξαερώσετε τη γραμμή του μανομέτρου χαμηλής, σημειώστε τη μετρούμενη πίεση από το μανόμετρο χαμηλής.
- 6) Συμπληρώστε τον πίνακα 19.3 με τις ενδείξεις των μεταβολών στην πίεση του μανομέτρου χαμηλής.
- 7) Με τη βοήθεια ενός πίνακα θερμοκρασίας-πιέσεων (πίνακας 5 και 7 του παραρτήματος) του ψυκτικού R12, βρείτε τις θερμοκρασίες κορεσμού που αντιστοιχούν στις πιέσεις που μετρήσατε.
- 8) Παρατηρήστε πώς μεταβάλλεται η πίεση και η θερμοκρασία κορεσμού, με τη μεταβολή των στροφών του ρυθμιστικού κοχλία της βαλβίδας και χαράξτε σχετικό διάγραμμα.

**Σχ. 19.3.**

Διάταξη για τη ρύθμιση αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας έξω από την ψυκτική μονάδα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 19.3.
Αποτελέσματα μετρήσεων

Αριθμός Στροφών Ρυθμιστικός Κοχλία	Πίεση μανομέτρου Χαμηλής	Θερμοκρασία Εξατμίσεως	Παρατηρήσεις
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Παρατήρηση.

Το μανόμετρο υψηλής μετρά την πίεση της φιάλης του ψυκτικού.

19.4 Ρύθμιση πάνω στη μονάδα.

19.4.1 Απαιτούμενα όργανα και εργαλεία.

- Πλήρης ψυκτική μονάδα σε λειτουργία, εφοδιασμένη με αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα και ψυκτικό R12.
- Πλήρης κάσα μανομέτρων.
- Πίνακας θερμοκρασιών-πιέσεων (πίνακες 5 και 7 του παραρτήματος) για ψυκτικό R12.

19.4.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Περιστρέψτε δεξιόστροφα το ρυθμιστικό κοχλία μέχρι τέλους και κατόπιν γυρίστε τον μια πλήρη στροφή προς τα πίσω (αριστερόστροφα).
- 2) Συνδέστε την κάσα των μανομέτρων.
- 3) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα για 10 περίπου λεπτά παρακολουθώντας την πίεση των μανομέτρων και κυρίως το μανόμετρο της υψηλής πιέσεως, μη τυχόν αναπτυχθεί υπερβολικά υψηλή πίεση.
- 4) Σημειώστε σ' ένα χαρτί τις πιέσεις των μανομέτρων (χαμηλής και υψηλής).
- 5) Με τη μονάδα σε λειτουργία, περιστρέψτε το ρυθμιστικό κοχλία μια στροφή προς τα αριστερά και αφού περιμένετε να ισορροπήσει η μονάδα (5-6 λεπτά), σημειώστε στο ίδιο χαρτί τις νέες ενδείξεις των μανομέτρων.
- 6) Συνεχίστε την περιστροφή του ρυθμιστικού κοχλία κατά μια πλήρη στροφή και σημειώστε τις πιέσεις όπως και παραπάνω.
- 7) Συμπληρώστε τον πίνακα 19.4 με τις μετρούμενες μεταβολές στις πιέσεις αναρροφήσεως και καταθλίψεως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 19.4.
Αποτελέσματα μετρήσεων

Αριθμός Στροφών Ρυθμιστικός Κοχλία	Πίεση μανομέτρου Χαμηλής	Θερμοκρασία Εξατμίσεως	Παρατηρήσεις
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

- 8) Βρείτε από πίνακα θερμοκρασιών-πιέσεων τη θερμοκρασία ατμοποιήσεως του ψυκτικού στον εξατμιστή για κάθε τιμή πιέσεως αναρροφήσεως (χαμηλής) και συμπληρώστε την αντίστοιχη στήλη του πίνακα μετρήσεων.
- 9) Χαράξτε διάγραμμα μεταβολής περιστροφών-πιέσεως και θερμοκρασίας ατμοποιήσεως και σχολιάστε τη μεταβολή της πιέσεως καταθλίψεως με τη μεταβολή στην πίεση αναρροφήσεως.

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ

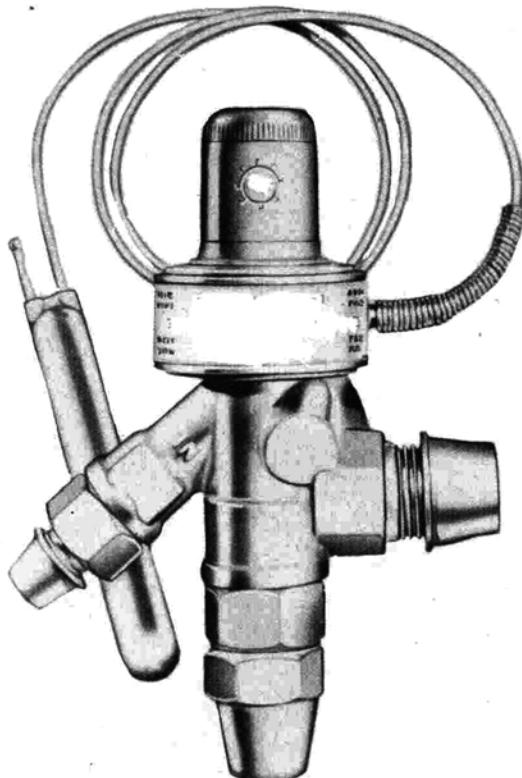
ΕΥΡΕΣΗ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΠΑΝΩ ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ

20.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα μάθουν τη σωστή διαδικασία ρυθμίσεως της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας και θα εξοικειωθούν με τη λειτουργία και τη συμπεριφορά της.

20.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα, εξωτερική μορφή της οποίας φαίνεται στο σχήμα 20.2a, είναι ο περισσότερο χρησιμοποιούμενος τύπος εκτονωτικού μέσου



Σχ. 20.2α.

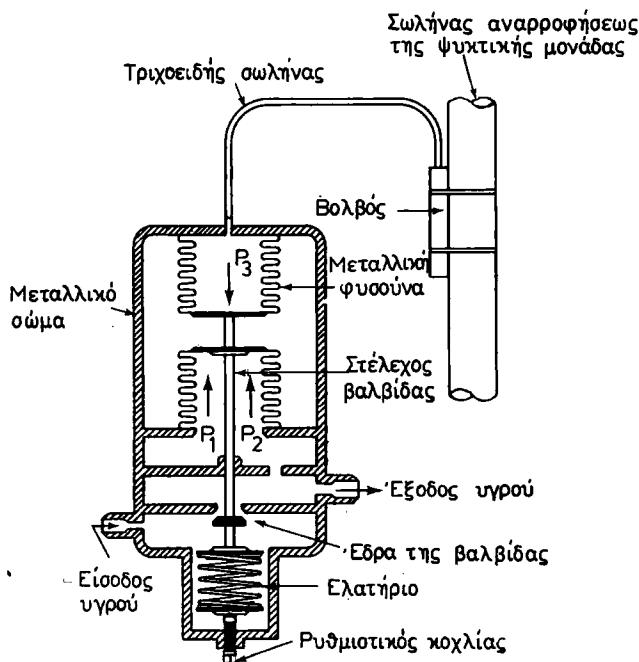
Συνηθισμένη εξωτερική μορφή θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας.

στις ψυκτικές και κλιματιστικές εγκαταστάσεις. Ονομάζεται και **βαλβίδα σταθερής υπερθερμάνσεως**, γιατί διατηρεί **σταθερή υπερθέρμανση** στον εξατμιστή, ανεξάρτητα από τις μεταβολές του ψυκτικού φορτίου.

Υπενθυμίζομε ότι ονομάζομε **υπερθέρμανση** μιας ψυκτικής μονάδας τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας εξόδου του ψυκτικού από τον εξατμιστή και της θερμοκρασίας βρασμού (ατμοποιήσεως) του ψυκτικού στον εξατμιστή. Υπενθυμίζομε επίσης ότι τη θερμοκρασία βρασμού βρίσκομε από την πίεση που επικρατεί στον εξατμιστή, αν ανατρέξουμε στους θερμοδυναμικούς πίνακες του συγκεκριμένου ψυκτικού (πίνακας 7 στο παράρτημα).

Κάθε θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα αποτελείται από τα παρακάτω κύρια εξαρτήματα που φαίνονται και στο σχήμα 20.2β:

- Το μεταλλικό σώμα.
- Το βολβό.
- Τη μεμβράνη (διάφραγμα) ή μεταλλική φυσούνα.
- Το μηχανισμό ελέγχου (βαλβίδα, έδρα, ελατήρια κλπ.).
- Το ρυθμιστικό μηχανισμό της υπερθερμάνσεως.



Σχ. 20.2β.

Σχηματική παράσταση της εσωτερικής μορφής θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας.

P_1 , πίεση αναρροφήσεως, P_2 πίεση ελατηρίου, P_3 πίεση βολβού.

Όπως ήδη είδαμε στην Ασκηση 19, η σταθερή υπερθέρμανση στον εξατμιστή εξασφαλίζει τη σωστή και αποδοτική λειτουργία της ψυκτικής μονάδας.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας είναι η παρουσία του **βολβού**. Ο βολβός είναι συνήθως φορτισμένος με ψυκτικό ρευστό ίδιο

με το ψυκτικό για το οποίο είναι κατασκευασμένη να εργασθεί η βαλβίδα (π.χ. R12, R22 κλπ.). Ο βολβός προσαρμόζεται σφιχτά στην έξοδο του εξατμιστή και έτσι κάθε αλλαγή της θερμοκρασίας στο τελευταίο τμήμα του εξατμιστή γίνεται αισθητή από το βολβό.

Ο βολβός της θερμοστατικής βαλβίδας συνδέεται με το μηχανισμό ελέγχου της βαλβίδας με έναν τριχοειδή σωλήνα. Έτσι κάθε αλλαγή της θερμοκρασίας στην έξοδο του εξατμιστή μεταβάλλει ανάλογα την πίεση μέσα στο βολβό. Δηλαδή, αν αυξηθεί η θερμοκρασία αυξάνεται ανάλογα και η πίεση και αντίστροφα. Οι αλλαγές αυτές της πιέσεως του βολβού μεταφέρονται μέσω του τριχοειδούς σωλήνα στο μηχανισμό ελέγχου (στο διάφραγμα) της βαλβίδας για να ρυθμισθεί έτσι η παροχή ψυκτικού προς τον εξατμιστή, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Κατά τη λειτουργία της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας επιδρούν οι παρακάτω τρεις πιέσεις:

- Η πίεση αναρροφήσεως ή πίεση στον εξατμιστή P_1 ,
- Η πίεση του ελατηρίου υπερθερμάνσεως P_2 .
- Η πίεση του βολβού P_3 .

Οι P_1 , και P_2 δρούν προς την ίδια κατεύθυνση, ενώ η P_3 είναι αντίθετη. Σε κάθε στιγμή ισορροπημένης λειτουργίας της βαλβίδας έχομε την ακόλουθη σχέση:

$$P_3 = P_1 + P_2$$

Ας εξηγήσουμε όμως καλύτερα με τη βοήθεια του σχήματος 20.2β, πώς λειτουργεί η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα. Ας υποθέσουμε ότι ενώ η ψυκτική μονάδα λειτουργεί ομαλά, με το ονομαστικό της ψυκτικό φορτίο και τις ονομαστικές πιέσεις και υπερθέρμανση, παρουσιάζεται ένα ψυκτικό φορτίο στο θάλαμο του ψυγείου (άνοιγμα πόρτας, τοποθέτηση νέων προϊόντων κλπ.). Ετσι, το ψυκτικό με το οποίο τροφοδοτούσε μέχρι τώρα η βαλβίδα τον εξατμιστή, ατμοποιείται γρήγορα, πριν φθάσει στο τελευταίο τμήμα του εξατμιστή. Οταν όμως τελειώσει η ατμοποίηση ενώ το ψυκτικό βρίσκεται ακόμα μέσα στον εξατμιστή, αρχίζει η υπερθέρμανση του ατμού. Ετσι, με την παρουσία νέων ψυκτικών φορτίων αυξάνεται η τιμή της υπερθερμάνσεως, δηλαδή αυξάνεται η θερμοκρασία στο τέλος του εξατμιστή (στη θέση όπου βρίσκεται συνδεμένος ο βολβός).

Όταν όμως αυξηθεί η θερμοκρασία στο βολβό, θα αυξηθεί και η πίεση μέσα στο βολβό P_3 , με αποτέλεσμα να υπερνικήσει η P_3 τις $P_1 + P_2$. Ετσι, η βελόνα της βαλβίδας κινείται προς τα κάτω αυξάνοντας την παροχή ψυκτικού προς τον εξατμιστή για την αντιμετώπιση των νέων ψυκτικών φορτίων που παρουσιάσθηκαν (σχ. 20.2β).

Με την αύξηση της παροχής ψυκτικού προς τον εξατμιστή η θερμοκρασία του ψυκτικού πέφτει, και συνεπώς και η πίεσή του. Ή απλούστερα, μπορεί κανείς να πει ότι απορροφούνται γρήγορα τα ψυκτικά φορτία που προκάλεσαν την αύξηση της υπερθερμάνσεως και η υπερθέρμανση ελαττώνεται. Πάντως, τελικά, επειδή η θερμοκρασία στο βολβό μειώνεται, μειώνεται και η πίεση P_3 μέχρι να γίνει ίση με το άθροισμα $P_1 + P_2$.

Οι παραπάνω ενέργειες επαναλαμβάνονται ανάλογα με τα φορτία του ψυκτικού θαλάμου με αποτέλεσμα να διατηρείται περίπου σταθερή η υπερθέρμανση στην οποία έχει ρυθμισθεί η βαλβίδα.

Το μέγεθος της υπερθερμάνσεως εξαρτάται κυρίως από τη διαφορά θερμοκρα-

σίας ΔΤ μεταξύ της θερμοκρασίας ατμοποιήσεως του ψυκτικού στον εξατμιστή και της θερμοκρασίας στο θάλαμο του ψυγείου. Στις μονάδες με μεγάλη ΔΤ επιτρέπεται και σχετικά μεγάλη υπερθέρμανση. Αντίθετα στις μονάδες με μικρή ΔΤ (μονάδες μέσων και χαμηλών θερμοκρασιών) η υπερθέρμανση πρέπει να είναι μικρή.

Θα πρέπει εδώ να αναφερθεί ότι το μέγεθος της υπερθερμάνσεως συνδέεται στενά με την απόδοση του εξατμιστή και της μονάδας γενικότερα. Οσο αυξάνεται η υπερθέρμανση (γίνεται δηλαδή μεγαλύτερη) από 4-5°C τόσο ελαττώνεται **το ενεργό μέρος** του εξατμιστή και επομένως και η απόδοσή του. Το αντίθετο συμβαίνει αν η υπερθέρμανση έχει μικρή τιμή. Ομως η τιμή της υπερθερμάνσεως δεν πρέπει ποτέ να είναι μηδενική ή πολύ μικρή, γιατί υπάρχει κίνδυνος να επιστρέψει στο συμπιεστή ψυκτικό ρευστό σε υγρή κατάσταση και να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα.

Οι θερμοστατικές εκτονωτικές βαλβίδες ρυθμίζονται στο εργοστάσιο κατασκευής τους σε υπερθέρμανση 4-5°C. Η υπερθέρμανση αυτή είναι ικανοποιητική για τις περισσότερες από τις ψυκτικές εφαρμογές. Γι αυτό το λόγο οι τεχνίτες ψυκτικοί **δεν πρέπει να αλλάξουν την υπερθέρμανση** της βαλβίδας, εκτός αν χρειάζεται μια τέτοια ρύθμιση και είναι μέσα στις δυνατότητες της βαλβίδας. Η ρύθμιση αυτή γίνεται, βέβαια, περιστρέφοντας το ρυθμιστικό κοχλία στο κάτω μέρος της θερμοστατικής βαλβίδας. Πάντως πρέπει να τονίσουμε ότι ο ρυθμιστικός κοχλίας της θερμοστατικής βαλβίδας **ρυθμίζει μόνο το μέγεθος της υπερθερμάνσεως** που πρέπει να διατηρεί η βαλβίδα **και δεν έχει καμιά απολύτως σχέση με τη θερμοκρασία** που επιδιώκομε στον ψυκτικό θάλαμο.

Ο έλεγχος και η ρύθμισή της υπερθερμάνσεως θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας μπορεί να γίνει πάνω στη μονάδα ή έξω από αυτή. Η διαδικασία για κάθε περίπτωση είναι διαφορετική. Έτσι στην άσκηση αυτή θα γίνει η ρύθμιση πάνω στη μονάδα, ενώ στην επόμενη άσκηση θα γίνει η ρύθμιση έξω από τη μονάδα.

Η εύρεση της υπερθερμάνσεως θερμοστατικής βαλβίδας που είναι εγκαταστημένη στη μονάδα, μπορεί να γίνει με δύο μεθόδους:

- Με τη μέθοδο των δύο θερμομέτρων.
- Με τη μέθοδο θερμομέτρου-μανομέτρου.

Η πρώτη μέθοδος είναι λιγότερο ακριβής και χρησιμοποιείται μόνο όταν δεν μπορεί να εφαρμοσθεί η μέθοδος θερμομέτρου-μανομέτρου.

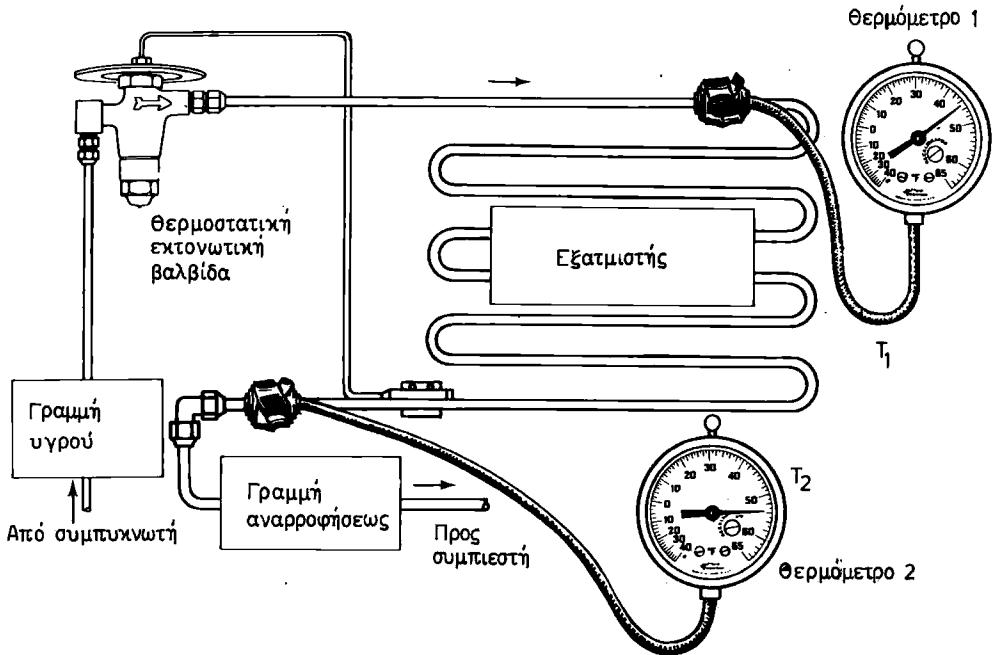
20.3 Εύρεση και ρύθμιση της υπερθερμάνσεως πάνω στην ψυκτική μονάδα με τη μέθοδο των δύο θερμομέτρων.

20.3.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Πλήρης ψυκτική μονάδα που λειτουργεί με θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα.
- Καστάνια χειρισμού βαλβίδων του συμπιεστή $\frac{1}{4}$ ".
- Δύο θερμόμετρα με κλίμακα -20°C ως 50°C , κατά προτίμηση με βολβό και τριχοειδή σωλήνα (όπως αυτά του σχήματος 20.3).

20.3.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Επιλέξτε τα σημεία του εξατμιστή στα οποία θα τοποθετηθούν τα δύο θερμόμετρα. Το ένα σημείο στις πρώτες σπείρες και το άλλο στο τέλος του εξατμιστή, όσο γίνεται κοντά στο βολβό.
- 2) Καθαρίστε καλά τα σημεία που θα τοποθετηθούν τα θερμόμετρα ώστε να



Σχ. 20.3.

Διάταξη για την εύρεση της υπερθερμάνσεως με τη μέθοδο των δύο θερμομέτρων.

υπάρχει καλή επαφή του βολβού των θερμομέτρων με το σωλήνα του εξατμιστή.

- 3) Προσαρμόστε τώρα τα δύο θερμόμετρα στις θέσεις που επιλέξατε και στερεώστε τα καλά (σχ. 20.3).
- 4) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα τουλάχιστον δέκα λεπτά της ώρας και κατόπιν σημειώστε την ένδειξη των δύο θερμομέτρων.
- 5) Υπολογίστε την υπερθέρμανση της βαλβίδας αφαιρώντας τη θερμοκρασία T_1 , που μετρήσατε στην αρχή του εξατμιστή, από τη θερμοκρασία T_2 στην έξοδο του εξατμιστή.
- 6) Αν η υπερθέρμανση είναι μεγαλύτερη από την κανονική ($4-5^{\circ}\text{C}$) ρυθμίστε την (ελαττώστε την) με τη βοήθεια του ρυθμιστικού κοχλία υπερθερμάνσεως, στρέφοντας τον κοχλία προς τα αριστερά (ζεβιδώνοντας). Για αύξηση της υπερθερμάνσεως, κάνετε ακριβώς το αντίθετο.

Μετά από κάθε ρύθμιση περιμένετε λίγο να ισορροπήσει η μονάδα και αν η νέα υπερθέρμανση δεν σας ικανοποιεί, συνεχίστε με τον ίδιο τρόπο τις ρυθμίσεις.

20.4 Εύρεση και ρύθμιση της υπερθερμάνσεως πάνω στην ψυκτική μονάδα με τη μέθοδο θερμομέτρου-μανομέτρου.

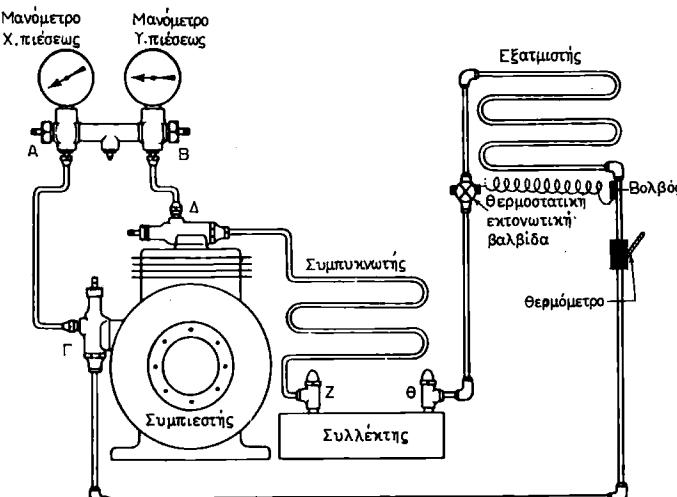
20.4.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Πλήρης ψυκτική μονάδα που λειτουργεί με θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα.

- Κάσα μανομέτρων.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων του συμπιεστή $1\frac{1}{4}''$.
- Θερμόμετρο κλίμακας -20 ως 50°C .
- Πίνακας αντιστοιχίας πιέσεων-θερμοκρασιών του ψυκτικού της μονάδας (πίνακας 7 του παραρτήματος).

20.4.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Προσαρμόστε το θερμόμετρο στην έξοδο του εξατμιστή και κοντά στο βολβό της θερμοστατικής βαλβίδας (σχ. 20.4).
- 2) Συνδέστε την κάσα των μανομέτρων (το μανόμετρο υψηλής πιέσεως δεν είναι απαραίτητο).
- 3) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα για δέκα περίπου λεπτά και σημειώστε τις ενδείξεις του θερμομέτρου και του μανομέτρου.
- 4) Στη μετρούμενη πίεση προσθέστε $2\text{-}3 \text{ lb/in}^2$ για την κάλυψη των απωλειών πιέσεως λόγω τριβών.
- 5) Από τον πίνακα αντιστοιχίας πιέσεως-θερμοκρασιών του ψυκτικού με το οποίο είναι φορτισμένη η μονάδα (πίνακας 7 του παραρτήματος) να βρείτε την αντίστοιχη θερμοκρασία κορεσμού για την πίεση που προκύπτει μετά την προσθήκη των $2\text{-}3 \text{ lb/in}^2$.
- 6) Αφαιρέστε τώρα τη θερμοκρασία που βρήκατε στο πίνακα πιέσεων-θερμοκρασιών, από τη θερμοκρασία που μετρήσατε στην έξοδο του εξατμιστή. **Η διαφορά που θα βρεθεί είναι η υπερθέρμανση στην οποία έχει ρυθμισθεί η βαλβίδα.**
- 7) Ρυθμίστε την υπερθέρμανση, αν η διαφορά που βρήκατε δεν είναι η σωστή. Μη στρέφετε ποτέ το ρυθμιστικό κοχλία γρήγορα. Μετά από κάθε πλήρη περιστροφή πρέπει να περιμένετε να ισορροπήσει η μονάδα παρακολουθώντας τις ενδείξεις των οργάνων και αν χρειασθεί συνεχίζετε τη ρύθμιση.



Σχ. 20.4.

Διάταξη για την εύρεση της υπερθερμάνσεως με τη μέθοδο θερμομέτρου-μανομέτρου. Θέσεις βαλβίδων: Οι βαλβίδες Α και Β κλειστές (εντελώς δεξιά). Οι βαλβίδες Γ και Δ σε ενδιάμεση θέση. Οι βαλβίδες Ζ και Θ ανοικτές (εντελώς αριστερά).

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΠΡΩΤΗ

ΕΥΡΕΣΗ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΕΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΟΝΑΔΑ

21.1 Σκοπός – Εισαγωγικές πληροφορίες.

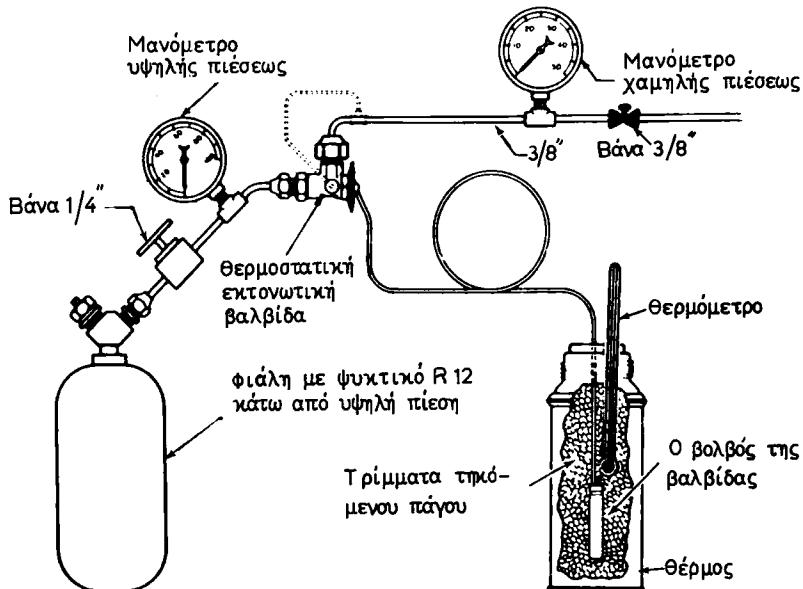
Το σκοπό και τις εισαγωγικές πληροφορίες για την άσκηση αυτή οι μαθητές θα τις βρουν στην προηγούμενη άσκηση (Άσκηση 20).

21.2 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Μανόμετρο υψηλής και χαμηλής πίεσεως.
- Φιάλη πλήρης με ψυκτικό μέσο R12.
- Θερμός ή άλλο μονωμένο δοχείο και τρίμματα τηκόμενου πάγου.
- Χαλκοσωλήνας $\frac{1}{4}$ " μήκους 1 m.
- Χαλκοσωλήνας $\frac{3}{8}$ " μήκους 1 m.
- Βανάκι $\frac{1}{4}$ " και άλλο $\frac{3}{8}$ ".
- Θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα για ψυκτικό μέσο R12.
- Εκτονωτικά και εκχειλωτικά εργαλεία.
- Κόφτης χαλκοσωλήνων και ξύστρα.
- Εξαρτήματα συνδέσεως (γωνίες, ταυ, συστολές, σύνδεσμοι κλπ.).
- Θερμόμετρο.

21.3 Πορεία εργασίας.

- 1) Πραγματοποίηστε την κατασκευή που φαίνεται στο σχέδιο του σχήματος 21.3. Προτιμήστε εξαρτήματα βιδωτά (φλερ), ώστε να μη δημιουργείται σπατάλη υλικών.
- 2) Γεμίστε το θερμός με τρίμματα τηκόμενου πάγου και τοποθετήστε μέσα το θερμόμετρο και το βολβό της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας.
- 3) Περιμένετε λίγο μέχρι που το θερμόμετρο σας δείξει 0°C και κατόπιν ανοίξτε τη βαλβίδα της φιάλης με το ψυκτικό.
- 4) Αν η πίεση που δείχνει το μανόμετρο της υψηλής είναι μικρότερη από 70lb/in^2 (5 bar περίπου), να θερμάνετε τη φιάλη προσεκτικά, ώστε να δημιουργηθεί πίεση μεγαλύτερη από 70 lb/in^2 .
- 5) Αφήστε να φύγει λίγο ψυκτικό από το βανάκι που βρίσκεται μετά το μανόμετρο της χαμηλής πίεσεως, κατόπιν κλείστε το βανάκι και αφού περιμένετε λίγο, σημειώστε την πίεση που δείχνει το μανόμετρο της χαμηλής.
- 6) Από τον πίνακα αντιστοιχίας πιέσεων-θερμοκρασιών βρέστε τη θερμοκρασία κορεσμού που αντιστοιχεί στη μετρηθείσα πίεση για ψυκτικό R12.
- 7) Υπολογίστε τώρα την υπερθέρμανση ως εξής:
Υπερθέρμανση = (θερμοκρασία βολβού θερμοστατικής βαλβίδας) – (θερμοκρασία κορεσμού χαμηλής πιέσεως)
όπου: η θερμοκρασία βολβού της θερμοστατικής βαλβίδας είναι 0°C , εφό-



Σχ. 21.3.

Διάταξη για τον έλεγχο θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας έξω από τη μονάδα.

σον ο βολβός είναι μέσα σε τηκόμενο πάγο.

Αν δηλαδή η πίεση στο μανόμετρο χαμηλής είναι 22 lb/in^2 και το ψυκτικό είναι R12, τότε από τον πίνακα 7 του παραρτήματος βρίσκομε θερμοκρασία κορεσμού $-5,5^\circ\text{C}$, οπότε η υπερθέρμανση είναι:

$$\text{Υπερθέρμανση} = 0^\circ\text{C} - (-5,5^\circ\text{C}) = 5,5^\circ\text{C}$$

Οι ενδείξεις αυτές, δηλαδή πίεση 22 lb/in^2 , υπερθέρμανση $5,5^\circ\text{C}$ είναι συνήθεις για ψυκτικές μονάδες με ψυκτικό R12.

- 8) Αν οι ενδείξεις είναι διαφορετικές από τις παραπάνω, τότε ρυθμίστε με τη βοήθεια του ρυθμιστικού κοχλία υπερθερμάνσεως την υπερθέρμανση της βαλβίδας, ώστε με το βολβό στον πάγο (0°C), το μανόμετρο της χαμηλής πίεσεως να δείξει 22 lb/in^2 περίπου.

Παρατήρηση.

- Μετά από κάθε περιστροφή του ρυθμιστικού κοχλία υπερθερμάνσεως, πρέπει να ανοίγετε το βανάκι που είναι μετά το μανόμετρο της χαμηλής πίεσεως για να φεύγει λίγο ψυκτικό. Μόνο έτσι θα μπορεί το μανόμετρο να μετρά τις μεταβολές της πίεσεως.
- Εννοείται ότι πριν επιχειρήσετε οποιαδήποτε μέτρηση, πρέπει να εξαερισθεί η όλη κατασκευή ή ακόμα να έχει δημιουργηθεί κενό. Αν παραμείνει αέρας στις σωληνώσεις της κατασκευής, θα έχετε λανθασμένες ενδείξεις στην πίεση (μεγαλύτερη από την πραγματική) και επομένως λανθασμένες ρυθμίσεις της υπερθερμάνσεως.
- Για τον έλεγχο εκτονωτικής βαλβίδας ψυκτικού R22 η πίεση στο μανόμετρο χαμηλής πρέπει να είναι περίπου 45 lb/in^2 (3 bar), ενώ για ψυκτικό R500 29 lb/in^2 (1,3 bar).

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

ΡΥΘΜΙΣΗ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ

22.1 Σκοπός.

Σκοπός αυτής της ασκήσεως είναι η εξοικείωση των μαθητών με τα διάφορα είδη θερμοστατών και η εξάσκησή τους στις ρυθμίσεις των θερμοστατών που τοποθετούνται στις εγκαταστάσεις επαγγελματικού και βιομηχανικού τύπου.

22.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Οι θερμοστάτες είναι ηλεκτρικά εξαρτήματα που τοποθετούνται στις ψυκτικές εγκαταστάσεις για να ελέγχουν τη θερμοκρασία στους ψυκτικούς θαλάμους θέτοντας εντός ή εκτός το συμπιεστή της μονάδας. Χρησιμοποιούνται σε όλα τα είδη των εγκαταστάσεων, από τα οικιακά ψυγεία μέχρι και στις εγκαταστάσεις βιομηχανικού τύπου. Βέβαια για κάθε είδος ψυκτικής εγκαταστάσεως χρησιμοποιείται και διαφορετικός τύπος θερμοστάτη. Ο θερμοστάτης που χρησιμοποιείται στα οικιακά ψυγεία είναι ο απλούστερος από όλους και συνδυάζεται συνήθως με το σύστημα αποπαγώσεως του ψυγείου. Η ρύθμισή του είναι πολύ απλή, γίνεται από τον ιδιοκτήτη του ψυγείου και δεν απαιτεί ιδιαίτερες γνώσεις πάνω στα ψυγεία.

Όμως στα επαγγελματικά ή βιομηχανικού τύπου ψυγεία ο θερμοστάτης ρυθμίζεται από τον τεχνίτη ψυκτικό, ανάλογα με τη θερμοκρασία που πρόκειται να διατηρηθεί στον ψυκτικό θάλαμο. Ενας συνηθισμένος τύπος θερμοστάτη για επαγγελματικά ψυγεία φαίνεται στο σχήμα 22.2.

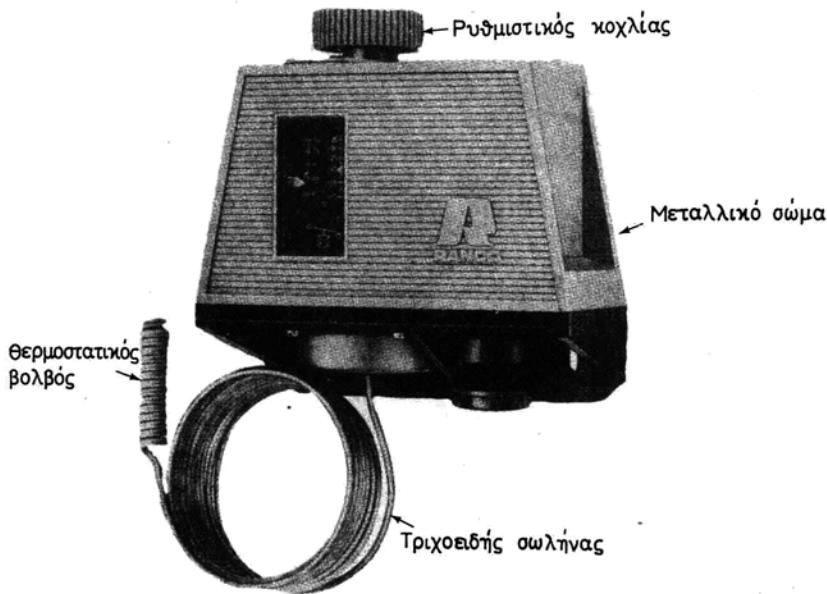
Τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ρυθμιζόμενος θερμοστάτης που χρησιμοποιείται στα ψυγεία επαγγελματικού ή βιομηχανικού τύπου είναι:

- Το κύριο μεταλλικό σώμα (σασί) μέσα στο οποίο βρίσκεται ο μηχανισμός ελέγχου, οι ηλεκτρικές επαφές, και οι κλίμακες περιοχής λειτουργίας με τους αντίστοιχους ρυθμιστικούς κοκλίες.
- Ο θερμοστατικός βολβός με τον τριχοειδή σωλήνα.

Προκειμένου να αντιληφθούμε τη λειτουργία του θερμοστάτη καθώς και τη διαδικασία ρυθμίσεώς του, θα ορίσομε τα εξής μεγέθη:

a) Θερμοκρασία εκκινήσεως (START ή CUT-IN).

Είναι η θερμοκρασία στην οποία ρυθμίζομε το θερμοστάτη, ώστε να εκκινεί το συμπιεστή της ψυκτικής μονάδας. Η θερμοκρασία αυτή είναι η μέγιστη που επιτρέπεται στον ψυκτικό θάλαμο για τα συντηρούμενα προϊόντα. Επομένως το μέγεθος της θερμοκρασίας εκκινήσεως εξαρτάται από το είδος των ψυχόμενων προϊόντων.



Σχ. 22.2.

Συνηθισμένος τύπος θερμοστάτη για επαγγελματικά ψυγεία.

β) Θερμοκρασία διακοπής (STOP ή CUT-OUT).

Είναι η θερμοκρασία στην οποία ρυθμίζουμε το θερμοστάτη ώστε να διακόπτει τη λειτουργία του συμπιεστή. Το μέγεθος της θερμοκρασίας διακοπής εξαρτάται από το είδος των συντηρούμενων προϊόντων και από το σημείο στο οποίο είναι τοποθετημένος ο βολβός του θερμοστάτη.

γ) Διαφορική θερμοκρασία (DIFF).

Είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας εκκινήσεως (START) και της θερμοκρασίας διακοπής (STOP) και το μέγεθός της εξαρτάται κυρίως από τη θέση του βολβού.

Κάθε θερμοστάτης φέρει συνήθως δύο κλίμακες με έναν από τους παρακάτω συνδυασμούς:

- Κλίμακα θερμοκρασίας εκκινήσεως (START ή CUT-IN) και κλίμακα διαφορικής θερμοκρασίας (DIFF).
- Κλίμακα θερμοκρασίας εκκινήσεως (START ή CUT-IN) και κλίμακα θερμοκρασίας διακοπής (STOP).

Για κάθε περίπτωση των παραπάνω συνδυασμών κλιμάκων πρέπει να ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$\text{Θερμοκρασία εκκινήσεως} = \text{Θερμοκρασία διακοπής} + \text{Διαφορική θερμοκρασία}$$

$$\qquad\qquad\qquad \text{START} = \text{STOP} + \text{DIFF}$$

Ο θερμοστάτης πρέπει να ενεργοποιείται και να εκκινεί τη μονάδα, όταν η θερμοκρασία στον ψυχόμενο χώρο ανέβει σ' ένα προκαθορισμένο όριο, πέρα από το οποίο η συντήρηση των ψυχομένων προϊόντων μπορεί να είναι ανασφαλής. Η

Θερμοκρασία συντηρήσεως των διάφορων προϊόντων είναι διαφορετική και γι' αυτό θα πρέπει να συμβουλευόμαστε τους ειδικούς πίνακες συνθηκών συντηρήσεώς τους. (Τέτοιου είδους πίνακας είναι ο πίνακας 8 του παραρτήματος).

Η Θερμοκρασία διακοπής (STOP) του Θερμοστάτη καθορίζεται από την ευαισθησία των ψυχόμενων προϊόντων και από την θέση του βολβού του Θερμοστάτη.

Η διαφορική Θερμοκρασία (DIFF) καθορίζεται κυρίως από τη θέση του βολβού του Θερμοστάτη και είναι η διαφορά μεταξύ START και STOP. Ο βολβός του Θερμοστάτη μπορεί να τοποθετηθεί:

- Πάνω **στο ψυχόμενο προϊόν** (ή μέσα σ' αυτό σε περίπτωση υγρού). Σ' αυτή την περίπτωση το διαφορικό (DIFF) πρέπει να είναι 1 ως 2°C.
- Σε αντιπροσωπευτικό σημείο** του ψυχόμενου χώρου. Το διαφορικό (DIFF) στην περίπτωση αυτή πρέπει να είναι 3 ως 4°C.
- Τέλος, ο βολβός του Θερμοστάτη μπορεί να τοποθετηθεί **πάνω στον ψύκτη**. Σ' αυτή την περίπτωση το διαφορικό πρέπει να είναι 8 ως 10°C.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις η Θερμοκρασία εκκίνησεως (START) είναι ίδια. Αυτό συμβαίνει γιατί κατά την εκκίνηση η Θερμοκρασία του θαλάμου, των προϊόντων και του εξατμιστή είναι ίδια (ή περίπου ίδια).

Η πιο συνηθισμένη θέση του βολβού στα ψυγεία επαγγελματικού και βιομηχανικού τύπου είναι σε αντιπροσωπευτικό σημείο του θαλάμου με διαφορικό (DIFF) 3 ως 4°C.

Η Θερμοκρασία συντηρήσεως των προϊόντων, που παίρνομε από τους πίνακες, πρέπει να είναι περίπου ο μέσος όρος του START και STOP. Έτσι, αν το διαφορικό καθορισθεί π.χ. σε 4°C (ο βολβός βρίσκεται σε αντιπροσωπευτικό σημείο του ψυχόμενου χώρου), και η Θερμοκρασία που απαιτούν τα συντηρούμενα προϊόντα είναι 2°C, θα έχομε:

$$T_{\text{θαλ}} = 2^{\circ}\text{C} \quad \text{και} \quad \text{DIFF} = 4^{\circ}\text{C}$$

$$\text{START} = T_{\text{θαλ}} + \frac{\text{DIFF}}{2} = 2^{\circ}\text{C} + \frac{4^{\circ}\text{C}}{2} = + 4^{\circ}\text{C}$$

$$\text{STOP} = T_{\text{θαλ}} - \frac{\text{DIFF}}{2} = 2^{\circ}\text{C} - \frac{4^{\circ}\text{C}}{2} = 0^{\circ}\text{C}$$

22.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Επαγγελματικό ψυγείο που η Θερμοκρασία του ελέγχεται από Θερμοστάτη.
- Κοχλιοστρόφιο κοινό (κατσαβίδι).
- Πίνακας συνθηκών συντηρήσεως προϊόντων.
- Θερμόμετρο κλίμακας –20 ως 50°C (προτιμήστε καταγραφικό αν υπάρχει).

22.4 Πορεία εργασίας.

- Τοποθετήστε το βόλβο του Θερμοστάτη στο ρεύμα αέρα που επιστρέφει στον εξατμιστή, αν βέβαια ο εξατμιστής είναι τύπου βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα. Σε περίπτωση ψυγείου με εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέ-

ρα, τοποθετήστε το βόλβο σε αντιπροσωπευτικό σημείο του ψυγείου (όχι πάνω στον εξατμιστή).

- 2) Τοποθετήστε το θερμόμετρο κοντά στο βολβό για να παρακολουθείτε τις μεταβολές της θερμοκρασίας στο θάλαμο. Αν το χρησιμοποιούμενο θερμόμετρο φέρει θερμοστατικό βολβό και τριχοειδή σωλήνα, τοποθετήστε το βολβό του θερμομέτρου κοντά στο βολβό του θερμοστάτη και κρεμάστε το θερμόμετρο έξω από το ψυγείο, ώστε να είναι εύκολη η ανάγνωση των μεταβολών της θερμοκρασίας του θαλάμου.
 - 3) Από τον πίνακα συνθηκών συντηρήσεως των διάφορων προϊόντων, βρείτε τη θερμοκρασία που πρέπει να διατηρείται στο θάλαμο.
 - 4) Καθορίστε τώρα το μέγεθος της διαφορικής θερμοκρασίας (DIFF), σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στις εισαγωγικές πληροφορίες.
 - 5) Υπολογίστε τη θερμοκρασία START και STOP και σημειώστε τις τιμές START, STOP, και DIFF σ' ένα χαρτί.
 - 6) Χρησιμοποιώντας το κατσαβίδι ρυθμίστε από το ρυθμιστικό κοχλία του θερμοστάτη τη θερμοκρασία εκκινήσεως του συμπιεστή (START).
 - 7) Ρυθμίστε κατόπιν και τη θερμοκρασία διακοπής (STOP) ή τη διαφορική θερμοκρασία (DIFF) ανάλογα με το συνδυασμό κλιμάκων που φέρει ο θερμοστάτης.
 - 8) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα παρακολουθώντας τη θερμοκρασία του θαλάμου από το θερμόμετρο.
 - 9) Μόλις σταματήσει η μονάδα, σημειώστε τη θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο (θερμοκρασία STOP) και περιμένετε μέχρι να ξεκινήσει πάλι. Σημειώστε την ένδειξη του θερμομέτρου (θερμοκρασία START), σ' ένα χαρτί.
 - 10) Συγκρίνετε τις θερμοκρασίες που μετρήσατε (STOP και START) με εκείνες που είχατε προκαθορίσει ως σωστές για τη λειτουργία της μονάδας.
 - 11) Ρυθμίστε πάλι αν χρειασθεί, μέχρι να συμπέσουν οι μετρούμενες θερμοκρασίες με εκείνες που υπολογίσατε.
 - 12) Αφήστε τη μονάδα να λειτουργήσει για τρεις τουλάχιστον κύκλους λειτουργίας (STOP-START) με τις σωστές θερμοκρασίες πριν φύγετε. Ετσι θα βεβαιωθείτε ότι η ρύθμιση του θερμοστάτη έχει γίνει σωστά.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΤΡΙΤΗ

ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΡΕΣΟΣΤΑΤΗ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

23.1 Σκοπός.

Σκοπός της ασκήσεως αυτής είναι να ασκηθούν οι μαθητές στην εύρεση της σωστής περιοχής πιέσεως αναρροφήσεως στην οποία πρέπει να λειτουργεί η μονάδα καὶ να αποκτήσουν την ικανότητα ελέγχου και ρυθμίσεως του πρεσοστάτη χαμηλής πιέσεως, ώστε να ελέγχεται με ακρίβεια η θερμοκρασία στόν ψυκτικό θάλαμο.

23.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Ο πρεσοστάτης χαμηλής πιέσεως είναι ηλεκτρικό εξάρτημα που τοποθετείται στις ψυκτικές εγκαταστάσεις για να ελέγχει την περιοχή θερμοκρασίας στην οποία πρέπει να λειτουργεί ο εξατμιστής. Έτσι όμως ρυθμίζει έμμεσα και τη θερμοκρασία του ψυκτικού θαλάμου. Τοποθετείται αντί για το θερμοστάτη συνήθως σε μονάδες επαγγελματικών ψυγείων.

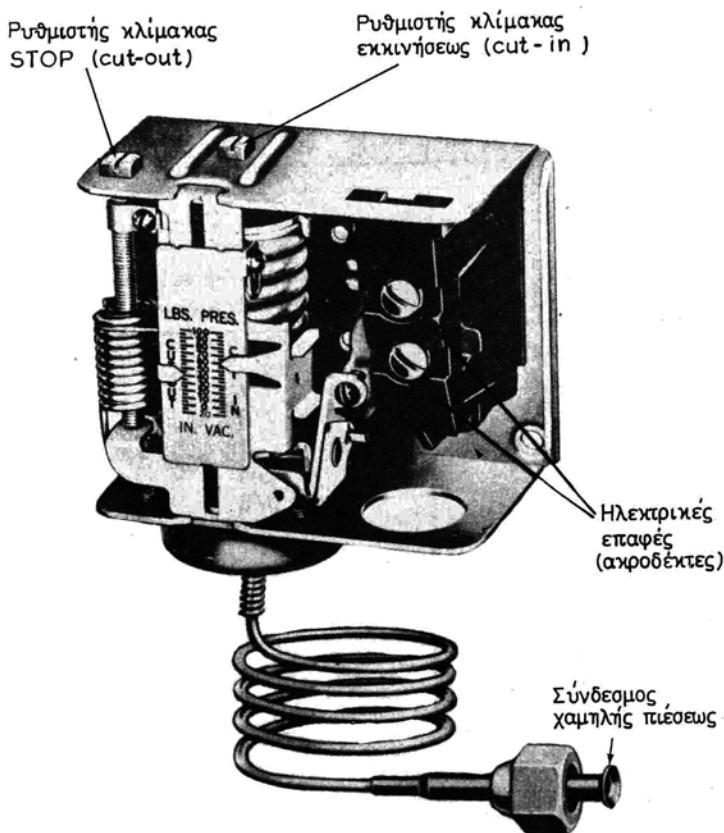
Δεν μπορούμε βέβαια να χρησιμοποιήσομε πρεσοστάτη χαμηλής πιέσεως στις εγκαταστάσεις που λειτουργούν με **εκτονωτική βαλβίδα σταθερής πιέσεως** (αυτόματη ή πρεσοστατική βαλβίδα), γιατί, όπως είναι γνωστό, σ' αυτές τις περιπτώσεις η πίεση αναρροφήσεως παραμένει σταθερή και επομένως ο πρεσοστάτης χαμηλής δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί.

Οι πρεσοστάτες χαμηλής πιέσεως (σχ. 23.2) αποτελούνται από τα παρακάτω κύρια εξαρτήματα:

- Τη μεταλλική βάση (σασί), στην οποία στερεώνονται όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα.
- Το μηχανισμό ελέγχου.
- Το σύνδεσμο του πρεσοστάτη με την πίεση αναρροφήσεως.
- Τις κλίμακες ρυθμίσεως πιέσεως.
- Τους ρυθμιστικούς κοχλίες.
- Το ηλεκτρικό μέρος (επαφές, ακροδέκτες).

Κάθε πρεσοστάτης χαμηλής πιέσεως μπορεί να φέρει έναν από τους παρακάτω συνδυασμούς κλιμάκων:

- Κλίμακα πιέσεως εκκινήσεως (START ή CUT-IN) και κλίμακα διαφορικής πιέσεως (DIFF).
- Κλίμακα πιέσεως εκκινήσεως (START ή CUT-IN) και κλίμακα πιέσεως διακοπής (STOP).



Σχ. 23.2.
Συνηθισμένη μορφή πρεσοστάτη χαμηλής πιέσεως.

Για κάθε περίπτωση συνδυασμού των παραπάνω κλιμάκων ισχύει πάντα η σχέση:

$$\begin{aligned}\text{ΠΙΕΣΗ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΣ} &= \text{ΠΙΕΣΗ ΔΙΑΚΟΠΗΣ} + \text{ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ} \\ \text{START} &= \text{STOP} + \text{DIFF} \\ (\text{CUT-IN}) &= (\text{CUT-OUT}) + \text{DIFF}\end{aligned}$$

Η πίεση εκκινήσεως εξαρτάται από τη μέγιστη θερμοκρασία στην οποία μπορούν να βρεθούν τα συντηρούμενα προϊόντα χωρίς να κινδυνεύουν να αλλιωθούν. Τη θερμοκρασία συντηρήσεως των προϊόντων την παίρνομε από ειδικούς πίνακες, όπως ο πίνακας 8 του παραρτήματος. Οι πίνακες αυτοί μας δίνουν συνήθως τη μέση θερμοκρασία που θα πρέπει να έχει ο θάλαμος συντηρήσεως προϊόντων.

Για να βρούμε την πίεση εκκινήσεως (**START**) του πρεσοστάτη αφαιρούμε από τη θερμοκρασία συντηρήσεως των προϊόντων γύρω στους 2 ως 5°C, ανάλογα με τις ειδικές περιπτώσεις κατασκευής και λειτουργίας του ψυκτικού θαλάμου. Κατόπιν, από έναν πίνακα αντιστοιχίας **πίεσεων-θερμοκρασιών** βρίσκομε ανάλογα με το είδος του ψυκτικού την πίεση που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία που προήλθε μετά

την αφαίρεση των 2 ως 5°C από τη θερμοκρασία συντηρήσεως των προϊόντων.

Η πίεση αυτή είναι η πίεση εκκινήσεως (START) του συμπιεστή.

Για την εύρεση της **πέσεως διακοπής (STOP)** υπολογίζομε μία διαφορική πίεση (DIFF) γύρω στις 15 ως 20 lb/in² για ψυγεία συντηρήσεως γενικής χρήσεως και 5 ως 10 lb/in² για περιπτώσεις ψυγείων κατεψυγμένων προϊόντων.

Παράδειγμα.

Έστω ότι η απαιτούμενη θερμοκρασία στο θάλαμο είναι 2°C και το χρησιμοποιούμενο ψυκτικό της μονάδας είναι τύπου R12. Σύμφωνα με τα παραπάνω έχομε:

- Επιθυμητή θερμοκρασία θαλάμου: 2°C
- Θερμοκρασία υπολογισμού πιέσεως εκκινήσεως: $2 - 3^{\circ}\text{C} = -1^{\circ}\text{C}$ (αφαιρούμε
2 ως 5°C).
- Αντίστοιχη πίεση κορεσμού του -1°C (START) : $28,5 \text{ lb/in}^2$ (από τον πίνακα
7 του παραρτήματος).

Επομένως ο πρεσοστάτης θα ρυθμισθεί ως εξής:

- Πίεση εκκινήσεως (START): $28,5 \text{ lb/in}^2$
- Διαφορική πίεση (DIFF) (επιλέγεται): $15,5 \text{ lb/in}^2$
- Πίεση διακοπής (STOP): $\text{START} - \text{DIFF} = 28,5 - 15,5 = 13 \text{ lb/in}^2$.

Ο πρεσοστάτης χαμηλής μπορεί να ρυθμισθεί πάνω στη μονάδα ή έξω από αυτήν. Στη συνέχεια θα αναπτυχθούν και οι δύο μέθοδοι ρυθμίσεως.

23.3 Ρύθμιση πρεσοστάτη χαμηλής πιέσεως πάνω στη μονάδα.

23.3.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα επαγγελματικού τύπου, της οποίας η θερμοκρασία του θαλάμου ελέγχεται από πρεσοστάτη χαμηλής πιέσεως.
- Κάσα (σετ) μανομέτρων.
- Κατασβίδι κοινό.
- Καστάνια $1/4''$ για το χειρισμό των βαλβίδων του συμπιεστή.
- Πίνακας πιέσεων-θερμοκρασιών για το ψυκτικό ρευστό της εγκαταστάσεως.
- Θερμόμετρο κλίμακας -20 ως 50°C , όπως αυτό που αναφέρεται στη ρύθμιση του θερμοστάτη ('Ασκηση 22).

23.3.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Γράψτε σ' ένα χαρτί τη θερμοκρασία που θέλετε στο θάλαμο και από τη θερμοκρασία αυτή αφαιρέστε 2 ως 5°C (ας πούμε 2 ή 3°C).
- 2) Από τον πίνακα 7 του παραρτήματος, βρείτε την πίεση που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία που υπολογίσατε πιο πάνω και γράψτε την στο χαρτί.
- 3) Βάλτε το δείκτη της κλίμακας START του πρεσοστάτη στην πίεση START που υπολογίσατε στην προηγούμενη παράγραφο. Χρησιμοποιείτε πάντα ένα καλό κατασβίδι για την περιστροφή του ειδικού ρυθμιστικού κοχλία του πρεσοστάτη, ώστε να μην καταστρέφεται η κεφαλή του.
- 4) Στρέψτε με τον ίδιο τρόπο το δείκτη της διαφορικής κλίμακας (DIFF) ώστε να δείχνει 15 ως 20 lb/in².

- 5) Τοποθετήστε το θερμόμετρο (ή το βολβό του θερμομέτρου) σε αντιπροσωπευτικό σημείο του ψυχόμενου χώρου έτσι, ώστε να μπορείτε να παρακολουθείτε τις ενδείξεις του.
- 6) Θέστε σε λειτουργία τώρα τη μονάδα ώσπου να ικανοποιηθεί η θερμοκρασία στο θάλαμο και να σταματήσει η λειτουργία του συμπιεστή.
- 7) Σημειώστε τη θερμοκρασία του θερμομέτρου που έχετε τοποθετήσει στο θάλαμο, μόλις διακοπεί η λειτουργία του συμπιεστή (θερμοκρασία που αντιστοιχεί στην πίεση STOP).
- 8) Περιμένετε μέχρι να εκκινήσει πάλι ο συμπιεστής. Σημειώστε αμέσως τη θερμοκρασία που δείχνει τώρα το θερμόμετρο (θερμοκρασία που αντιστοιχεί στην πίεση START).
- 9) Ελέγχετε αν οι θερμοκρασίες που μετρήσατε με το θερμόμετρο, και που αντιστοιχούν στις πιέσεις STOP και START, είναι οι επιθυμητές. Αν οι θερμοκρασίες είναι έξω από τα επιθυμητά όρια, ρυθμίστε πάλι τον πρεσοστάτη και παρακολουθήστε τις ενδείξεις του θερμομέτρου.
- 10) Αφήστε τη μονάδα να λειτουργήσει για τρεις τοψλάχιστον κύκλους λειτουργίας (STOP-START) με σωστή ρύθμιση, πριν τελειώσετε τη ρύθμιση αυτή.
- 11) Επαναλάβετε τη ρύθμιση με άλλες θερμοκρασίες θαλάμου, ώστε να εξοικειωθείτε με την όλη διαδικασία.

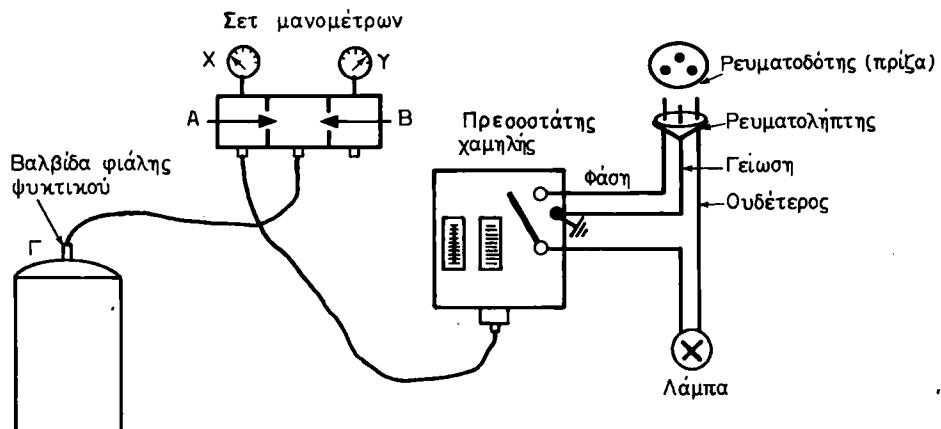
23.4 Έλεγχος και ρύθμιση πρεσοστάτη χαμηλής πιέσεως έξω από τη μονάδα.

23.4.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Φιάλη με ψυκτικό.
- Πλήρης κάσα μανομέτρων.
- Πρεσοστάτης χαμηλής πιέσεως.
- Κατσαβίδι κοινό.
- Ενδεικτική δοκιμαστική λυχνία 220V/5W.
- Εύκαμπτος αγωγός διατομής 0,75 mm².
- Ρευματολήπτης τριπολικός.

23.4.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε τη φιάλη ψυκτικού με το μεσαίο σύνδεσμο της κάσας των μανομέτρων (σχ. 23.4).
- 2) Συνδέστε τον πρεσοστάτη στο σύνδεσμο της χαμηλής πιέσεως της κάσας των μανομέτρων.
- 3) Συνδέστε τη δοκιμαστική λυχνία, όπως φαίνεται στο σχήμα 23.4, και τοποθετήστε το ρευματολήπτη στην πρίζα.
- 4) Ανοίξτε τώρα τη βαλβίδα της φιάλης ψυκτικού και κρατήστε τη βάνα του μανομέτρου της χαμηλής κλειστή.
- 5) Ανοίγετε σιγά-σιγά τη βάνα του μανομέτρου χαμηλής, παρακολουθώντας την ένδειξη του μανομέτρου. Σε κάποια στιγμή οι επαφές του πρεσοστάτη θα κλείσουν και θα ανάψει η δοκιμαστική λυχνία. Η πίεση στην οποία θα ανάψει η λυχνία, είναι η πίεση εκκινήσεως (START) στην οποία έχει ρυθμισθεί ο πρεσοστάτης.

**Σχ. 23.4.**

Διάταξη ελέγχου προεσοστάτη χαμηλής πίεσεως έξω από τη μονάδα.
Θέση των βαλβίδων: Οι βαλβίδες Α και Γ ανοικτές. Η βαλβίδα Β κλειστή.

- 6) Σημειώστε σ' ένα χαρτί την πίεση εκκινήσεως (START).
- 7) Κλείστε τη βαλβίδα της φιάλης του ψυκτικού και ανοίξτε σιγά-σιγά και προσεκτικά τη βάνα του μανομέτρου υψηλής πίεσεως, παρακολουθώντας την πτώση πίεσεως στο μανόμετρο χαμηλής.
- 8) Συνεχίστε την εξαέρωση ψυκτικού από το σύνδεσμο της υψηλής μέχρι να ανοίξουν οι επαφές του πρεσοστάτη. Το άνοιγμα των επαφών συνοδεύεται με ένα χαρακτηριστικό «tak» και ταυτόχρονο σβήσιμο της δοκιμαστικής λυχνίας.
- 9) Σημειώστε την πίεση που δείχνει το μανόμετρο χαμηλής, όταν άνοιξαν οι επαφές του πρεσοστάτη. Η πίεση αυτή είναι η πίεση διακοπής (STOP) στην οποία έχει ρυθμισθεί ο πρεσοστάτης.
- 10) Κλείστε τις βάνες (υψηλής και χαμηλής) της κάσας των μανομέτρων και επαναλάβετε τις πράξεις 4, 5, 6, 7, 8 και 9 για να βεβαιωθείτε ότι οι πιέσεις START και STOP που μετρήσατε είναι αυτές στις οποίες έχει ρυθμισθεί ο πρεσοστάτης.
- 11) Αν οι πιέσεις STOP και START του πρεσοστάτη δεν είναι αυτές που απαιτούνται για τη συγκεκριμένη περίπτωση ψυκτικού θαλάμου, προβείτε στις αναγκαίες ρυθμίσεις με τον τρόπο που έχει αναπτυχθεί στις εισαγωγικές πληροφορίες αυτής της ασκήσεως.
- 12) Επαναλάβετε τη διαδικασία ελέγχου του πρεσοστάτη χαμηλής, ώστε να βεβαιωθείτε ότι γνωρίζετε να κάνετε με άνεση αυτόν τον έλεγχο.

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ
ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΕΣΟΣΤΑΤΗ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

24.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τη σωστή ρύθμιση του πρεσοστάτη υψηλής πιέσεως, ώστε να προστατεύεται απόλυτα η ψυκτική εγκατάσταση από περιπτώσεις αναπτύξεως υπερβολικά υψηλών πιέσεων στην κατάθλιψη.

24.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Ο πρεσοστάτης υψηλής πιέσεως είναι ηλεκτρικό εξάρτημα που τοποθετείται στις ψυκτικές εγκαταστάσεις επαγγελματικού και βιομηχανικού τύπου για να τις προστατεύει από την ανάπτυξη υπερβολικά υψηλών πιέσεων. Σε περίπτωση δηλαδή που για κάποιο λόγο παρουσιασθεί υπερβολικά υψηλή πίεση στη γραμμή καταθλίψεως, ο πρεσοστάτης υψηλής πιέσεως ενεργοποιείται και διακόπτει τη λειτουργία του συμπιεστή.

Όταν η πίεση καταθλίψεως πέσει σε κανονικά επίπεδα, ο πρεσοστάτης υψηλής αποκαθιστά το ηλεκτρικό κύκλωμα του συμπιεστή και η εγκατάσταση αρχίζει να λειτουργεί και πάλι. Μερικοί τύποι πρεσοστάτη δεν επιτρέπουν την επαναλειτουργία του συμπιεστή και αν ακόμα η πίεση καταθλίψεως επανέλθει στα κανονικά της επίπεδα. Οι πρεσοστάτες αυτοί φέρουν ειδικό **κουμπί επαναφοράς (reset)**, το οποίο πρέπει να πίεσει ο αρμόδιος τεχνίτης για να αποκατασταθεί η λειτουργία της μονάδας. Πολλές φορές ο πρεσοστάτης υψηλής βρίσκεται στο ίδιο κιβώτιο με τον πρεσοστάτη χαμηλής πιέσεως δεν ρυθμίζει τη θερμοκρασία αυτή. Στο σχήμα 24.2 φαίνεται ένας τέτοιος συνδυασμός πρεσοστάτη χαμηλής και υψηλής.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι η υψηλή πίεση δεν έχει καμία απολύτως σχέση με τη θερμοκρασία που επιθύμουμε στον ψυκτικό θάλαμο και συνεπώς ο πρεσοστάτης υψηλής πιέσεως δεν ρυθμίζει τη θερμοκρασία αυτή. Ο **σκοπός του είναι καθαρά ασφαλιστικός**.

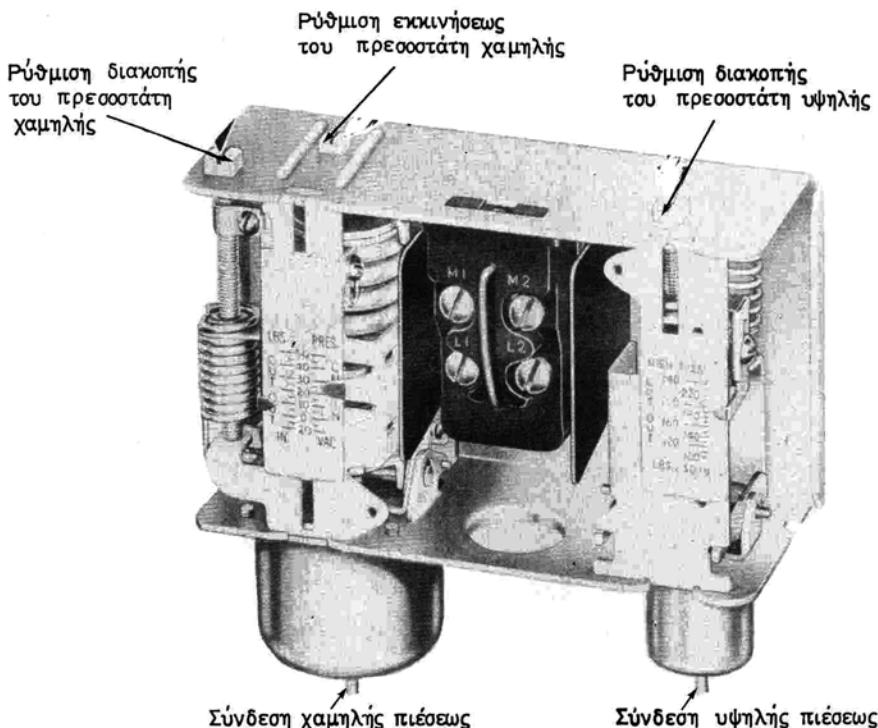
Η πίεση στην οποία θα πρέπει να ρυθμισθεί ο πρεσοστάτης υψηλής πιέσεως ώστε να διακόπτει τη λειτουργία του συμπιεστή εξαρτάται:

- Από το είδος του ψυκτικού που χρησιμοποιείται στη μονάδα.
- Από το είδος (κατηγορία) της αερόψυκτης συμπυκνωτικής μονάδας.

Οι **συμπυκνωτικές μονάδες** κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με την περιοχή θερμοκρασίας του εξατμιστή με τον οποίο θα συνδεθούν. Έτσι έχομε:

1) **Μονάδες χαμηλής θερμοκρασίας (L).**

Η θερμοκρασία στους ψύκτες στους οποίους συνδέονται είναι κάτω από -18°C . Οι συμπυκνωτικές αυτές μονάδες συναντώνται στις εγκαταστάσεις κατεψυγμένων προϊόντων, ψυγεία παγωτών κλπ.



Σχ. 24.2.

Συνδυασμός πρεσοστάτη υψηλής και χαμηλής (δίδυμος).

Η πίεση εκκινήσεως του πρεσοστάτη υψηλής έχει ρυθμισθεί στο εργοστάσιο κατασκευής και δεν μεταβάλλεται.

2) Μονάδες μέσων Θερμοκρασιών (M).

Είναι οι συμπυκνωτικές μονάδες που συνδέονται σε εξατμιστές, των οποίων οι θερμοκρασίες είναι από -18°C μέχρι -5°C . Σ' αυτή την κατηγορία μονάδων περιλαμβάνονται μερικά ψυγεία καταψύξεως και συντηρήσεως προϊόντων.

3) Μονάδες υψηλών Θερμοκρασιών (H).

Η θερμοκρασία των εξατμιστών, στους οποίους συνδέονται οι συμπυκνωτικές μονάδες υψηλών θερμοκρασιών, είναι πάνω από -5°C . Τέτοιες μονάδες έχουν μερικά ψυγεία συντηρήσεως διαφόρων προϊόντων και οι κλιματιστικές μονάδες.

Για να βρούμε το μέγεθος της πιέσεως στην οποία πρέπει να ενεργοποιείται ο πρεσοστάτης υψηλής και να διακόπτει τη λειτουργία της μονάδας (πίεση STOP), ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- Μετρούμε με ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία περιβάλλοντος του συμπυκνωτή ή υποθέτομε μια μέση θερμοκρασία.
- Στην παραπάνω θερμοκρασία προσθέτομε τις εξής θερμοκρασίες ανάλογα με την κατηγορία της μονάδας:
 - Για τις μονάδες χαμηλών θερμοκρασιών: 10 ως 11°C .
 - Για τις μονάδες μέσων θερμοκρασιών: 13 ως 14°C .
 - Για τις μονάδες υψηλών θερμοκρασιών: 15 ως 16°C .

Η τιμή της θερμοκρασίας που προκύπτει έτσι, λαμβάνεται ως η θερμοκρασία συμπυκνώσεως του ψυκτικού αερίου της μονάδας και επομένως με τη βοήθεια ενός πίνακα πιέσεων - θερμοκρασιών ψυκτικών ρευστών (πίνακας 7 του παραρτήματος), μπορούμε να βρούμε την αντίστοιχη πίεση. Αυτή πρέπει να είναι και η πίεση διακοπής του πρεσοστάτη (ή λίγο μεγαλύτερη).

24.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα η οποία πρέπει να είναι εφοδιασμένη με πρεσοστάτη υψηλής πιέσεως.
- Κάσα μανομέτρων.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων συμπιεστή.
- Κατσαβίδι κοινό.
- Θερμόμετρο.

24.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Μετρήστε τη θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα στο συμπυκνωτή (θερμοκρασία περιβάλλοντος).
- 2) Στη μετρούμενη θερμοκρασία περιβάλλοντος προσθέστε τη θερμοκρασία που αντιστοιχεί στην κατηγορία της μονάδας (χαμηλής, μέσης ή υψηλής θερμοκρασίας), σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο 24.2.
- 3) Από ένα πίνακα πιέσεων-θερμοκρασιών ψυκτικών ρευστών (πίνακας 7 του παραρτήματος), βρείτε την πίεση που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία που υπολογίσατε.
- 4) Ρυθμίστε το STOP του πρεσοστάτη στην πίεση που βρήκατε από τον πίνακα πιέσεων-θερμοκρασιών (ή λίγο μεγαλύτερη).
- 5) Παρακολουθώντας τα μανόμετρα, αυξήστε την πίεση καταθλίψεως, μέχρι να ενεργοποιηθεί ο πρεσοστάτης και να διακόψει τη λειτουργία της μονάδας. Αύξηση της πιέσεως καταθλίψεως μπορούμε να προκαλέσουμε φράζοντας με ένα χαρτόνι την είσοδο του αέρα προς το συμπυκνωτή.
- 6) Σημειώστε την πίεση διακοπής της μονάδας και συγκρίνετε την με εκείνη που υπολογίσατε. Αν η πίεση διακοπής δεν είναι η κατάλληλη, κάνετε τις σχετικές ρυθμίσεις, ώστε να έχετε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.
- 7) Η μονάδα πρέπει να επαναλειτουργήσει, όταν η πίεση καταθλίψεως ελαττώθει κατά 20-30 lb/in². Δηλαδή η διαφορική πίεση (DIFF) πρέπει να είναι 20-30 lb/in². Εδώ βέβαια θα πρέπει να τονίσουμε ότι σε κάθε περίπτωση ρυθμίσεως πρεσοστάτη υψηλής πιέσεως ισχύει η σχέση:

$$\text{ΠΙΕΣΗ ΔΙΑΚΟΠΗΣ} = \text{ΠΙΕΣΗ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΣ} + \text{ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ}$$

ή

$$\text{STOP} = \text{START} + \text{DIFF}$$

- 8) Επαναλάβετε τις παραπάνω ρυθμίσεις, ώστε να εξοικειωθείτε με την όλη διαδικασία ρυθμίσεως του πρεσοστάτη υψηλής.

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΨΥΚΤΕΛΑΙΟΥ

25.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα μάθουν να κάνουν έλεγχο της στάθμης του ψυκτελαίου σε συμπιεστές ψυκτικών μονάδων διάφορων τύπων.

25.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Στους συμπιεστές ανοικτού και ημίκλειστου τύπου υπάρχει πάντα κάποιος τρόπος ελέγχου της στάθμης του λαδιού λιπάνσεως του συμπιεστή. Η σωστή στάθμη, καθώς και η διαδικασία ελέγχου της, ορίζεται συνήθως από τους κατασκευαστές των συμπιεστών.

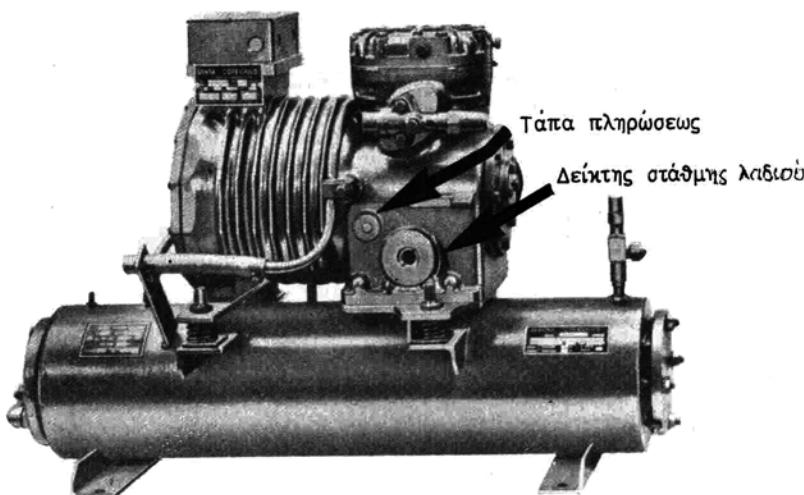
Οι συμπιεστές που χρησιμοποιούνται συνήθως στις ψυκτικές εγκαταστάσεις επαγγελματικού τύπου, φέρουν ειδικό **δείκτη στάθμης ψυκτελαίου** (γυαλάκι). **Η σωστή στάθμη ψυκτελαίου είναι το μέσο περίου του δείκτη, όταν ο συμπιεστής λειτουργεί.** Πολλές φορές βέβαια, όταν λειτουργεί ο συμπιεστής, η στάθμη στο δείκτη μπορεί να ανεβοκατεβαίνει. Το φαινόμενο οφείλεται στο γεγονός ότι μια μικρή ποσότητα ψυκτελαίου συγκρατείται από τα λιπαινόμενα εξαρτήματα του συμπιεστή. Το λάδι αυτό βέβαια επιστρέφει μετά από λίγο στο στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Όταν ο συμπιεστής δεν λειτουργεί, η στάθμη του ψυκτελαίου είναι συνήθως λίγο πάνω από τη μέση του δείκτη. Η αύξηση αυτή της στάθμης του λαδιού οφείλεται στο στράγγισμα του λαδιού από τα λιπαινόμενα μέρη και στο ότι το λάδι απορροφάει μια ποσότητα ψυκτικού που περνάει από το στροφαλοθάλαμο.

Μετά την επανεκκίνηση του σταματημένου συμπιεστή, η στάθμη του ψυκτελαίου μπορεί να είναι χαμηλότερη από την κανονική, αλλά θα πρέπει να επανέλθει σε κανονικό ύψος ύστερα από σύντομο χρονικό διάστημα.

Η παρουσία υπερβολικού αφρού στο γυαλάκι μπορεί να σημαίνει ότι επιστρέφει στο συμπιεστή ψυκτικό ρευστό σε υγρή μορφή. Η κατάσταση αυτή, όπως είναι γνωστό, είναι εντελώς ανεπιθύμητη γιατί μπορεί να προκαλέσει σοβαρή βλάβη στο συμπιεστή. Γι' αυτό, όταν κατά τον έλεγχο του λαδιού παρατηρήσετε υπερβολικό αφρό, θα πρέπει να ελέγξετε και την περίπτωση επιστροφής στο συμπιεστή ψυκτικού υγρού.

Μερικοί συμπιεστές ημίκλειστου ή ανοικτού τύπου φέρουν μόνο **τάπα πληρώσεως ψυκτελαίου**. Από την τάπα αυτή μπορεί να γίνει και έλεγχος στάθμης του ψυκτελαίου. Η διαδικασία ελέγχου της στάθμης λαδιού από την τάπα θα αναπτυ-



Σχ. 25.2.
Συμπιεστής με δείκτη λαδιού και τάπα πληρώσεως.

χθεί στην παράγραφο 25.4 που ακολουθεί. Στο σχήμα 25.2 φαίνεται συμπιεστής με δείκτη λαδιού και τάπα πληρώσεως.

Ο έλεγχος της λιπάνσεως των συμπιεστών μεγάλων ιπποδυνάμεων που έχουν σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας λαδιού, μπορεί να γίνεται και από το μανόμετρο λαδιού με το οποίο είναι εφοδιασμένοι.

Στη συνέχεια θα αναπτυχθεί η διαδικασία ελέγχου της στάθμης λαδιού των συμπιεστών τόσο στην περίπτωση που φέρουν δείκτη στάθμης (γυαλάκι) όσο και στην περίπτωση που φέρουν μόνο τάπα πληρώσεως.

25.3 Έλεγχος στάθμης ψυκτελαίου σε συμπιεστές με γυάλινο δείκτη στάθμης.

25.3.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα με συμπιεστή που φέρει γυάλινο δείκτη στάθμης.
- Φακός μπαταρίας.

25.3.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα για 15-20 min για να διαπιστώσετε ότι δεν εγκλωβίζεται λάδι σε κάποιο εξάρτημα της εγκαταστάσεως.
- 2) Παρατηρήστε προσεκτικά τη στάθμη του ψυκτελαίου στο δείκτη στάθμης του συμπιεστή. Η στάθμη του ψυκτελαίου πρέπει να είναι **στο μέσο του δείκτη**, όσο ο συμπιεστής λειτουργεί. Αν δεν υπάρχει επαρκής φωτισμός, χρησιμοποιήστε ένα καλό φακό για να φωτίσετε το δείκτη στάθμης (σχ. 25.3).
- 3) Ελέγχετε επίσης και την περίπτωση παρουσίας υπερβολικού αφρίσματος του λαδιού. Αν συμβαίνει κάτι τέτοιο ενεργήστε όσο γίνεται πιο γρήγορα για τον

**Σχ. 25.3.**

Έλεγχος στάθμης ψυκτελαίου σε συμπιεστή με γυάλινο δείκτη στάθμης.

περιορισμό επιστροφής στο στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή ψυκτικού σε υγρή μορφή, μια και αυτό, όπως είπαμε, είναι επικίνδυνο.

25.4 Έλεγχος στάθμης ψυκτελαίου σε συμπιεστές που φέρουν μόνο τάπα πληρώσεως.

25.4.1 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα με συμπιεστή που φέρει τάπα πληρώσεως ψυκτελαίου.
- Κάσα μανομέτρων.
- Φακός μπαταρίας.
- Χονδρό χάλκινο σύρμα.

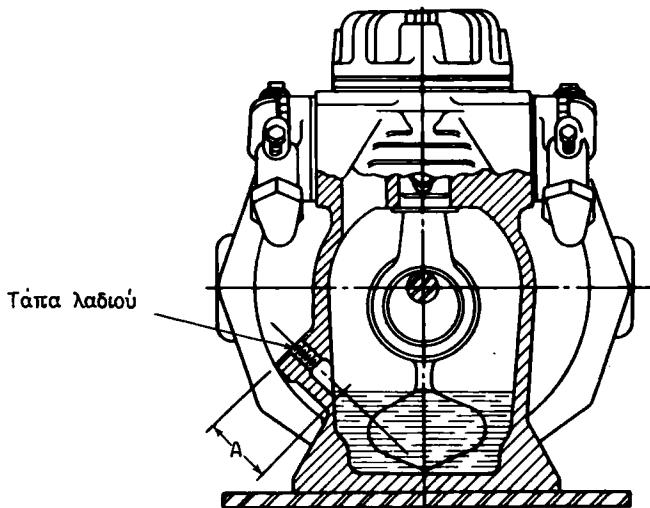
25.4.2 Πορεία εργασίας.

- 1) Θέστε τη μονάδα σε λειτουργία.
- 2) Συνδέστε την κάσα των μανομέτρων.
- 3) Κλείνοντας τη βαλβίδα αναρροφήσεως του συμπιεστή, ελαττώστε την πίεση στο στροφαλοθάλαμο ώσπου το μανόμετρο χαμηλής πίεσεως να δείξει 1-2 lb/in².
- 4) Σταματήστε τη λειτουργία του συμπιεστή και κλείστε τη βαλβίδα καταθλίψεως (service).
- 5) Αφαιρέστε τώρα την τάπα πληρώσεως λαδιού και αφήστε να βγαίνει από την τρύπα το ψυκτικό που βρίσκεται στο στροφαλοθάλαμο με πίεση 1-2 lb/in². Ήτοι, θα εμποδίζεται η είσοδος αέρα προς το στροφαλοθάλαμο κατά τη διάρκεια του ελέγχου.
- 6) Ελέγξτε προσεκτικά τη στάθμη του ψυκτελαίου με το μάτι. Το λάδι πρέπει να φαίνεται όταν φωτίσομε την τρύπα με το φακό.
- 7) Αν η στάθμη του ψυκτελαίου είναι ικανοποιητική, ανοίξτε ελαφρά τη βαλβίδα αναρροφήσεως του συμπιεστή αν η πίεση είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής και αφήστε να φύγει μικρή ποσότητα ψυκτικού από την ανοικτή τρύπα πληρώσεως λαδιού του συμπιεστή.

- 8) Ενώ ακόμη εξέρχεται ψυκτικό από την τρύπα πληρώσεως λαδιού, τοποθετήστε την τάπα και σφίξτε την καλά.
- 9) Ανοίξτε τις βαλβίδες συντηρήσεως (service) του συμπιεστή και θέστε τη μονάδα κανονικά σε λειτουργία.

Παρατήρηση I.

Σε περίπτωση που ο οπτικός έλεγχος της στάθμης του λαδιού, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, δεν είναι δυνατός, τότε ανοίξτε την τάπα πληρώσεως και ελέγχτε τη στάθμη του λαδιού τοποθετώντας στην τρύπα ένα χονδρό χάλκινο σύρμα (όπως γίνεται ο έλεγχος στάθμης λαδιού στα αυτοκίνητα). Η σωστή στάθμη του λαδιού στους συμπιεστές των ψυκτικών μηχανών φαίνεται στο σχήμα 25.4.



Σχ. 25.4.

Έλεγχος στάθμης λαδιού σε συμπιεστές.
«Α» είναι η απόσταση από την επιφάνεια του ψυκτελαίου και εξαρτάται από το μέγεθος του συμπιεστή.

Παρατήρηση II.

Τα νέα ψυκτικά ρευστά, όπως το R134a δεν συνεργάζονται με τα ορυκτέλαια που χρησιμοποιούνται με τα ψυκτικά ρευστά της σειράς ΦΡΕΟΝ. Γι' αυτό όταν προσθέτομε λάδι σε έναν συμπιεστή πρέπει να ελέγχομε το ψυκτικό της μονάδας. Στην περίπτωση που ο συμπιεστής είναι για R134a, το λάδι θα πρέπει να είναι συνθετικό.

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΕΚΤΗ

ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΨΥΚΤΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΟΥ ΦΕΡΟΥΝ ΤΑΠΑ ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ

26.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή θα διδαχθούν οι μαθητές τη σωστή διαδικασία προσθήκης ψυκτελάιου σε συμπιεστές ψυκτικών μονάδων και θα εξοικειωθούν με τα προβλήματα που παρουσιάζει αυτή η εργασία.

26.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Οι καινούργιοι συμπιεστές ψυκτικών μονάδων περιέχουν από το εργοστάσιο κατασκευής τους την πρέπουσα ποσότητα ψυκτελάιου. Ωστόσο, μετά την εγκατάσταση ενός νέου συμπιεστή, θα πρέπει να ελέγχεται η στάθμη του ψυκτελάιου με τη διαδικασία που αναφέρθηκε σε προηγούμενη άσκηση. Αν διαπιστωθεί έλλειψη ψυκτελάιου, θα πρέπει να συμπληρωθεί με ψυκτέλαιο που έχει ίδιες προδιαγραφές.

Το ψυκτέλαιο που χρησιμοποιείται για τη λίπανση των συμπιεστών ψυκτικών μηχανών έχει ειδικές προδιαγραφές (είναι τέλεια καθαρισμένο από υγρασία, κερί και άλλα ξένα σώματα). Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι ένα ψυκτέλαιο πρέπει να παρουσιάζει τις παρακάτω ιδιότητες:

- Χημική σταθερότητα.
- Χαμηλή θερμοκρασία πήξεως.
- Μικρή περιεκτικότητα σε κερί (παραφίνη).
- Υψηλή διηλεκτρική αντοχή.
- Κατάλληλη τιμή ιξώδους.

Τα ψυκτέλαια δεν έχουν όλα τις ίδιες προδιαγραφές και κυρίως δεν έχουν το ίδιο **ιξώδες** (ρευστότητα). Αυτό σημαίνει ότι ένα ψυκτέλαιο μπορεί να είναι άριστο για ένα τύπο συμπιεστή, αλλά να μην ικανοποιεί τις λιπαντικές ανάγκες ενός άλλου. Γι' αυτό, πριν χρησιμοποιήσουμε ένα ψυκτέλαιο, θα πρέπει να συμβουλευόμαστε πάντα τις οδηγίες του κατασκευαστή του συμπιεστή.

Για την επιλογή του κατάλληλου ψυκτελάιου θα πρέπει να λάβομε υπόψη μας τα ακόλουθα:

- 1) Τη συνηθισμένη θερμοκρασία λειτουργίας του συμπιεστή.
- 2) Τη θερμοκρασία στην οποία θα εργάζεται συνήθως ο εξατμιστής της μονάδας.
- 3) Το είδος του ψυκτικού ρευστού που χρησιμοποιείται στη μονάδα.

Το απαιτούμενο ιξώδες για τις περισσότερες κοινές εφαρμογές ψύξεως είναι από 150-300 βαθμούς Saybolt (Σέιμπολτ) ή S.U.S.

Το ψυκτέλαιο όταν εκτεθεί στην ατμόσφαιρα απορροφάει πολύ εύκολα υγρασία λόγω της τέλειας αφυγράνσεως που έχει υποστεί στο εργοστάσιο παρασκευής του. Γι' αυτό το λόγο δεν πρέπει ποτέ να εκτίθεται στον ατμοσφαιρικό αέρα ή να φυλάσσεται σε δοχεία χωρίς καπάκι. Αν συμβεί κάτι τέτοιο για πολύ χρόνο, το ψυκτέλαιο δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί, γιατί θα δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στη λίπανση του συμπιεστή και στη λειτουργία της μονάδας.

Διακρίνομε τρεις τουλάχιστον τρόπους προσθήκης ψυκτελαίου ανάλογα με το είδος του συμπιεστή:

- 1) Προσθήκη λαδιού σε συμπιεστή από ειδική τάπα πληρώσεως.
- 2) Προσθήκη λαδιού σε συμπιεστή κλειστού τύπου που φέρει βαλβίδες συντηρήσεως (service).
- 3) Προσθήκη λαδιού σε συμπιεστή κλειστού τύπου χωρίς βαλβίδες συντηρήσεως.

Στη συνέχεια θα αναπτύξουμε μόνο τον πρώτο από τους παραπάνω τρόπους, που είναι και ο απλούστερος.

26.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα με συμπιεστή που φέρει δείκτη στάθμης και τάπα πληρώσεως λαδιού.
- Κάσα (σετ) μανομέτρων.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων συντηρήσεως του συμπιεστή.
- Δοχείο με ψυκτέλαιο κατάλληλο για το συμπιεστή της μονάδας.
- Ειδική αντλία ψυκτελαίου που προσαρμόζεται στα δοχεία ψυκτελαίου.

26.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Λειτουργήστε τη μονάδα.
- 2) Συνδέστε την κάσα των μανομέτρων.
- 3) Κλείστε τη βαλβίδα αναρροφήσεως του συμπιεστή και παρακολουθήστε τις ενδείξεις των μανομέτρων.
- 4) Όταν το μανόμετρο χαμηλής πίεσεως δείξει 1-2 lb/in², σταματήστε τη μονάδα και κλείστε τη βαλβίδα καταθλίψεως του συμπιεστή.
- 5) Αφαιρέστε τώρα την τάπα πληρώσεως λαδιού του συμπιεστή και αφήστε να εξέρχεται το ψυκτικό που βρίσκεται στο στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.
- 6) Προσαρμόστε την ειδική αντλία στο δοχείο του ψυκτελαίου και στην υποδοχή πληρώσεως λαδιού του συμπιεστή.
- 7) Προσθέστε την απαιτούμενη ποσότητα ψυκτελαίου στο συμπιεστή, παρακολουθώντας τη στάθμη του από το δείκτη στάθμης.
- 8) Όταν τελειώσετε την πλήρωση λαδιού, αποσυνδέστε την αντλία και ανοίξτε ελαφρά τη βαλβίδα αναρροφήσεως του συμπιεστή ώστε να πραγματοποιηθεί «σάρωση» του χώρου του στροφαλοθάλαμου που ήρθε σε επαφή με την ατμόσφαιρα.
- 9) Τοποθετήστε την τάπα πληρώσεως λαδιού του συμπιεστή και ανοίξτε τις βαλβίδες συντηρήσεως (service) του συμπιεστή.
- 10) Λειτουργήστε τη μονάδα κάνοντας ένα τελικό έλεγχο στη στάθμη του ψυκτελαίου.

ΑΣΚΗΣΗ 27

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Α) ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ ΠΟΥ ΦΕΡΕΙ ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΕΩΣ

27.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα μάθουν την ορθή διαδικασία αντικαταστάσεως ενός συμπιεστή που είναι εφοδιασμένος με βαλβίδες συντηρήσεως (service), χωρίς την αφαίρεση ψυκτικού από τη μονάδα.

27.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όταν ο συμπιεστής της μονάδας φέρει βαλβίδες συντηρήσεως και διαπιστώθει ότι παρουσιάζει κάποια βλάβη (εκτός από κάψιμο συμπιεστή κλειστού τύπου) δεν είναι απαραίτητη η αφαίρεση του ψυκτικού της εγκαταστάσεως για να αφαιρεθεί ο συμπιεστής. Το ψυκτικό μπορεί να παραμείνει στη μονάδα, απαλλάσσοντας τον τεχνίτη ψυκτικό από διαδικασίες που απαιτούν σημαντικό χρόνο (όπως είναι η δημιουργία κενού, η επαναφόρτιση με ψυκτικό κλπ.).

Το άδειασμα της μονάδας από το ψυκτικό θα πρέπει να αποφεύγεται και για ένα άλλο πιο σημαντικό λόγο:

Όταν η εγκατάσταση αδειάσει από το ψυκτικό, είναι εύκολο να επέλθει ατμοσφαιρική αποκατάσταση στο ψυκτικό κύκλωμα, από κάποιο τυχαίο ή αδέξιο χειρισμό των βαλβίδων συντηρήσεως. Έτσι θα εισχωρήσει στο κύκλωμα αέρας και υγρασία που, όπως είναι γνωστό, είναι οι μεγάλοι εχθροί των ψυκτικών μηχανών.

Στις περιπτώσεις βέβαια που και οι βαλβίδες συντηρήσεως του συμπιεστή παρουσιάζουν βλάβη (διαρροές, χαλασμένο στέλεχος κλπ.), αναγκαστικά πλέον ολόκληρη η εγκατάσταση θα πρέπει να αδειάσει, αφού ληφθούν βέβαια όλα τα μέτρα περιορισμού της ελεύθερης εισόδου αέρα στο ψυκτικό κύκλωμα.

27.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

Ψυκτική μονάδα με συμπιεστή που φέρει βαλβίδες συντηρήσεως.

Κάσα μανομέτρων.

Σειρά από γερμανικά κλειδιά.

Καυτάνια χειρισμού των βαλβίδων συντηρήσεως (service) του συμπιεστή.

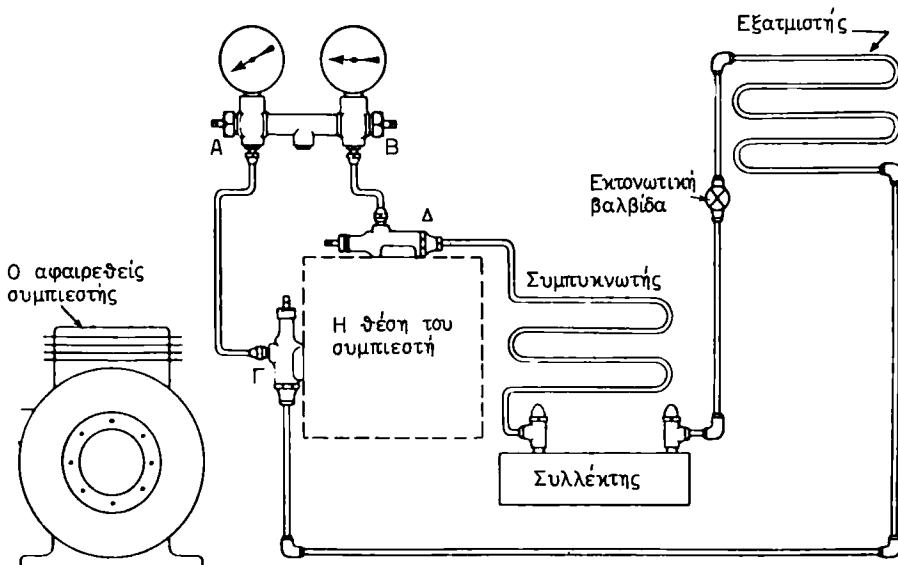
27.4 Πορεία εργασίας.

27.4.1 Αφαίρεση του συμπιεστή από τη μονάδα.

- 1) Συνδέστε στη μονάδα την κάσα μανομέτρων προσεκτικά, ώστε να μην

υπάρξει περίπτωση διαρροών ψυκτικού ρευστού.

- 2) Κλείστε τη βαλβίδα συντηρήσεως αναρροφήσεως του συμπιεστή (τέρμα δεξιά), απομονώνοντας έτσι τη γραμμή αναρροφήσεως της μονάδας.
- 3) Εκκινήστε τη μονάδα για μια μόνο στιγμή και σταματήστε την. Επαναλάβετε τη στιγμιαία **εκκίνηση-διακοπή** του συμπιεστή δυο ως τρεις φορές. Μ' αυτό τον τρόπο θα αποφύγετε την άντληση ψυκτελαίου από το συμπιεστή, που συμβαίνει συνήθως όταν το κενό στο στροφαλοθάλαμο γίνει 10-12 in υδραργυρικής στάλης.
- 4) Θέστε σε λειτουργία τώρα το συμπιεστή συνέχεια μέχρι που να δείξει το μανόμετρο αναρροφήσεως ικανοποιητικό κενό (πάνω από 25 in Hg) και κατόπιν σταματήστε τον.
- 5) Ανοίξτε ελαφρά τη βαλβίδα αναρροφήσεως του συμπιεστή μέχρι που να δείξει το μανόμετρο αναρροφήσεως 0-1 lb/in², και κατόπιν κλείστε την καλά.
- 6) Κλείστε καλά τη βαλβίδα συντηρήσεως (service) καταθλίψεως του συμπιεστή (τέρμα δεξιά).
- 7) Ασφαλίστε τον ηλεκτρικό διακόπτη σε ανοικτή θέση (θέση διακόπτης).
- 8) Ξεβιδώστε τις βαλβίδες συντηρήσεως (αναρροφήσεως και καταθλίψεως) από το συμπιεστή. Οι βαλβίδες παραμένουν έτσι πάνω στους σωλήνες αναρροφήσεως και καταθλίψεως και σε κλειστή θέση (σχ. 27.4a).

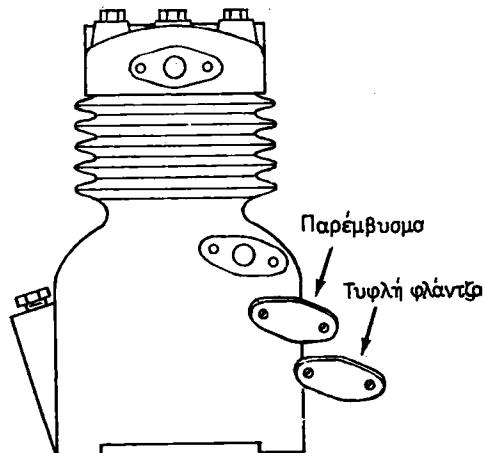


Σχ. 27.4a.

Η ψυκτική μονάδα μετά την αφαίρεση του συμπιεστή.

Οι βαλβίδες συντηρήσεως παραμένουν πάνω στις σωληνώσεις κλειστές. Οι βαλβίδες Α,Β,Γ και Δ είναι κλειστές (τέρμα δεξιά).

- 9) Ξεβιδώστε τις βίδες που στερεώνουν το συμπιεστή στη βάση του και αφαιρέστε τον με προσοχή. Σε περίπτωση συμπιεστή ανοικτού τύπου, αφαιρέστε πρώτα τους ιμάντες (λουριά) και μετά το συμπιεστή. Στο σχήμα 27.4α φαίνεται ψυκτική μονάδα μετά την αφαίρεση του συμπιεστή.
- 10) Τοποθετήστε αμέσως στη θέση των βαλβίδων συντηρήσεως του συμπιεστή, αδιάτρητα (τυφλά) παρεμβύσματα και τυφλές φλάντζες ώστε να εμποδίσετε την επικοινωνία του εσωτερικού του συμπιεστή με τον ατμοσφαιρικό αέρα (σχ. 27.4β). Αν δεν υπάρχουν τέτοιες φλάντζες, καλύψτε τις υποδοχές των βαλβίδων με ταινία ή άλλο κατάλληλο υλικό.
- 11) Αν θα στείλετε το συμπιεστή σε ειδικό συνεργείο για επισκευή συσκευάστε τον σε κατάλληλο κιβώτιο με τις σχετικές παρατηρήσεις σας για τη βλάβη που παρουσιάζει.



Σχ. 27.4β.

Παρέμβυσμα και τυφλή φλάντζα που τοποθετούνται στη θέση των βαλβίδων συντηρήσεως (service), όταν αφαιρεθεί ο συμπιεστής από τη μονάδα.

27.4.2 Η τοποθέτηση του νέου συμπιεστή στη μονάδα.

- 1) Τοποθετήστε το νέο συμπιεστή στη βάση του και βιδώστε τον καλά.
- 2) Αφαιρέστε προσεκτικά από το νέο συμπιεστή τις φλάντζες με τις οποίες καλύπτονται οι υποδοχές συνδέσεως των βαλβίδων συντηρήσεως και φυλάξτε τις για μελλοντική χρήση.
- 3) Αν τα παρεμβύσματα είναι σε καλή κατάσταση, τοποθετήστε τις βαλβίδες συντηρήσεως του παλιού συμπιεστή που είναι συνδεμένες στις γραμμές αναρροφήσεως και καταθλίψεως και βιδώστε τις καλά.
- 4) Διώξτε τον αέρα που υπάρχει στο στροφαλοθάλαμο, δημιουργώντας κενό είτε με αντλία κενού, είτε με τον ίδιο το συμπιεστή.
- 5) Ανοιξτε τις βαλβίδες αναρροφήσεως και καταθλίψεως και θέστε σε λειτουργία τη μονάδα παρακολουθώντας τις πιέσεις και θερμοκρασίες της εγκαταστάσεως. Βεβαιωθείτε ότι τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά πριν αφαιρέστε την κάσα των μανομέτρων.

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΟΓΔΟΗ

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΙΛΤΡΟΥ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

28.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα μάθουν τη σπουδαιότητα του ρόλου που παίζει το φίλτρο ξένων σωμάτων και υγρασίας στην ομαλή και αποδοτική λειτουργία της ψυκτικής μονάδας. Επίσης θα εξασκηθούν στην ορθή διαδικασία αντικαταστάσεως ενός φίλτρου ψυκτικής μονάδας.

28.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Τα φίλτρα που τοποθετούνται στις ψυκτικές μονάδες, χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν. Έτσι έχομε:

- 1) **Φίλτρα ξένων σωμάτων** τα οποία τοποθετούνται στην ψυκτική εγκατάσταση για τη συγκράτηση των μικροσκοπικών ξένων σωμάτων που από κάποια αιτία βρέθηκαν στις σωληνώσεις της μονάδας.
- 2) **Φίλτρα υγρασίας** τα οποία τοποθετούνται στη μονάδα για την παγίδευση της υγρασίας που τυχόν απόμεινε μετά τη δημιουργία κενού, κατά την αρχική εγκατάσταση ή μετά την επισκευή της μονάδας.

Τα φίλτρα των ψυκτικών μονάδων είναι συνήθως ένας συνδυασμός **φίλτρου ξένων σωμάτων** και **φίλτρου υγρασίας**. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι το είδος αυτό του **φίλτρου-αφυγραντήρα** καταργεί τα φίλτρα ξένων μικροσκοπικών σωμάτων που τοποθετούνται συνήθως στην είσοδο της βαλβίδας αναρροφήσεως του συμπιεστή, στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας ή σε άλλα σημεία της ψυκτικής μονάδας.

Η ικανότητα των φίλτρων-αφυγραντήρων μετράται σε αριθμό σταγόνων νερού* που μπορεί να συγκρατήσουν σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και εξαρτάται από το είδος του υγροσκοπικού υλικού που περιέχει και από τη θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο μειώνεται η ικανότητα του φίλτρου. Γι' αυτό στις περιπτώσεις που ο ψυκτικός θάλαμος προορίζεται για θερμοκρασία πάνω από 0°C, καλό θα είναι το φίλτρο να τοποθετείται μέσα στον ψυκτικό θάλαμο. Επίσης η ικανότητα του φίλτρου εξαρτάται και από το είδος του ψυκτικού της μονάδας στην οποία τοποθετείται. Δηλαδή το ίδιο φίλτρο έχει άλλη ικανότητα συγκρατήσεως υγρασίας σε εγκατάσταση με φρέον-12 και άλλη σε εγκατάσταση με φρέον-22 (στο φρέον-12 έχει περίπου διπλάσια ικανότητα).

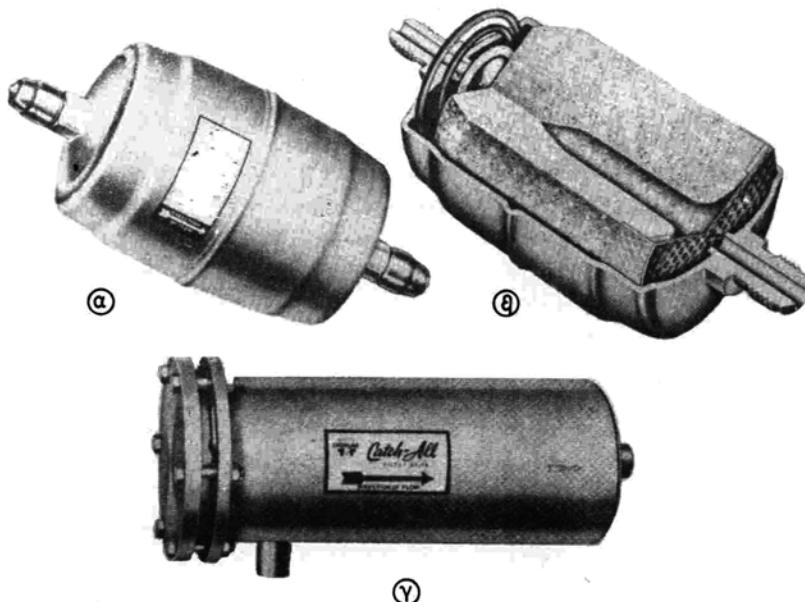
Η απαιτούμενη ικανότητα του φίλτρου μιας ψυκτικής μονάδας εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος της εγκαταστάσεως. Όσο αυξάνεται η ποσότητα του ψυκτικού που κυκλοφορεί στην εγκατάσταση τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι και η ικανότητα του φίλτρου.

Τα αφυγραντικά υλικά που χρησιμοποιούνται στα φίλτρα υγρασίας είναι πάρα πολλά. Μερικά, από τα πιο γνωστά, είναι:

* 1g ισούται με 20 περίπου σταγόνες νερού.

- Το Σίλικα τζελ (silica gel).
- Αλουμίνια (Οξείδιο του αργιλίου).
- Κλωριούχο ασβέστιο (calcium chloride).
- Οξείδιο του ασβεστίου (calcium oxide) κλπ.

Από τα παραπάνω αναφερόμενα αφυγραντικά υλικά, το Σίλικα τζελ (silica gel) χρησιμοποιείται συχνότερα στις ψυκτικές μονάδες. Πωλείται στο εμπόριο σε μορφή μικρών κόκκων σε αεροστεγή συσκευασία. Δυο είδη φίλτρων φαίνονται στο σχήμα 28.2.



Σχ. 28.2.
α) Φίλτρο μιας χρήσεως βιδωτό (φλερ). β) Τομή του φίλτρου της εικόνας (α). γ) Λυόμενο κολλητό φίλτρο.

Τα αφυγραντικά υλικά, καθώς και φίλτρα υγρασίας, δεν πρέπει ποτέ να εκτίθενται στον ατμοσφαιρικό αέρα γιατί απορροφούν πολύ εύκολα υγρασία και έτσι μειώνεται σημαντικά η ικανότητά τους.

Τα φίλτρα διακρίνονται επίσης σε **λυόμενα φίλτρα** και **φίλτρα μιας χρήσεως**. Τα λυόμενα φίλτρα όταν κορεστούν δεν αντικαθίστανται αλλά αλλάζεται μόνο το αφυγραντικό υλικό τους. Μ' αυτόν τον τρόπο η συντήρηση της μονάδας κοστίζει πολύ λιγότερο.

Στις μικρές ψυκτικές μονάδες τα φίλτρα είναι συνήθως μιας χρήσεως. Δηλαδή όταν κορεστούν τα αντικαθιστούμε με καινούργια που έχουν ίδια χαρακτηριστικά.

Για να παραγγείλομε ένα φίλτρο, πρέπει να έχομε τα ακόλουθα στοιχεία:

- Το βάρος του ψυκτικού της μονάδας ή συνηθέστερα την ιπποδύναμη του συμπιεστή.
- Το είδος του ψυκτικού της μονάδας (R12, R22 κλπ.).
- Τη θερμοκρασία περιβάλλοντος του φίλτρου (περίπου).
- Το μέγεθος των συνδέσμων (εισόδου-εξόδου π.χ. $1/4''$ - $1/4''$).

- Το είδος των συνδέσεων (βιδωτοί ή κολλητοί).
- Σ' αυτή την άσκηση θα εξετάσουμε πώς γίνεται η αντικατάσταση του φίλτρου σε δυο περιπτώσεις:
 - Όταν η μονάδα φέρει συλλέκτη εφοδιασμένο με βαλβίδα συντηρήσεως.
 - Όταν η μονάδα δεν φέρει συλλέκτη ή ο συλλέκτης δεν φέρει βαλβίδα συντηρήσεως.

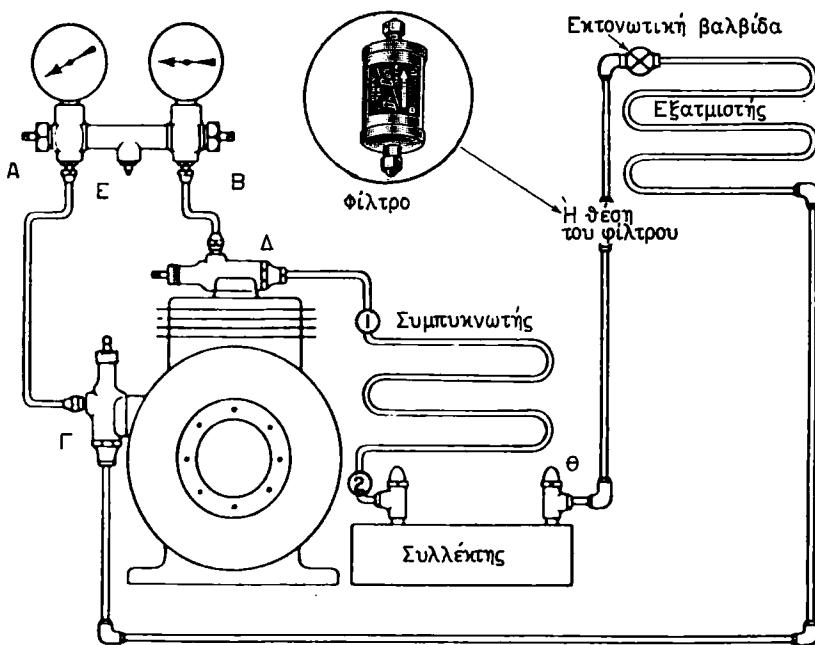
28.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα σε πλήρη λειτουργία.
- Κάστα μανομέτρων.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων συντηρήσεως (service).
- Σειρά γερμανικών κλειδιών.
- Γαλλικό κλειδί (ρυθμιζόμενο).
- Ταινία μονωτική ή άλλη σχετική.
- Φίλτρο καινούργιο, με χαρακτηριστικά ανάλογα με τη μονάδα.
- Αντλία κενού.

28.4 Πορεία εργασίας.

28.4.1 Όταν η μονάδα φέρει βαλβίδα συντηρήσεως στο συλλέκτη.

- 1) Βεβαιωθείτε ότι έχετε προμηθευθεί φίλτρο κατάλληλο για την περίπτωσή σας. Ότι δηλαδή το νέο φίλτρο έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το παλιό.
- 2) Συνδέστε τα μανόμετρα στη μονάδα.
- 3) Συγκεντρώστε το ψυκτικό της μονάδας ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία:
 - a) Κλείστε τη βαλβίδα Θ που βρίσκεται στην έξοδο του συλλέκτη (βιδώστε το στέλεχος τέρμα δεξιά).
 - β) Τοποθετήστε τις βαλβίδες συντηρήσεως του συμπιεστή σε ενδιάμεση Θέση.
 - γ) Θέστε σε λειτουργία το συμπιεστή μέχρι το μανόμετρο χαμηλής πιέσεως να δείξει 2-3 lb/in².
- δ) Σταματήστε το συμπιεστή της μονάδας και κλείστε τη βαλβίδα συντηρήσεως της καταθλίψεως (τέρμα δεξιά). Με τις παραπάνω ενέργειες το ψυκτικό έχει συγκεντρωθεί στο χώρο του συμπυκνωτή και συλλέκτη. Στο σχήμα 28.4 φίνεται διαγραμματικά η διαδικασία αντικαταστάσεως φίλτρου σε ψυκτική μονάδα.
- 4) Αφαιρέστε τώρα το φίλτρο (ξεβιδώστε ή ξεκολλήστε το, ανάλογα με το είδος του φίλτρου) και τοποθετήστε τάπες ή ταινία στους ανοιχτούς σωλήνες. Ποτέ δεν πρέπει να αφήνετε τους σωλήνες ανοιχτούς, όσο μικρός και αν είναι ο χρόνος που θα μεσολαβήσει μέχρι την τοποθέτηση του νέου φίλτρου.
- 5) Τοποθετήστε το νέο φίλτρο και βιδώστε ή κολλήστε τους συνδέσμους του, ανάλογα με το αν το φίλτρο είναι βιδωτό (φλερ) ή κολλητό. Προσέξτε να το τοποθετήσετε με τη σωστή διεύθυνση ροής, που δείχνεται συνήθως από ένα τόξο ή από τη λέξη IN (είσοδος).
- 6) Δημιουργήστε ικανοποιητικό κενό στη μονάδα, εκτός βέβαια από το τμήμα στο οποίο έχει συγκεντρωθεί το ψυκτικό ρευστό.



Σχ. 28.4.

Διάταξη για την αντικατάσταση φίλτρου.

Θέσεις βαλβίδων κατά την αντικατάσταση του φίλτρου. Α, Β, Δ και Θ κλειστές. Γ ενδιάμεση θέση.

- 7) Ανοίξτε τη βαλβίδα του συλλέκτη και τη βαλβίδα συντηρήσεως της καταθίψεως του συμπιεστή.
- 8) Θέστε σε λειτουργία τη μονάδα και παρακολουθήστε τα αποτελέσματα από την αντικατάσταση του φίλτρου.

28.4.2 Όταν η μονάδα δεν φέρει συλλέκτη ή δεν υπάρχει βαλβίδα συντηρήσεως στο συλλέκτη.

- 1) Συνδέστε την κάσα των μανομέτρων στη μονάδα.
- 2) Συνδέστε στο μεσαίο σύνδεσμο της κάσας των μανομέτρων κενή φιάλη ψυκτικού, αφού πρώτα πραγματοποιήσετε στο εσωτερικό της ικανοποιητικό κενό.
- 3) Αφαιρέστε το ψυκτικό από όλο το κύκλωμα της μονάδας και συγκεντρώστε το στη φιάλη, ακολουθώντας τη διαδικασία που έχει αναπτυχθεί στην άσκηση 18.
- 4) Όταν η πίεση στην αναρρόφηση πέσει σε χαμηλά επίπεδα ($2-3 \text{ lb/in}^2$), σταματήστε το συμπιεστή και εξαερώστε το υπόλοιπο ψυκτικό στην ατμόσφαιρα.
- 5) Αφαιρέστε το παλιό φίλτρο και τοποθετήστε καινούργιο, ακολουθώντας τη διαδικασία που αναπτύχθηκε στο βήμα 5 της παραγράφου 28.4.1.
- 6) Δημιουργήστε ικανοποιητικό κενό σ' ολόκληρη τη μονάδα.
- 7) Φορτίστε τη μονάδα με το ψυκτικό που είχατε αφαιρέσει, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία φορτίσεως που έχει αναπτυχθεί στις ασκήσεις 13 ή 14.
- 8) Δοκιμάστε τη μονάδα και ελέγχτε τα αποτελέσματα της αλλαγής του φίλτρου.

ΑΣΚΗΣΗ 28α

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΡΕΟΝ₁₂, ΜΕ ΤΟ ΝΕΟ ΨΥΚΤΙΚΟ R_{134a}

28α. 1 Σκοπός.

Να εξοικειωθούν οι μαθητές με τη διαδικασία αντικαταστάσεως του ψυκτικού ρευστού ΦΡΕΟΝ₁₂ (R₁₂) με το υποκατάστατό του νέο ψυκτικό ρευστό R_{134a}, το οποίο δεν καταστρέφει το στρώμα του όζοντος.

28α. 2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όπως είναι γνωστό, στη στρατόσφαιρα (15-25 χιλιόμετρα από τη γη) βρίσκεται το προστατευτικό στρώμα του όζοντος, το οποίο δρα ως ένα γιγαντιαίο προστατευτικό φίλτρο κατά της υπεριώδους ακτινοβολίας. Η επιστήμη έχει ήδη αποδείξει ότι υπάρχει στενή σχέση μεταξύ των ψυκτικών ρευστών που περιέχουν χλώριο, όπως τα R₁₁, R₁₂, R₂₂ κλπ. και της τρύπας του στρώματος του όζοντος. Δηλαδή όταν ελευθερώνονται ψυκτικά ρευστά της σειράς ΦΡΕΟΝ, τα οποία περιέχουν στη σύνθεσή τους χλώριο (γνωστά και ως cfc's), ανέρχονται στη στρατόσφαιρα, όπου γίνεται η χημική τους αποσύνθεση. Από την αποσύνθεση αυτή, απελευθερώνεται το χλώριο, το οποίο στη συνέχεια προσβάλλει το όζον και το καταστρέφει. Έτσι το πάχος του στρώματος του όζοντος σιγά-σιγά μειώνεται με σοβαρές συνέπειες στην υγεία των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος του όζοντος θεωρήθηκε από τις παγκόσμιες επιστημονικές οργανώσεις ως μείζον και επείγον θέμα σε παγκόσμιο επίπεδο. Γι' αυτό, το 1987 υπογράφεται από 35 χώρες, μεταξύ των οποίων και οι μεγαλύτεροι παραγωγοί προϊόντων υδροχλωρανθράκων (cfc's) στον κόσμο, το γνωστό μας Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Μεταξύ αυτών που υπέγραψαν το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ ήταν και η Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το 1992 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ψηφίζει απόφαση, με την οποία ζητά την οριστική παύση της παραγωγής και καταναλώσεως ψυκτικών ρευστών της σειράς ΦΡΕΟΝ (cfc's) μέχρι το τέλος του 1995.

Γι' αυτό, οι τεχνίτες ψυκτικοί θα πρέπει να εξοικειωθούν με τη διαδικασία αντικαταστάσεως των ψυκτικών ρευστών της σειράς ΦΡΕΟΝ και ιδιαίτερα αυτών που περιέχουν στη σύνθεσή τους πολλά άτομα χλωρίου (R₁₁ και R₁₂), με νέα ψυκτικά ρευστά που δεν περιέχουν χλώριο.

Κατά την αντικατάσταση του R₁₂ με R_{134a}, χωρίς την αντικατάσταση του συμπιεστή του ψυγείου, θα πρέπει να αντικατασταθούν υποχρεωτικά:

α) Το ψυκτέλαιο που περιέχει ο συμπιεστής με νέο εστερικό (συνθετικό) λάδι κατάλληλο για R_{134a}.

β) Το φίλτρο υγρασίας με άλλο κατάλληλο για τα νέα ψυκτικά ρευστά (π.χ. R_{134a} ή άλλο).

28α. 3 Απαιτούμενα εργαλεία - υλικά.

- Ψυκτική μονάδα σε λειτουργία.
- Φιάλη ψυκτικού άδεια (υπό κενό).
- Φιάλη γεμάτη με νέο ψυκτικό ρευστό R_{134a}*

- Κάσα μανομέτρων.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων συμπιεστή.
- Άδειο δοχείο ψυκτελαίου.
- Δοχείο με εστερικό ψυκτέλαιο.
- Φίλτρο κατάλληλο για R_{134a}.
- Αντλία κενού κατάλληλη για R_{134a}.

28a. 4 Πορεία εργασίας.

- 1) Αφαιρέστε το R₁₂ από την εγκατάσταση, σύμφωνα με τη διαδικασία αφαιρέσεως του ψυκτικού, που αναφέρεται σε προηγούμενη άσκηση αυτού του βιβλίου. Φυλάξτε το ψυκτικό που αφαιρέσατε σε ειδική φιάλη, για να το επιστρέψετε για ανακύκλωση. **Ποτέ πλέον δεν πρέπει να εξαερώνετε ψυκτικό ΦΡΕΟΝ (R₁₁, R₁₂ κλπ.) στην ατμόσφαιρα, γιατί αυτό αποτελεί αιτία καταστροφής του όζοντος.**
- 2) Αφαιρέστε το ψυκτέλαιο από το συμπιεστή και ζυγίστε το. Φυλάξτε το ψυκτέλαιο που αφαιρέσατε σε βαρέλι παλαιών λαδιών.
- 3) Φορτίστε το συμπιεστή με νέο ψυκτέλαιο κατάλληλο για R_{134a} (συνθετικό λάδι).
- 4) Φορτίστε τη μονάδα πάλι με R₁₂.
- 5) Λειτουργήστε τη μονάδα για αρκετή ώρα ώστε να αναμιχθεί το παλιό ψυκτέλαιο που έχει απομείνει με το νέο (εστερικό).
- 6) Επαναλάβετε τις διαδικασίες από 1 έως και 5 μέχρι να βεβαιωθείτε ότι το παλιό λάδι που έχει απομείνει στη μονάδα δεν ξεπερνάει το 1%.
- 7) Αφαιρέστε το R₁₂ από τη μονάδα και το ψυκτέλαιο από το συμπιεστή.
- 8) Φορτίστε το συμπιεστή με τη σωστή ποσότητα ψυκτελαίου (εστερικού).
- 9) Αντικαταστήστε το φίλτρο με νέο, κατάλληλο για R_{134a}.
- 10) Δημιουργήστε ικανοποιητικό κενό (άνω των 28 in Hg).
- 11) Φορτίστε την εγκατάσταση με φρέον 134a σε υγρή μορφή και σύμφωνα με τη διαδικασία που αναφέρεται σε προηγούμενες ασκήσεις αυτού του βιβλίου (άσκηση 13η και 14η).
- 12) Λειτουργήστε τη μονάδα και παρακολουθήστε τη συμπεριφορά της με το νέο ψυκτικό ρευστό.
- 13) Ρυθμίστε την εκτονωτική βαλβίδα στην πρέπουσα υπερθέρμανση, καθώς και τους πρεσοστάτες υψηλής και χαμηλής, σύμφωνα με τα δεδομένα των πιέσεων που αναπτύσσονται στην αναρρόφηση και κατάθλιψη της μονάδας.
- 14) Ελέγξτε προσεκτικά τη μονάδα για διαρροές με ειδική συσκευή ανιχνεύσεως των νέων ψυκτικών ρευστών (η λυχνία Halide δεν είναι κατάλληλη).

* Στο παράρτημα πινάκων αυτού του βιβλίου υπάρχουν πίνακες θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R_{134a} καθώς και το διάγραμμα P-h.

- 15) **Κολλήστε σε εμφανές σημείο της εγκαταστάσεως αυτοκόλλητη ταινία με την ένδειξη:**

ΠΡΟΣΟΧΗ: R_{134a}

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΕΝΑΤΗ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

29.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τα ηλεκτρικά εξαρτήματα ελέγχου και αυτοματισμού που χρησιμοποιούνται στις ψυκτικές μηχανές και θα εξασκηθούν στη σωστή συνδεσμολογία τους.

29.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

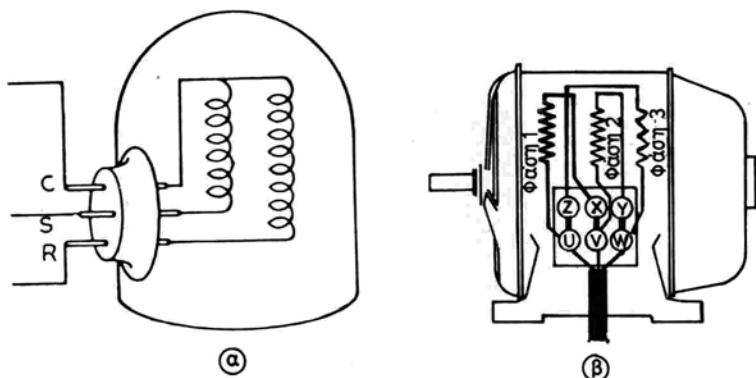
Η λειτουργία συμπιεστών, καθώς και ο έλεγχος της λειτουργίας τους επιτυγχάνεται με τα διάφορα ηλεκτρικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στις ψυκτικές μονάδες για το σκοπό αυτό. Η βαθιά γνώση των ηλεκτρικών αυτών εξαρτημάτων είναι άκρως απαραίτητη σ' ένα τεχνίτη ψυκτικό, μια και πάνω από το 70% των βλαβών των ψυκτικών εγκαταστάσεων έχουν ηλεκτρολογική προέλευση.

Τα κύρια ηλεκτρικά εξαρτήματα που συναντούμε συνήθως σε ψυκτικές μονάδες είναι τα ακόλουθα:

- Ο ηλεκτροκινητήρας του συμπιεστή.
- Το ρελάι εκκινήσεως (εκκινητής).
- Ο πρεσοστάτης χαμηλής πιέσεως ή ο θερμοστάτης.
- Ο πρεσοστάτης υψηλής πιέσεως.
- Οι πυκνωτές εκκινήσεως και λειτουργίας.
- Το θερμικό προστασίας του ηλεκτροκινητήρα.
- Οι ανεμιστήρες του συμπυκνωτή και του εξατμιστή (αν υπάρχουν).

Οι ηλεκτροκινητήρες που περιστρέφουν τους συμπιεστές, μπορεί να είναι **μονοφασικοί** και **τριφασικοί** (σχ. 29.2a). Οι μονοφασικοί ηλεκτροκινητήρες χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρούς συμπιεστές μέχρι 5 HP, ενώ οι τριφασικοί χρησιμοποιούνται σε συμπιεστές πάνω από 2 HP.

Οι **μονοφασικοί ηλεκτροκινητήρες** φέρουν δυο περιελίξεις [σχ. 29.2a(a)], από λεπτό μονωμένο σύρμα. Η μια περιέλιξη λέγεται **κύρια ή λειτουργίας** και παραμένει στο ηλεκτρικό κύκλωμα σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του συμπιεστή. Η περιέλιξη αυτή χαρατηρίζεται συνήθως με το γράμμα **R**. Η δεύτερη περιέλιξη λέγεται **Βοηθητική ή εκκινήσεως**, χαρακτηρίζεται συνήθως με το γράμμα **S**, και παραμένει στο κύκλωμα μόνο 3-4 s κατά την εκκίνηση του συμπιεστή. Αν για κάποιο λόγο παραμείνει υπό τάση για πολλή ώρα, είναι σίγουρο ότι θα καεί. Οι δυο παραπάνω περιελίξεις συμπιεστών έχουν κοινό σημείο που χαρακτηρίζεται συνήθως με το γράμμα **C**.

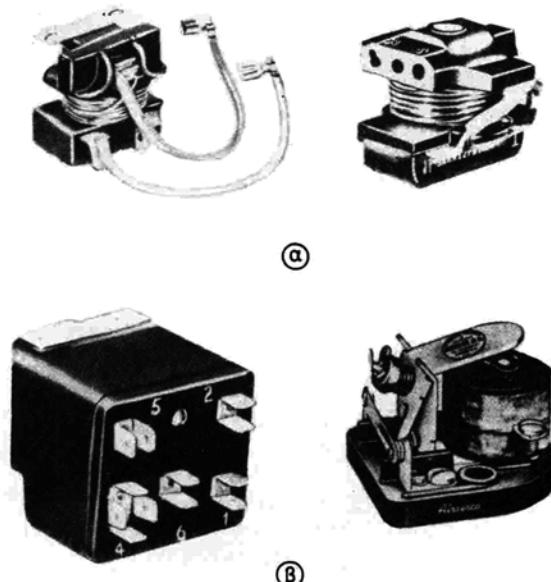


Σχ. 29.2α.

α) Περιελίξεις μονοφασικού ηλεκτροκινητήρα. β) Περιελίξεις τριφασικού ηλεκτροκινητήρα.

Οι τριφασικοί ηλεκτροκινητήρες φέρουν τρεις περιελίξεις [σχ. 29.2α(β)] και συνδέονται σε τριφασικό δίκτυο.

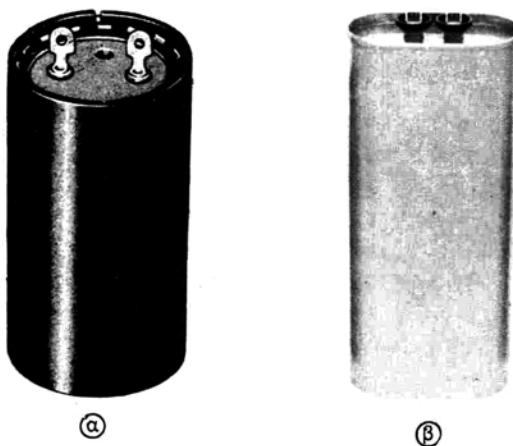
Οι εκκινητές (ρελαί) θέτουν εκτός λειτουργίας την περιέλιξη εκκινήσεως μετά την εκκίνηση του ηλεκτροκινητήρα (μετά από 3-4 s). Οι εκκινητές (ρελαί) των μονοφασικών κινητήρων διακρίνονται σε **εκκινητές εντάσεως** [σχ. 29.2β(α)] που χρησιμοποιούνται σε μονάδες μέχρι $\frac{3}{4}$ HP και **εκκινητές (ρελαί) τάσεως** [σχ. 29.2β(β)] που χρησιμοποιούνται σε μονάδες από $\frac{1}{2}$ HP μέχρι και 5 HP. Βέβαια



Σχ. 29.2β.

Εκκινητές (ρελαί).

α) Εντάσεως. β) Τάσεως.



Σχ. 29.2γ.

Πυκνωτές.

α) Πυκνωτής εκκινήσεως. β) Πυκνωτής λειτουργίας.

υπάρχουν και άλλοι τύποι εκκινητών (ρελαί) όπως **οι θερμικοί** και **οι ηλεκτρονικοί** οι οποίοι όμως συναντώνται σπανιότερα. Η ανάπτυξη των διάφορων τύπων εκκινητών ξεφύγει από τα όρια του βιβλίου αυτού. Εκτός αυτού η λειτουργία τους δεν ενδιαφέρει ιδιαίτερα τον ψυκτικό τεχνικό. Σε περίπτωση βλάβης τους, οπότε ο κινητήρας δεν ζεκινά, δεν επισκευάζονται, αλλά απαιτείται αντικατάστασή τους.

Για τους **πρεσοστάτες** και τους **θερμοστάτες** έχουμε αναλυτικά μιλήσει σε προηγούμενες ασκήσεις και δε χρειάζεται να αναφερθούμε πάλι στα ειδικά χαρακτηριστικά και στη χρήση τους.

Οι πυκνωτές εκκινήσεως [σχ. 29.2γ(α)] συνδέονται σε σειρά με την περιέλιξη εκκινήσεως του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή και παραμένουν στο κύκλωμα όσο και η περιέλιξη εκκινήσεως (3-4 s). Αντίθετα, **οι πυκνωτές λειτουργίας** [σχ. 29.2γ(β)] παραμένουν στο κύκλωμα όσο διαρκεί η λειτουργία του συμπιεστή και συνδέονται στους ακροδέκτες **R** και **S** του μοτέρ του συμπιεστή.

Το θερμικό προστασίας κατά της υπερφορτίσεως ή υπερθερμάνσεως, είναι ένας θερμοδιακόπτης που ενεργοποιείται και διακόπτει την ηλεκτρική παροχή, όταν η θερμοκρασία στο συμπιεστή ξεπεράσει ορισμένα όρια που έχει προκαθορίσει ο κατασκευαστής του συμπιεστή. Συνδέεται σε σειρά σε μια από τις γενικές γραμμές τροφοδοτήσεως της μονάδας (φάση ή ουδέτερο) και προσαρμόζεται σε ειδική θέση πάνω στο συμπιεστή, ώστε να υπάρχει αγώγιμη επαφή μαζί του.

29.3 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

- Μονοφασική ψυκτική μονάδα.
- Ρελαί εντάσεως ή τάσεως (ανάλογα με τη μονάδα).
- Πυκνωτής εκκινήσεως και λειτουργίας κατάλληλης τάσεως (βολτ) και χωρητικότητας (μικροφαράντ) για τη μονάδα.
- Πρεσοστάτης χαμηλής και υψηλής πιέσεως.

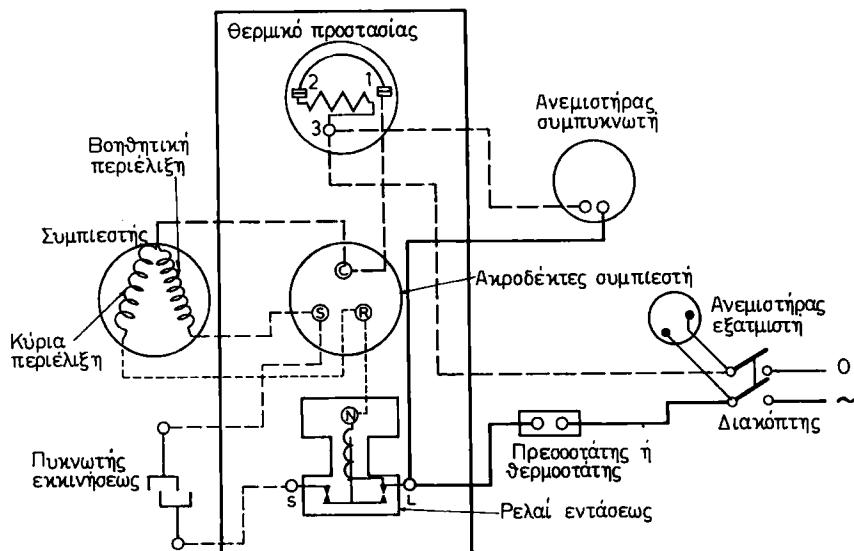
- Εύκαμπτοι αγωγοί διάφορων χρωμάτων διατομής $1,5 \text{ mm}^2$.
- Πένσα ηλεκτρολογική (με κόφτη).
- Κατσαβίδι κοινό και σταυρωτό.

29.4 Πορεία εργασίας.

Θα εξετάσουμε στη συνέχεια τον τρόπο της ηλεκτρικής συνδεσμολογίας μιας μικρής ψυκτικής μονάδας με μονοφασικό κινητήρα και ρελάι εντάσεως, καθώς και μιας μεγαλύτερης με μονοφασικό κινητήρα αλλά με ρελάι τάσεως. Η συνδεσμολογία πολύ μεγάλων ψυκτικών εγκαταστάσεων με τριφασικό κινητήρα δεν θα μας απασχολήσει εδώ, γιατί και στην πράξη δεν απασχολεί τον τεχνικό ψύξεως. Στις μεγάλες αυτές μονάδες την ευθύνη της ηλεκτρικής συνδεσμολογίας έχει πάντα ειδικευμένος ηλεκτρολόγος.

29.4.1 Μονάδα με ρελάι εντάσεως.

- 1) Συνδέστε το ρελάι εντάσεως με τους ακροδέκτες του συμπιεστή ως εξής:
 - a) Συνδέστε μ' έναν αγωγό τον ακροδέκτη R του συμπιεστή με τον ακροδέκτη R ή M του ρελάι όπως φαίνεται στο σχήμα 29.4a.
 - b) Κατόπιν συνδέστε τον ακροδέκτη S του ρελάι με το ένα άκρο του πυκνωτή εκκινήσεως. Το άλλο άκρο του πυκνωτή εκκινήσεως συνδέστε το στον ακροδέκτη S του συμπιεστή.
- 2) Τροφοδοτήστε με φάση τον ακροδέκτη L του ρελάι, αφού συνδέσετε σε σειρά τον πρεσοστάτη χαμηλής ή το θερμοστάτη (σχ. 29.4a).
- 3) Συνδέστε το θερμικό προστασίας σε σειρά στη γραμμή επιστροφής (ουδέτερο), όπως φαίνεται στο σχήμα 29.4a.



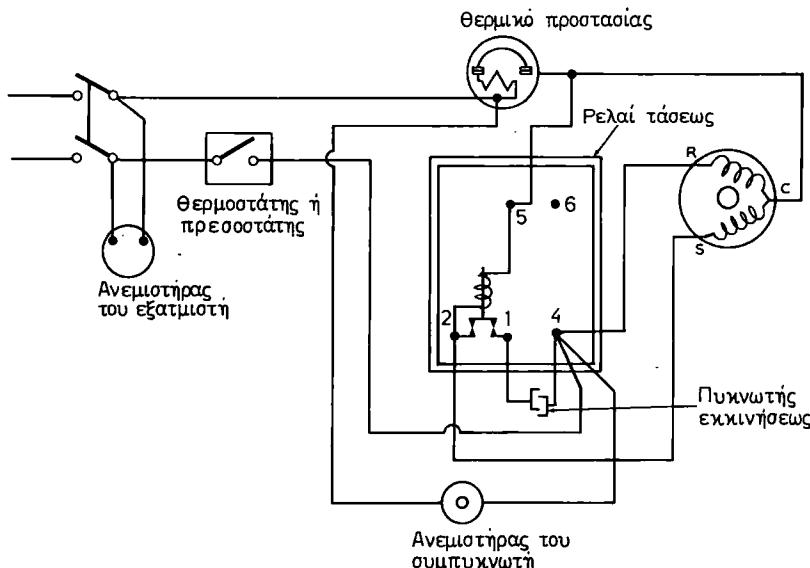
Σχ. 29.4a.

Ηλεκτρική σύνδεση ψυκτικής μονάδας με ρελάι εντάσεως.

- 4) Συνδέστε τον ανεμιστήρα του συμπυκνωτή όπως φαίνεται στο σχήμα 29.4α (ο ένας ακροδέκτης συνδέεται στην έξοδο του θερμικού και ο άλλος τροφοδοτείται με φάση από το L του ρελαί). Ο ανεμιστήρας του συμπυκνωτή σταματά και λειτουργεί ταυτόχρονα με το συμπιεστή.
- 5) Συνδέστε τώρα και τον ανεμιστήρα του εξατμιστή. Ο ένας ακροδέκτης συνδέεται στην είσοδο του πρεσοστάτη χαμηλής και ο άλλος σ' έναν ακροδέκτη της γραμμής του ουδέτερου. Ο ανεμιστήρας αυτός λειτουργεί συνέχεια όσο ο γενικός διακόπτης τροφοδοτεί τη μονάδα με ρεύμα, εκτός βέβαια από την περίπτωση του χρόνου αποπαγώσεως.
- 6) Ελέγχετε σχολαστικά με τη βοήθεια του σχεδίου (σχ. 29.4α) την ορθότητα της συνδεσμολογίας πριν τροφοδοτήσετε τη μονάδα με ρεύμα. Αφού βεβαιωθείτε ότι όλα τα εξαρτήματα έχουν συνδεσμολογηθεί σωστά τροφοδοτήστε με ρεύμα τη μονάδα και ελέγχετε αν όλα τα εξαρτήματα της λειτουργούν κανονικά.
- 7) Επαναλάβετε την όλη διαδικασία της ηλεκτρικής συνδεσμολογίας των εξαρτημάτων της μονάδας, ώστε να αποκτήσετε ευχέρεια στην ανάγνωση του σχεδίου και στη συνδεσμολογία του.

29.4.2 Μονάδα με ρελαί τάσεως.

- 1) Συνδέστε το ρελαί τάσεως με τους ακροδέκτες του συμπιεστή (σχ. 29.4β).
 - Τον ακροδέκτη (4) του ρελαί με το R του συμπιεστή.
 - Τον ακροδέκτη (2) με το S του συμπιεστή.
 - Τον ακροδέκτη (5) του ρελαί με το C του συμπιεστή.
- 2) Συνδέστε τον πυκνωτή εκκινήσεως μεταξύ των ακροδεκτών (1) και (4) του ρελαί.



Σχ. 29.4β.

Ηλεκτρική σύνδεση ψυκτικής μονάδας με ρελαί τάσεως.

- 3) Συνδέστε τον πικνωτή λειτουργίας μεταξύ των ακροδεκτών R και S του συμπιεστή ή (2) και (4) του εκκινητή τάσεως (ρελai).
 - 4) Συνδέστε τον ακροδέκτη C του συμπιεστή με το θερμικό προστασίας, όπως φαίνεται στο σχήμα 29.4β.
 - 5) Συνδέστε τον ανεμιστήρα του συμπικνωτή [ο ένας ακροδέκτης συνδέεται στην είσοδο του θερμικού και ο άλλος στον ακροδέκτη (4) του ρελai].
 - 6) Τροφοδοτήστε με φάση τον ακροδέκτη (4) του ρελai αφού τοποθετήσετε και συνδέσετε σε σειρά τον πρεσοστάτη ή θερμοστάτη.
 - 7) Τροφοδοτήστε τώρα με ουδέτερο την είσοδο του θερμικού.
 - 8) Τέλος, συνδέστε τον ανεμιστήρα του εξατμιστή. Οι ακροδέκτες του συνδέονται στην έξοδο του διακόπτη που ελέγχει τη λειτουργία της μονάδας (συνήθως είναι ένας μαχαιρωτός διακόπτης).
 - 9) Ελέγξτε την ορθότητα της συνδεσμολογίας που κάνατε με τη βοήθεια του σχεδίου (σχ. 29.4β) Αν η συνδεσμολογία είναι απόλυτα σωστή τροφοδοτήστε τη μονάδα με ρεύμα και ελέγξτε τη λειτουργία της.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ

ΧΑΡΑΞΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΨΥΞΕΩΣ ΜΕ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΤΜΩΝ ΣΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ p-h (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ MOLLIER)

30.1 Σκοπός.

Μ' αυτή την άσκηση οι μαθητές θα ασκηθούν στη μέτρηση πιέσεων και θερμοκρασιών που επικρατούν στα διάφορα σημεία του κύκλου ψύξεως και στη μεταφορά τους στο διάγραμμα p-h, για τη μελέτη των θερμοδυναμικών στοιχείων λειτουργίας της ψυκτικής μονάδας.

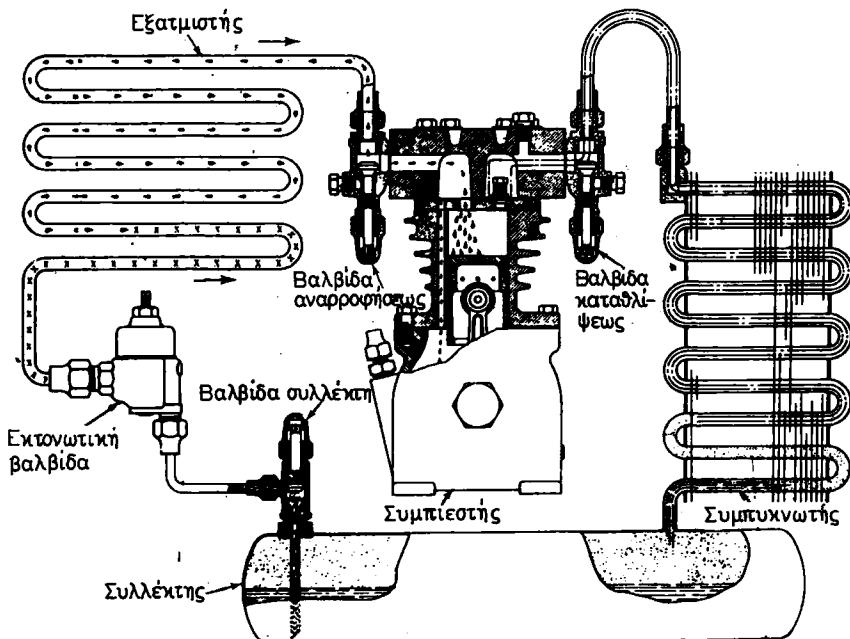
30.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όπως έχει αναφερθεί και στο βιβλίο «Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις» του Ιδρύματος Ευγενίδου, ο συνηθέστερος τρόπος ψύξεως σήμερα, είναι εκείνος που βασίζεται στη συμπίεση ατμών. **Ο κύκλος ψύξεως με συμπίεση ατμών**, είναι αποτέλεσμα της εφαρμογής των γνωστών νόμων της θερμοδυναμικής. Για τις ανάγκες της εκτελέσεως της ασκήσεως που ακολουθεί υπενθυμίζομε πιο κάτω μερικές βασικές αρχές από τη θερμοδυναμική:

- Η θερμοκρασία στην οποία συμβαίνει η ατμοποίηση* ενός υγρού ονομάζεται **θερμοκρασία ατμοποίησεως** και εξαρτάται από το είδος του ρευστού και από την πίεσή του. Η θερμοκρασία ατμοποίησεως παραμένει αμετάβλητη (σταθερή) σε όλη τη διάρκεια της ατμοποίησεως.
- Κατά την ατμοποίηση ενός υγρού απορροφάται σχετικά μεγάλη ποσότητα θερμότητας, γνωστή ως **λανθάνουσα θερμότητα** ατμοποίησεως.
- Κατά τη συμπίεση του ατμού στο συμπιεστή προστίθεται στο ρευστό ενέργεια υπό μορφή θερμότητας (θερμότητα συμπιέσεως) η οποία αυξάνει σημαντικά τη θερμοκρασία του ατμού. Η θερμότητα συμπιέσεως αποβάλλεται στο περιβάλλον μαζί με τη θερμότητα ατμοποίησεως, κατά τη διάρκεια της συμπικνώσεως στο συμπικνωτή.
- Η θερμοκρασία στην οποία συμβαίνει η συμπικνωση (υγροποίηση) των ατμών του ψυκτικού ρευστού, ονομάζεται **θερμοκρασία συμπικνώσεως** και εξαρτάται από το είδος του ψυκτικού ρευστού και από την πίεσή του (πίεση

* Έχει επικρατήσει και πολλές φορές χρησιμοποιείται και ο όρος **εξάτμιση** για να δηλωθεί η ατμοποίηση στις ψυκτικές μηχανές. Οι δυο όροι **δεν** είναι ταυτόσημοι πάντως και πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή. Περισσότερες λεπτομέρειες δίνονται στη σελ. 36 του βιβλίου του Ιδρύματος Ευγενίδου «Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις».

██████████	Τύρο υψηλής πιεσεως
██████	Πιέρθερμος ατμός υψηλής πιεσεως
████	Κορεσμένος ατμός υψηλής πιεσεως
XXXX	Τύρο χαμηλής πιεσεως
— — —	Κορεσμένος ατμός χαμηλής πιεσεως



Σχ. 30.2a.

Σχηματική παράσταση ψυκτικής μηχανής και των αλλαγών του ψυκτικού ρευστού κατά τον κύκλο ψύξεως με ατμό.

καταθλίψεως). Η θερμοκρασία συμπυκνώσεως παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της συμπυκνώσεως.

- ε) Για να υγροποιηθεί ο ατμός του ψυκτικού (ψυκτικό αέριο) θα πρέπει να αποβληθούν η θερμότητα εξατμίσεως του ψυκτικού ρευστού που προστέθηκε κατά την εξάτμισή του και η θερμότητα που προστέθηκε κατά τη συμπίεσή του (θερμότητα συμπιέσεως).
- στ) Η θερμότητα ρέει μόνη της πάντα από τα θερμότερα σώματα προς τα ψυχρότερα και ποτέ αντίστροφα.

Σε ασκήσεις που έχουν προηγηθεί έχουμε ήδη δώσει σχηματική παράσταση ψυκτικών μηχανών. Στο σχήμα 30.2a δίνομε ακόμη μια τέτοια σχηματική παράσταση. Εδώ όμως δείχνομε παραστατικά και τις **αλλαγές των φάσεων** του ψυκτικού ρευστού (υγρό, ατμός) που παρατηρείται κατά τη ροή του ψυκτικού ρευστού μέσα από τα εξαρτήματα της ψυκτικής μηχανής.

Οι αλλαγές αυτές των φάσεων του ψυκτικού είναι απαραίτητες για τη λειτουργία της ψυκτικής μηχανής, και έχουν ως αντικειμενικό σκοπό τη **μεταφορά θερμότητας** (αφαίρεση θερμότητας) από ένα χώρο **χαμηλής θερμοκρασίας** (ψυκτικός θά-

λαμος) σε ένα χώρο **υψηλής θερμοκρασίας** (περιβάλλον). Η ροή αυτή θερμότητας δεν μπορεί να γίνει μόνη της, εφόσον επιθυμούμε να γίνει από ένα χώρο χαμηλής θερμοκρασίας προς ένα χώρο υψηλής.

Μπορεί όμως να γίνει με τη δαπάνη έργου (έργο συμπιέσεως) και τη βοήθεια ενός ρευστού (ψυκτικό) κατά τις φάσεις λειτουργίας ενός θερμοδυναμικού κύκλου ψύξεως (ψυκτικός κύκλος).

Οι διάφορες **φάσεις λειτουργίας** του κύκλου ψύξεως με συμπίεση ατμών, μπορούν να παρουσιασθούν γραφικά πάνω στο διάγραμμα **πέσεως-ενθαλπίας p-h** (**διάγραμμα Mollier**). Μ' αυτό τον τρόπο έχομε συνοπτική αλλά και απλοποιημένη τη διαδικασία ψύξεως. Βέβαια θα πρέπει εδώ να πούμε ότι αυτού του είδους τα διαγράμματα δεν προσφέρουν μεγάλη ακρίβεια. Όμως η ακρίβειά τους μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογών, γι' αυτό και η χρήση τους είναι πάρα πολύ διαδομένη.

Θα παρακολουθήσουμε τώρα τις διάφορες φάσεις λειτουργίας του ψυκτικού κύκλου με τη βοήθεια του διαγράμματος p-h. Ταυτόχρονα θα δούμε και τις αλλαγές των φάσεων του ψυκτικού ρευστού.

Η **φάση της εκτονώσεως** του ψυκτικού υγρού συμβαίνει στην εκτονωτική βαλβίδα. Στο διάγραμμα p-h παρουσιάζεται με τη γραμμή **AB** [σχ. 30.2β(β)]. Στη φάση αυτή έχομε πτώση της πέσεως από **p_a** (πίεση συμπυκνώσεως) σε **p_α** (πίεση ατμοποιήσεως), ενώ η ενθαλπία παραμένει σχεδόν σταθερή ($h_A = h_B$).

Κατόπιν ακολουθεί η **φάση της ατμοποιήσεως** του ψυκτικού. Η φάση αυτή συμβαίνει στον εξατμιστή και παρουσιάζεται στο διάγραμμα **p-h** με το τμήμα **ΒΓ** [σχ. 30.2β(β)].

Κατά την εξάτμιση η πίεση p_a και η θερμοκρασία T_a παραμένουν σταθερές, ενώ το ψυκτικό απορροφά κατά την εξάτμισή του ένα ποσό θερμότητας ίσο με:

$$h_a = h_\Gamma - h_B$$

Όταν το ψυκτικό (ατμός) φτάνει στη βαλβίδα εισαγωγής του συμπιεστή Δ, έχει παραλάβει ένα επιπρόσθετο ποσό θερμότητας, και η θερμοκρασία του είναι κατά κανόνα μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία κορεσμού T_a για την πίεση που επικρατεί στον εξατμιστή p_a . Τη φάση αυτή του κύκλου ψύξεως τη λέμε **υπερθέρμανση του ψυκτικού ρευστού (ατμού)** και παρουσιάζεται στο διάγραμμα με τη γραμμή **ΓΔ** [σχ. 30.2β(β)].

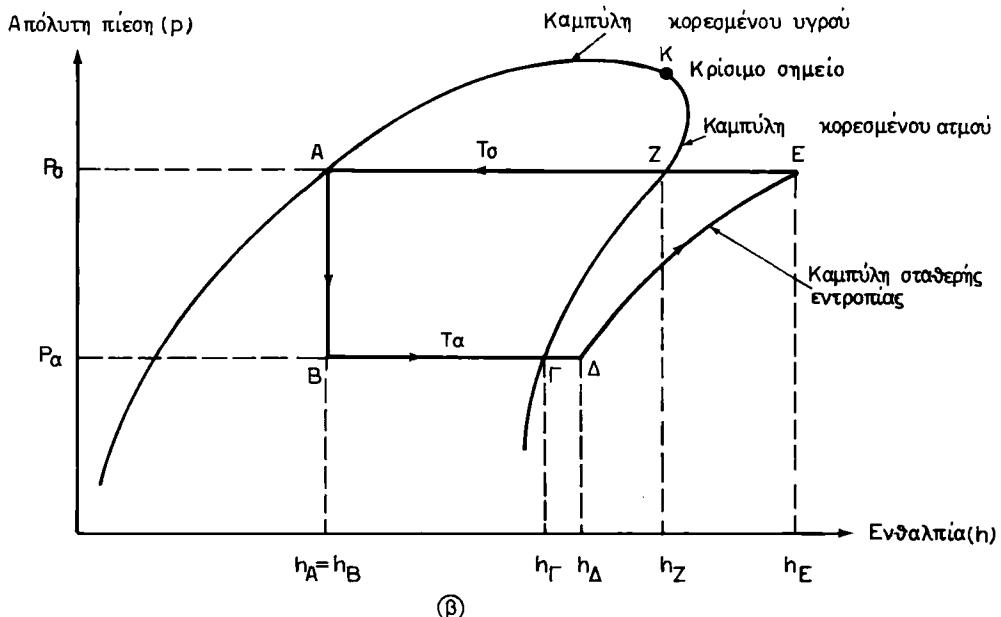
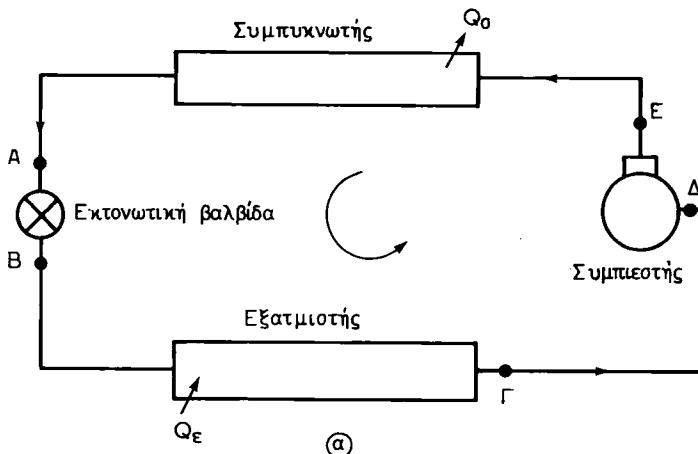
Η θερμότητα που προστέθηκε κατά την υπερθέρμανση βρίσκεται αν από την h_Δ αφαιρέσομε την h_Γ :

$$h_{\text{υπερ}} = h_\Delta - h_\Gamma$$

Η **φάση της συμπιέσεως** παρουσιάζεται στο διάγραμμα p-h με την καμπύλη ΔΕ. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα κατά τη συμπίεση έχομε προσθήκη θερμότητας και η θερμοκρασία του υπέρθερμου ατμού του ψυκτικού αυξάνεται ακόμη περισσότερο. Στο σημείο Ε του διαγράμματος παρατηρείται η μέγιστη θερμοκρασία του ψυκτικού κύκλου.

Η ενέργεια που απαιτείται για τη συμπίεση (θερμότητα συμπιέσεως) βρίσκεται αν αφαιρέσομε από την h_E την h_Δ :

$$h_{\text{συμ}} = h_E - h_\Delta$$



Σχ. 30.28.

α) Σχηματική παράσταση του κύκλου ψύξεως με συμπίεση ατμών. β) Απεικόνιση του κύκλου ψύξεως με συμπίεση στο διάγραμμα p-h.

Υπενθυμίζομε* ότι «ιδανικά» η φάση της συμπιέσεως μπορεί να θεωρηθεί **αδιαβατική**. Δηλαδή κατά τη συμπίεση θεωρούμε ότι δε γίνεται εναλλαγή θερμότητας μεταξύ ψυκτικού ρευστού και περιβάλλοντος. Έτσι η μεταβολή ΔE [σχ. 30.28(β)] παρακολουθεί μια **ισεντροπική** καμπύλη του διαγράμματος Mollier.

Κατά τη φάση EZ αποβάλλεται θερμότητα από τον υπέρθερμο ατμό του ψυκτικού μέχρι να κορεσθεί (σημείο Z), οπότε αρχίζει η υγροποίησή του. Η θερμότητα

* Βλέπε στο βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις» σελίδες 44 και 52.

που πρέπει να αφαιρεθεί από τον υπέρθεμο ατμό για να γίνει κορεσμένος βρίσκεται αν αφαιρέσομε την h_Z από την h_E :

$$h_{ψυξ} = h_E - h_Z$$

Στη συνέχεια ο συμπυκνωτής αφαιρεί συνεχώς θερμότητα μέχρις ότου ο κορεσμένος ατμός (σημείο Z), γίνει κορεσμένο υγρό (σημείο A). Η φάση ZA είναι **η φάση της συμπυκνώσεως**. Το ποσό της θερμότητας που αφαιρείται κατά τη φάση ZA, βρίσκεται αν από την h_Z αφαιρέσομε την h_A .

$$h_{συμπ} = h_Z - h_A$$

Κατά τη φάση της συμπυκνώσεως η πίεση συμπυκνώσεως p_σ και η αντίστοιχη θερμοκρασία κορεσμού T_σ παραμένουν σταθερές.

Οι φάσεις που προαναφέρθηκαν επαναλαμβάνονται συνεχώς, με αποτέλεσμα την αποβολή θερμότητας από το χώρο που θέλουμε να ψύξομε και τη διατήρηση σ' αυτόν της επιθυμητής χαμηλής θερμοκρασίας.

Όπως μπορεί κανείς να διάκρινει από τη μελέτη του διαγράμματος p-h, τα ποσά της θερμότητας που αφαιρούνται ή προστίθενται σε κάθε φάση δεν είναι σταθερά αλλά εξαρτώνται από τις συνθήκες πιέσεων-θερμοκρασιών κάτω από τις οποίες λαμβάνουν χώρα οι διάφορες φάσεις.

30.3 Απαιτούμενες συσκευές, δργανα, εργαλεία και υλικά.

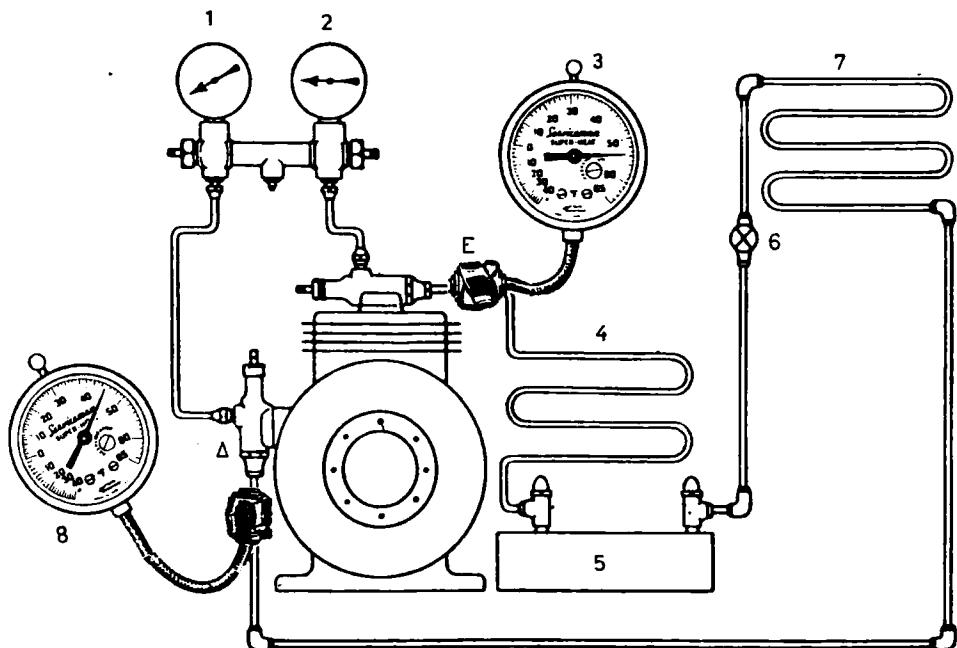
- Ψυκτική μονάδα σε πλήρη λειτουργία με ψυκτικό μέσο R12.
- Κάσα μανομέτρων.
- Θερμόμετρα τριχοειδούς σωλήνα (σε °C).
- Διάγραμμα Mollier για το ψυκτικό με το οποίο λειτουργεί η μονάδα (π.χ. Διάγραμμα 1 του παραρτήματος για R12 ή Διάγραμμα 2 για R22).

30.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε την κάσα των μανομέτρων στην ψυκτική μονάδα, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία.
- 2) Καθαρίστε καλά τα σημεία Δ και Ε των σωλήνων του κύκλου ψύξεως (σχ. 30.4), τοποθετήστε τους βολβούς των θερμομέτρων και σφίξτε τους καλά πάνω στο σωλήνα με κολάρο ή μονωτική ταινία (σχ. 30.4).
- 3) Λειτουργήστε τη μονάδα για 20-30 min της ώρας και κατόπιν σημειώστε **ταυτόχρονα** τις ενδείξεις των μανομέτρων και θερμομέτρων.
- 4) Με βάση τις ενδείξεις των μανομέτρων και θερμομέτρων χαράξτε το διάγραμμα του κύκλου ψύξεως στο διάγραμμα Mollier (με εκτόνωση ισενθαλπική και συμπίεση ισεντροπική).
- 5) Συμπληρώστε τον πίνακα 30.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 30.4

Πίεση συμπυκν. (p_σ)	Θερμοκρ. συμπυκν. (T_σ)	Πίεση ατμοπ. (p_a)	Θερμοκρ. ατμοπ. (T_a)	Θερμοκρ. στο σημείο Δ (T_Δ)	Θερμοκρ. στο σημείο E (T_E)	Υπερθερ. ($T_\Delta - T_a$)	Λόγος συμπίεσεως $n = p_\sigma / p_a$

**Σχ. 30.4.**

Η σωστή τοποθέτηση των θερμομέτρων για τη μέτρηση της θερμοκρασίας πριν και μετά το συμπιεστή. 1) Μανόμετρο αναρροφήσεως. 2) Μανόμετρο καταθλίψεως. 3) Θερμόμετρο (θερμοκρασία μετά το συμπιεστή). 4) Συμπυκνωτής. 5) Συλλέκτης. 6) Εκτονωτική Βαλβίδα. 7) Εξατμιστής. 8) Θερμόμετρο (θερμοκρασία πριν από το συμπιεστή).

- 6) Υπολογίστε το ποσό της θερμότητας που προστέθηκε στο ψυκτικό ρευστό στις διάφορες φάσεις του κύκλου ψύξεως (εκτόνωση, εξάτμιση, υπερθέρμανση, συμπίεση) και το ποσό της θερμότητας που αφαιρέθηκε για να επανέλθει στην αρχική του θερμοδυναμική κατάσταση (σημείο Α, σχ. 30.2β).

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΠΡΩΤΗ

ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΠΟΙΗΣΕΩΣ (ΛΘΑ),
ΤΟΥ ΚΑΘΑΡΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ (ΚΨΑ)
ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ (ΒΚΨ)

31.1 Σκοπός.

Στην άσκηση αυτή οι μαθητές θα μάθουν να υπολογίζουν με τη χρήση του διαγράμματος Mollier και των πινάκων των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών των ψυκτικών ρευστών, τα παρακάτω στοιχεία:

- α) Τη λανθάνουσα θερμότητα ατμοποιήσεως (ΛΘΑ).
- β) Το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα (ΚΨΑ).
- γ) Το βάρος του κυκλοφορούντος στη μονάδα ψυκτικού ρευστού (ΒΚΨ).

31.1.1 Εύρεση της λανθάνουσας θερμότητας ατμοποιήσεως (ΛΘΑ).

Ατμοποίηση ενός υγρού είναι η μεταβολή του σε ατμό (βλέπε «Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις», Ιδρύματος Ευγενίδη, σελίδα 37). Η ατμοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους.

- α) Με τη διαδικασία της **εξατμίσεως**.
- β) Με τη διαδικασία του **βρασμού**.

Η ατμοποίηση των υγρών με τη διαδικασία της εξατμίσεως, γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνειά τους και μπορεί να συμβεί σε οποιαδήποτε θερμοκρασία που είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία κορεσμού. Η ατμοποίηση του νερού στις λίμνες, στις θάλασσες κλπ. πραγματοποιείται με τη διαδικασία της εξατμίσεως.

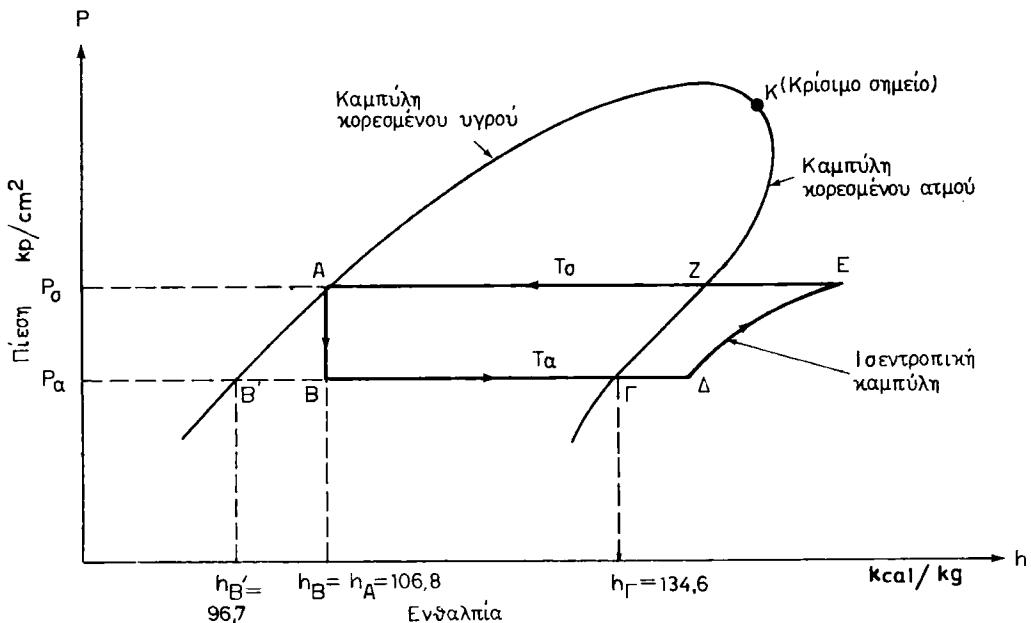
Αντίθετα, η ατμοποίηση ενός υγρού με τη διαδικασία του βρασμού, πραγματοποιείται με την προσθήκη θερμότητας και συμβαίνει όχι μόνο στην ελεύθερη επιφάνειά του, αλλά και σ' ολόκληρη τη μάζα του. Πραγματοποιείται δε μόνο στη θερμοκρασία κορεσμού του υγρού (θερμοκρασία βρασμού).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, κατά τη φάση της ατμοποιήσεως του κύκλου ψύξεως με συμπίεση ατμών, έχουμε **βρασμό** και όχι εξάτμιση όπως συνηθίζομε να τη λέμε.

Η θερμοκρασία στην οποία συμβαίνει το φαινόμενο του βρασμού λέγεται **θερμοκρασία βρασμού** και παραμένει ίδια (σταθερή) σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου. Η θερμοκρασία βρασμού ενός υγρού, εξαρτάται από την εφαρμοζόμενη πίεση στην επιφάνειά του. Όσο αυξάνεται η πίεση, αυξάνεται και η θερμοκρασία βρασμού και αντίστροφα.

Το ποσό της θερμότητας που πρέπει να προστεθεί στη μονάδα μάζας ενός υγρού, που βρίσκεται ήδη στη θερμοκρασία βρασμού, ώστε ολόκληρη η μάζα του να μεταβληθεί σε αέριο της ίδιας θερμοκρασίας (κορεσμένο), ονομάζεται λανθάνουσα θερμότητα ατμοποιήσεως (ΛΘΑ).

Η ΛΘΑ μπορεί να υπολογισθεί από το διάγραμμα Mollier (σχ. 31.1) ή από τους πίνακες των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών των ψυκτικών ρευστών (πίνακας 31.1.1).



Σχ. 31.1.
Διάγραμμα p-h ψυκτικού κύκλου.

Παράδειγμα.

Σε ψυκτική μονάδα με ψυκτικό R_{12} μετρήθηκαν οι παρακάτω πίεσεις:

α) Πίεση καταθλίψεως (απόλυτη): $7,5 \text{ kp/cm}^2$ (110 lb/in^2 περίπου).

β) Πίεση αναρροφήσεως (απόλυτη): $1,85 \text{ kp/cm}^2$ (27 lb/in^2 περίπου).

Οι αντίστοιχες θερμοκρασίες κορεσμού για ψυκτικό R_{12} θα είναι:

α) Η θερμοκρασία συμπυκνώσεως: 30°C (από τους πίνακες).

β) Η θερμοκρασία ατμοποίησεως: -15°C .

Υποθέτουμε μια υπερθέρμανση 10°C (θα μπορούσε βέβαια να μετρηθεί ή να υπολογισθεί) και μηδενική υπόψυξη.

Να βρεθεί η λανθάνουσα θερμότητα ατμοποιήσεως (ΛΘΑ).

Λύση.

Με βάση τα στοιχεία που μας δίνονται, χαράζομε στο διάγραμμα Mollier (διάγραμμα p-h) τον ψυκτικό κύκλο (σχ. 31.1). Κατά τη χάραξη του ψυκτικού κύκλου, θα λάβομε υπόψη μας ότι η εκτόνωση πραγματοποιείται **ισενθαλπικά** και η συμπί-

ση **ΙΣΕΝΤΡΟΠΙΚΑ**. Η λανθάνουσα θερμότητα ατμοποιήσεως (ΛΘΑ) βρίσκεται από το διάγραμμα ή από τους πίνακες των χαρακτηριστικών του R_{12} .

Στην περίπτωση χρήσεως του διαγράμματος Mollier, βρίσκομε την ενθαλπία στο σημείο B' ($h_{B'}$) και την ενθαλπία στο σημείο Γ (h_Γ). Η διαφορά των ενθαλπιών μεταξύ των σημείων B' και Γ είναι η ΛΘΑ του R_{12} . Δηλαδή για το παράδειγμά μας έχομε:

$$\Lambda\Theta A = h_\Gamma - h_{B'} = 134,6 - 96,7 = 37,9 \text{ kcal/kg}$$

Αν χρησιμοποιήσομε τους πίνακες των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R_{12} (πίνακας 31.1.1), τότε στη στήλη της λανθάνουσας (h_{fg}) και για θερμοκρασία ατμοποιήσεως -15°C έχομε:

$\Lambda\Theta A = 37,89 \text{ kcal/kg}$ (περίπου 37,9 όπως και με το διάγραμμα).

ΠΙΝΑΚΑΣ 31.1.1
Θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του R_{12}

Θερμοκρ.	Πίεση		Ειδικός όγκος		Πυκνότητα		Ενθαλπία* kcal/kg			Εντροπία kcal/(kg K)	
	Απολ. kg/cm ²	Μαν. ATM	Υγρού l/kg	Ατμού m ³ /kg	Υγρού kg/m ³	Ατμού kg/l	Υγρού l/v _g	h _f	h _{fg}	h _g	s _f
-20	1.5391	1.4896	0.685448	0.108847	1.4589	9.18718	95.644	38.435	134.079	0.98354	1.13536
-19	1.5999	1.5485	0.686853	0.104960	1.4559	9.52745	95.859	38.327	134.187	0.98439	1.13518
-18	1.6626	1.6091	0.688269	0.101242	1.4529	9.87735	96.075	38.219	134.294	0.98523	1.13501
-17	1.7271	1.6716	0.689697	0.097684	1.4499	10.23709	96.290	38.110	134.401	0.98607	1.13484
-16	1.7936	1.7359	0.691136	0.094279	1.4469	10.60884	96.506	38.001	134.507	0.98691	1.13468
-15	1.8620	1.8021	0.692586	0.091018	1.4439	10.98681	96.723	37.891	134.614	0.98774	1.13451
-14	1.9323	1.8702	0.694049	0.087895	1.4408	11.37720	96.939	37.781	134.720	0.98857	1.13435
-13	2.0047	1.9402	0.695523	0.084903	1.4378	11.77820	97.156	37.670	134.826	0.98940	1.13420
-12	2.0792	2.0123	0.697010	0.082034	1.4347	12.19002	97.373	37.559	134.932	0.99023	1.13405
-11	2.1557	2.0864	0.698509	0.079284	1.4316	12.61286	97.590	37.447	135.037	0.99106	1.13390
25	6.6446	6.4309	0.762834	0.026854	1.3109	37.23812	105.649	32.967	138.616	1.01957	1.13014
26	6.8274	6.6078	0.764984	0.026142	1.3072	38.25237	105.881	32.826	138.707	1.02034	1.13006
27	7.0138	6.7883	0.767159	0.025452	1.3035	39.28095	106.114	32.684	138.798	1.02110	1.12999
28	7.2040	6.9724	0.769360	0.024786	1.2998	40.34864	106.347	32.541	138.889	1.02187	1.12992
29	7.3980	7.1601	0.771587	0.024136	1.2960	41.43158	106.582	32.397	138.978	1.02263	1.12985
30	7.5959	7.3516	0.773841	0.023508	1.2923	42.53836	106.810	32.251	139.067	1.02340	1.12978
31	7.7976	7.5468	0.776122	0.022899	1.2885	43.66946	107.052	32.104	139.156	1.02416	1.12971
32	8.0032	7.7459	0.778431	0.022309	1.2846	44.82543	107.288	31.956	139.244	1.02492	1.12964
33	8.2129	7.9488	0.780769	0.021736	1.2808	46.00676	107.525	31.806	139.331	1.02568	1.12957
34	8.4266	8.1556	0.783137	0.021180	1.2769	47.21398	107.763	31.655	139.418	1.02645	1.12950

* 1kcal/kg = 4,187 kJ/kg

31.1.2 Εύρεση του καθαρού ψυκτικού αποτέλεσματος (ΚΨΑ).

Καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα, ονομάζομε το ποσό της θερμότητας που πραγματικά αφαιρείται από τον ψυχόμενο χώρο κατά την ατμοποίηση ενός kg ψυκτικού υγρού. Το ΚΨΑ βρίσκεται αν αφαιρέσουμε από την ενθαλπία του ψυκτικού αερίου, όταν αυτό εξέρχεται από τον εξατμιστή, την ενθαλπία που είχε κατά την είσοδό του στον εξατμιστή. Δηλαδή: $\text{ΚΨΑ} = h_\Gamma - h_B$ (σχ. 31.1).

Το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα (ΚΨΑ) βρίσκεται πάλι ή με τη βόηθεια του διαγράμματος ή με τη βόηθεια των πινάκων του R_{12} . Με βάση τα δοθέντα στο παράδειγμα της προηγούμενης παραγράφου, έχουμε:

- α) Με το διάγραμμα Mollier βρίσκομε πρώτα την ενθαλπία του ψυκτικού ρευστού στην είσοδο του εξατμιστή (σημείο Β, σχ. 31.1) και στην περίπτωσή μας $h_B = h_A = 106,8 \text{ kcal/kg}$.

Η ενθαλπία στην έξοδο του εξατμιστή (σημείο Γ) είναι ίση με $134,6 \text{ kcal/kg}$. Επομένως έχουμε:

$$\text{ΚΨΑ} = h_G - h_B = 134,6 - 106,8 = 27,8 \text{ kcal/kg}$$

- β) Για να βρούμε το ΚΨΑ με τη χρήση των πινάκων (η μέθοδος αυτή είναι πιο ακριβής), ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

– Πρέπει στην αρχή να βρούμε την ενθαλπία του ψυκτικού ρευστού στην είσοδο του εξατμιστή (σημείο Β, σχ. 31.1). Στο σημείο Β το ψυκτικό ρευστό βρίσκεται ως μίγμα δύο φάσεων (υγρό και ατμός) και συνεπώς η ενθαλπία του δεν μπορεί να βρεθεί απευθείας από τους θερμοδυναμικούς πίνακες, οι οποίοι δίνουν τα χαρακτηριστικά είτε της μιας, είτε της άλλης φάσεως. Ο συλλογισμός όμως ότι $h_A = h_B$ (ισενθαλπική μεταβολή), μας επιτρέπει εμμέσως να υπολογίσουμε την ενθαλπία στο Β μέσω της ενθαλπίας στο Α, όπου το ψυκτικό ρευστό είναι κορεσμένο υγρό θερμοκρασίας $T_\sigma = 30^\circ\text{C}$. Έτσι από τον πίνακα 31.1.1 βρίσκομε:

Για κορεσμένο υγρό θερμοκρασίας $T_\sigma = 30^\circ\text{C}$, $h_f = 106,8 \text{ kcal/kg}$. Επομένως έχουμε:

$$h_B = h_A = 106,8 \text{ kcal/kg}$$

- Κατόπιν βρίσκομε την ενθαλπία στο σημείο Γ του διαγράμματος (σχ. 31.1), όπου το ψυκτικό ρευστό είναι κορεσμένος ατμός θερμοκρασίας $T_a = -15^\circ\text{C}$.

Με τη βοήθεια τώρα των πινάκων των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R_{12} (πίνακας 31.1.1), βρίσκομε ότι για θερμοκρασία ατμοποιήσεως (κορεσμού) $T_a = -15^\circ\text{C}$, η ενθαλπία θα είναι:

$$h_G (\text{για } T_a = -15^\circ\text{ C}) = 134,6 \text{ kcal/kg}$$

- Το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα (ΚΨΑ) θα είναι:

$$\text{ΚΨΑ} = h_G - h_B = 134,6 - 106,8 = 27,8 \text{ kcal/kg}$$

31.1.3. Εύρεση του βάρους του κυκλοφορούντος ψυκτικού (ΒΚΨ).

Το βάρος του ψυκτικού ρευστού (ΒΚΨ) που θα κυκλοφορεί στην ψυκτική μονάδα, εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- α) Από την ισχύ της ψυκτικής μονάδας.
β) Από το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα (ΚΨΑ).

γ) Από το είδος του ψυκτικού ρευστού της μονάδας (R_{12} , R_{22} κλπ).

Είναι φανερό ότι για συγκεκριμένο ψυκτικό ρευστό και για συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας της μονάδας, όσο πιο μεγάλη είναι η ισχύ της τόσο μεγαλύτερο

είναι το βάρος του ψυκτικού ρευστού που πρέπει να κυκλοφορεί.

Εξάλλου το ΚΨΑ δεν είναι σταθερός παράγοντας. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, όταν μεταβληθούν οι συνθήκες λειτουργίας της μονάδας (πίεση αναρροφήσεως και καταθλίψεως), η μορφή του κύκλου ψύξεως στο διάγραμμα Mollier διαφοροποιείται, με αποτέλεσμα να αλλάζουν και οι ενθαλπίες στα σημεία Β και Γ και επομένως και η τιμή του ΚΨΑ (παραγρ. 31.1.2).

Όμως και το είδος του ψυκτικού είναι ένας παράγοντας που καθορίζει το ΒΚΨ. Κάθε ψυκτικό ρευστό, για τις ίδιες συνθήκες πιέσεως, δίνει διαφορετικό ψυκτικό αποτέλεσμα και επομένως για δεδομένη ψυκτική ισχύ, το απαιτούμενο ΒΚΨ είναι διαφορετικό. Έτσι, στον πίνακα 9 (βλέπε πίνακες στο τέλος του βιβλίου) βλέπομε ότι για ισχύ ενός ψυκτικού τόνου (3000 kcal/h) για θερμοκρασία ατμοποιήσεως (T_a) = -15°C και για θερμοκρασία συμπυκνώσεως (T_σ) = +30°C έχουμε:

- a) Για R_{22} ΚΨΑ = 162,8 kJ/kg → ΒΚΨ = 1,30 kg/min = 78 kg/h
- β) Για R_{12} ΚΨΑ = 116,3 kJ/kg → ΒΚΨ = 1,81 kg/min = 108,6 kg/h
- γ) Για Αρμανία ($R_{7,17}$) ΚΨΑ = 1103,3 kJ/kg → ΒΚΨ = 0,191 kg/min = 11,46 kg/h

Συγκρίνοντας το απαιτούμενο ΒΚΨ για την ίδια ισχύ (1 RT) και στις ίδιες συνθήκες λειτουργίας, παρατηρούμε ότι για να πάρομε ισχύ ενός ψυκτικού τόνου (1 RT) πρέπει να κυκλοφορεί (πίνακας 31.1.2):

R_{12} : 108 kg/h

R_{22} : 78 kg/h

Αρμανία(717): μόνο 11,46 kg/h.

Η σχέση που μας δίνει το βάρος του κυκλοφορούντος ψυκτικού σε μονάδα, (ΒΚΨ) είναι:

$$\boxed{\text{ΒΚΨ} = \frac{Q}{\text{ΚΨΑ}}} \quad (31.1)$$

όπου: ΒΚΨ το βάρος του κυκλοφορούντος ψυκτικού σε kg/h.

Q η ψυκτική ισχύς της μονάδας σε kcal/h ή kJ/h

ΚΨΑ το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα σε kcal/kg ή kJ/kg.

Αν για παράδειγμα η ονομαστική ικανότητα της μονάδας είναι ένας ψυκτικός τόνος (3000 kcal/h), το βάρος του κυκλοφορούντος ψυκτικού στο παράδειγμα της προηγούμενης παραγράφου (ΚΨΑ = 27,8 kcal/kg) θα είναι:

$$\text{ΒΚΨ} = \frac{Q}{\text{ΚΨΑ}} = \frac{3000 \text{ kcal/h}}{27,8 \text{ kcal/kg}} = 108 \text{ kg/h ή } 1,8 \text{ kg/min}$$

31.2 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και συσκευές.

- 1) Ψυκτική μονάδα σε πλήρη λειτουργία, με ψυκτικό R_{12} .
- 2) Κάσα μανομέτρων.
- 3) Θερμόμετρα ψυκτικού.
- 4) Πίνακες θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R_{12} .
- 5) Διάγραμμα Mollier του R_{12} .
- 6) Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων service του συμπιεστή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 31.1.2

Σύγκριση αποδόσεως ψυκτικών μέσων για παραγωγή φυσικής ισχύος 1 RT (3,52 kW)

Ψυκτικό μέσο	Όνομασία	Χημικός Τύπος	Επικράτηση σε ζεύγη ψυκτικών μέσων						
			Διεργή Atmosferic P ₄	Διεργή Dihydrogen P ₄	Διεργή Dihydrogen k ₁	Διεργή Dihydrogen k ₂	Διεργή Dihydrogen k ₃	Διεργή Dihydrogen k ₄	
170	Αιθάνιο	CH ₃ CH ₃	15.5	46.5	2.86	136.3	1.55	5.62	33.1
744A	Οξειδίο Αζώτου	N ₂ O	20.7	64.8	3.03	198.1	1.06	1.17	3.10
744	Διοξείδιο Άνθρακα	CO ₂	22.3	72.5	3.15	129.0	1.64	2.74	1.12
13B1	Βραστριφθορομεθάνιο	CBrF ₃	4.4	17.3	3.36	68.1	3.11	2.03	23.7
1270	Προπανένιο	CH ₃ CH = CH ₂	2.6	11.7	3.51	402.3	0.50	1.01	162.9
290	Προπάνιο	CH ₃ CH ₂ CH ₃	1.9	9.9	3.70	281.4	0.75	1.54	154.8
502	22/115 Αζεστροπικό μίγμα	—	2.5	12.3	3.75	106.3	1.99	1.63	51.2
22	Χλωροδιφθορομεθάνιο	CHClF ₂	2.0	11.1	4.03	162.8	1.30	1.10	77.4
115*	Χλωροπενταφθοραιθάνιο	CCl ₂ CF ₃	1.7	9.5	3.89	67.7	3.12	2.47	48.1
717	Άμμωνια	NH ₃	1.4	10.9	4.94	1103.3	0.191	0.32	508.8
500	12/152a Αζεστροπικό μίγμα	—	1.2	7.9	4.12	141.0	1.50	1.32	93.6
12	Δικλωροδιφθορομεθάνιο	CCl ₂ F ₂	0.8	6.6	4.08	116.3	1.81	1.40	91.1
40	Μεθυλοχλωρίδιο	CH ₃ Cl	0.46	5.6	4.48	349.3	0.60	0.67	279.1
600a	Ισοβαυτανίο	CH(CH ₃) ₃	-0.11	3.1	4.54	259.3	0.81	1.49	400.2
764	Διοξείδιο Θείου	SO ₂	-0.20	3.6	5.63	328.9	0.64	0.44	400.8
630	Μεθυλαμίνη	CH ₃ NH ₂	-0.34	3.3	6.13	707.0	0.30	0.46	970.1
600	Βουτάνιο	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-0.46	1.9	5.07	299.1	0.71	1.24	623.0
114*	Διχλωροπετραφθοραιθάνιο	CCl ₂ CClF ₂	-0.55	1.5	5.42	100.3	2.10	1.46	271
21	Διχλωροφθορομεθάνιο	CHCl ₂ F	-0.66	1.2	5.96	208.1	1.02	0.75	570
160	Αιθυλικό Χλώριο	CH ₃ CH ₂ Cl	-0.71	0.87	5.83	331.0	0.66	0.75	1065
631	Αιθυλαμίνη	C ₂ H ₅ NH ₂	-0.80	0.70	7.40	524.4	0.40	5.72	2017
11	Τριχλωροφθορομεθάνιο	CCl ₃ F	-0.83	0.25	6.19	155.3	1.36	0.93	762
610	Διαιθυλαιθηρίας	C ₂ H ₂ OC ₂ H ₅	-0.93	-0.17	8.20	293.7	0.72	1.03	2185
30	Μεθυλενοχλωρίδιο	CH ₂ Cl ₂	-0.95	-0.33	8.60	313.0	0.68	0.51	3115
113*	Τριχλωροφθοραιθάνιο	CCl ₂ FCClF ₂	-0.96	-0.48	8.02	124.9	1.69	1.09	1709
1130	Διχλωραιθελένιο	CHCl = CHCl	-0.98	-0.55	8.42	265.8	0.79	0.63	3970
1120	Τριχλωραιθυλένιο	CCl ₂	-1.02	-0.90	11.65	213.3	0.99	0.68	4321

* Για τα ψυκτικά μέσα 113, 114 και 115 υποθέτεται ελαφρώς απιός στην αναρρόφηση του συμπεστή ώστε στην έξοδό του να προκύπτει ακριβώς.

Κεκορεσμένος απός.



31.3 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε τα μανόμετρα στη μονάδα.
- 2) Λειτουργήστε τη μονάδα για 20-30 min και μετά πάρτε τις ενδείξεις των μανομέτρων.
- 3) Εκφράστε τις μετρηθείσες πιέσεις σε απόλυτες τιμές προσθέτοντας 1 atm (14,7 lb/in²).
- 4) Από τους πίνακες των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R₁₂ και για τη θερμοκρασία ατμοποιήσεως που αντιστοιχεί στην απόλυτη πίεση ατμοποιήσεως (P_a), βρείτε απευθείας τη λανθάνουσα θερμότητα ατμοποιήσεως (ΛΘΑ) σε kcal/kg ή kJ/kg.
- 5) Αντί των πινάκων για την εύρεση της ΛΘΑ μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και το διάγραμμα Mollier για R₁₂, ακολουθώντας τη διαδικασία που αναφέρθηκε στις εισαγωγικές πληροφορίες.
- 6) Βρείτε την ενθαλπία του ψυκτικού ρευστού όταν μπαίνει στον εξατμιστή (σημείο B του ψυκτικού κύκλου) και την ενθαλπία του ψυκτικού αερίου όταν αυτό εξέρχεται από τον εξατμιστή (χωρίς υπερθέρμανση).
- 7) Υπολογίστε το ΚΨΑ εφαρμόζοντας τις σχέση:

$$\text{ΚΨΑ} = h_{\Gamma} - h_B$$

- 8) Εξακριβώστε την ονομαστική ισχύ (ικανότητα) της μονάδας για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες λειτουργεί (συνήθως από τα στοιχεία του κατασκευαστή).
- 9) Υπολογίστε το βάρος του κυκλοφορούντος ψυκτικού εφαρμόζοντας τη σχέση:

$$BK\Psi = \frac{Q}{\text{ΚΨΑ}} = \text{kg/h}$$

- 10) Εκφράστε τώρα τα kg/h σε kg/min.
- 11) Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 31.3.1

Πίεση συμπυκνώσεως kp/cm ²	Πίεση ατμοποιήσεως kp/cm ²	Θερμοκρασία συμπυκνώσεως °C	Θερμοκρασία ατμοποιήσεως °C	Ενθαλπίες kcal/kg				ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				h _A	h _B	h _{B'}	h _Γ	

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΥΜΠΙΕΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΕΩΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

32.1 Σκοπός.

Σ' αυτή την άσκηση οι μαθητές θα διδαχθούν τη διαδικασία υπολογισμού της ιπποδυνάμεως συμπιέσεως ψυκτικής μονάδας, με τη βοήθεια του διαγράμματος ρ- h ή πινάκων.

32.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όπως γνωρίζομε* κατά τη φάση της συμπιέσεως των ατμών, προστίθεται στο ψυκτικό ένα σημαντικό ποσό θερμότητας που ονομάζομε **θερμότητα συμπιέσεως**. Η προστιθέμενη στο υπέρθερμο ψυκτικό αέριο θερμότητα συμπιέσεως δημιουργεί ταυτόχρονα με την αύξηση της πίεσεως μια ανάλογη αύξηση της θερμοκρασίας του, που όπως είναι γνωστό είναι εντελώς ανεπιθύμητη.

Το ποσό της θερμότητας συμπιέσεως που προστίθεται κατά τη φάση της συμπιέσεως εξαρτάται, εκτός από άλλους παράγοντες, και από την πίεση αναρροφής (πίεση ατμοποιήσεως) και από την πίεση καταθλίψεως (συμπυκνώσεως). **Για συγκεκριμένη πίεση ατμοποιήσεως, δύσο αυξάνεται η πίεση καταθλίψεως αυξάνεται και η προστιθέμενη θερμότητα συμπιέσεως.**

Αυτό φαίνεται και από το διάγραμμα ρ- h του σχήματος 31.2, όπου η ενθαλπία ή θερμότητα συμπιέσεως υπολογίζεται:

$$h_{\text{συμπ}} = h_E - h_\Delta$$

Έτσι, αν η πίεση ατμοποιήσεως μείνει σταθερή, αύξηση της πιέσεως ή θερμοκρασίας συμπυκνώσεως, συνεπάγεται παράλληλα μετατόπιση της γραμμής ΔΕ προς τα πάνω, δηλαδή αύξηση της h_E , που σημαίνει αύξηση της $h_{\text{συμπ}}$.

Η αύξηση όμως της προστιθέμενης θερμότητας συμπιέσεως καθώς και η αύξηση της θερμοκρασίας του υπέρθερμου ψυκτικού αερίου είναι φαινόμενα ανεπιθύμητα γιατί **αυξάνουν** την απαιτούμενη ιπποδύναμη συμπιέσεως, **μειώνουν** σημαντικά το γενικό βαθμό αποδόσεως της μονάδας και **καταπονούν** πολύ το συμπιεστή.

Για να αποφεύγονται τα παραπάνω ανεπιθύμητα φαινόμενα θα πρέπει η πίεση καταθλίψεως (συμπυκνώσεως) να κρατείται σε όσο το δυνατό χαμηλότερα επίπεδα.

* Βλέπε στο βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις» σελ. 46-57.

Ο υπολογισμός της ισχύος συμπιέσεως βρίσκεται αν εφαρμόσουμε την παράκατω εξίσωση:

$$N_{\text{συμπ}} = h_{\text{συμπ}} \times BK\Psi \quad (32.1)$$

όπου: $N_{\text{συμπ}}$ η ισχύς συμπιέσεως (kcal/h)

$h_{\text{συμπ}}$ η ενθαλπία συμπιέσεως (kcal/kg)

$BK\Psi$ το βάρος κυκλοφορούντος ψυκτικού (kg/h).

Παράδειγμα.

Αν η θερμότητα συμπιέσεως που βρέθηκε από συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας μιας ψυκτικής μονάδας είναι $h_{\text{συμπ}} = 35 \text{ kcal/kg}$ και το υπολογισθέντες βάρος του κυκλοφορούντος ψυκτικού ($BK\Psi$) είναι 30 kg/h , να βρεθεί η ισχύς συμπιέσεως ($N_{\text{συμπ}}$) σε kW.

Λύση.

Εφαρμόζοντας την εξίσωση (32.1) έχουμε:

$$N_{\text{συμπ}} = h_{\text{συμπ}} \times BK\Psi = 35 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \times 30 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 1050 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$\text{Αλλά} \quad 1 \text{ kW} = 860 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Επομένως έχομε:

$$N_{\text{συμπ}} = \frac{1050 \text{ kcal/h}}{860} = 1,22 \text{ kW}$$

32.3 Απαιτούμενες συσκευές, δργανα και υλικά.

- Ψυκτική μονάδα με Φρέον-12 (R12) σε πλήρη λειτουργία.
- Κάσα μανομέτρων (σετ μανομέτρων).
- Διάγραμμα Mollier για R12.
- Πίνακες Θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών κορεσμένων ατμών του R12.
- Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων του συμπιεστή.

32.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε τα μανόμετρα στη μονάδα.
- 2) Λειτουργήστε τη μονάδα για 20-30 min πριν πάρετε τις μετρήσεις.
- 3) Καταγράψτε τις ενδείξεις των μανομέτρων και εκφράστε τις σε απόλυτες τιμές προσθέτοντας 1 atm.
- 4) Μετρήστε την υπερθέρμανση υπό την οποία λειτουργεί η μονάδα και κατόπιν χαράξτε κατά τα γνωστά τις φάσεις του κύκλου ψύξεως πάνω στο διάγραμμα p-h.
- 5) Υπολογίστε το $BK\Psi$ με τη διαδικασία που αναπτύχθηκε στην Άσκηση 31.
- 6) Βρείτε από το διάγραμμα p-h τη θερμότητα συμπιέσεως $h_{\text{συμπ}}$ ($h_{\text{συμπ}} = h_E - h_D$, σχ. 31.2).
- 7) Υπολογίστε την ισχύ συμπιέσεως ($N_{\text{συμπ}}$) εφαρμόζοντας τη σχέση (32.1).

- 8) Εκφράστε τέλος την υπολογισθείσα ισχύ σε kW.
 9) Κρατώντας **σταθερή την πίεση ατμοποιήσεως**, αυξάνετε προοδευτικά την πίεση καταθλίψεως (συμπυκνώσεως) και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 32.4

Πίεση αναρ.	Πίεση συμπυκνώσεως	Ενθαλπία συμπιέσεως	B.K.Ψ.	Ισχύς συμπιέσεως ($N_{συμπ}$)
kp/cm ²	kp/cm ²	kcal/kg	kg/h	kcal/h kW
	1			
	2			
	3			

Παρατηρήσεις.

- a) Την αύξηση της πιέσεως συμπυκνώσεως (καταθλίψεως) μπορούμε να την πετύχομε καλύπτοντας με ένα χαρτόνι ένα μέρος του συμπυκνωτή. Όσο πιο μεγάλο μέρος του συμπυκνωτή καλύπτεται από το χαρτόνι, τόσο αυξάνεται και η πίεση στην κατάθλιψη.
- β) Μετά από κάθε αλλαγή στην πίεση καταθλίψεως, θα πρέπει να περιμένετε 10-15 min της ώρας και κατόπιν να πάρετε μετρήσεις.
- 10) Διατυπώστε τις παρατηρήσεις σας πάνω στη μεταβολή της ισχύος συμπιέσεως, σε σχέση με την πίεση συμπυκνώσεως.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΤΡΙΤΗ

ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΗΣ ΠΟΥ ΑΦΑΙΡΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ
(ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ)

33.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα μάθουν να υπολογίζουν με τη βοήθεια οργάνων και του διαγράμματος Mollier, την ικανότητα ενός συμπυκνωτή ψυκτικής μονάδας.

33.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όπως συμβαίνει και με τα άλλα εξαρτήματα μιάς ψυκτικής μονάδας, η ικανότητα ενός συμπυκνωτή δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες λειτουργεί. Γι αυτό, όταν μιλάμε για ικανότητα ενός συμπυκνωτή, θα πρέπει πάντα να δίνονται και οι συνθήκες κάτω από τις οποίες ο συμπυκνωτής μας δίνει τη συγκεκριμένη ικανότητα. Τα στοιχεία που κυρίως καθορίζουν την ικανότητα ενός συμπυκνωτή είναι:

- α) Συνηθισμένη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- β) Θερμοκρασία συμπυκνώσεως του ψυκτικού αερίου.
- γ) Θερμοκρασία εξατμίσεως του ψυκτικού στον εξατμιστή.

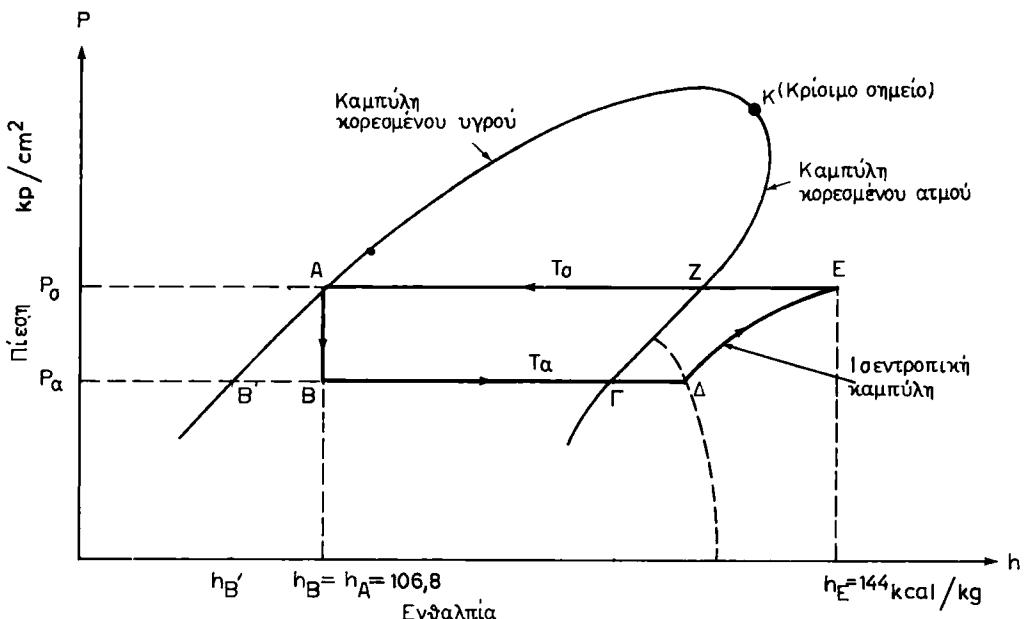
Ο συμπυκνωτής κάθε ψυκτικής μονάδας θα πρέπει να είναι ικανός να απομακρύνει τα παρακάτω ποσά θερμότητας που φθάνουν σ' αυτόν:

- α) Το ποσό της θερμότητας που απορραφάει το ψυκτικό κατά την εξάτμισή του στον εξατμιστή (καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα).
- β) Το ποσό της θερμότητας που προστίθεται κατά την υπερθέρμανση (αν υπάρχει).
- γ) Το ποσό της θερμότητας που προστίθεται κατά τη συμπίεση (θερμότητα συμπιέσεως).
- δ) Το ποσό της θερμότητας που προστίθεται στο ψυκτικό αέριο κατά την επαφή του με τους κυλίνδρους του συμπιεστή.

Συνήθως το ψυκτικό αέριο μπαίνει στο συμπυκνωτή στην κατάσταση E (σχ. 33.2). Είναι δηλαδή υπέρθερμος ατμός. Η ψύξη του υπέρθερμου ατμού μέχρι να γίνει κορεσμένος (φάση EZ, σχ. 33.2) καθώς και η υγροποίηση (συμπύκνωση) του αερίου μέχρι να γίνει κορεσμένο υγρό (φάση ZA) συμβαίνουν στο συμπυκνωτή της μονάδας.

Κατά τη φάση EZ έχομε σταθερή την πίεση (πίεση συμπυκνώσεως), ενώ η θερμοκρασία ελαττώνεται προοδευτικά μέχρι να φθάσει στη θερμοκρασία κορεσμού (θερμοκρασία στο σημείο Z). Στη φάση ZA έχομε σταθερή και την πίεση και την αντίστοιχη θερμοκρασία κορεσμού (συμπυκνώσεως).

Το ποσό της θερμότητας που αφαιρείται στο συμπυκνωτή της μονάδας από κάθε κιλό κυκλοφορούντος ψυκτικού ρευστού, δηλαδή η ικανότητα του συμπυκνωτή, βρίσκεται αν αφαιρέσουμε την ενθαλπία του κορεσμένου υγρού στο σημείο A του διαγράμματος, από την ενθαλπία του υπέρθερμου ατμού στο σημείο E (σχ. 33.2).



Σχ. 33.2.

Παράδειγμα.

Έστω ότι σε ψυκτική μονάδα μετρήθηκαν (σε απόλυτε τιμές) οι παρακάτω πίεσης:

- Πίεση καταθλίψεως (συμπυκνώσεως): $7,5 \text{ kp/cm}^2$ (110 lb/in^2 περίπου).
- Πίεση αναρροφήσεως (εξατμίσεως): 3 kp/cm^2 .

Ο αντίστοιχης θερμοκρασίες κορεσμού για ψυκτικό R_{12} θα είναι:

- Θερμοκρασία συμπυκνώσεως: 30°C (Από τους πίνακες χαρακτηριστικών του R_{12}).
- Θερμοκρασία ατμοποιήσεως: -1°C .

Έστω επίσης ότι έχομε μια υπερθέρμανση 11°C , χωρίς υπόψυξη. Να βρεθεί η ικανότητα του συμπυκνωτή της μονάδας σε kW , αν το βάρος του ψυκτικού που κυκλοφορεί στη μονάδα, είναι 120 kg/h .

Λύση.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία χαράζομε στο διάγραμμα Mollier (σχ. 33.2) τον κύκλο ψύξεως, αφού λάβομε υπόψη μας ότι η εκτόνωση γίνεται **ισενθαλπικά**, ενώ η συμπίεση **ισεντροπικά**.

Από το διάγραμμα (ή τους πίνακες χαρακτηριστικών του R_{12}) βρίσκομε ότι η ενθαλπία του υγρού στο σημείο A (και στο B αφού έχομε ισενθαλπική μεταβολή), θα είναι:

$$H_A = H_B = 106,8 \text{ kcal/kg}$$

Εξάλλου από το διάγραμμα βρίσκομε ότι η ενθαλπία του υπέρθερμου ατμού στο σημείο E του κύκλου ψύξεως, είναι ίση με 144 kcal/kg.

Επομένως η θερμότητα που αφαιρείται από το ψυκτικό ρευστό στο συμπυκνωτή (δηλαδή η ικανότητα του συμπυκνωτή) θα είναι:

$$H_\sigma = H_E - H_A = 144 - 106,8 = 37,2 \text{ kcal/kg}$$

Εφόσον το βάρος του ψυκτικού που κυκλοφορεί στη μονάδα (ΒΚΨ) είναι ίσο με 120 kg/h (2 kg/min), η ικανότητα του συμπυκνωτή θα είναι:

$$P_{\text{συμπυκ}} = 120 \text{ kg/h} \times 37,2 \text{ kcal/kg} = 4464 \text{ kcal/h}$$

$$P_{\text{συμπυκ}} = \frac{4464 \text{ kcal/h}}{860} = 5,2 \text{ kW}$$

33.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία, και υλικά.

- 1) Ψυκτική μονάδα σε πλήρη λειτουργία, με ψυκτικό R_{12} .
- 2) Κάσα μανομέτρων (σετ μανομέτρων υψηλής-χαμηλής πιέσεως).
- 3) Διάγραμμα Mollier του φρεόν 12 (R_{12}).
- 4) Πίνακες Θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R_{12} .

33.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε τα μανόμετρα στη μονάδα.
- 2) Βάλτε σε λειτουργία τη μονάδα για 20-30 λεπτά, πριν πάρετε μετρήσεις.
- 3) Πάρτε τις ενδείξεις των μανομέτρων και εκφράστε τις σε απόλυτες πιέσεις.
- 4) Μετρήστε την υπέρθερμανση υπό την οποία λειτουργεί η μονάδα.
- 5) Χαράξτε στο διάγραμμα Mollier για R_{12} τις φάσεις του κύκλου ψύξεως, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στις εισαγωγικές πληροφορίες.
- 6) Βρείτε την ενθαλπία του κορεσμένου υγρού στο σημείο A του κύκλου ψύξεως (H_A) και την ενθαλπία του υπέρθερμου αερίου στο σημείο E.
- 7) Υπολογίστε τη διαφορά ενθαλπιών μεταξύ των σημείων E και A του κύκλου ψύξεως.

$$\Delta H = H_E - H_A$$

- 8) Γράψτε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με το πώς μεταβάλλεται η θερμότητα που αφαιρείται στο συμπυκνωτή σε σχέση:
 - α) Με την πίεση ατμοποιήσεως.
 - β) Με το μέγεθος της υπερθερμάνσεως.
 - γ) Με την πίεση καταθλίψεως.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

ΒΛΑΒΕΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΨΥΓΕΙΩΝ

34.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τις συνηθέστερες βλάβες των οικιακών ψυγείων και θα διδαχθούν τη διαδικασία ανιχνεύσεως και αποκαταστάσεώς τους.

34.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όπως σε όλα τα είδη των ψυκτικών μονάδων, έτσι και στα οικιακά ψυγεία οι βλάβες διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- α) Τις μηχανικές βλάβες.
- β) Τις ηλεκτρολογικές βλάβες.

Στις μηχανικές βλάβες περιλαμβάνονται όλες οι περιπτώσεις βλάβης εξαρτημάτων που η λειτουργία τους δεν έχει καμιά σχέση με ηλεκτρική τροφοδότηση. Τέτοια εξαρτήματα των οικιακών ψυγείων είναι:

- α) Το μηχανικό μέρος του συμπιεστή.
- β) Ο συμπυκνωτής.
- γ) Το φίλτρο-αφυγραντήρας.
- δ) Ο τριχοειδής σωλήνας (ή άλλο εκτονωτικό μέσο).
- ε) Ο εξατμιστής του οικιακού ψυγείου.
- στ) Οι σωληνώσεις και τα εξαρτήματα συνδέσεως τους.

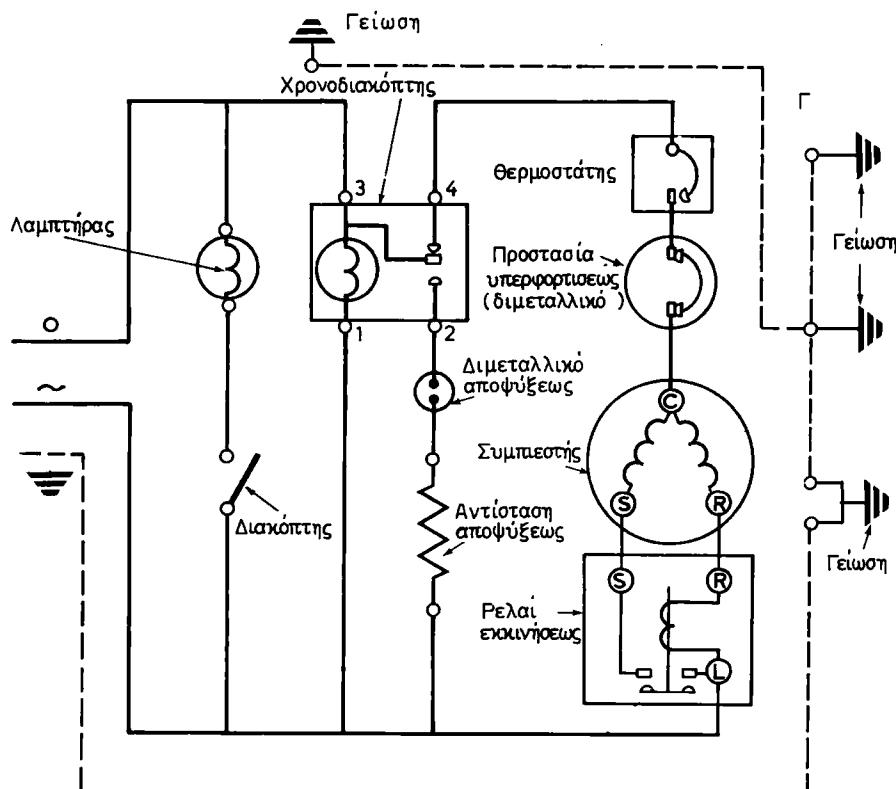
Οι ηλεκτρολογικές βλάβες συμβαίνουν στα ηλεκτρικά εξαρτήματα λειτουργίας και ελέγχου των οικιακών ψυγείων. Μερικά από τα κυριότερα ηλεκτρικά εξαρτήματα που συναντά κανείς στα μοντέρνα οικιακά ψυγεία είναι:

- α) Το ηλεκτρικό μέρος του συμπιεστή (μονοφασικός ηλεκτροκινητήρας).
- β) Το ρελάι εκκινήσεως (συνήθως ρελάι εντάσεως).
- γ) Ο θερμοστάτης ελέγχου της θερμοκρασίας του θάλαμου.
- δ) Ο χρονοδιακόπτης αποπαγώσεως (μπορεί να αποτελεί ένα εξάρτημα με το θερμοστάτη).
- ε) Οι αντιστάσεις αποπαγώσεως και αποστραγγίσεως.
- στ) Το θερμικό προστασίας.
- ζ) Οι πυκνωτές εκκινήσεως και λειτουργίας (αν υπάρχουν).
- η) Το ηλεκτρικό κύκλωμα της λάμπας φωτισμού του θάλαμου.

Λεπτομέρειες για το σκοπό και τη λειτουργία των παραπάνω ηλεκτρικών εξαρ-

τημάτων αναφέρονται στην άσκηση 29 του βιβλίου. Επίσης, στο τέλος αυτής της ασκήσεως θα δοθεί πίνακας των κυριότερων βλαβών των οικιακών ψυγείων, ώστε ο μαθητής να εξοικειωθεί με τα συμπτώματα κάθε βλάβης, να προβληματισθεί με τα πιθανά αίτια που την προκάλεσαν και έτσι να φροντίσει με σιγουριά για την αποκατάστασή της.

Η αποκατάσταση των ηλεκτρολογικών βλαβών των οικιακών ψυγείων, δεν απαιτεί την επέμβαση του τεχνίτη ψυκτικού στο εσωτερικό κύκλωμα του ψυκτικού ρευστού (να υπάρξει δηλαδή ατμοσφαιρική αποκατάσταση ή άνοιγμα του ψυκτικού κυκλώματος), εκτός των περιπτώσεων αντικαταστάσεως ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων. Όμως, για τον εντοπισμό και τη θεραπεία των ηλεκτρολογικών βλαβών, θα πρέπει ο ψυκτικός να γνωρίζει πολύ καλά αρκετά θέματα ηλεκτροτεχνίας, ηλεκτρικών μηχανών (ηλεκτροκινητήρων) και συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Επίσης θα πρέπει να είναι εξοικειωμένος με την ανάγνωση, ηλεκτρικών σχεδίων (βλέπε σχ. 34.2) και με τη χρήση οργάνων ηλεκτρικών μετρήσεων (ωμόμετρα, βολτόμετρα, αμπερόμετρα κλπ).



Σχ. 34.2.

Ηλεκτρικό σχέδιο οικιακού ψυγείου ελληνικής κατασκευής.

Αντίθετα, η αποκατάσταση μηχανικών βλαβών απαιτεί συνήθως την αποσύνδεση των εξαρτημάτων που παρουσιάζουν βλάβη και την επισκευή τους έξω από τη μονάδα. Αυτό βέβαια προϋποθέτει διαδικασίες κοπιαστικές για τον ψυκτικό, μια και είναι υποχρεωμένος να αδειάσει τη μονάδα από το ψυκτικό (αν δεν έχει φύγει μόνο του λόγω της διαρροής), να επισκευάσει ή να αντικαταστήσει το εξάρτημα που έχει τη βλάβη και κατόπιν να ακολουθήσει όλη τη διαδικασία δημιουργίας κενού και φορτίσεως της μονάδας με ψυκτικό.

Οι παραπάνω διαδικασίες είναι δυσκολότερες στα οικιακά ψυγεία γιατί κατά κάνονα είναι εφόδιασμένα με συμπιεστές κλειστού τύπου που δεν έχουν εξωτερικές βαλβίδες εξυπηρετήσεως (βαλβίδες service). Σ' αυτή την άσκηση θα δοθεί η διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσει ο τεχνίτης ψυκτικός για να ξανακλείσει τη μονάδα οικιακού ψυγείου μετά από επισκευή ή αντικατάσταση κάποιου μηχανολογικού εξαρτήματος (τριχοειδούς σωλήνα, εξατμιστή φίλτρου κλπ).

Για τον εύκολο και οικονομικό εντοπισμό μιάς βλάβης σ' ένα ψυγείο, θα πρέπει να έχετε υπόψη σας τα ακόλουθα:

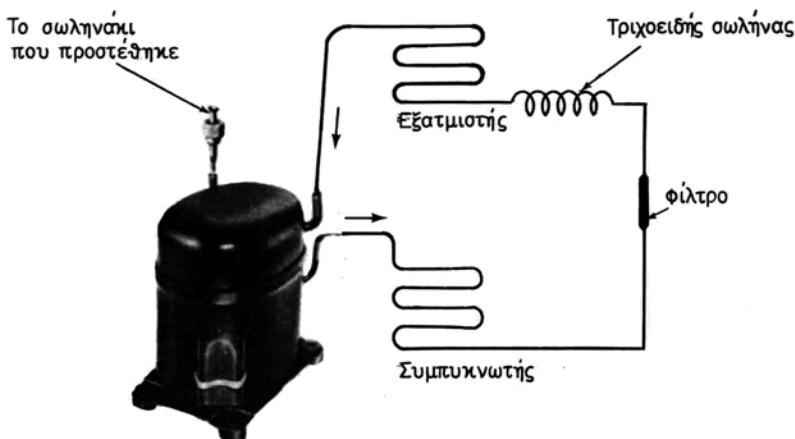
- 1) Ακούτε πάντα με προσοχή τον ιδιοκτήτη του ψυγείου για το πρόβλημα που παρουσιάζει το ψυγείο του.
- 2) Αρχίστε τον έλεγχο για τον εντοπισμό της βλάβης από τις πιο πιθανές και συχνά παρουσιαζόμενες βλάβες και προχωράτε ελέγχοντας προοδευτικά μέχρι και τις πιο σπάνιες.
- 3) Μην αρχίζετε να αλλάζετε εξαρτήματα του ψυγείου χωρίς να είστε βέβαιοι για τη βλάβη τους, νομίζοντας έτσι ότι θα συντομέψετε το χρόνο επισκευής του.
- 4) Χρησιμοποιείτε πάντα τις θεωρητικές και πρακτικές σας γνώσεις καθώς και τα όργανα-συσκευές που διαθέτετε, ώστε, να οδηγηθείτε με σιγουριά στον εντοπισμό της βλάβης και στην αποκαταστάσή της.
- 5) Δημιουργήστε ένα αρχείο τεχνικών πληροφοριών και παρατηρήσεων για κάθε τύπο ψυγείου, ρωτώντας άλλους τεχνικούς ή την εταιρία που το κατασκευάζει. Έτσι θα μειώνεται σημαντικά ο χρόνος εντοπισμού και αποκατάστασεως της βλάβης.

34.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά.

- 1) Οικιακό ψυγείο σε πλήρη λειτουργία.
- 2) Κόφτης χαλκοσωλήνων.
- 3) Ξύστρα γρεζιών.
- 4) Σετ εκτονωτικών και εκχειλωτικών εργαλείων.
- 5) Ειδικό εργαλείο για το κλείσιμο των μονάδων κλειστού τύπου.
- 6) Συσκευή συγκαλλήσεως προπανίου.
- 7) Συγκαλλητικό 50/50 ή 95/5.
- 8) Πάστα καθαρισμού No 50.
- 9) Σμυριδόπανο.
- 10) Ρακόρ, $1/4''$ - $1/4''$ και μαστός $1/4''$.
- 11) Κάσα μανομέτρων.
- 12) Αντλία κενού.
- 13) Φιάλη με ψυκτικό R₁₂.

34.4 Πορεία εργασίας (για κλείσιμο της μονάδας μετά από βλάβη κάποιου μηχανολογικού εξαρτήματος).

- 1) Εντοπίστε το εξάρτημα που παρουσιάζει τη βλάβη, έχοντας πάντα υπόψη σας όσα αναπτύχθηκαν στις εισαγωγικές πληροφορίες της ασκήσεως.
- 2) Αν το εξάρτημα με τη βλάβη είναι μηχανολογικό (τριχοειδής σωλήνας, φίλτρο, εξατμιστής κλπ) αφαιρέστε το ψυκτικό από τη μονάδα (αν δεν έχει φύγει μόνο του) και κατόπιν αποσυνδέστε το εξάρτημα από τη μονάδα.
- 3) Επισκευάστε (η αντικαταστήστε) το εξάρτημα με τη βλάβη και κατόπιν επανατοποθετήστε το στη θέση του ή τοποθετήστε καινούργιο. Βλέπε και ασκήσεις 27 και 28.
- 4) Κόψτε προσεκτικά με το σωληνοκόφτη το άκρο του **ειδικού σωλήνα εξυπηρετήσεως** (service) που υπάρχει στο συμπιεστή της μονάδας (σχ. 34.4a). Το σωληνάκι αυτό είναι επέκταση **της αναρροφήσεως του συμπιεστή** και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση αντλίας κενού ή φιάλης ψυκτικού.

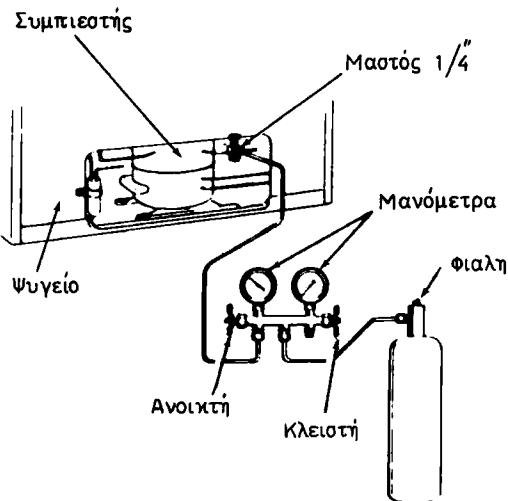


Σχ. 34.4a.

Συμπιεστής οικιακού ψυγείου στον οποίο φαίνεται το ειδικό σωληνάκι εξυπηρετήσεως (service) της μονάδας, καθώς και η επέκτασή του με τον απαραίτητο σύνδεσμο (ρακόρ).

- 5) Στο σωλήνα που έμεινε στο συμπιεστή προσθέστε ένα κομμάτι χαλκοσωλήνα 15-20 cm μήκους και διαμέτρου $\frac{1}{4}$ της ίντσας, ακολουθώντας τη διαδικασία που αναπτύσσεται σε προηγούμενες ασκήσεις.
- 6) Περάστε το σύνδεσμο (ρακόρ) $\frac{1}{4}''$ - $\frac{1}{4}''$, και κατόπιν εκχειλώστε το άκρο του χαλκοσωλήνα.
- 7) Προσαρμόστε στο ρακόρ ένα μαστό $\frac{1}{4}''$, για να μπορεί να συνδεθεί η κάσα των μανομέτρων και οι αναγκαίες συσκευές.
- 8) Συνδέστε στο μαστό την κάσα την μανομέτρων.

- 9) Συνδέστε την αντλία κενού και δημιουργήστε ικανοποιητικό κενό σ' ολόκληρη τη μονάδα (άνω των 28'' υδραργυρικής στήλης).
- 10) Κλείστε τη βάνα αναρροφήσεως της κάσας των μανομέτρων και αφαιρέστε την αντλία κενού.
- 11) Συνδέστε τώρα στο μεσαίο σύνδεσμο της κάσας των μανομέτρων (εκεί που ήταν η αντλία) τη φιάλη με το ψυκτικό, αφού προηγουμένης τη ζυγίσετε προσεκτικά.
- ΠΡΟΣΟΧΗ:** Η μονάδα παραμένει εκτός λειτουργίας κατά τη διάρκεια της φορτίσεως της με ψυκτικό.
- 12) Εξαερώστε τη γραμμή **φιάλης-κάσας μανομέτρων** και κατόπιν ανοίξτε τη βάνα αναρροφήσεως της κάσας μανομέτρων, για να αρχίσει η φόρτιση της μονάδας με ψυκτικό (σχ. 34.4β).

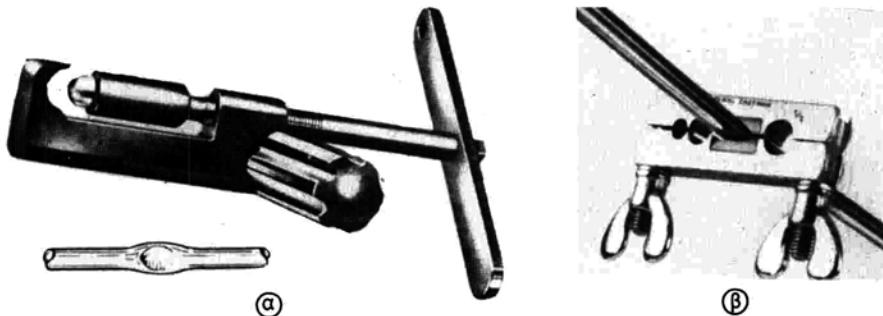


Σχ. 34.4β.
Διαδικασία φορτίσεως οικιακού ψυγείου.

- 13) Αναστρέψτε τη φιάλη ψυκτικού ώστε να συντομευθεί η πλήρωση της μονάδας.
- 14) Ζυγίζετε τακτικά τη φιάλη, ώστε η ποσότητα του ψυκτικού που θα μπει στη μονάδα να είναι η πρέπουσα (συμφωνα με τις προδιαγραφές του ψυγείου).
- 15) Κλείστε τη βαλβίδα της φιάλης ψυκτικού και αφήστε την κάσα των μανομέτρων συνδεμένη στη μονάδα.
- 16) Λειτουργήστε τη μονάδα για πάνω από 30 λεπτά, παρακολουθώντας την πίεση αναρροφήσεως και το πάγωμα του εξατμιστή. Η πίεση στο μανόμετρο αναρροφήσεως για R_{12} πρέπει να είναι γύρω στις **2 έως 4 lb/in²**. Παράλληλα παρακολουθούμε το πάγωμα του εξατμιστή. **Συνήθως όταν το πάγωμα (σχηματισμός πάγου) στον εξατμιστή φτάσει 10-15 cm περίπου μετά το τέλος του εξατμιστή, η μονάδα θεωρείται ικανοποιητικά φορτισμένη.**

Βέβαια το πάγωμα αυτό δεν θα πρέπει σε καμιά περίπτωση να περνά μετά το συλλέκτη αναρροφήσεως της μονάδας.

- 17) Προσαρμόστε το ειδικό εργαλείο στεγανοποιήσεως μονάδων κλειστού τύπου (σχ. 34.4γ), στο σωληνάκι που προσθέσατε. Η προσαρμογή του εργαλείου θα πρέπει να γίνει 2-3 cm μακριά από την κόλληση.



Σχ. 34.4γ.

Ειδικά εργαλεία στεγανοποιήσεως ψυκτικών μονάδων.

α) Τύπου μπίλιας. β) Τύπου σφικτήρα.

- 18) Σφίξτε το εργαλείο πάνω στο σωλήνα όσο γίνεται περισσότερο. Έτσι δημιουργείται μια μόνιμη παραμόρφωση του σωλήνα ικανή να στεγανοποιήσει την ψυκτική μονάδα. Για εξασφάλιση καλύτερης στεγανότητας, επαναλάβετε την παραπάνω ενέργεια σε δύο-τρία διαφορετικά σημεία του σωλήνα, που να απέχουν μεταξύ τους τουλάχιστον 2 cm.
- 19) Με το εργαλείο στεγανοποιήσεως σφιγμένο πάνω στο σωληνάκι (στην τελευταία του θέση), κόψτε το τελευταίο άκρο του σωλήνα και αφαιρέστε το ρακόρ.
- 20) Κατόπιν καθαρίστε προσεκτικά το τελευταίο άκρο του σωλήνα και γεμίστε το με συγκολλητικό (κασσιτεροκόλληση).
- 21) Αφαιρέστε τώρα το εργαλείο στεγανοποιήσεως και βάλτε σε λειτουργία τη μονάδα παρακολουθώντας τα αποτελέσματα της επισκευής που κάνατε.

Στη συνέχεια αυτής της ασκήσεως δίνεται ένας πίνακας βλαβών οικιακών ψυγείων, με τις πιθανές αιτίες τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΗΘΕΣΤΕΡΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΨΥΓΕΙΩΝ

Σύμπτωμα	Πιθανές αιτίες
Ο συμπιεστής του ψυγείου δεν εκκινεί	<ul style="list-style-type: none"> α) Το ηλεκτρικό κύκλωμα του συμπιεστή είναι ανοιχτό από κομμένο αγωγό, ανοιχτό διακόπτη ή καρμένη ασφάλεια. β) Οι επαφές του θερμοστάτη παραμένουν ανοιχτές (βλάβη του θερμοστάτη). γ) Καρμένος ο ηλεκτροκινητήρας του συμπιεστή. δ) Οι επαφές του θερμικού προστασίας παραμένουν ανοιχτές (βλάβη του θερμικού).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΗΘΕΣΤΕΡΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΨΥΓΕΙΩΝ

Σύμπτωμα	Πιθανές αιτίες
Ο συμπιεστής βουτίζει ασυνήθιστα (μουγκρίζει), χωρίς τελικά να εκκινεί	<ul style="list-style-type: none"> α) Λανθασμένη συνδεσμολογία του ηλεκτροκινητήρα. β) Χαλασμένος πυκνωτής εκκινήσεως. γ) Χαλασμένο ρελάι εκκινήσεως. δ) Βραχυκυκλωμένη περιέλιξη του ηλεκτροκινητήρα. ε) Βλάβη στο μηχανικό μέρος του συμπιεστή (π.χ. κολλημένα έμβολα). στ) Χαμηλή τάση του ηλεκτρικού δικτύου
Ο συμπιεστής εκκινεί, αλλά σε λίγο σταματάει μέσω του θερμικού προστασίας	<ul style="list-style-type: none"> α) Χαμηλή τάση τροφοδοτήσεως. β) Λανθασμένη ηλεκτρική συνδεσμολογία. γ) Χαλασμένος πυκνωτής λειτουργίας. δ) Εσωτερική βλάβη στο συμπιεστή. ε) Χαλασμένο το θερμικό προστασίας. στ) Βραχυκυκλωμένη ή γειωμένη περιέλιξη του ηλεκτροκινητήρα.
Η μονάδα έχει βραχύ κύκλο λειτουργίας (μικρός χρόνος μεταξύ START-STOP)	<ul style="list-style-type: none"> α) Το ποσό του ψυκτικού της μονάδας είναι πολύ λίγο. β) Διαρροή στη βαλβίδα καταθλίψεως του συμπιεστή. γ) Βουλωμένος ο τριχοειδής σωλήνας. δ) Χαλασμένο θερμικό προστασίας. ε) Χαλασμένος θερμοστάτης.
Η μονάδα λειτουργεί επί πολύ ώρα ή χωρίς διακοπή (έχει μεγάλο κύκλο λειτουργίας)	<ul style="list-style-type: none"> α) Δεν υπάρχει ψυκτικό στη μονάδα. (Σ' αυτή την περίπτωση δεν έχομε και ψύξη στο θάλαμο). β) Χαλασμένος θερμοστάτης (οι επαφές του παραμένουν συνέχεια κλειστές) (Σ' αυτή την περίπτωση έχουμε υπερβολική ψύξη στο θάλαμο). γ) Σχηματισμός μεγάλου πάχους πάγου στον εξατμιστή. δ) Πολύ χαμηλή απόδοση του συμπιεστή. ε) Η πόρτα του ψυγείου παραμένει ανοιχτή. στ) Χαλασμένο το λάστιχο στεγανότητας της πόρτας του ψυγείου. ζ) Πολύ ακάθαρτος συμπυκνωτής.
Το ρελάι εκκινήσεως καίγεται συχνά	<ul style="list-style-type: none"> α) Η τάση τροφοδοτήσεως δεν είναι η πρέπουσα (μεγαλύτερη ή μικρότερη). β) Η μονάδα, για κάποιο λόγο, έχει μικρό κύκλο λειτουργίας (συχνό STOP-START). γ) Λανθασμένος ο τρόπος τοποθετήσεως του ρελάι εκκινήσεως. δ) Ακατάλληλο για το υπόψη ψυγείο το ρελάι εκκινήσεως (μικρό).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΗΘΕΣΤΕΡΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΨΥΓΕΙΩΝ

Σύμπτωμα	Πιθανές αιτίες
Ο πυκνωτής εκκινήσεως καιγεται συχνά	<ul style="list-style-type: none"> a) Η μονάδα, για κάποιο λόγο έχει βραχύ κύκλο λειτουργίας. β) Οι επαφές του ρελάι εκκινήσεως παραμένουν κλειστές και μετά την εκκίνηση (βλάβη του ρελαι). γ) Ακατάλληλος (μικρός) για την περίπτωση πυκνωτής (μικρής χωρητικότητας).
Η θερμοκρασία στο θάλαμο του ψυγείου είναι σχετικά μεγάλη	<ul style="list-style-type: none"> a) Το ψυκτικό της μονάδας είναι λιγότερο από το κανονικό. β) Πλαχύ στρώμα πάγου στον εξατμιστή. γ) Ελαπτωματικός συμπιεστής. δ) Βουλωμένος ο τριχοειδής σωλήνας ή το φίλτρο.
Η θερμοκρασία του ψυκτικού θαλάμου συντηρήσεως είναι πολύ χαμηλή	<ul style="list-style-type: none"> α) Οι επαφές του θερμοστάτη παραμένουν κλειστές (βλάβη του θερμοστάτη). β) Κακή τοποθέτηση του βολβού του θερμοστάτη. γ) Ελαπτωματικός συμπιεστής. δ) Βουλωμένος ο τριχοειδής σωλήνας ή το φίλτρο.
Παγώνει η γραμμή αναρροφήσεως της μονάδας	<ul style="list-style-type: none"> α) Υπερβολική ποσότητα ψυκτικού ρευστού στη μονάδα. β) Ακατάλληλος τριχοειδής σωλήνας (μεγάλης διαμέτρου ή μικρού μήκους).

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΛΕΒΗΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

35.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα μάθουν τη διαδικασία εγκαταστάσεως ενός καιυστήρα πετρελαίου, σε λέβητα κεντρικής θερμάνσεως.

35.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Το χρησιμοποιούμενο σήμερα καύσιμο για τη λειτουργία των κεντρικών θερμάνσεων είναι το πετρέλαιο. Η προτίμηση στη χρήση του πετρελαίου είναι αποτέλεσμα των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει σε σύγκριση με τα στερεά καύσιμα (άνθρακας, ξύλα κλπ.) που χρησιμοποιούνταν παλιότερα. Τα πλεονεκτήματα του πετρελαίου είναι:

- α) Έχουμε αυτοματισμό στον έλεγχο και στη λειτουργία της εγκαταστάσεως.
- β) Έχουμε καθαριότητα και ασφάλεια στο χώρο του λεβητοστάσιου.
- γ) Δεν απαιτούνται μεγάλοι αποθηκευτικοί χώροι.
- δ) Οι διάφοροι αυτοματισμοί ελέγχου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις εγκαταστάσεις με πετρέλαιο, ανεβάζουν αισθητά τον ολικό βαθμό αποδόσεως, με αποτέλεσμα να περιορίζεται σημαντικά το κόστος λειτουργίας των κεντρικών θερμάνσεων.

Στη χώρα μας χρησιμοποιούνται οι εξής δυο κατηγορίες πετρελαίων στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως:

- Το **ελαφρύ πετρέλαιο** ή **πετρέλαιο ντήζελ** και
- το **βαρύ πετρέλαιο** ή **μαζούτ 1500**.

Για κτίρια κατοικιών, γραφείων και εμπορικών καταστημάτων δεν επιτρέπεται στη χώρα μας η χρήση του πετρελαίου τύπου μαζούτ, για μια δε καθορισμένη περιοχή της πόλεως των Αθηνών το μαζούτ απαγορεύεται ακόμα και για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις καύσεως. Ουσιαστικά δηλαδή, το μαζούτ επιτρέπεται μόνο για τις θερμάνσεις των βιομηχανικών κτιρίων, και μάλιστα μόνο αυτών που βρίσκονται έξω από το κέντρο της Αθήνας.

Περισσότερες λεπτομέρειες για τα χαρακτηριστικά των πετρελαίων θερμάν-

σεως, καθώς και άλλων υγρών ή στερεών καυσίμων δίνονται στο βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Θερμάνσεις», κεφάλαιο 3.

Τα είδη των καυστήρων που χρησιμοποιούνται (ή που είναι δυνατόν να συναντήσομε) στις κεντρικές θερμάνσεις των κτιρίων είναι:

- α) Καυστήρες εξατμίσεως (με ή χωρίς ανεμιστήρα).
- β) Καυστήρες διασκορπισμού:
 - Υψηλής πιέσεως.
 - Χαμηλής πιέσεως.
- γ) Καυστήρες περιστροφής.

Στις εγκαταστάσεις των κεντρικών θερμάνσεων χρησιμοποιούνται κατά κανόνα καυστήρες διασκορπισμού **υψηλής πιέσεως** λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν.

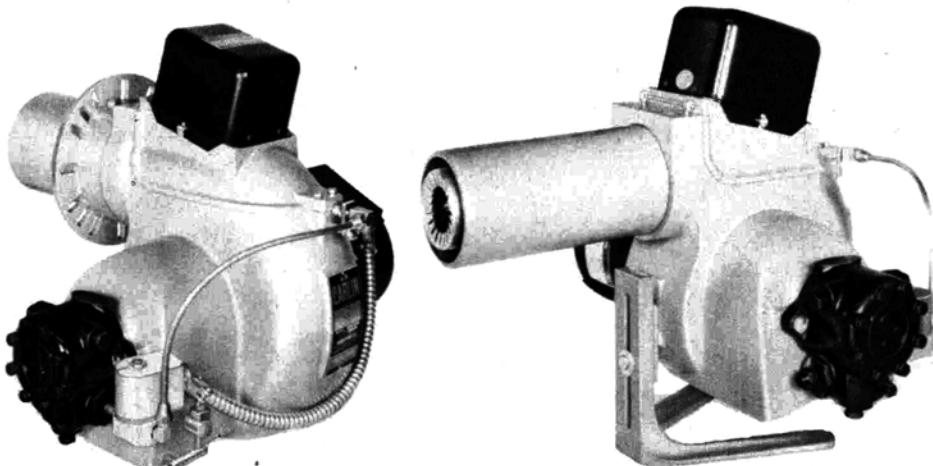
Τα κύρια εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένας καυστήρας διασκορπισμού πετρελαίου υψηλής πιέσεως είναι:

- α) Το μεταλλικό σασί.
- β) Η αντλία πετρελαίου.
- γ) Ο ηλεκτροκινητήρας.
- δ) Ο ανεμιστήρας.
- ε) Το ακροφύσιο (μπεκ).
- στ) Οι αναφλεκτήρες (σπινθηριστές).

ζ) Το ηλεκτρικό ή ηλεκτρονικό σύστημα αυτόματου ελέγχου και προστασίας του καυστήρα.

Θα περιγράψουμε στη συνέχεια τα εξαρτήματα, και τη λειτουργία των καυστήρων διασκορπισμού. Λεπτομέρειες για τους άλλους τύπους καυστήρων δίνονται στο βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Θερμάνσεις» σελ. 144.

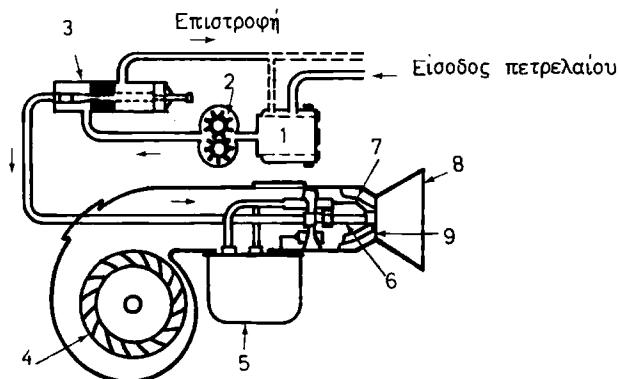
Στο σχήμα 35.2α φαίνονται, σε φωτογραφία, δυο τύποι καυστήρων διασκορπισμού.



Σχ. 35.2α.

Καυστήρες διασκορπισμού υψηλής πιέσεως.

α) Καυστήρας που στηρίζεται στο λέβητα με φλάντζες. β) Καυστήρας που εδράζεται στο δάπεδο.



Σχ. 35.28.

Σχηματική παράσταση καυστήρα διασκορπισμού πετρελαίου υψηλής πιέσεως.

1) Φίλτρο. 2) Αντλία πετρελαίου. 3) Ρυθμιστής πιέσεως αντλίας. 4) Ανεμιστήρας. 5) Μετασχηματίστης. 6) Ακροφύσιο (μπεκ). 7) Ηλεκτρόδια. 8) Χοάνη στροβιλισμού. 9) Πτερύγια στροβιλισμού.

Τα παραπάνω κύρια εξαρτήματα των καυστήρων διασκορπισμού πετρελαίου υψηλής πιέσεως διακρίνονται στο σχήμα 35.2β.

Το πετρέλαιο από τη δεξιάμενή αποθηκεύσεως αντλείται με την **αντλία** (2) του καυστήρα, αφού πρώτα περάσει από το **φίλτρο** (1). Από την αντλία το καύσιμο φεύγει με πίεση 15 atm (περίπου) και οδηγείται στο **ακροφύσιο** (μπεκ του καυστήρα (6)). Με τη βοήθεια του ακροφυσίου και των ειδικών **εξαρτημάτων στροβιλισμού** (8), το πετρέλαιο κονιορτοποιείται. Σ' αυτή την κατάσταση αναμιγνύεται με τη σωστή ποσότητα αέρα που εξασφαλίζεται από ένα **φυγοκεντρικό ανεμιστήρα** (4). Η αντλία πετρελαίου και ο ανεμιστήρας παίρνουν κίνηση από κοινό ηλεκτροκινητήρα.

Η έναυση του μίγματος **πετρελαίου-αέρα** γίνεται με τη βοήθεια **ηλεκτροδίων αναφλέξεως** (7) που λέγονται και σπινθηριστές ή και αναφλεκτήρες. Ο σπινθήρας επιτυγχάνεται με τάση 10000 έως 15000 V. Η παραπάνω υψηλή τάση εξασφαλίζεται από ένα μετασχηματιστή τάσεως (5).

Μόλις αναπυχθεί φλόγα στο θάλαμο καύσεως του λέβητα, διακόπτεται αυτόματα η τροφοδότηση του μετασχηματιστή και οι σπινθηριστές παύουν να δίνουν σπινθήρα. Ειδικός **μηχανισμός ασφαλείας**, διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα σε περίπτωση που, για κάποιο λόγο, δεν σταματήσουν οι σπινθηριστές να δίνουν σπινθήρα. Επίσης, σε περίπτωση που δεν έχομε συνέχιση της φλόγας στο θάλαμο καύσεως μετά τη διακοπή του σπινθήρα, ενεργοποιείται πάλι το σύστημα ασφάλειας και διακόπτεται η λειτουργία του καυστήρα. Μετά από μια τέτοια αποτυχημένη έναυση, οι περισσότεροι τύποι καυστήρων δεν επαναλειτουργούν αν δεν πέσουμε το ειδικό **κουμπί επαναφοράς** (RESET).

35.3 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

- Πλήρης εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως (λειτουργούσα).
- Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- Σειρά από πολύγωνα (αμερικάνικα) κλειδιά.

- Γαλλικό (ρυθμιζόμενο) κλειδί 8''.
- Κατσαβίδι σταυρωτό 8''.
- Στουπί καθαρισμού.

35.4 Πορεία εργασίας.

35.4.1 Τοποθέτηση καυστήρα που εδράζεται στο δάπεδο.

- 1) Καθαρίστε καλά το χώρο γύρω από το λέβητα και ειδικά το σημείο που θα πατήσει ο καυστήρας.
- 2) Τοποθετήστε τον καυστήρα στο δάπεδο, με την κεφαλή καύσεως μπροστά στην ειδική υποδοχή (τρύπα) του λέβητα η οποία προορίζεται για την είσοδο της κεφαλής του καυστήρα.
- 3) Ρυθμίστε τώρα το ύψος του καυστήρα από τις ειδικές ρυθμιστικές βίδες, ώστε η κεφαλή καύσεως του καυστήρα να οριζοντιωθεί και το κέντρο της να συμπέσει με το κέντρο της υποδοχής του καυστήρα στο λέβητα.
- 4) Σπρώξτε τον καυστήρα, ανασηκώνοντάς τον ελαφρά ώστε η κεφαλή του να μπει στην υποδοχή (τρύπα) του λέβητα.
- 5) Κάνετε τώρα μικρορυθμίσεις από τις ρυθμιστικές βίδες του καυστήρα, ώστε η κεφαλή καύσεως του καυστήρα να έχει **οριζόντια θέση** και το μέτωπο του κώνου καύσεως να είναι στο ίδιο επίπεδο με την εσωτερική επιφάνεια του λέβητα [σχήμα 35.4α(α) και σχήμα 35.4β]. **Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να εκτείνεται ο κώνος της κεφαλής του καυστήρα πέρα από την εσωτερική επιφάνεια του λέβητα** [σχ. 35.4α(β)].
- 6) Αφού στερεώσετε καλά τον καυστήρα, κλείστε προσεκτικά το κενό που έμεινε μεταξύ του καυστήρα και της υποδοχής (τρύπας) του λέβητα, με κορδόνι από αμίαντο ή αμιαντοτσιμέντο (σχ. 35.4 β).
- 7) Συνδέστε τους εύκαμπτους σωλήνες πετρελαίου (τροφοδοτήσεως και επιστροφής).
- 8) Συνδέστε την ηλεκτρική τροφοδότηση, σύμφωνα με τη ηλεκτρολογικό διάγραμμα που συνοδεύει τον καυστήρα.

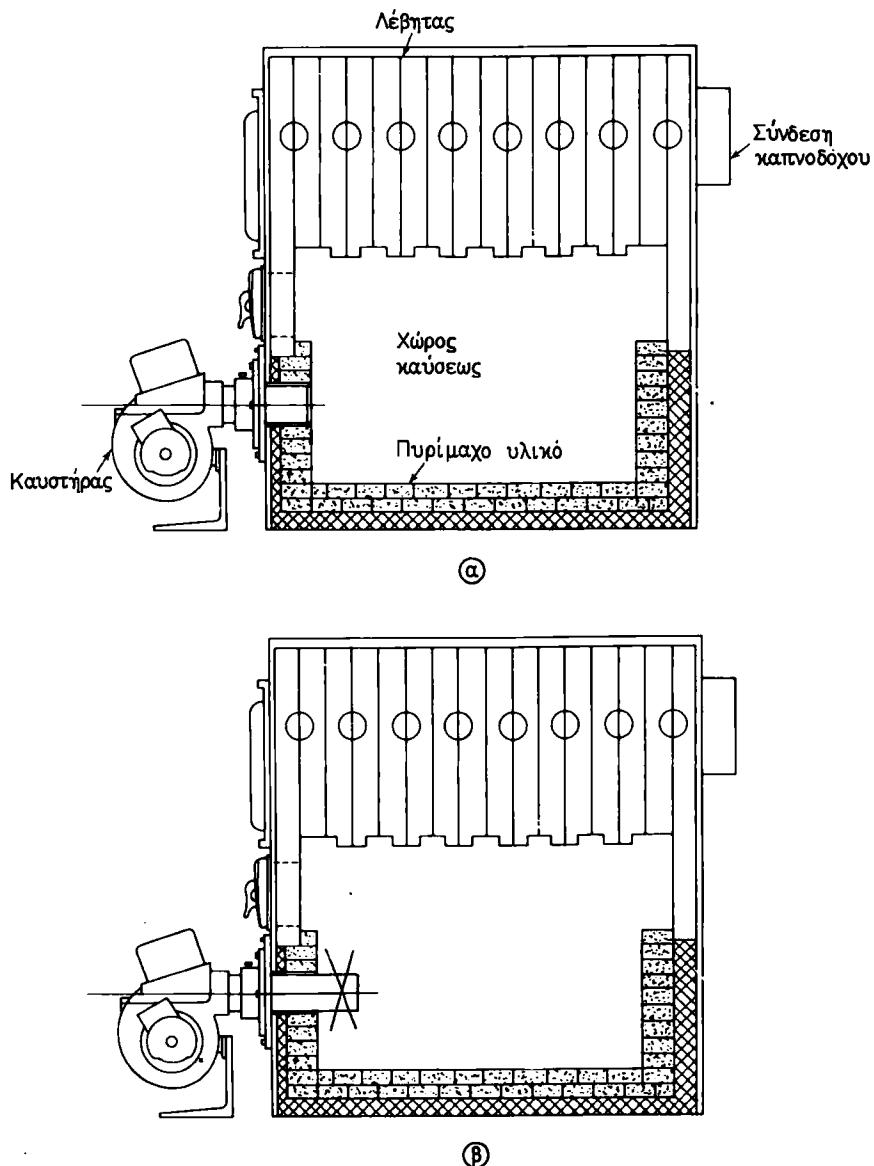
Παρατήρηση.

Οι περισσότεροι κατασκευαστές καυστήρων συνιστούν **μια ελαφρά κλίση της κεφαλής του καυστήρα προς το δάπεδο του θαλάμου καύσεως**. Όμως η σύσταση αυτή δεν μπορεί να γενικευθεί, γιατί κάθε είδος καυστήρα έχει τα δικά του χαρακτηριστικά λειτουργίας. Έτσι, σε κάθε περίπτωση εγκαταστάσεως καυστήρων που δεν μας είναι γνωστοί, θα πρέπει να συμβουλευόμαστε τις οδηγίες του κατασκευαστή.

- 9) Ετοιμάστε τώρα την εγκατάσταση για μια δοκιμαστική εκκίνηση (έναυση).
- 10) Συμβουλευθείτε τον επιβλέποντα πριν θέσετε σε λειτουργία τον καυστήρα.

35.4.2 Εγκατάσταση καυστήρα που στηρίζεται στο λέβητα με μεταλλική φλάντζα.

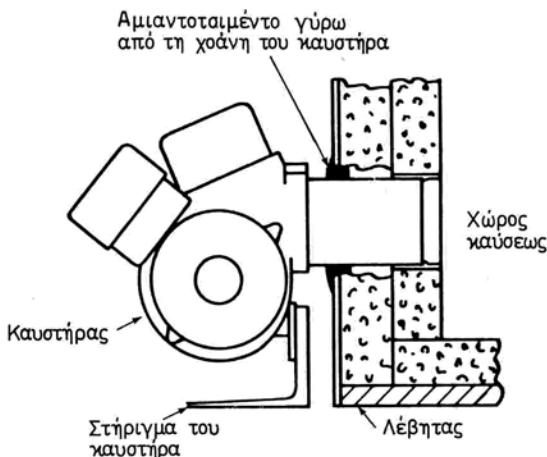
- 1) Μετρήστε το πάχος του λέβητα (την απόσταση μεταξύ της εξωτερικής και της εσωτερικής επιφάνειάς του) μέσα από την τρύπα του λέβητα που θα υποδεχθεί τον καυστήρα. Μ' αυτό τον τρόπο θα βρείτε το απαιτούμενο μήκος του σωλήνα του καυστήρα, που θα εισχωρήσει μέσα στο λέβητα.



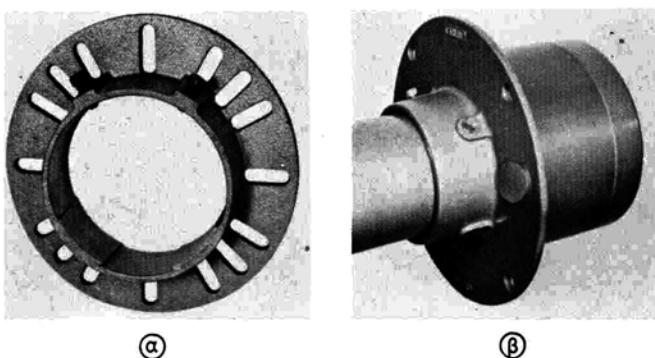
Σχ. 35.4α.

Τοποθέτηση του καυστήρα σε λέβητα, όταν ο καυστήρας εδράζεται στο δάπεδο.
α) Σωστή τοποθέτηση. β) Λανθασμένη τοποθέτηση.

- 2) Περάστε την ειδική μεταλλική φλάντζα συγκρατήσεως του καυστήρα (σχ. 35.4γ) στο σωλήνα της κεφαλής του καυστήρα.
- 3) Τοποθετήστε τη μεταλλική φλάντζα σε απόσταση από το άκρο του κώνου του καυστήρα, ίση με το πάχος του λέβητα (πάχος μετάλλου και της πυρίμαχης επενδύσεως) και σφίξτε την καλά. Έτσι το άκρο του καυστήρα (ο κώνος

**Σχ. 35.48.**

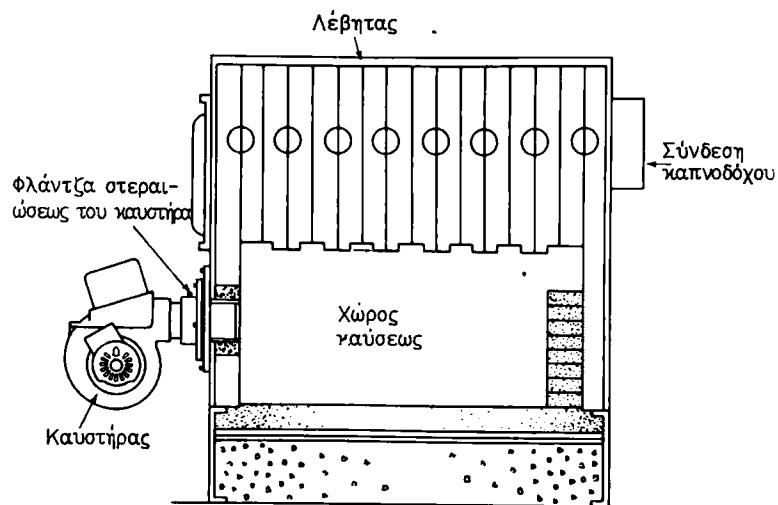
Η σωστή τοποθέτηση του καυστήρα όταν εδράζεται στο δάπεδο.

**Σχ. 35.4γ.**

Δύο τύποι μεταλλικής φλάντζας στερεώσεως του καυστήρα στο λέβητα.

της κεφαλής), θα βρεθεί στο ίδιο επίπεδο με την εσωτερική επιφάνεια του λέβητα («πρόσωπο») με την εσωτερική επιφάνεια του λέβητα, όπως το λένε οι τεχνίτες καυστήρων). Στο σχήμα 35.4δ φαίνεται η σωστή τοποθέτηση καυστήρα με φλάντζα στηρίξεως, σε λέβητα κεντρικής θερμάνσεως.

- 4) Σφίξτε καλά τις βίδες συγκρατήσεως της φλάντζας του καυστήρα ώστε να στερεωθεί καλά και να αποφευχθεί κάθε μετακίνηση του καυστήρα από την παρουσία κραδασμών κατά τη λειτουργία του.
- 5) Συνδέστε το σωλήνα (ή τους σωλήνες) πετρελαίου και την ηλεκτρική γραμμή τροφοδοτήσεως του καυστήρα.
- 6) Ετοιμάστε την εγκατάσταση για μια γενική δοκιμή.

**Σχ. 35.46.**

Η σωστή τοποθέτηση του καυστήρα όταν στεραιώνεται στο λέβητα με μεταλλική φλάντζα.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΕΚΤΗ

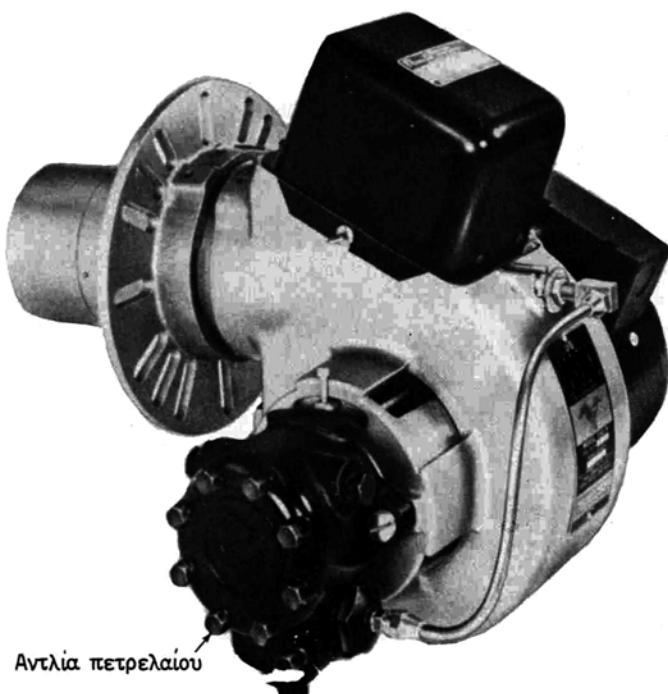
ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΔΙΑΣΚΟΡΠΙΣΜΟΥ

36.1 Σκοπός.

Σκοπός αυτής της ασκήσεως είναι να δώσει στους μαθητές τις απαραίτητες πληροφορίες για τη σωστή διαδικασία ρυθμίσεως της πιέσεως του πετρελαίου που κατευθύνεται προς το ακροφύσιο (μπεκ) του καυστήρα.

36.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Ένα από τα κύρια εξαρτήματα ενός καυστήρα πετρελαίου είναι **η αντλία** (σχ. 36.2a). Είναι πάντα ενσωματωμένη στο συγκρότημα του καυστήρα και παίρνει πε-



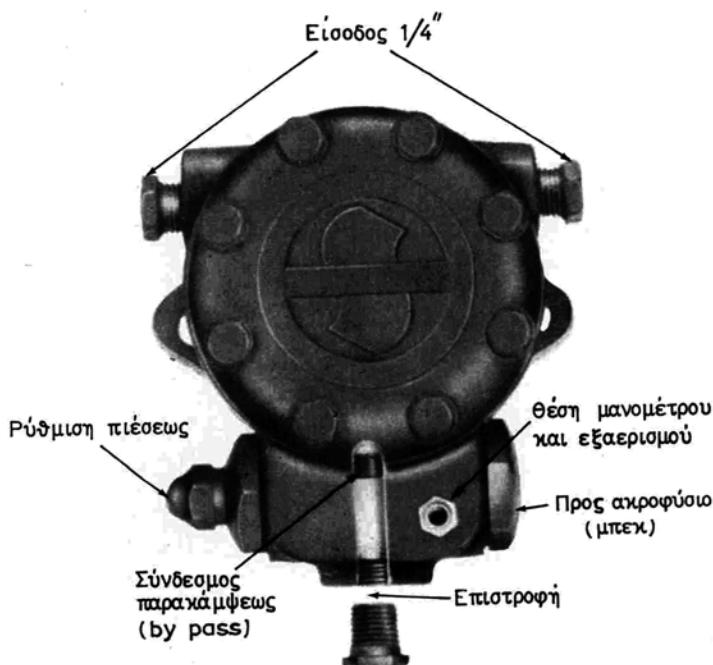
Σχ. 36.2a.

Καυστήρας διασκορπισμού στον οποίο διακρίνεται η αντλία πετρελαίου.

ριστροφική κίνηση από τον ίδιο ηλεκτροκινητήρα που περιστρέφει τον ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα καύσεως.

Σκοπός της αντλίας πετρελαίου είναι να αναρροφά το πετρέλαιο από τη δεξαμενή αποθηκεύσεως και να το καταθλίβει με μεγάλη πίεση προς το ακροφύσιο (μπεκ).

Οι αντλίες πετρελαίου των καυστήρων είναι συνήθως **γραναζωτού** ή **περιστροφικού τύπου** και μπορεί να έχουν μια ή δυο βαθμίδες συμπιέσεως ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά λειτουργίας του καυστήρα. Στο σχήμα 36.2β φαίνεται μια συνηθισμένη μορφή αντλίας καυστήρα πετρελαίου, περιστροφικού τύπου.



Σχ. 36.2β.

Η εξωτερική μορφή συνηθισμένης αντλίας καυστήρα πετρελαίου.

Για να λειτουργεί αποδοτικά η αντλία και να επιτυγχάνεται η επιθυμητή απόδοση του συστήματος καύσεως, θα πρέπει να έχουμε πάντα υπόψη μας τα ακόλουθα:

- 1) Όταν η τροφοδότηση του καυστήρα με πετρέλαιο γίνεται από το κάτω μέρος της δεξαμενής [σχ. 36.2γ(α)], καλό θα είναι η δεξαμενή να τοποθετείται **λίγο πιο ψηλά** από τον καυστήρα, ώστε η ροή του πετρελαίου προς τον καυστήρα να εξασφαλίζεται με τη βαρύτητα (φυσική ροή). Πάντως η δεξαμενή δεν θα πρέπει να τοποθετείται ψηλότερα από 2 m από τον καυστήρα [απόσταση A, σχ. 36.2γ(α)]. Μ' αυτή τη διάταξη δεξαμενής-καυστήρα, η πίεση στη γραμμή τροφοδότησεως του καυστήρα περιορίζεται κάτω των 10 lb/in^2 με αποτέλεσμα να έχουμε ομαλή τροφοδότηση του καυστήρα (χωρίς μπουκώματα) και μέγιστη απόδοση. Σ' αυτή την περίπτωση, δεν απαιτείται συνήθως γραμμή επιστροφής πετρελαίου (από την αντλία προς τη δεξαμενή) και γι' αυτό η ειδι-

κή υποδοχή συνδέσεως της γραμμής επιστροφής που βρίσκεται πάνω στην αντλία, ταπώνεται.

- 2) Αν η δεξαμενή πετρελαίου είναι τοποθετημένη **ψηλότερα από τον καυστήρα** (όπως αναφέρθηκε πιο πάνω), αλλά η τροφοδότηση γίνεται από το πάνω μέρος της δεξαμενής [σχ. 36.2γ(β)], τότε η κατακόρυφη στήλη από τον καυστήρα μέχρι το ανώτερο ύψος της σωληνώσεως τροφοδοτήσεως [απόσταση B, του σχήματος 36.2γ(β)], δεν πρέπει να ξεπερνά τα 4 m. Σ' αυτή την περίπτωση απαιτείται γραμμή επιστροφής, η οποία καταλήγει στο πάνω μέρος της δεξαμενής.
- 3) Αν η δεξαμενή πετρελαίου βρίσκεται σε **χαμηλότερο επίπεδο** από τον καυστήρα [σχ. 36.2γ(γ)], τότε το βάθος αντλήσεως [απόσταση Γ, σχ. 36.2γ(γ)], δεν πρέπει να ξεπερνά τα 4 m. Σε μια τέτοια διάταξη καυστήρα-δεξαμενής, απαιτείται γραμμή επιστροφής η οποία θα πρέπει να βυθίζεται στη δεξαμενή μέχρι το σημείο από το οποίο αρχίζει η γραμμή τροφοδοτήσεως.
- 4) Η διάμετρος του χρησιμοποιούμενου σωλήνα για τη γραμμή τροφοδοτήσεως και επιστροφής, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από $\frac{3}{8}$ " ή 10 mm (η πλησιέστερη τυποποιημένη διάμετρος σε mm). Συνήθως χρησιμοποιείται σωλήνας $\frac{1}{2}$ " (12 mm ή 15 mm, τυποποιημένη διάμετρος σε mm).

Στο εσωτερικό της αντλίας υπάρχει ένα **φίλτρο**, συνήθως πλαστικό, το οποίο συγκρατεί κάθε ίχνος ξένου σώματος που φτάνει ως την αντλία με το πετρέλαιο. Το φίλτρο αυτό θα πρέπει να καθαρίζεται τουλάχιστον μια φορά το χρόνο και όποτε βέβαια έχομε ενδείξεις ότι είναι βουλαμένο. Όταν το φίλτρο πετρελαίου βουλώσει έχομε συνήθως τις παρακάτω ανωμαλίες:

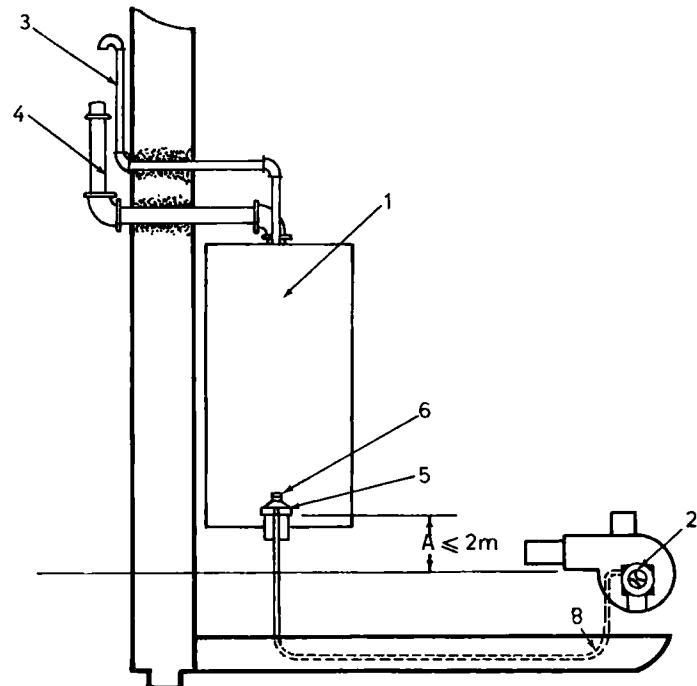
- 1) Δεν φθάνει πετρέλαιο στο ακροφύσιο (μπεκ).
 - 2) Η φλόγα έχει παλμώσεις (περίπτωση μερικού φραγμού του φίλτρου).
- Βέβαια το σωστό είναι να τοποθετείται πάντα ένα φίλτρο πετρελαίου μεγάλης ικανότητας καθαρισμού στη γραμμή τροφοδοτήσεως του καυστήρα, αμέσως μετά το διακόπτη [σχ. 36.2δ(α)]. Αυτό δυστυχώς δεν συμβαίνει πάντα στις ελληνικές εγκαταστάσεις θερμάνσεως, με αποτέλεσμα να έχομε συσσώρευση όλων των ακαθαρσιών στο λεπτό και σχετικά μικρής ικανότητας φίλτρο της αντλίας του καυστήρα.

Ο καθαρισμός του φίλτρου γίνεται με πετρέλαιο και με τη βοήθεια ενός πινέλου [σχ. 36.2δ (β)]. Μετά τον καθαρισμό, το φίλτρο πρέπει να τοποθετείται προσεκτικά στη θέση του. Το καπάκι της αντλίας που καλύπτει το φίλτρο πρέπει να βιδώνεται καλά, ώστε να αποκλείεται η αναρρόφηση αέρα.

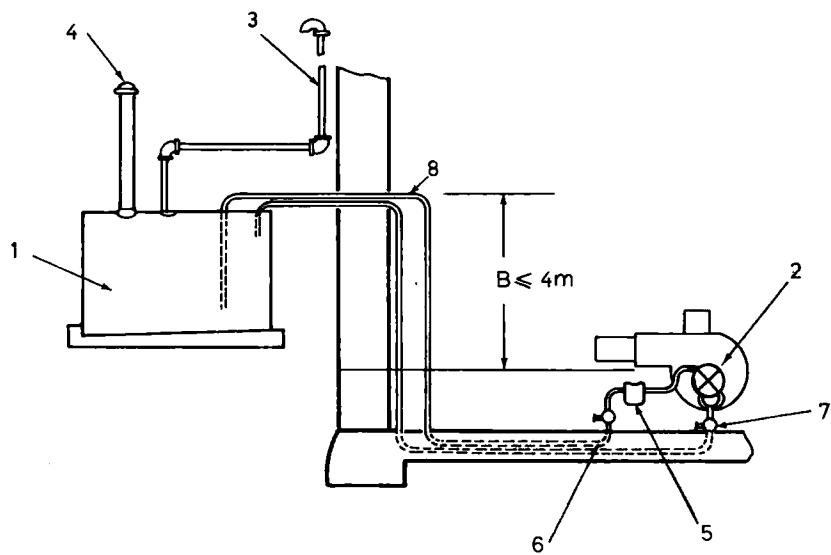
Για να φεκάζει το ακροφύσιο του καυστήρα την προβλεπόμενη από τον κατασκευαστή του ποσότητα πετρελαίου και να έχομε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα καύσεως, θα πρέπει το πετρέλαιο να συμπιέζεται προς το ακροφύσιο με ορισμένη πίεση. Η απαιτούμενη συμπίεση (κατάθλιψη) πραγματοποιείται από την αντλία. Το μέγεθος της πίεσεως με την οποία το πετρέλαιο πρέπει να φθάνει στο μπεκ το καθορίζει πάντα ο κατασκευαστής του καυστήρα. Γ' αυτό όταν κάνομε ρύθμιση στην πίεση του καυστήρα, θα πρέπει να συμβουλευόμαστε τη προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Η ονομαστική ικανότητα των καυστήρων (kg/h ή gal/h) στους αμερικανικούς καυστήρες δίνεται σε πίεση **100 lb/in² (7 atm περίπου)**. Στους Ευρωπαϊκούς όμως καυστήρες η ονομαστική τους ικανότητα δίνεται σε μεγαλύτερες πιέσεις που

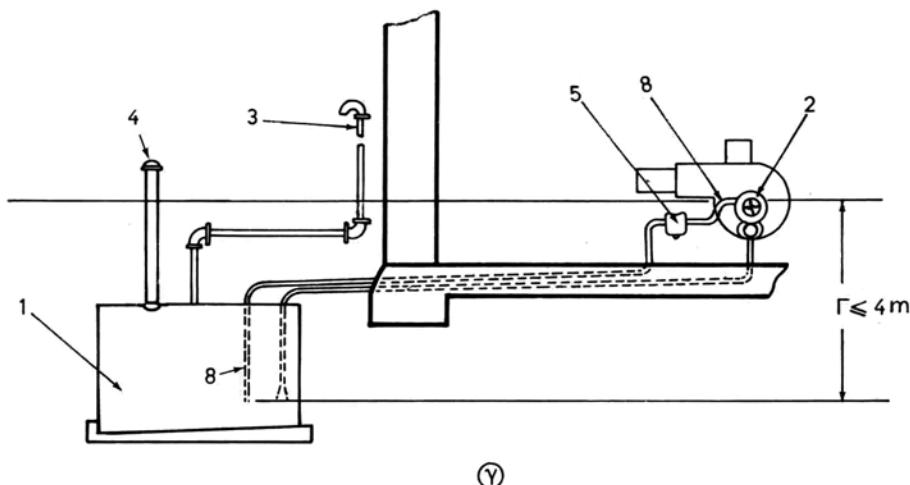
ποικίλλουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή και από μοντέλο σε μοντέλο. Η πίεση καταθλιψεως στους ευρωπαϊκούς καυστήρες και σε μερικούς αμερικανικούς, κυμαίνεται συνήθως από 10-15 'atm.



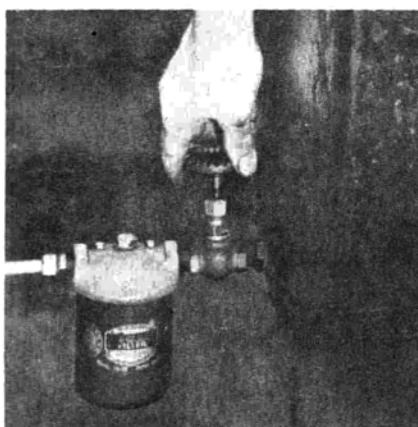
(a)



(b)

**Σχ. 38.2γ.**

Η τοποθέτηση του καυστήρα πετρελαίου, ως προς τη δεξαμενή αποθηκεύσεως πετρελαίου.
 α) Η δεξαμενή ψηλότερα από τον καυστήρα και τροφοδότηση από το κάτω μέρος της δεξαμενής (χωρίς γραμμή επιστροφής). β) Η δεξαμενή ψηλότερα από τον καυστήρα και τροφοδότηση από το άνω μέρος της δεξαμενής (με γραμμή επιστροφής). γ) Η δεξαμενή χαμηλότερα από τον καυστήρα (με γραμμή επιστροφής). 1) Αποθήκευση πετρελαίου. 2) Αντλία καυστήρα. 3) Εξαερισμός δεξαμενής. 4) Σωλήνας πληρώσεως. 5) Φίλτρο πετρελαίου. 6) Βάνα γραμμής τροφοδοτήσεως. 7) Βάνα γραμμής επιστροφής. 8) Σωλήνας τροφοδοτήσεως του καυστήρα.



Ⓐ



Ⓑ

Σχ. 38.26.

α) Ο διακόπτης και το φίλτρο αντλίας πετρελαίου στη γραμμή τροφοδοσίας του καυστήρα. β) Το καθάρισμα του φίλτρου.

Πίεση μικρότερη από την προβλεπόμενη προκαλεί συνήθως μικρή και αδύνατη φλόγα στο θάλαμο καύσεως, πράγμα που συνεπάγεται παράταση του χρόνου που απαιτείται για τη θέρμανση του νερού της εγκαταστάσεως στο λέβητα.

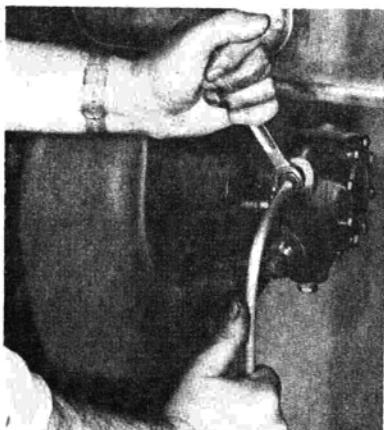
- Εξάλλου, **πίεση μεγαλύτερη** από εκείνη που δίνουν οι προδιαγραφές του κατασκευαστή θα μπορούσε να προκαλέσει τα παρακάτω ανεπιθύμητα φαινόμενα:
- Έντονη παρουσία κάπνιας στο χώρο καύσεως.
 - Συστύρωση πετρελαίου στο δάπεδο του λέβητα που εξακολουθεί να καίγεται και μετά τη διακοπή της λειτουργίας του καυστήρα.
 - Άσκοπη κατανάλωση πετρελαίου.

36.3 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

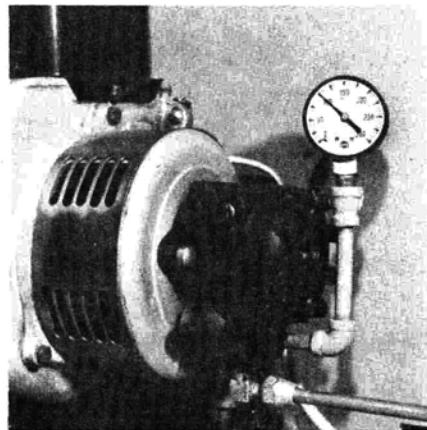
- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως λειτουργούσα.
- Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- Σειρά από πολυγωνικά κλειδιά.
- Σειρά από κλειδιά 'Allen' (Allen).
- Μανόμετρο υψηλής πίεσεως 0-300 lb/in² (0-20 atm) με όλα τα εξαρτήματα για τη σύνδεσή του στην αντλία.
- Στουπί.
- Πινέλο.
- Πετρέλαιο.
- Κατάλληλο πλαστικό ή μεταλλικό δοχείο για το πλύσιμο του φίλτρου.

36.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Κλείστε την ηλεκτρική παροχή του καυστήρα.
- 2) Κλείστε το διακόπτη του πετρελαίου [σχ. 36.2δ(α)].
- 3) Με τη βοήθεια του κατάλληλου πολυγωνικού κλειδιού ή κλειδιού Allen (εξαγωνάκι) ξεβιδώστε το καπάκι της αντλίας πετρελαίου.
- 4) Αφαιρέστε το φίλτρο από την υποδοχή του και ελέγξτε την κατάστασή του.
- 5) Αν το φίλτρο είναι βουλωμένο από ζένα σώματα, καθαρίστε το καλά με πετρέλαιο και πινέλο [σχ. 36.2δ(β)].
- 6) Επανατοποθετήστε το φίλτρο και το καπάκι της αντλίας, ακολουθώντας την αντίστροφη διαδικασία από εκείνη που ακολουθήσατε για την αφαίρεσή τους.
- 7) Συσφίξτε καλά όλες τις βίδες του καπακιού της αντλίας και όλες τις τάπες, συνδέσεις κλπ. εξαρτήματα που βρίσκονται στην αντλία, ώστε να έχετε απόλυτη στεγανότητα [σχ. 36.4(α)].
- 8) Ξεβιδώστε την **τάπα της ειδικής υποδοχής** για τη σύνδεση του μανομέτρου, που βρίσκεται στη γραμμή καταθλίψεως της αντλίας.
- 9) Συνδέστε το μανόμετρο και **αφήστε το σύνδεσμό του χαλαρό** (λάσκα), ώστε να εξαερώσετε το δίκτυο καταθλίψεως του καυστήρα [σχ. 36.4(β)].
- 10) Ανοίξτε το διακόπτη του πετρελαίου και ελέγξτε για τυχόν διαρρόές.
- 11) Καθαρίστε το χώρο που εργαστήκατε και μαζέψτε τα εργαλεία που χρησιμοποιήσατε στις προηγούμενες φάσεις της εργασίας σας.
- 12) Τροφοδοτήστε τον καυστήρα με ρεύμα και παρακολουθήστε με προσοχή το χαλαρό σύνδεσμο του μανομέτρου. **Κρατήστε το σύνδεσμο του μανομέτρου χαλαρό, όσο εξέρχονται φυσαλίδες αέρα.**
- 13) Σφίξτε για λίγο το σύνδεσμο του μανομέτρου και μετά ξαναχαλαρώστε τον,



(α)



(β)

Σχ. 36.4.

- α) Έλεγχος για καλό σφίξιμο όλων των συνδέσμων στο καπάκι αντλίας πετρελαίου. β) Έλεγχος της πιέσεως του πετρελαίου με μανόμετρο.

ώστε να διαπιστώσετε ότι το δίκτυο έχει απαλλαγεί τελείως από την παρουσία αέρα.

Παρατηρήσεις.

- α) Αν η αντλία έχει ειδική τάπα εξαερισμού, δε θα χρησιμοποιήσετε για εξαερισμό το σύνδεσμο του μανομέτρου, αλλά την ειδική γι' αυτό το σκοπό τάπα.
- β) Αν η δεξαμενή πετρελαίου είναι ψηλότερα από τον καυστήρα, δεν χρειάζεται να λειτουργήσει ο καυστήρας για να πραγματοποιηθεί η εξαέρωση του δίκτυου.
- γ) Η παρουσία αέρα στο δίκτυο του πετρελαίου δυνατόν να δημιουργήσει τις παρακάτω ανωμαλίες:
 - Λερώνονται οι σπινθηριστές με πετρέλαιο, με όλες τις σχετικές συνέπειες.
 - Έχομε θορυβώδη λειτουργία της αντλίας.
 - Ελαττώνεται η πραγματική πίεση καταθλίψεως του πετρελαίου προς το μπΕΚ.
- 14) Διαβάστε τώρα την ένδειξη του μανομέτρου και γράψτε την σ' ένα χαρτί. Αν η πίεση είναι μικρότερη από την προβλεπόμενη από τον κατασκευαστή **αυξήστε την γυρίζοντας το ρυθμιστή πιέσεως αντλίας προς τα δεξιά**. Αντίθετες ενέργειες θα πρέπει να γίνουν για την ελάττωση της πιέσεως.
- 15) Όταν πετύχετε την απαιτούμενη πίεση, σταματήστε τη λειτουργία του καυστήρα και αφαιρέστε το μανόμετρο.
- 16) Τοποθετήστε την τάπα στην υποδοχή συνδέσεως του μανομέτρου και σφίξετε την καλά.
- 17) Ξαναλειτουργήστε τον καυστήρα και εξαερώστε πάλι την κατάθλιψη της αντλίας ακολουθώντας τη διαδικασία που αναφέρθηκε πιο πάνω.
- 18) Παρακολουθήστε τώρα την ποιότητα της καύσεως και κάνετε τις σχετικές ρυθμίσεις στον αέρα τροφοδοτήσεως του καυστήρα.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΕΒΔΟΜΗ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΑΝΑΦΛΕΞΕΩΣ ΤΟΥ ΚΑΥΣΤΗΡΑ

37.1 Σκοπός.

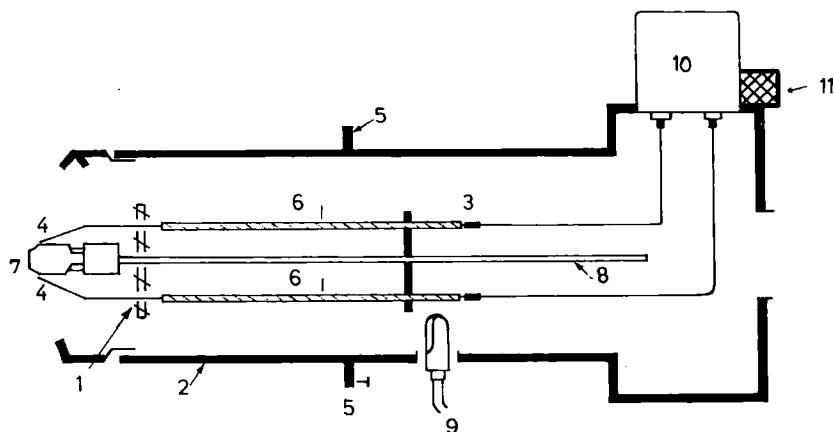
Οι μαθητές θα μάθουν να ελέγχουν το ηλεκτρικό σύστημα αναφλέξεως των καυστήρων και θα εξασκηθούν στη ρύθμιση των ακίδων των ηλεκτροδίων.

37.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Σκοπός των ηλεκτροδίων αναφλέξεως (σπινθηριστών) είναι να δίνουν τον απαιτούμενο σπινθήρα για την έναρξη της καύσεως του πετρελαίου.

Η λειτουργία τους διαρκεί μόνο **λίγα δευτερόλεπτα** και μόνο κατά την έναρξη της λειτουργίας του καυστήρα. Όταν σταθεροποιηθεί στο θάλαμο καύσεως η πρώτη φλόγα, το σύστημα αναφλέξεως του καυστήρα τίθεται εκτός λειτουργίας μέσω ενός αυτόματου ηλεκτρικού συστήματος, το βασικότερο εξάρτημα του οποίου είναι ένα **φωτοηλεκτρικό στοιχείο**.

Το σύστημα αναφλέξεως ενός καυστήρα περιλαμβάνει τα παρακάτω κύρια ηλεκτρικά εξαρτήματα (σχ. 37.2a):



Σχ. 37.2a.

Σχηματική παράσταση του συστήματος αναφλέξεως καυστήρα πετρελαίου.

- 1) Διάταξη στροβιλισμού.
- 2) Χοάνη αέρα.
- 3) Σύνδεσμος των ηλεκτροδίων.
- 4) Ηλεκτρόδια.
- 5) Φλάντζα στρεψώσεως του καυστήρα.
- 6) Μονωτήρες από πορσελάνη.
- 7) Ακροφύσιο (μπεκ).
- 8) Σωλήνας πετρελαίου.
- 9) Φωτοηλεκτρικό στοιχείο.
- 10) Μετασχηματιστής.
- 11) Ρελάι ελέγχου και προστασίας του συστήματος αναφλέξεως.

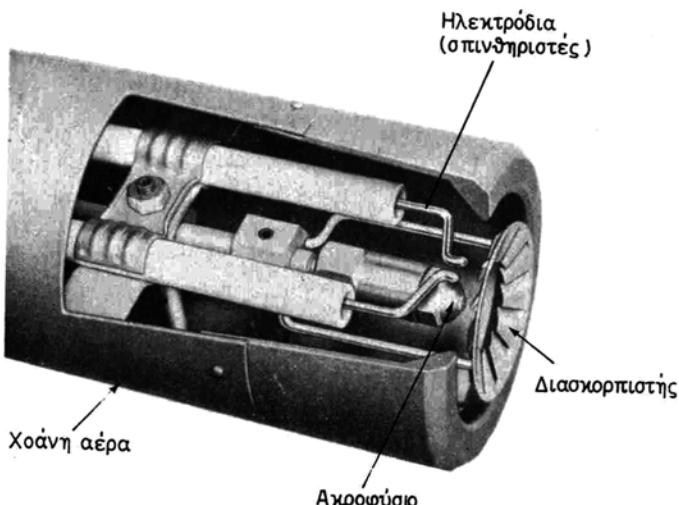
- 1) Το μετασχηματιστή τάσεως 220V/10000 V έως 150000 V.
- 2) Τους αγωγούς υψηλής τάσεως.
- 3) Τα ηλεκτρόδια (σπινθηριστές).
- 4) Τα εξαρτήματα στερεώσεως και ρυθμίσεως των ηλεκτροδίων.
- 5) Το φωτοηλεκτρικό στοιχείο (φωτοκύπταρο).
- 6) Τον αυτόματο (ρελαί) ελέγχου και προστασίας του συστήματος αναφλέξεως.

Στο σχήμα 37.2β φαίνεται φωτογραφία του ακροφυσίου (μπεκ) καυστήρα πετρελαίου, όπου διακρίνονται και τα ηλεκτρόδια αναφλέξεως.

Όταν δοθεί εντολή (αυτόματη ή χειροκίνητη) να λειτουργήσει ο καυστήρας, πρώτα ενεργοποιείται ο αυτόματος (ρελαί) που ελέγχει το σύστημα αναφλέξεως, και τροφοδοτεί το μετασχηματιστή με τάση 220 V. Έτσι, τα ηλεκτρόδια τροφοδοτούνται με τάση 10000 V έως 15000 V και αρχίζει ο σπινθηρισμός μεταξύ των ακίδων των ηλεκτροδίων.

Μετά από 2-3 s από την έναρξη του σπινθηρισμού, τίθεται αυτόματα σε λειτουργία ο ηλεκτροκινητήρας του καυστήρα και αρχίζει η ταυτόχρονη παροχή αέρα και πετρελαίου. Έτσι, το μίγμα πετρελαίου-αέρα αρχίζει να αναφλέγεται στο θάλαμο καύσεως του λέβητα και η παρουσία του σπινθήρα είναι πλέον περιττή. Με τη σταθεροποίηση της φλόγας στο θάλαμο καύσεως, ενεργοποιείται το φωτοκύπταρο και με μια μικρή καθυστέρηση 5-10 s δίνεται εντολή να σταματήσει η λειτουργία του συστήματος αναφλέξεως. Η καύση βέβαια στην εστία του λέβητα συνεχίζεται, μέχρι να ικανοποιηθεί η θερμοκρασία του θερμαινόμενου χώρου ή να διακοπεί η λειτουργία της εγκαταστάσεως από τα όργανα ελέγχου και προστασίας της εγκαταστάσεως.

Ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που αρχίζει ο σπινθηρισμός μέχρι να αρχίσει η τροφοδότηση της εστίας του λέβητα με το καύσιμο μίγμα λέγεται **χρόνος προαναφλέξεως** και όπως είπαμε διαρκεί 2-3 s.



Σχ. 37.2β.

Το ακροφύσιο (μπεκ) και τα ηλεκτρόδια καυστήρα πετρελαίου.

Το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα που επιτρέπεται να ψεκάζεται πετρέλαιο στην εστία του λέβητα χωρίς να υπάρχει σπινθήρας ή φλόγα, ονομάζεται **χρόνος ασφάλειας**. Ο χρόνος ασφάλειας εξαρτάται από την ονομαστική παροχή του καυστήρα. **Όσο αυξάνεται η παροχή του καυστήρα (kg/h) τόσο μειώνεται ο χρόνος ασφάλειας.** Έτσι για σχετικά μικρούς καυστήρες μέχρι 10 gal/h (32 kg/h), ο χρόνος ασφάλειας δεν πρέπει να ξεπερνά τα **10 s**, ενώ σε καυστήρες μεγαλύτερους από 10 gal/h (32 kg/h), ο χρόνος ασφάλειας θα πρέπει να περιορίζεται κάτω από **5 s**.

Για να έχομε εύκολη έναυση (άναμμα) της φλόγας στο χώρο καύσεως, θα πρέπει ο σπινθήρας που δίνουν οι ακίδες των ηλεκτροδίων να είναι καλής ποιότητας. Οι προϋποθέσεις για να έχομε καλό σπινθήρα είναι:

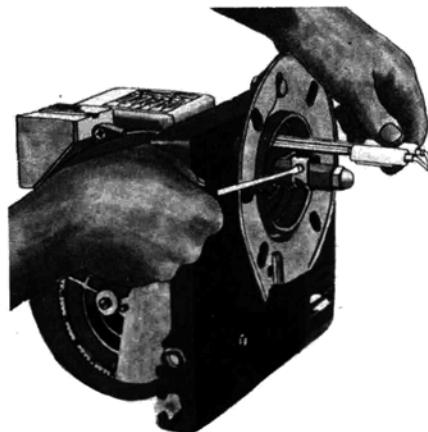
- 1) Να εξασφαλίζεται η προβλεπόμενη υψηλή ηλεκτρική τάση μεταξύ των ηλεκτροδίων.
- 2) Οι αποστάσεις μεταξύ των ηλεκτροδίων και μεταξύ ηλεκτροδίων και μπεκ, να είναι αυτές που προβλέπονται από τον κατασκευαστή του καυστήρα.
- 3) Οι ακίδες των ηλεκτροδίων θα πρέπει να διατηρούνται καθαρές και χωρίς φθορές.

37.3 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως λειτουργούσα.
- Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- Σειρά από πολύγωνα (αμερικάνικα) κλειδιά.
- Κλειδί με ρυθμιζόμενη κεφαλή (γαλλικό) 10'' (25 cm).
- Κοινό κατσαβίδι 10'' (25 cm).
- Κατσαβίδι σταυρωτό 8'' (20 cm).
- Μεταλλικός κανόνας με υποδιαιρέσεις σε χιλιοστά του μέτρου.
- Καθαρό στουπί.

37.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Αφαιρέστε τον καυστήρα από το λέβητα ακολουθώντας την αντίθετη διαδικασία από εκείνη που αναφέρθηκε στην Άσκηση 35.
- 2) Ξεβιδώστε τη χοανή προσαρμογής αερα του καιμοτήρα και αφαιρέστε την από το κύριο σώμα του καυστήρα, ώστε να φανεί το συγκρότημα των ηλεκτροδίων αναφλέξεως. Η αφαίρεση να γίνει προσεκτικά ώστε να αποφευχθεί κάθε χτύπημα με τα ηλεκτρόδια ή το μηχανισμό διασκορπισμού του πετρελαίου.
- 3) Ξεβιδώστε τα καλώδια υψηλής τάσεως από τα ηλεκτρόδια αναφλέξεως, καθώς και το ειδικό κολάρο συγκρατήσεως των ηλεκτροδίων. Ελέγχετε τώρα την κατάσταση των ακίδων των ηλεκτροδίων. Αν είναι ακάθαρτες (σκεπασμένες με πετρέλαιο ή κάπνια) καθαρίστε τις προσεκτικά με καθαρό στουπί ή ύφασμα.
- 4) Αφαιρέστε τα ηλεκτρόδια από τον καυστήρα (σχ. 37.4a) και ελέγχετε τις ακίδες για υπερβολική φθορά. Επίσης ελέγχετε τη μόνωση (πορσελάνη) των ηλεκτροδίων για σπάσιμο ή ραγίσματα. Αν διαπιστώσετε ακαταλληλότητα



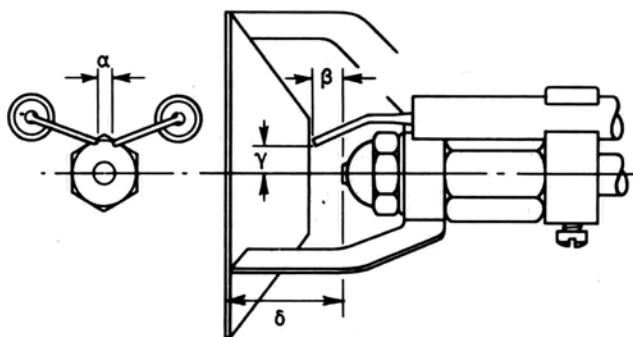
Σχ. 37.4α.

Η αφαίρεση των ηλεκτροδίων από τον καυστήρα.

των ηλεκτροδίων, αντικαταστήστε τα με καινούργια ίδιων τεχνικών χαρακτηριστικών.

Αν οι ακίδες είναι ακάθαρτες, από την παρουσία πετρελαίου ή κάπνας, καθαρίστε τις με καθαρό υφασμα ή στουπί.

- 5) Επανατοποθετήστε τώρα το συγκρότημα των ηλεκτροδίων στη θέση του, ακολουθώντας την αντίστροφη διαδικασία από εκείνη της αφαιρέσεώς του.
- 6) Ελέγξτε με τη βοήθεια μεταλλικού κανόνα την **απόσταση μεταξύ των ακίδων των ηλεκτροδίων** (απόσταση α, σχ. 37.4β) και συγκρίνετε την με εκείνη που δίνει ο κατασκευαστής. Η απόσταση των ακίδων διαφέρει από καυστήρα σε καυστήρα. Ενδεικτικά μόνο θα μπορούσαμε να πούμε ότι απόσταση **3-4 mm** δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα στις περισσότερες μικρές κοινές εγκαταστάσεις.
- 7) Ελέγξτε τώρα με τον ίδιο τρόπο την απόσταση κατά την οποία προεκτείνον-



Σχ. 37.4β.

Οι αποστάσεις των εξαρτημάτων του συστήματος αναφλέξεως καυστήρα πετρελαίου.

- a) Απόσταση ηλεκτροδίων (3-4 mm). b) Απόσταση των άκρων ακίδων ηλεκτροδίων και μπεκ (6-8 mm). γ) Απόσταση των κέντρων ακίδων ηλεκτροδίων και μπεκ (6 mm). δ) Απόσταση των άκρων μπεκ και διασκορπιστή (28-30 mm).

ται οι ακίδες των ηλεκτροδίων, μπροστά από το μπεκ (απόσταση β, σχ. 37.4β). Και αυτό το στοιχείο ποικίλλει από καυστήρα σε καυστήρα και μπορεί ναι κυμαίνεται στις περισσότερες περιπτώσεις **από 6-8 mm** (σε ειδικές περιπτώσεις ίσως και περισσότερο). Καλό θα είναι να συμβουλευόμαστε πάντα τους σχετικούς πίνακες των κατασκευαστών.

- 8) Μετρήστε τέλος την απόσταση των ακίδων πάνω από το κέντρο του μπεκ (απόσταση γ, σχ. 37.4β). Η απόσταση αυτή κυμαίνεται από **6 μέχρι και 12 mm**, ανάλογα με το είδος του καυστήρα.

Παρατήρηση.

Συνήθως, οι ακίδες των ηλεκτροδίων έχουν ρυθμισθεί από το εργοστάσιο κατασκευής του καυστήρα και σπάνια χρειάζονται κάποια ρύθμιση. Όμως σε περιπτώσεις βλάβης ή συντηρήσεως του καυστήρα, θα πρέπει να τηρούνται οι αποστάσεις που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΟΓΔΟΗ

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΚΡΟΦΥΣΙΟΥ (ΜΠΕΚ) ΤΟΥ ΚΑΥΣΤΗΡΑ

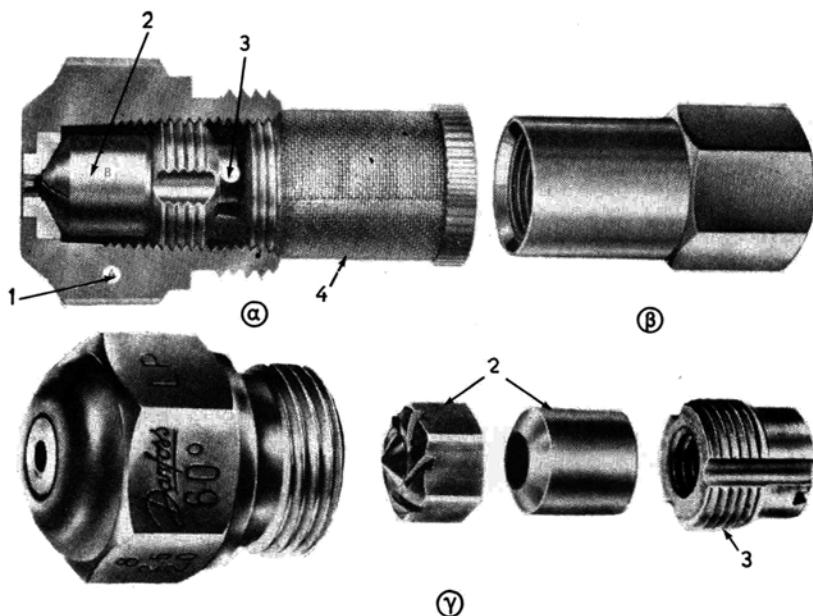
38.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα μάθουν να επιλέγουν το κατάλληλο ακροφύσιο (μπεκ) για συγκεκριμένο μέγεθος και τύπο λέβητα και θα ασκηθούν στη διαδικασία αντικαταστάσεως του μπεκ.

38.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Το ακροφύσιο ή μπεκ, είναι το εξάρτημα εκείνο του καυστήρα, με το οποίο πραγματοποιείται η κονιορτοποίηση (*διασκορπισμός σε λεπτότατα σταγονίδια* του πετρελαίου).

Τα κύρια εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα μπεκ καυστήρα φαίνονται στο σχήμα 38.2α και είναι τα ακόλουθα:

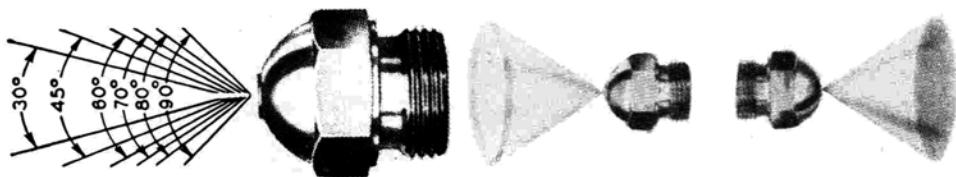


Σχ. 38.2α.

Τα εξαρτήματα μπεκ καυστήρα.

- α) Μπεκ σε πλάγια όψη. β) Σύνδεσμος γραμμής τροφοδοσίας πετρελαίου. γ) Μπεκ αποσυναρμολογημένο. 1) Κεφαλή (καπάκι). 2) Σύστημα περιδινήσεως. 3) Συγκρατητής συστήματος περιδινήσεως. 4) Φίλτρο πετρελαίου.

- α) **Η κεφαλή** στην οποία υπάρχει η τρύπα εκτοξεύσεως του πετρελαίου.
- β) **Η βελόνη περιδινήσεως**, η οποία βρίσκεται μέσα στην κεφαλή. Προκαλεί τον απαραίτητο στροβιλισμό του πετρελαίου, για τελειότερη κονιορτοποίηση και ανάμιξή του με τον αέρα.
- γ) **Ο συγκρατητής της βελόνας περιδινήσεως**, ο οποίος βιδώνεται σφικτά με την κεφαλή και δημιουργείται έτσι ένα ενιαίο σύνολο.
- δ) **Το φίλτρο** του πετρελαίου (συνήθως μεταλλικό). Κάθε μπεκ καυστήρα χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα στοιχεία:
- 1) Από την ικανότητά του σε kg/h ή gal/h.
 - 2) Από την πίεση στην οποία δίνει την ονομαστική του ικανότητα (bar ή atm ή lb/in²).
 - 3) Από τη γωνία ψεκασμού που δίνεται σε μοίρες (σχ. 38.2β).



Σχ. 38.2β.

Γωνίες ψεκασμού του μπεκ καυστήρα.

Η ονομαστική ικανότητα ψεκασμού (kg/h) του ακροφυσίου (μπεκ), δίνεται από τον κατασκευαστή σε συγκεκριμένη πίεση της αντλίας. Αν η πίεση αλλάζει, αλλάζει και η ικανότητα ψεκασμού του ακροφυσίου. Συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται η πίεση της αντλίας, αυξάνεται και η ικανότητα του μπεκ (παροχή) και αντίστροφα. Γι' αυτό όταν τοποθετούμε καινούργιο μπεκ θα πρέπει να ελέγχεται και η πίεση της αντλίας πετρελαίου, ώστε η παροχή του μπεκ να είναι η προβλεπόμενη από τον κατασκευαστή του λέβητα.

Ο κατασκευαστής του λέβητα θα μας καθορίσει πόσα kg/h ή gal/h πρέπει να ψεκάζει (και να καίει) ο καυστήρας ώστε να παίρνομε την ονομαστική ισχύ του λέβητα (kcal/h ή kW): Αν όμως δεν έχομε τα παραπάνω στοιχεία (π.χ. αντικατάσταση καυστήρα σε παλιό λέβητα), τότε υπολογίζομε σαν **αποδίδομενη θερμαντική ικανότητα του ακάθαρτου πετρελαίου περίπου 8000 kcal/kg**. Έτσι, η παροχή του καυστήρα προκύπτει*:

$$\text{Παροχή καυστήρα (kg/h)} = \frac{\text{Ισχύς λέβητα (kcal/h)}}{8000}$$

Δηλαδή, για ένα λέβητα ισχύος 160000 kcal/h (186 kW), η παροχή του καυστήρα προκύπτει:

$$\text{Παροχή} = \frac{160000 \text{ kcal/h}}{8000 \text{ kcal/kg}} = 20 \text{ kg/h}$$

* Βλέπε στο βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Θερμάνσεις» σελ. 194.

Κατόπιν εκλέγομε το κατάλληλο μπέκ από έναν κατάλογο κατασκευαστή. Ένας τέτοιος κατάλογος κατασκευαστή δίνεται στον πίνακα 38.2. Παρατηρούμε από τον πίνακα αυτόν, όπως άλλωστε ήδη αναφέραμε, ότι όσο αυξάνεται η πίεση της αντλίας τόσο αυξάνεται και η παροχή του μπέκ. Έτσι, αν ένα μπέκ ονομαστικής παροχής 2 gal/h εργασθεί σε πίεση 8,5 atm, η παροχή του γίνεται 2,2 gal/h και στις 13,5 atm η παροχή του γίνεται 2,8 gal/h.

ΠΙΝΑΚΑΣ 38.2

**Ονομαστική ικανότητα και ικανότητα μπέκ σε άλλες πιέσεις για ένα τύπο καυστήρα
(στοιχεία κατασκευαστή)**

Ονομαστική ικανότητα του μπέκ (U.S.gal/h)* σε πίεση 100 lb/in ² (7atm)	Ικανότητα του μπέκ (gal/h) σε διαφορετικές πιέσεις από την ονομαστική	
	125 lb/in ² (8,5 atm)	200 lb/in ² (13,5 atm)
0,5	0,55	0,70
0,75	0,85	1,00
1,00	1,10	1,40
1,25	1,40	1,75
1,50	1,70	2,10
1,75	2,00	2,50
→ 2,00	→ 2,20	→ 2,80
2,25	2,50	3,20
2,50	2,80	3,50
2,75	3,10	3,90
3,00	3,40	4,20
3,50	3,90	4,90
4,00	4,50	5,60
4,50	5,00	6,30
5,00	5,60	7,00

*1 U.S. gal/h ακάθαρτου πετρελαίου αντιστοιχεί περίπου σε 3,2 kg/h σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Η γωνία ψεκασμού (σχ. 38.2β) μπορεί να είναι από 30° - 90°. Το μέγεθος της γωνίας ψεκασμού εξαρτάται από το είδος της εστίας του λέβητα. Επομένως μόνο οι προδιαγραφές του κατασκευαστή του λέβητα θα μας οδηγήσουν στη σωστή εκλογή του μπέκ. Συνηθέστερες γωνίες ψεκασμού είναι οι των 45° και 60°.

38.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως σε λειτουργία.
- Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- Κατσαβίδι κοινό 8" (20 cm).
- Κλειδί ρυθμιζόμενου ανοίγματος (γαλλικό).
- Ειδικό κλειδί αποσυνδέσεως του μπέκ (σχ. 38.3).
- Μανόμετρο κλίμακας 0-300 lb/in² (0-20 atm).
- Μανόμετρο με κλίμακα ενδείξεως κενού (30" κενό - 0 - 30 lb/in²).



Σχ. 38.3.

Ειδικό εργαλείο αποσυνδέσεως του μπεκ.

38.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Κλείστε τον ηλεκτρικό διακόπτη που ελέγχει την ηλεκτρική εγκατάσταση του καυστήρα και κατόπιν αποσυνδέστε από τον καυστήρα τους ηλεκτρικούς αγωγούς τροφοδοτήσεως.
- 2) Κλείστε καλά το διακόπτη του πετρελαίου και αποσυνδέστε τους σωλήνες τροφοδοτήσεως και επιστροφής του καυστήρα (συνήθως είναι εύκαμπτοι σωλήνες).
- 3) Ξεβιδώστε τη φλάντζα στερεώσεως του καυστήρα και τραβήξτε τον προσεκτικά έξω από το λέβητα.
- 4) Αφαιρέστε προσεκτικά τη χοάνη προσαγωγής αέρα του καυστήρα ώστε να φανεί το συγκρότημα του μπεκ και των ηλεκτροδίων (σχ. 38.4a).
- 5) Αφαιρέστε το ζεύγος των ηλεκτροδίων (σπινθηριστών) και φυλάξτε τα σε ασφαλές μέρος.



Σχ. 38.4a.

- a) Χοάνη προσαγωγής αέρα. β) Συγκρότημα μπεκ-ηλεκτροδίων καυστήρα πετρελαίου.



Ⓐ



Ⓑ

Σχ. 38.4β.

Αποσύνδεση ηλεκτροδίων και αφαίρεση του μπεκ.

- 6) Με τη βοήθεια του ειδικού κλειδιού για το ξεβίδωμα του μπεκ και κατάλληλο γερμανικό (για κόντρα), ξεβιδώστε το μπεκ (σχ. 38.4β).
- 7) Καθαρίστε καλά το μπεκ μ' ένα κομμάτι στουπί ώστε να φανούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, τα οποία είναι γραμμένα πάνω στο καπάκι (κεφαλή) του μπεκ.
- 8) Καταγράψτε σ' ένα χαρτί τα ακόλουθα στοιχεία:
 - α) Την παροχή του μπεκ σε gal/h ή kg/h.
 - β) Τη γωνία διασκορπισμού (π.χ. 60°).

Παρατήρηση.

Η ονομαστική παροχή των μπεκ αναφέρεται συνήθως σε πίεση **7 atm** (100 lb/in²). Σε νεότερα όμως μοντέλα καυστήρων η ονομαστική πίεση μπορεί να δίνεται στις **9 atm** (130 lb/in²). Γι' αυτό θα πρέπει να συμβουλευόμαστε πάντα τις οδηγίες των κατασκευαστών.

- 9) Σύμφωνα με τα στοιχεία του παλιού μπεκ, διαλέξτε ένα καινούργιο από έναν κατάλογο κατασκευαστή (σαν αυτόν του πίνακα 38.4). Αν έχετε διαπιστώσει ότι το μπεκ είναι μικρό ή μεγάλο για το λέβητα της εγκαταστάσεως, διαλέξτε ανάλογου μεγέθους από τον κατάλογο του κατασκευαστή.
- 10) Τοποθετήστε το νέο μπεκ ακολουθώντας την αντίστροφη διαδικασία από εκείνη της αφαιρέσεώς του.

ΠΙΝΑΚΑΣ 38.4

Στοιχεία κατασκευαστή για μπεκ καυστήρων

Παροχή του καυστήρα (kg/h)	1,6	2	2,2	2,5	3,2	3,6	4,0	4,5	4,9	5,5	6,4	7,3
Παροχή (gal/h)	0,5	0,6	0,75	0,85	1,00	1,10	1,25	1,35	1,50	1,75	2,00	2,25
Γωνία και τύπος ακροφυσίου (μπεκ)	60°-80° S	60°-80° S	60° S	60° S	60° S	60° S	60° S	60° S	60° Q	60° Q	60° Q	60°-80° S
Πίεση αντλίας σε bar	9-14	10-12	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-14

- 11) Επανατοποθετήστε προσεκτικά τα ηλεκτρόδια και κατόπιν τον αεραγωγό (χοάνη) του καυστήρα.
 - 12) Τοποθετήστε τώρα τον καυστήρα στη θέση του, και συνδέστε τις σωληνώσεις πετρελαίου.
 - 13) Συνδέστε το μανόμετρο καταθλίψεως στην ειδική υποδοχή της αντλίας και σφίξτε καλά το ρακόρ.
 - 14) Σφίξτε καλά όλους τους συνδέσμους και τις τάπες που βρίσκονται στην αντλία πετρελαίου ώστε το δίκτυο πετρελαίου να είναι απόλυτα στεγανό.
 - 15) Ανοίξτε το διακόπτη του πετρελαίου και προετοιμάστε την εγκατάσταση για λειτουργία.
 - 16) Λειτουργήστε την εγκατάσταση και ελέγξτε για τυχόν διαρροές.
 - 17) Καταγράψτε την ένδειξη του μανομέτρου και ελέγξτε αν η πίεση καταθλίψεως της αντλίας είναι η σωστή (αυτή που δίνει ο κατασκευαστής του μπεκ), για την ονομαστική παροχή του μπεκ.
 - 18) Αν η αντλία δεν δίνει σωστή πίεση, ρυθμίστε την στα προβλεπόμενα όρια, από το ρυθμιστή πιέσεως της αντλίας.
 - 19) Σταματήστε τη λειτουργία της εγκαταστάσεως, αφαιρέστε το μανόμετρο και ταπώστε καλά την υποδοχή συνδέσεως του.
 - 20) Ξαναλειτουργήστε την εγκατάσταση και εξαερώστε την αντλία πετρελαίου, χαλαρώνοντας την τάπα της υποδοχής συνδέσεως του μανομέτρου καταθλίψεως (εκτός αν υπάρχει ειδική τάπα εξαερισμού).
 - 21) Συνεχίστε να κρατάτε χαλαρή την τάπα εξαερισμού μέχρι να σταματήσει η παρουσία φυσαλίδων και κατόπιν σφίξτε την καλά.
 - 22) Ελέγξτε την ποιότητα της φλόγας και κάντε τις απαραίτητες ρυθμίσεις στην ποσότητα του αέρα καύσεως, ώστε να έχετε την καλύτερη δυνατή ποιότητα καύσεως.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΕΝΑΤΗ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΛΕΒΗΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

39.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα διδαχθούν τη διαδικασία συνδέσεως των ηλεκτρικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται για τον αυτόματο έλεγχο και την προστασία του καυστήρα λέβητα κεντρικής θερμάνσεως.

39.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Οι καυστήρες πετρελαίου των κεντρικών θερμάνσεων, συνοδεύονται πάντα από διάφορα ηλεκτρικά εξαρτήματα. Από τα εξαρτήματα αυτά άλλα χρησιμεύουν για τον **αυτόματο έλεγχο** της λειτουργίας του καυστήρα και άλλα για **την προστασία** του καυστήρα ή της εγκαταστάσεως γενικότερα.

Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα ελέγχου και προστασίας του καυστήρα διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

- 1) Στα εξαρτήματα που είναι **ενσωματωμένα** πάνω στον καυστήρα και στα οποία συνήθως δεν επιτρέπεται καμιά επέμβαση ή ρύθμιση από τους εγκαταστάτες ή τους συντηρητές καυστήρων.
- 2) Στα εξαρτήματα που εγκαθιστά και συνδέει στην εγκατάσταση της κεντρικής θερμάνσεως ο εγκαταστάτης του καυστήρα.

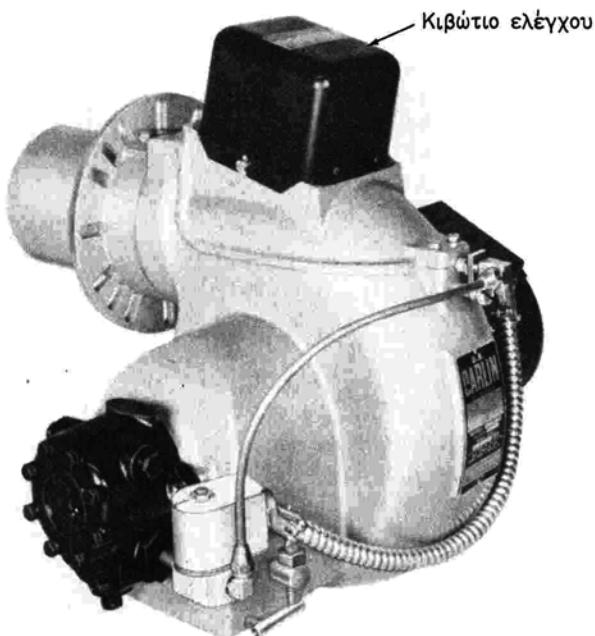
Στην πρώτη κατηγορία εξαρτημάτων ανήκει το φωτοκύτταρο, οι αυτόματοι διακόπτες ελέγχου λειτουργίας του καυστήρα (ρελέδες), οι χρονοδιακόπτες καθυστερήσεως κλπ. Τα περισσότερα από αυτά είναι κλεισμένα μέσα σ' ένα μεταλλικό κουτί που το λέμε **κιβώτιο ελέγχου** (control box). Ένα τέτοιο κιβώτιο ελέγχου φαίνεται στο σχήμα 39.2α.

Το κιβώτιο ελέγχου των καυστήρων διαφέρει από καυστήρα σε καυστήρα ακόμη και από μοντέλο σε μοντέλο της ίδιας εταιρίας κατασκευής καυστήρων, ανάλογα με τους απαιτούμενους αυτοματισμούς.

Η δουλειά του εγκαταστάτη καυστήρων περιορίζεται κατά κανόνα στην εγκατάσταση, τη συνδεσμολογία και τη ρύθμιση των εξαρτημάτων αυτοματισμού που βρίσκονται έξω από το κιβώτιο ελέγχου (control box). Σαν τέτοια εξαρτήματα μπορούμε να αναφέρουμε, το θερμοστάτη χώρου, το θερμοστάτη ελέγχου του καυστήρα (υδροστάτη), τον πυροστάτη, το χρονοδιακόπτη αυτόματης λειτουργίας (πρограмματισμού) της εγκαταστάσεως κλπ.

1) Ο θερμοστάτης χώρου.

Ο θερμοστάτης χώρου τοποθετείται στο θερμαινόμενο χώρο και επηρεάζεται



Σχ. 39.2α.

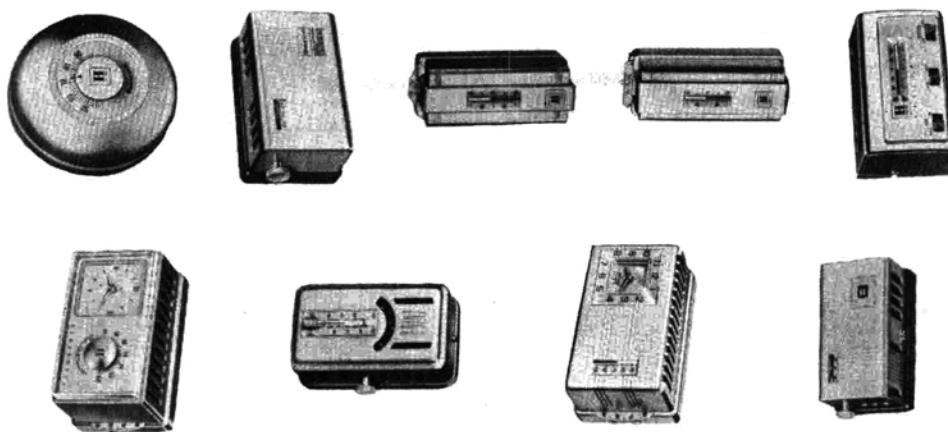
Καυστήρας στον οποίο διακρίνεται το κιβώτιο ελέγχου.

από τη θερμοκρασία που επικρατεί σ' αυτόν. Χρησιμοποιείται συνήθως σε θέρμανση μονοκατοικιών, **συνδέεται σε σειρά** στο ηλεκτρικό κύκλωμα του καυστήρα και διακόπτει τη λειτουργία του όταν η θερμοκρασία του χώρου φθάσει στην τιμή στην οποία έχει ρυθμισθεί ο θερμοστάτης. Όταν όμως η εγκατάσταση φέρει **τρίοδη** ή **τετράοδη βάνα αναμίξεως***, ο θερμοστάτης χώρου ελέγχει τη βάνα αναμίξεως, και διακόπτει την παροχή θερμού νερού προς τα θερμαντικά σώματα της εγκαταστάσεως όταν ικανοποιηθεί η θερμοκρασία στην οποία έχει ρυθμισθεί ο θερμοστάτης.

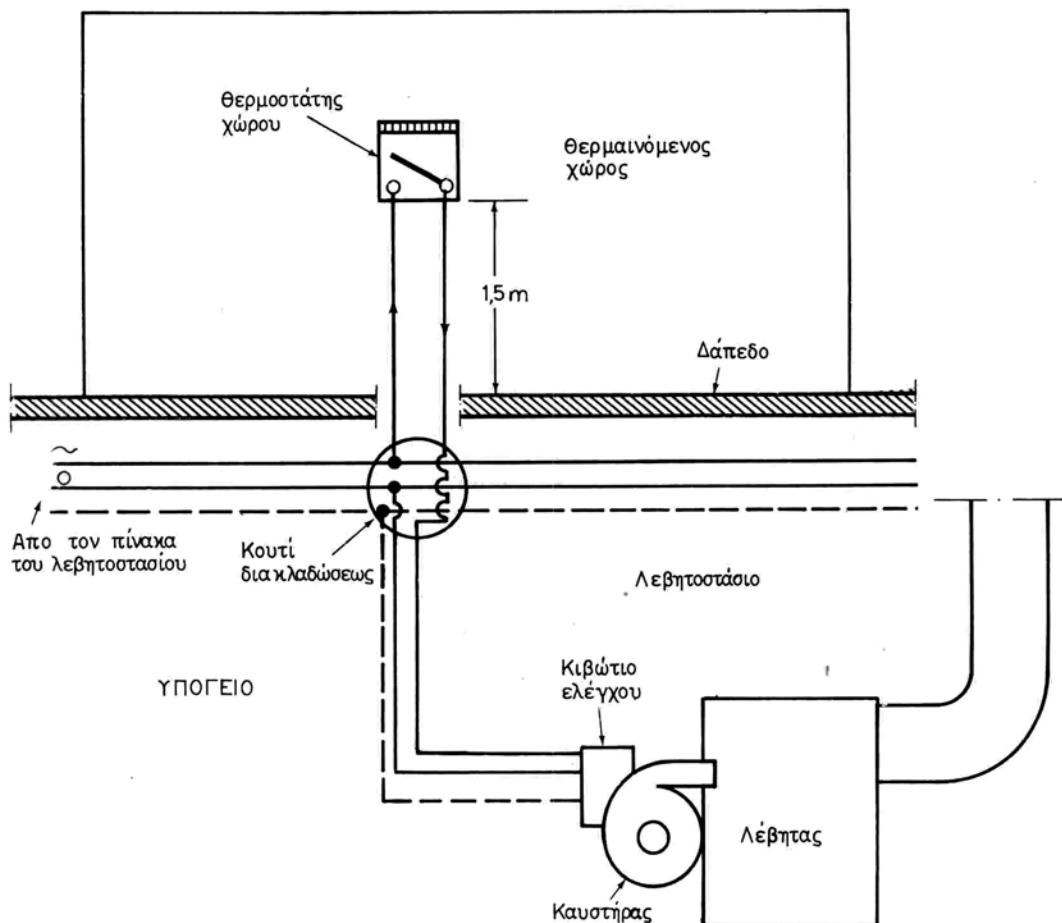
Στο σχήμα 39.2β φαίνονται θερμοστάτες χώρου διάφορων τύπων, ενώ στο σχήμα 39.2γ φαίνεται ο τρόπος της ηλεκτρικής συνδεσμολογίας θερμοστάτη χώρου με τον καυστήρα.

Ο θερμοστάτης χώρου πρέπει να τοποθετείται σε αντιπροσωπευτικό σημείο του χώρου (π.χ. living room) και σε ύψος **1,5 m** περίπου από το δάπεδο. Θα πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτησή του σε εξωτερικούς τοίχους καθώς και πίσω από πόρτες, ντουλάπες, κλπ. Επίσης ο θερμοστάτης δεν θα πρέπει να τοποθετείται πάνω από θερμαντικά σώματα ή σε σημεία που έχομε ψυχρά ρεύματα αέρα (π.χ. κοντά στο άνοιγμα εξωτερικής πόρτας κλπ.). Μόνο αν τηρηθούν οι παραπάνω προϋποθέσεις θα μπορούμε να έχομε σωστό έλεγχο της λειτουργίας της εγκατάστασεως και θα εξασφαλίζεται άνεση και ταυτόχρονα οικονομία.

* Βλέπε βιβλίο Ιδρύματος Ευγενίδου «Θερμάνσεις», σελ. 162.



Σχ. 39.28.
Θερμοστάτες χώρου διάφορων τύπων.



Σχ. 39.2γ.
Κύκλωμα συνδέσεως θερμοστάτη χώρου με καυστήρα.

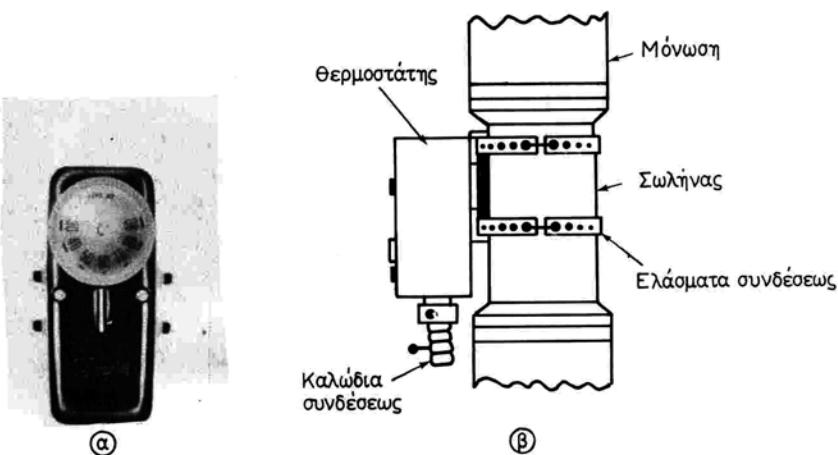
2) Ο θερμοστάτης υπερθερμάνσεως του νερού (υδροστάτης).

Είναι ένα εξάρτημα ασφάλειας της εγκαταστάσεως, που ελέγχει τη θερμοκρασία του νερού που αναχωρεί από το λέβητα. Σκοπός του είναι να διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα, όταν η θερμοκρασία του νερού φτάσει πάνω από τη θερμοκρασία στην οποία έχει ρυθμισθεί ο θερμοστάτης. Η θερμοκρασία αυτή (θερμοκρασία ασφάλειας) είναι συνήθως **80-90°C**. Όταν η θερμοκρασία του νερού πέσει κάτω από τα όρια της θερμοκρασίας στην οποία έχει ρυθμισθεί, οι επαφές του υδροστάτη κλείνουν και ο καυστήρας αρχίζει να επαναλειτουργεί. Η διαφορά θερμοκρασίας (διαφορική) μεταξύ STOP και της επαναλειτουργίας είναι ρυθμισμένη από το εργοστάσιο κατασκευής και είναι περίπου $3-4^{\circ}\text{C}$.

Οι τύποι των θερμοστατών νερού (υδροστατών) που κυκλοφορούν στο εμπόριο, είναι πολλοί. Όμως οι συνηθισμένοι είναι δύο:

- α) Οι θερμοστάτες νερού τύπου **επαφής**.
- β) Οι θερμοστάτες νερού **εμβαπτιζόμενου** τύπου.

Οι θερμοστάτες νερού **τύπου επαφής** (σχ. 39.2δ) στερεώνονται με ειδικά ελάσματα επάνω σε σωλήνα στην έξοδο του νερού από το λέβητα και όσο γίνεται πιο κοντά του. Η διάμετρος του σωλήνα δεν πρέπει να είναι μικρότερη από $1\frac{1}{2}$ ίντσα.



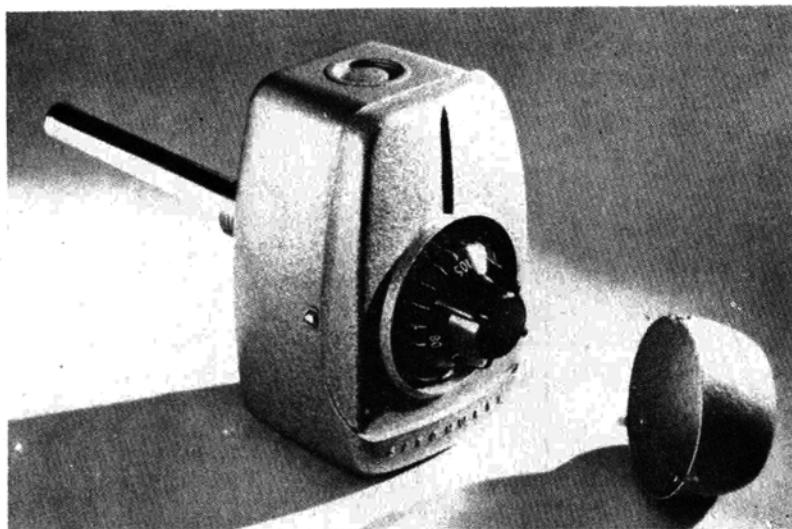
Σχ. 39.2δ.

α) Συνηθισμένη μορφή θερμοστάτη τύπου επαφής. β) Τρόπος στερεώσεώς του.

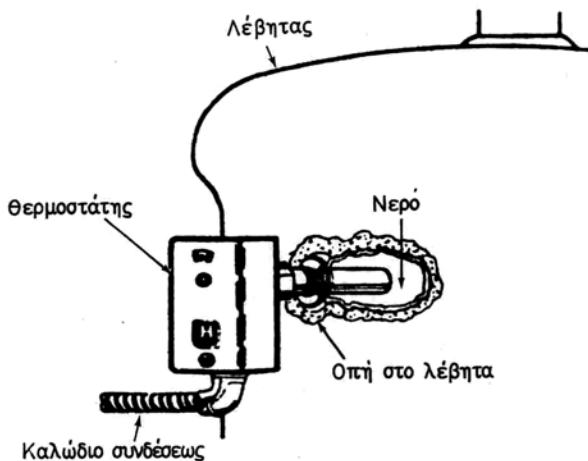
Μόνο με τις παραπάνω συνθήκες θα έχομε την προβλεπόμενη από τον κατασκευαστή του θερμοστάτη επαφή με το σωλήνα του θερμού νερού (σωλήνας προσαγωγής ή διανομής) και την απαιτούμενη ευαισθησία ενεργοποιήσεώς του.

Οι θερμοστάτες νερού **εμβαπτιζόμενου τύπου** (σχ. 39.2ε) τοποθετούνται σε ειδική υποδοχή που έχει προβλεφθεί από τον κατασκευαστή του λέβητα στο τελευταίο τμήμα της διαδρομής του νερού μέσα στο λέβητα.

Η ηλεκτρική σύνδεση και των δυο τύπων θερμοστατών που αναφέραμε είναι ίδια. Οι θερμοστάτες νερού συνδέονται σε σειρά στο ηλεκτρικό κύκλωμα του καυστήρα και σε σειρά με όλους τους αυτοματισμούς ελέγχου και προστασίας του καυστήρα. (θερμοστάτη χώρου, πυροστάτη κλπ.).



@



③

Σχ. 39.2ε.

α) Συνηθισμένη μορφή Θερμοστάτη νερού εμβαπτιζόμενου τύπου. β) Τρόπος στερεώσεώς του.

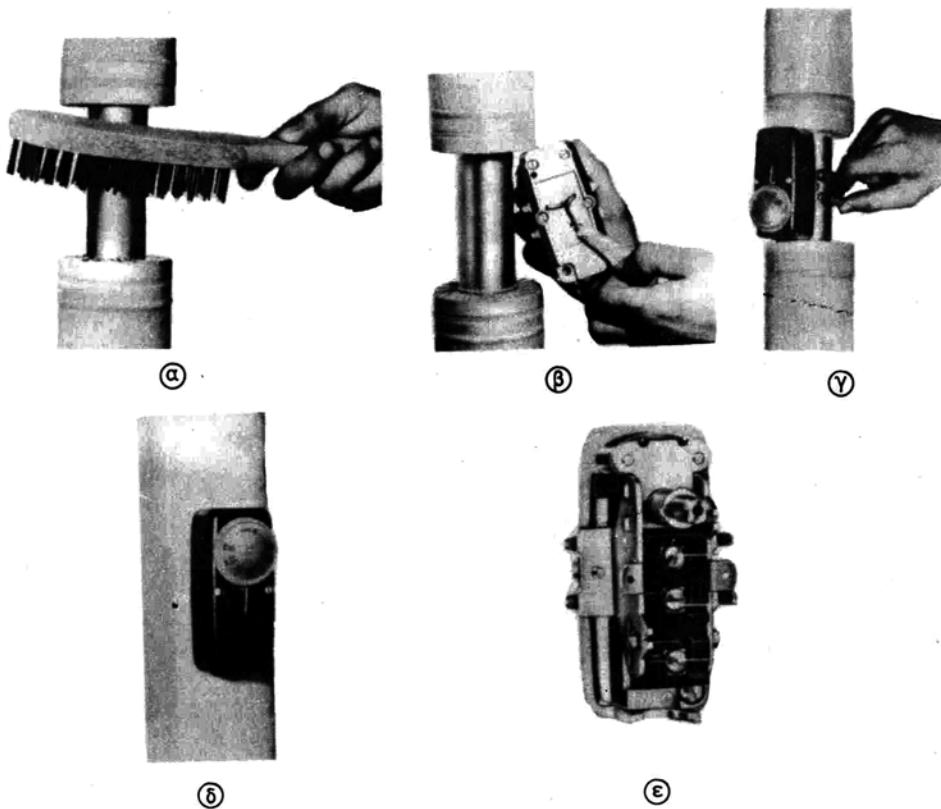
39.3 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως ζεστού νερού πλήρης.
- Θερμοστάτης χώρου.
- Θερμοστάτης νερού (υδροστάτης) τύπου επαφής.
- Ωμόμετρο.
- Συρματόβουρτσα.

- Κατσαβίδια κοινά και σταυρωτά.
- Πένσα-κόφτης ηλεκτρολόγου (με μονωτική λαβή).
- Σειρά από γερμανικές κλειδιά.
- Εύκαμπτοι ηλεκτρικοί αγωγοί διατομής $1,5 \text{ mm}^2$.
- Διακλαδωτήρες ηλεκτρικών αγωγών.
- Μονωτική ταινία.

39.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδεμολογήστε το θερμοστάτη χώρου όπως φαίνεται στο σχήμα 39.2γ.
- 2) Αποσυσκευάστε το θερμοστάτη νερού (υδροστάτη) και φυλάξτε τα υλικά που τον συνοδεύουν (ελατήρια στερεώσεως, πάστα επαφής κλπ.).
- 3) Κόψτε προσεκτικά τη μόνωση και αφαιρέστε την (αν υπάρχει), από το σωλήνα, στο σημείο που θα τοποθετήσετε το θερμοστάτη.
- 4) Καθαρίστε με τη βοήθεια της συρματόβουρτσας, κάθε ακαθαρσία από την επιφάνεια του σωλήνα (χρώματα, σκουριές κλπ.) ώστε να εξασφαλισθεί καλή επαφή της μεταλλικής επιφάνειας του σωλήνα με το θερμοστάτη [σχ. 39.4α(α)].
- 5) Επαλείψτε τη βάση του θερμοστάτη (επιφάνεια επαφής με το σωλήνα) με την **ειδική μεταλλική πάστα** που συνοδεύει πάντα το θερμοστάτη. Μ' αυτόν τον τρόπο θα εξασφαλισθεί άριστη επαφή σωλήνα-θερμοστάτη και θα έχουμε μεγαλύτερη ευαισθησία στη λειτουργία του θερμοστάτη [σχ. 39.4α(β)].
- 6) Τοποθετήστε τώρα το θερμοστάτη στη θέση που έχετε προετοιμάσει και στερεώστε τον με τα **ειδικά ελατήρια στερεώσεως** που συνοδεύουν το θερμοστάτη [σχ. 39.4α (γ)].
- 7) Επανατοποθετήστε το κομμάτι της μονώσεως που αφαιρέσατε για την τοποθέτηση του θερμοστάτη [σχ. 39.4α(δ)].
- 8) Αφαιρέστε το καπάκι του θερμοστάτη και εντοπίστε τις ηλεκτρικές επαφές του [σχ. 39.4α(ε)]. Αν ο θερμοστάτης είναι δυο επαφών, τότε η σύνδεσή του είναι απλή και δεν προκύπτει κανένα πρόβλημα κατά τη συνδεσμολογία του. Οι περισσότεροι όμως τύποι θερμοστατών νερού φέρουν τρεις επαφές γιατί έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλοτε ως θερμοστάτες νερού και άλλοτε ως θερμοστάτες ελέγχου του κυκλοφορητή. Συνήθως οι επαφές 2 και 3 χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση του καυστήρα, ενώ στην περίπτωση χρήσεως του θερμοστάτη για τον έλεγχο του κυκλοφορητή χρησιμοποιούνται οι επαφές 1 και 3. Δεν αποκλείονται όμως και διαφορετικοί συνδυασμοί. Η εξακρίβωση των σωστών επαφών γίνεται με ένα ωμόμετρο ως εξής (σχ. 39.4β).
 - a) Ρυθμίζομε την ένδειξη του θερμοστάτη στους 40°C και βρίσκομε το ζεύγος των επαφών που **δείχνουν αμική αντίσταση μηδέν** (δηλαδή έχουν ηλεκτρική επαφή ή όπως λέμε είναι κλειστές). Σ' αυτές τις επαφές συνδέομε το θερμοστάτη με το κύκλωμα του καυστήρα «σε σειρά».
 - b) Το άλλο ζεύγος των επαφών στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι **ανοικτές**, και κλείνουν όταν η θερμοκρασία του νερού ξεπεράσει τους 40°C .

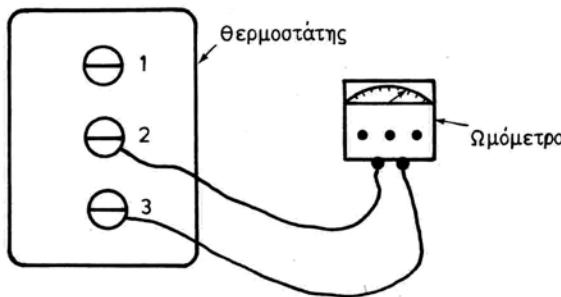


(δ)

(ε)

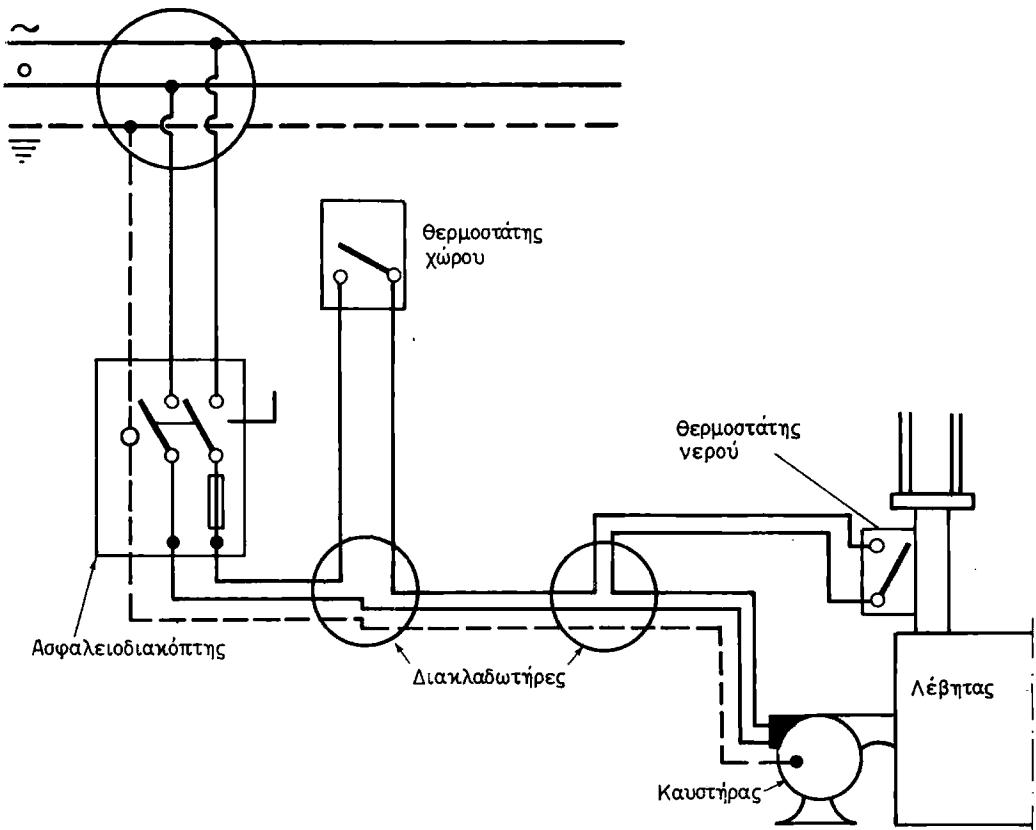
Σχ. 39.4a.

Η πορεία της τοποθετήσεως θερμοστάτη επαφής.

**Σχ. 39.4b.**

Έλεγχος επαφών Θερμοστάτη.

- 9) Συνδεσμολογήστε τώρα με ηλεκτρικούς αγωγούς $1,5 \text{ mm}^2$ τα ηλεκτρικά εξαρτήματα σύμφωνα με το ηλεκτρικό διάγραμμα του σχήματος 39.4γ. Στο ηλεκτρικό κύκλωμα αυτό δεν περιλαμβάνεται το κύκλωμα του κυκλοφορητή. Η ηλεκτρική σύνδεση του κυκλοφορητή αναπτύσσεται στην επόμενη άσκηση.



Σχ. 39.4γ.

Στοιχειώδης ηλεκτρική συνδεσμολογία καυστήρα.

- 10) Δοκιμάστε τη λειτουργία του καυστήρα ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία:
 - α) Ελέγξτε αν υπάρχει πετρέλαιο στη δεξαμενή.
 - β) Ανοίξτε τη βάνα του πετρελαίου.
 - γ) Βάλτε το Θερμοστάτη χώρου στους 20°C περίπου.
 - δ) Βάλτε το Θερμοστάτη του νερού (υδροστάτη) στους $80\text{--}90^{\circ}\text{C}$.
 - ε) Ανεβάστε το μοχλό του ασφαλειοδιακόπτη (στη θέση «ON»).

Ο καυστήρας έτσι θα τροφοδοτηθεί με ρεύμα και η εγκατάσταση θα αρχίσει να λειτουργεί.
- 11) Αν ο καυστήρας δεν ξεκινήσει εξετάστε τις παρακάτω περιπτώσεις:
 - α) Αν η οικοδομή έχει ρεύμα.
 - β) Αν η ασφάλεια της γραμμής του καυστήρα είναι στη θέση της και ότι δεν είναι καμένη.
- 12) Σε περίπτωση που η γραμμή του καυστήρα τροφοδοτείται με ρεύμα και ο καυστήρας δεν ξεκινάει, **πιέστε το κουμπί επαναφοράς** του καυστήρα; Ή ελέγξτε τη θέση των Θερμοστατών και κάνετε ανάλογες αλλαγές σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην άσκηση αυτή.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ

40.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα κατανοήσουν το ρόλο που παίζει ο κυκλοφορητής στη λειτουργία μιας εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως και θα μάθουν να συνδεσμολογούν τον κυκλοφορητή σωστά με τα άλλα ηλεκτρικά εξαρτήματα. Περισσότερα στοιχεία για τους κυκλοφορητές δίνονται στο βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Θερμάνσεις».

40.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Σκοπός του κυκλοφορητή σε μια εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως είναι να δημιουργεί εξαναγκασμένη κυκλοφορία του θερμού νερού. Με την εξαναγκασμένη κυκλοφορία του νερού πετυχαίνονται τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- 1) Έχομε ταχύτερη θέρμανση των θερμαινόμενων χώρων.
- 2) Χρησιμοποιούνται σωλήνες και εξαρτήματα μικρότερης διαμέτρου και έτσι μειώνεται το κόστος της εγκαταστάσεως.
- 3) Με τους σωλήνες μικρότερης διαμέτρου, ελαττώνονται οι απώλειες θερμότητας από τους σωλήνες και περιορίζεται το κόστος μονώσεως τους.
- 4) Με κατάλληλους αυτοματισμούς (θερμοστάτης - βαλβίδα αναμίξεως κλπ.) μπορούμε να έχομε καλύτερο έλεγχο της θερμοκρασίας των θερμαινόμενων χώρων πετυχαίνοντας έτσι οικονομικότερη λειτουργία της εγκαταστάσεως και πιο ευχάριστο περιβάλλον.

Στο σχήμα 40.2α φαίνεται ένας συνηθισμένος τύπος κυκλοφορητή που χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις θερμάνσεων.

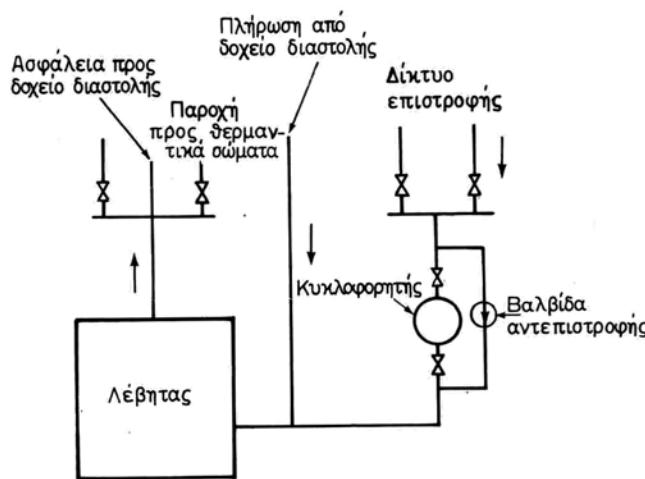
Ο κυκλοφορητής τοποθετείται κατά κανόνα στο δίκτυο της επιστροφής του νερού και κοντά στο λέβητα. Δεν αποκλείεται όμως και η τοποθέτηση του κυκλοφορητή στο δίκτυο διανομής (δίκτυο προσαγωγής) και ακριβώς μετά την έξοδο του νερού από το λέβητα. Και η μία θέση και η άλλη παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως, προτιμάται η τοποθέτηση του κυκλοφορητή στο δίκτυο της επιστροφής γιατί σ' αυτή τη θέση ο κυκλοφορητής καταπονείται λιγότερο μια και η θερμοκρασία του νερού είναι κατά πολύ μικρότερη από εκείνη του δικτύου διανομής (σχ. 40.2β).

Η επιλογή του κυκλοφορητή πρέπει να είναι προσεκτική, ώστε η ταχύτητα του νερού στις σωληνώσεις να μην υπερβαίνει ορισμένα όρια και δημιουργούνται έτσι υπερβολικές τριβές και ανεπίτρεπτος θόρυβος.



Σχ. 40.2α.

Συνηθισμένος τύπος κυκλοφορητή εγκαταστάσεως θερμάνσεως.



Σχ. 40.2β.

Τοποθέτηση του κυκλοφορητή στο σωλήνα επιστροφής προς το λέβητα.

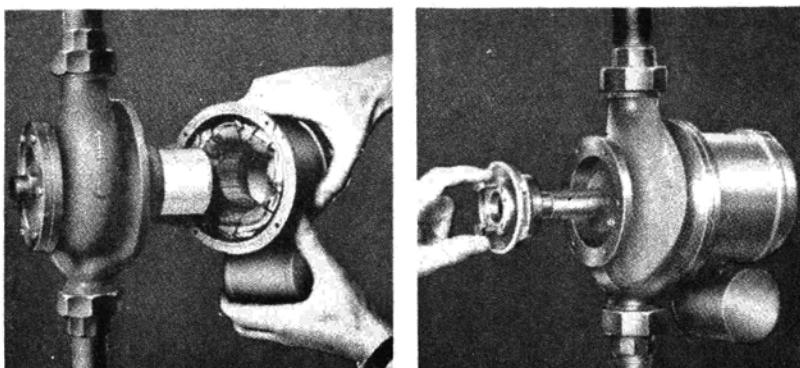
Κατά την επιλογή του κυκλοφορητή πρέπει να τηρούνται οι προδιαγραφές του μηχανικού που έκαμε τη μελέτη, κυρίως ως προς την **ονομαστική παροχή** και το **μανομετρικό ύψος**.

Ονομάζομε **ονομαστική παροχή** του κυκλοφορητή τον όγκο του νερού που μπορεί να μετακινεί ο κυκλοφορητής στη μονάδα του χρόνου, και τη μετράμε σε λίτρα ανά ώρα (l/h) ή κυβικά μέτρα ανά ώρα (m^3/h). Σε πολλούς τύπους κυκλοφορητών η παροχή είναι ρυθμιζόμενη.

Με τον όρο **μανομετρικό ύψος** του κυκλοφορητή εννοούμε την πίεση του νερού στην κατάθλιψη (έξοδο) του κυκλοφορητή. Το μανομετρικό ύψος πρέπει να είναι κατάλληλο ώστε να εξουτερώνονται οι **αντιστάσεις τριβών** που παρουσιάζει ο δυσμενέστερος κλάδος της εγκαταστάσεως στην απαιτούμενη παροχή.

Το μανομετρικό ύψος το μετράμε συνήθως σε χιλιοστά υδάτινης στήλης (mm Υ.Σ.) ή σε μέτρα υδάτινης στήλης (m Υ.Σ.).

Κάθε κυκλοφορητής αποτελείται από το ηλεκτρικό μέρος (ηλεκτρικός κινητήρας μονοφασικός ή τριφασικός) και από το μηχανικό μέρος (αντλία). Τα δύο αυτά τμήματα, στους μικρούς κυκλοφορητές αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο που προσαρμόζεται στο δίκτυο της εγκαταστάσεως με κατάλληλους συνδέσμους ή φλάντζες (σχ. 40.2γ). Σε μεγάλες όμως εγκαταστάσεις το ηλεκτρικό και μηχανικό μέρος είναι χωριστά και τοποθετούνται πάνω σε κατάλληλες βάσεις από μπετόν.

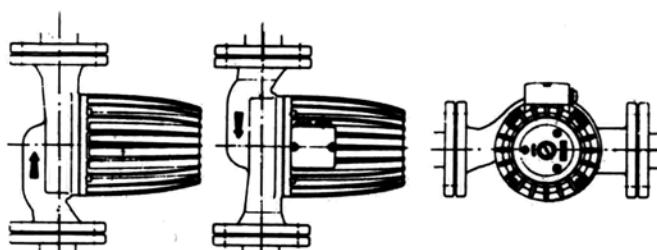


Ⓐ

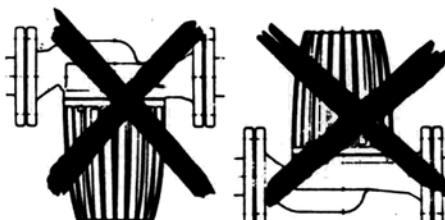
Ⓑ

Σχ. 40.2γ.

α) Αφαίρεση του στάτη του ηλεκτρικού κινητήρα. β) Αφαίρεση της φτερωτής μικρού κυκλοφορητή.



Ⓐ



Ⓑ

Σχ. 40.2δ.

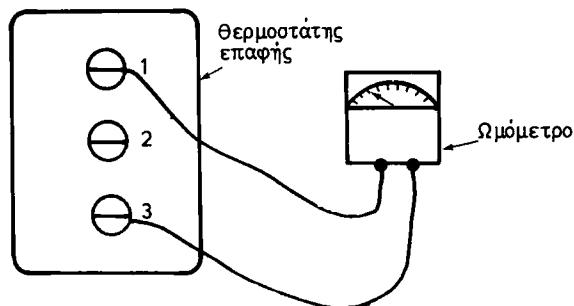
Τοποθέτηση μικρού κυκλοφορητή στο δίκτυο σωληνώσεως.

α) Σωστή τοποθέτηση. β) Λανθασμένη τοποθέτηση.

Η εγκατάσταση κυκλοφορητή θα πρέπει να γίνεται πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και όχι σε όποια θέση μας εξυπηρετεί (σχ. 40.2δ). Μια αντικανονική τοποθέτηση του κυκλοφορητή μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην απόδοση της εγκαταστάσεως και να δημιουργήσει πρόωρες φθορές στον κυκλοφορητή.

Ο έλεγχος της λειτουργίας του κυκλοφορητή γίνεται με τη βοήθεια ενός **θερμοστάτη επαφής** ίδιου με εκείνου που ελέγχει τη λειτουργία του καυστήρα (σχ. 39.2δ της προηγούμενης ασκήσεως). Η διαφορά είναι μόνο στη χρήση διαφορετικών επαφών.

Η εύρεση των σωστών επαφών γίνεται με τη βοήθεια ενός ωμόμετρου (σχ. 40.2ε). Οι επαφές που θα χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση του κυκλοφορητή είναι εκείνες στις οποίες το **ωμόμετρο με το θερμοστάτη ρυθμισμένο στη θερμοκρασία περιβάλλοντος θα μας δείξει άπειρο** (έλλειψη συνέχειας). Οι επαφές του θερμοστάτη του κυκλοφορητή θα κλείσουν με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού (συνήθως όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους $30-35^{\circ}\text{C}$) και θα θέσουν τον κυκλοφορητή σε λειτουργία.



Σχ. 40.2ε.

Η εύρεση των επαφών του θερμοστάτη του κυκλοφορητή.

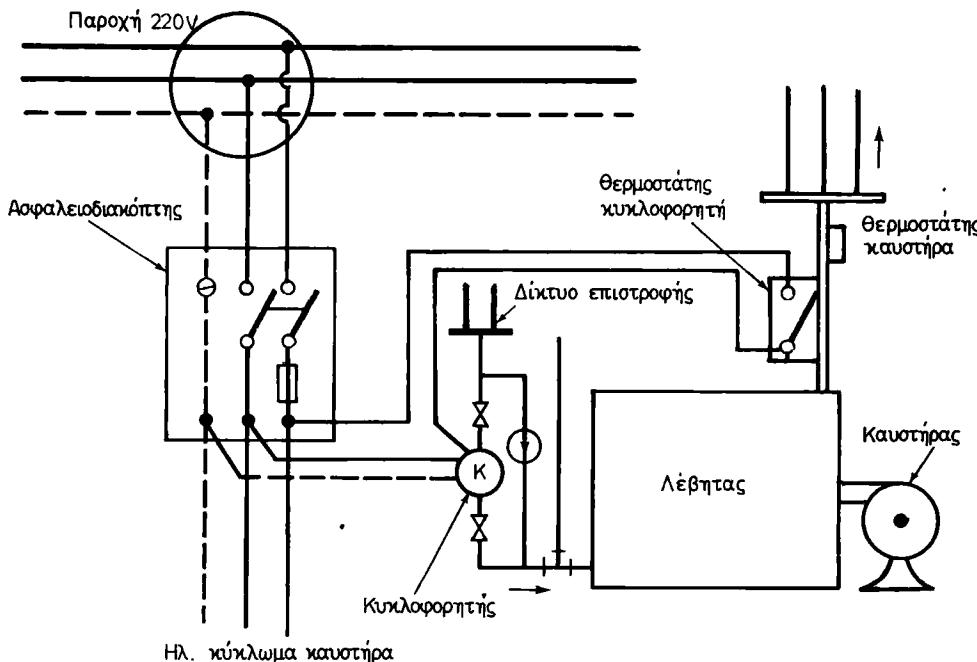
40.3 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως σε πλήρη λειτουργία.
- Θερμοστάτης επαφής.
- Ωμόμετρο.
- Συρματόβουρτσα.
- Κατσαβίδια κοινά και σταυρωτά 5 ιντζών.
- Πένσα-κόφτης ηλεκτρολόγου.
- Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- Εύκαμπτοι ηλεκτρικοί αγωγοί διατομής $1,5 \text{ mm}^2$ διάφορων χρωμάτων (μαύρο, γκρι και κίτρινο).
- Διακλαδωτήρες ηλεκτρικών αγωγών.
- Μονωτική ταινία.

40.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Κόψτε προσεκτικά τη μόνωση από το σωλήνα στο σημείο που θα τοποθετή-

- σετε το θερμοστάτη και αφαιρέστε την (αν υπάρχει μόνωση).
- 2) Καθαρίστε, με τη βοήθεια της συρματόβουρτσας, το σωλήνα από χρώματα, σκουριές κλπ. ακαθαρσίες.
 - 3) Αποσυσκευάστε το θερμοστάτη και φυλάξτε τα υλικά στερεώσεως που τον συνοδεύουν.
 - 4) Επαλείψτε τη βάση του θερμοστάτη με την ειδική μεταλλική πάστα που συνοδεύει πάντα το θερμοστάτη (βλέπε σχ. 39.4α της προηγούμενης ασκήσεως).
 - 5) Τοποθετήστε τώρα το θερμοστάτη στη θέση που προετοιμάσατε, και στερεώστε τον με τα **ειδικά ελατήρια**, ώστε ο θερμοστάτης να «αγκαλιάσει» καλά το σωλήνα.
 - 6) Αφαιρέστε το καπάκι του θερμοστάτη και βρέστε με τη βοήθεια του ωμομέτρου τις σωστές επαφές για τη σύνδεση του κυκλοφορητή (σχ. 40.2ε).
 - 7) Συνδεσμολογήστε το θερμοστάτη και τον κυκλοφορητή σύμφωνα με το ηλεκτρικό διάγραμμα του σχήματος 40.4.



Σχ. 40.4.

Στοιχειώδες ηλεκτρικό κύκλωμα ελέγχου του κυκλοφορητή εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως.

Παρατήρηση.

Αν η εγκατάσταση ελέγχεται από χρονοδιακόπτη, η γραμμή τροφοδοσίας του κυκλοφορητή με ηλεκτρικό ρεύμα θα πρέπει να παίρνεται πριν από το χρονοδιακόπτη (παράλληλα προς την είσοδο του χρονοδιακόπτη). Έτσι, ο κυκλοφορητής θα εξακολουθεί να λειτουργεί μέχρι να πέσει η θερμοκρασία του νερού κάτω από τους 35°C, ανεξάρτητα από την επενέργεια του χρονοδιακόπτη.

- 8) Δοκιμάστε τώρα την εγκατάσταση ακολουθώντας τη διαδικασία που αναφέρεται στην ηλεκτρική συνδεσμολογία του καυστήρα (Άσκηση 39).
 - 9) Ελέγχετε αν ο κυκλοφορητής λειτουργεί (όταν αυξηθεί αρκετά η θερμοκρασία του νερού). Αν διαπιστώσετε ότι δεν δουλεύει παρά την αύξηση της θερμοκρασίας ελέγχετε τα παρακάτω:
 - a) Την ασφάλεια της γραμμής του κυκλοφορητή (αν έχει χωριστή ασφάλεια).
 - β) Τη συνδεσμολογία των επαφών του θερμοστάτη.
 - γ) Αν δεν συμβαίνει τίποτε από τα παραπάνω, θα πρέπει να ελεγχθεί η κατάσταση του κυκλοφορητή. Πιθανόν να έχει καεί η περιέλιξη του ηλεκτρικού του μέρους. Σ' αυτή την περίπτωση ο κυκλοφορητής θα πρέπει να βγει και να επισκευασθεί.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΠΡΩΤΗ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

41.1 Σκοπός.

Σκοπός αυτής της ασκήσεως είναι να δώσει στους μαθητές τις απαραίτητες γνώσεις και πρακτικές εμπειρίες για το σωστό έλεγχο του ελκυσμού της καπνοδόχου κεντρικής θερμάνσεως.

41.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

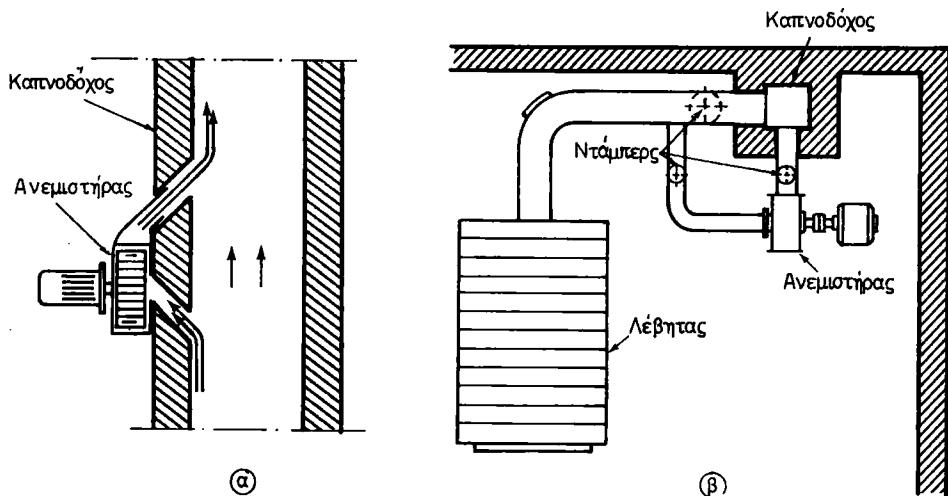
Η καπνοδόχος εκ πρώτης όψεως φαίνεται ένα απλό εξάρτημα της κεντρικής θερμάνσεως. Όμως παίζει πολύ σπουδαίο ρόλο στη σωστή, αποδοτική και οικονομική λειτουργία του συστήματος καύσεως.

Κύριος σκοπός της καπνοδόχου είναι η δημιουργία ικανοποιητικού **ελκυσμού**, και η τέλεια **απαγωγή των καυσαερίων** που δημιουργούνται από την καύση του πετρελαίου στην εστία του λέβητα.

Ο ελκυσμός δημιουργείται λόγω της διαφοράς του ειδικού βάρους των καυτών καυσαερίων και του σχετικά κρύου αέρα του περιβάλλοντος. Όσο μεγαλώνει η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των καυσαερίων και του αέρα του περιβάλλοντος, δηλαδή όσο τα καυσαέρια γίνονται ελαφρύτερα από τον αέρα, τόσο μεγαλώνει και ο ελκυσμός της καπνοδόχου και τόσο ευκολότερα απάγονται τα καυσαέρια. Όμως, μεγάλη θερμοκρασία καυσαερίων σημαίνει, μεγάλη απώλεια θερμότητας και επομένως σημαντική μείωση της αφέλιμης ενέργειας που θα πάρομε από την καύση κάθε κιλού πετρελαίου. Εξάλου μικρός ελκυσμός μπορεί να δυσκολέψει την έξοδο των καυσαερίων και να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στη συνέχιση της καύσεως στο λέβητα. Και σ' αυτή την περίπτωση έχομε μείωση του βαθμού αποδόσεως του λέβητα και ανάλογες οικονομικές επιπτώσεις στη λειτουργία της εγκαταστάσεως.

Έτσι, ο ελκυσμός της καπνοδόχου θα πρέπει να περιορίζεται μέσα σε ορισμένα όρια μέσα στα οποία θα έχομε το μέγιστο δυνατό βαθμό αποδόσεως. Τα όρια αυτά του ελκυσμού μπορούμε να ελέγξουμε με ειδικά όργανα (μανόμετρα), ακολουθώντας τη διαδικασία που αναφέρεται στη συνέχεια αυτής της ασκήσεως.

Ο ελκυσμός της καπνοδόχου μπορεί να είναι **φυσικός ή τεχνητός**. Στον τεχνητό ελκυσμό χρησιμοποιείται ένας ανεμιστήρας για να βοηθάει την έξοδο των καυσαερίων (σχ. 41.2α), ενώ στο φυσικό ελκυσμό η έξοδος των καυσαερίων πραγματοποιείται λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των καυσαερίων και του αέρα του περιβάλλοντος.

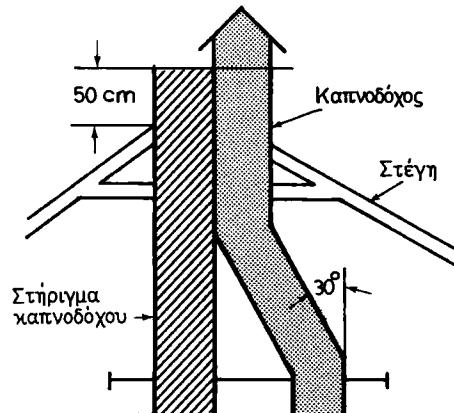


Σχ. 41.2a.

Δύο διαφορετικές περιπτώσεις τεχνητού ελκυσμού σε καπνοδόχο κεντρικής θερμάνσεως.

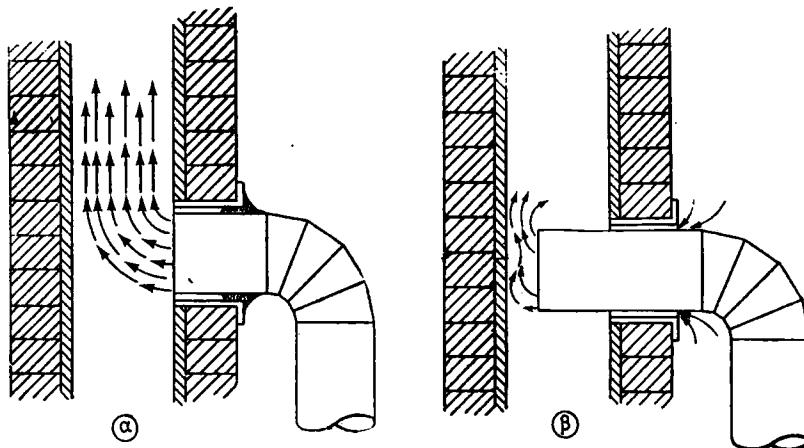
Για να έχομε τον επιθυμητό ελκυσμό σε μια καπνοδόχο θα πρέπει να προσέξουμε τα ακόλουθα στοιχεία:

- 1) Η διατομή της καπνοδόχου πρέπει να είναι σταθερή σε όλο το ύψος της.
- 2) Θα πρέπει να αποφεύγεται, κατά το δυνατό, η αλλαγή κατευθύνσεως της καπνοδόχου. Αν όμως δεν μπορούμε να αποφύγομε κάτι τέτοιο, θα πρέπει η γωνία αλλαγής της κατευθύνσεως να μη ξεπερνά τις 30° (σχ. 41.2β).
- 3) Η καπνοδόχος πρέπει να είναι **απόλυτα στεγανή** σε όλο της το ύψος, ώστε να εμποδίζεται η είσοδος κρύου αέρα. Η είσοδος κρύου αέρα στην καπνοδόχο μειώνει τον ελκυσμό της, με όλα τα δυσάρεστα επακόλουθα.
- 4) Το εσωτερικό της καπνοδόχου θα πρέπει να παρουσιάζει τις λιγότερες δυνατές αντιστάσεις στη ροή των καυσαερίων. Ελίσης η μεταλλική σύνδεση



Σχ. 41.2β.

Ο σωστός τρόπος αλλαγής στην κατεύθυνση της καπνοδόχου.

**Σχ. 41.2γ.**

Σύνθεση καπνοδόχων με το μεταλλικό καπνοσωλήνα του λέβητα.

α) Σωστή σύνδεση. β) Εσφαλμένη σύνδεση.

του λέβητα με την καπνοδόχο δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να εκτείνεται στο εσωτερικό της καπνοδόχου (σχ. 41.2γ).

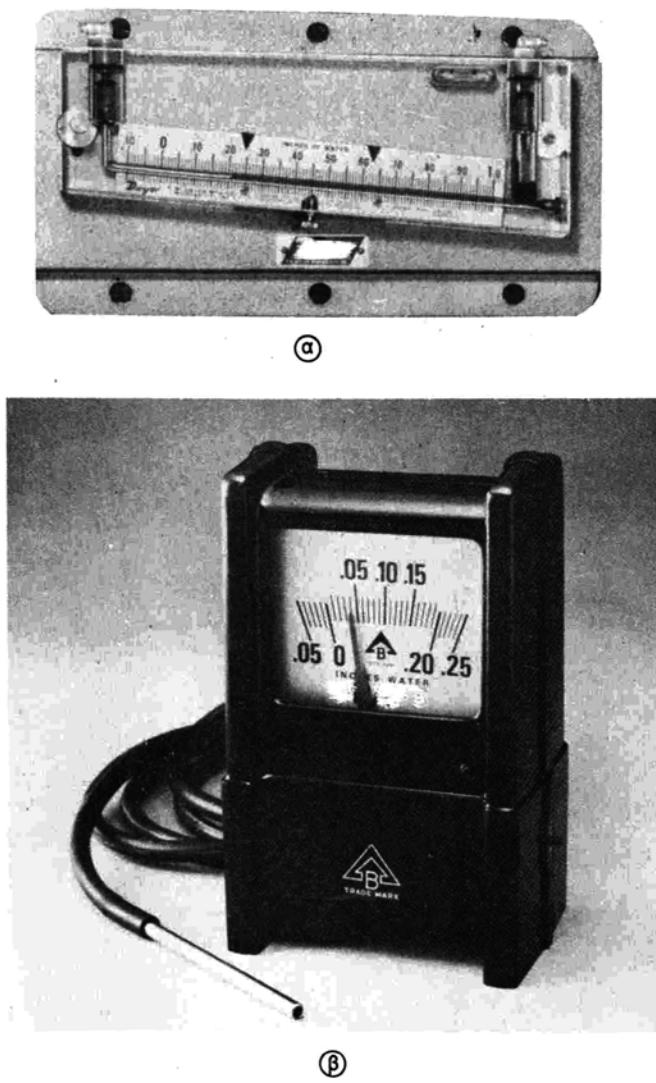
- 5) Θα πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτηση της καπνοδόχου σε εκτιθέμενους εξωτερικούς τοίχους. Αν όμως αυτό είναι αναπόφευκτο, τότε η καπνοδόχος θα πρέπει να μονώνεται καλά.
- 6) Η καπνοδόχος θα πρέπει να εκτείνεται πάνω από το ψηλότερο σημείο της στέγης ή γειτονικών οικοδομών τουλάχιστον κατά 50 cm. Έτσι αποφεύγονται τα δινορεύματα τα οποία εμποδίζουν την ελεύθερη έξοδο των καυσαερίων (σχ. 41.2β).
- 7) Δεν θα πρέπει να αφήνονται οι θυρίδες καθαρισμού της καπνοδόχου ανοικτές.
- 8) Δεν θα πρέπει να μειώνεται η διατομή της καπνοδόχου με το διάφραγμα στραγγαλισμού (ντάμπερ) χωρίς να υπάρχει λόγος.

41.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά.

- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως σε λειτουργία.
- Ειδικά μανόμετρα τύπου «U» ή κεκλιμένο ή ηλεκτρονικό μανόμετρο ακρίβειας, κλίμακας +1 ως -6 mm Υ.Σ. (σχ. 41.3).
- Ηλεκτροδράπανο 220 V.
- Σειρά τρυπανιών.

41.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Με τη βοήθεια του ηλεκτροδράπανου, ανοίξτε μια τρύπα στο μεταλλικό σωλήνα της εξόδου των καυσαερίων, όσο γίνεται πλησιέστερα προς το λέ-

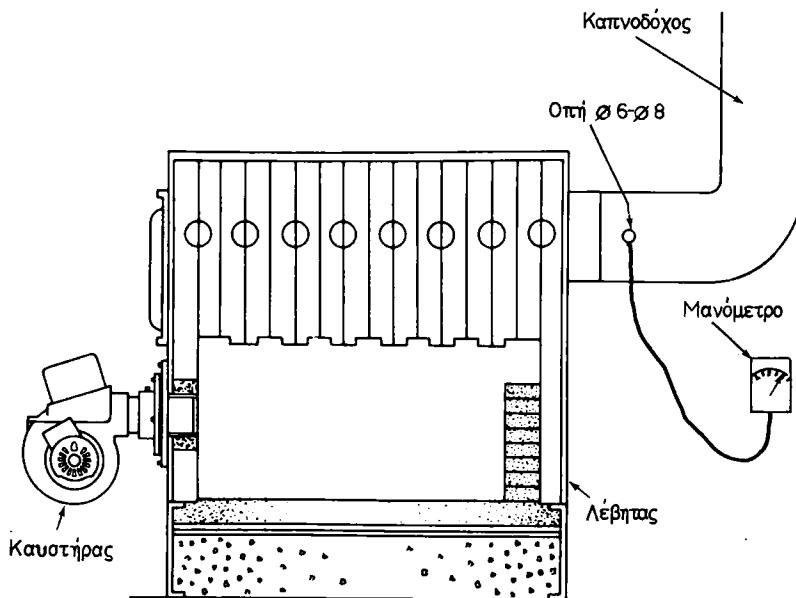


Σχ. 41.3.

- α) Κεκλιμένο μανόμετρο κλίμακας +0,1 in (2,5 mm) Υ.Σ. έως -1 in (25 mm) Υ.Σ.
 β) Ηλεκτρονικό μανόμετρο κλίμακας +0,05 in (1,3 mm) Υ.Σ. έως -0,25 (6,3 mm) Υ.Σ.

βητα (σχ. 41.4). Το μεγεθος τις τρύπας θα πρέπει να είναι κατάλληλο για να εισχωρήσει το μεταλλικό κομμάτι του σωλήνα του μανομέτρου, χωρίς να αφήνει κενά (συνήθως 6-8 mm).

- 2) Στερεώστε προσεκτικά το μανόμετρο σε τέτοια θέση, ώστε να έχετε εύκολη και ακριβή ανάγνωση των ενδείξεών του. **Αν το μανόμετρο είναι τύπου «U» ή κεκλιμένο, θα πρέπει να ελέγχετε την οριζοντιότητά του με αλφάδι.**



Σχ. 41.4.

Σύνδεση μανομέτρου για τη μέτρηση του ελκυσμού καπνοδόχου.

- 3) Λειτουργήστε την εγκατάσταση τουλάχιστον μισή ώρα πριν να πάρετε την ένδειξη του μανομέτρου.
- 4) Τοποθετήστε το μεταλλικό τμήμα του σωλήνα του μανομέτρου μέσα στην τρύπα που ανοίξατε.
- 5) Αφού περιμένετε να σταθεροποιηθεί η ένδειξη στο μανόμετρο διαβάστε προσεκτικά την ένδειξη και γράψτε την σ' ένα χαρτί.
- 6) Συγκρίνετε τον μετρηθέντα ελκυσμό με τον ελκυσμό που προβλέπεται από τις προδιαγραφές λειτουργίας του κατασκευαστή του λέβητα.

Παρατήρηση.

Αν δεν υπάρχουν προδιαγραφές λειτουργίας του λέβητα, πάρτε μια μέση τιμή απαιτούμενου ελκυσμού στην καπνοδόχο γύρω στα 1,25-1,5 mm Υ.Σ. Βέβαια οι τιμές που προαναφέρθηκαν είναι ενδεικτικές και δεν μας εξασφαλίζουν πάντα ικανοποιητικά αποτελέσματα.

- 7) Αν ο ελκυσμός είναι **πολύ μικρός**, εξετάστε τις παρακάτω πιθανές αιτίες:
 - α) Το ύψος της καπνοδόχου δεν είναι το απαιτούμενο για την εγκατάσταση.
 - β) Από κάποιο σημείο της καπνοδόχου εισχωρεί κρύος αέρας περιβάλλοντος.
 - γ) Υπάρχει στένωση της καπνοδόχου σε κάποιο σημείο της, η οποία εμποδίζει την ελεύθερη κίνηση των καυσαερίων προς τα πάνω.
- 8) Αν ο ελκυσμός είναι **πολύ μεγάλος** (πράγμα που φαίνεται και από το «ξεκόλλημα» της φλόγας στην εστία του λέβητα, καθώς και από ένα χαρακτηριστικό θόρυβο που πολλές φορές κάνει τα τζάμια να τρίζουν), ρυθμίστε το ειδικό κλαπέτο (ντάμπερ) αέρα περιβάλλοντος (λεβητοστάσιου) έτσι ώστε

να διοχετεύεται και μικρή ποσότητα αέρα του λεβητοστάσιου στην καπνοδόχο της εγκαταστάσεως.

- 9) Επαναλαμβάνετε τη μέτρηση του ελκυσμού της καπνοδόχου μετά από κάθε νέα ρύθμιση του ντάμπερ μέχρι να πετύχετε το σωστό ελκυσμό.
 - 10) Αφαιρέστε το σωλήνα του μανομέτρου από την καπνοδόχο και φυλάξτε το μανόμετρο.
 - 11) Κλείστε (ταπώστε) την τρύπα που ανοίξατε για τη μέτρηση του ελκυσμού με πυρίμαχο υλικό ώστε να εμποδίζεται η είσοδος αέρα του περιβάλλοντος (λεβητοστάσιου) στην καπνοδόχο.
 - 12) Αν η εγκατάσταση δεν χρειάζεται να συνεχίσει τη λειτουργία της, σταματήστε την και προετοιμάστε την για μια μελλοντική αυτόματη έναυση και λειτουργία.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

42.1 Σκοπός.

Θα ασκηθούν οι μαθητές στη σωστή διαδικασία μετρήσεως και ρυθμίσεως της θερμοκρασίας των καυσαερίων μονάδας κεντρικής θερμάνσεως.

42.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη άσκηση, για τη σωστή και αποδοτική λειτουργία του λέβητα μιας κεντρικής θερμάνσεως είναι απαραίτητο να εξασφαλίζεται ικανοποιητικός ελκυσμός και τέλεια απαγωγή των καυσαερίων που δημιουργούνται κατά την καύση του πετρελαίου στην εστία του λέβητα.

Για να εξασφαλίζεται όμως ο απαιτούμενος ελκυσμός είναι αναγκαίο να διατηρείται μια κατάλληλη διαφορά θερμοκρασίας ΔT μεταξύ της θερμοκρασίας των καυσαερίων T_k και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος T_p . Όσο μεγαλώνει αυτή η διαφορά θερμοκρασίας ΔT μεταξύ T_k και T_p τόσο μεγαλώνει και ο ελκυσμός και τόσο πιο άνετα γίνεται η απαγωγή των καυσαερίων.

Όμως, μεγάλη θερμοκρασία καυσαερίων T_k σημαίνει υποχρεωτικά και ανάλογη απώλεια θερμότητας και επομένως μείωση του βαθμού αποδόσεως του λέβητα. Βέβαια και η μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων T_k κάτω από ορισμένα όρια, θα δυσκολέψει την έξοδο των καυσαερίων (από έλλειψη ελκυσμού) και θα δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στην ομαλή συνέχιση της καύσεως στο λέβητα.

Από τα παραπάνω μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι η θερμοκρασία των καυσαερίων πρέπει να διατηρείται μέσα σε ορισμένα όρια, αλλιώς η λειτουργία του λέβητα θα είναι αντιοικονομική. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η θερμοκρασία των καυσαερίων θα πρέπει να διατηρείται μεταξύ **180°C** και **350°C**. (Οι περισσότεροι ειδικοί δέχονται σαν μέση παραδεκτή θερμοκρασία καυσαερίων τους 260°C).

Κύριες αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν απαράδεκτα **υψηλές θερμοκρασίες καυσαερίων** είναι οι παρακάτω:

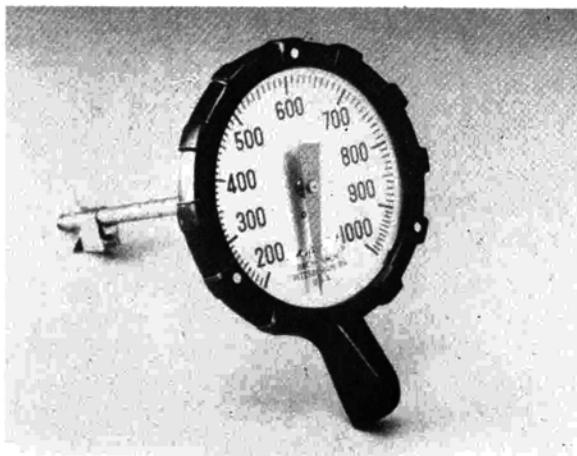
- 1) Οι θερμαινόμενες επιφάνειες του λέβητα είναι πολύ ακάθαρτες με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της συναλλαγής θερμότητας (δεν απορροφάται το μεγάλο ποσό της θερμότητας από το νερό που κυκλοφορεί στο λέβητα και έτσι παρασύρεται από τα καυσαέρια).
- 2) Κακή ρύθμιση του ντάμπερ στην έξοδο των καυσαερίων.

- 3) Μεγάλος καυστήρας για το λέβητα της εγκαταστάσεως ή μεγάλο μπεκ.
- 4) Κακή καύση στην εστία του λέβητα για διάφορους λόγους.

Εξάλλου θερμοκρασίες καυσαερίων **κάτω από τα παραδεκτά όρια** μπορεί να προκληθούν από τις παρακάτω αιτίες:

- 1) Από είσοδο κρύου αέρα στην αρχή της καπνοδόχου.
- 2) Από προσαγωγή υπερβολικά μεγάλης ποσότητας αέρα από τον ανεμιστήρα του καυστήρα στο χώρο καύσεως του λέβητα.

Η μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων γίνεται με ειδική διαδικασία με τη βοήθεια θερμομέτρων ειδικής κατασκευής. Ένα τέτοιο θερμόμετρο μετρήσεων της θερμοκρασίας των καυσαερίων φαίνεται στο σχήμα 42.2.



Σχ. 42.2.

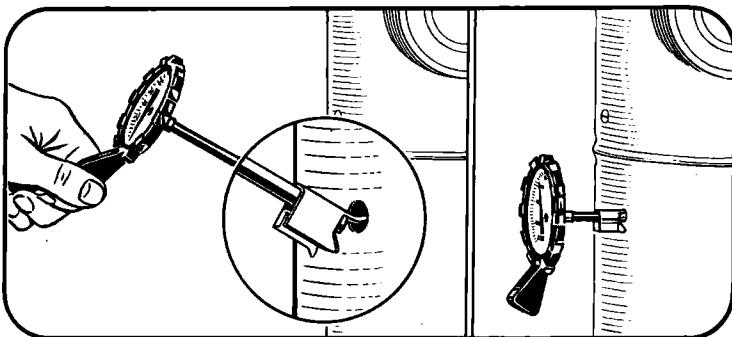
Συνηθισμένος τύπος θερμομέτρου για τη μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων (σε °F).

42.3 Απαιτούμενες συσκευές, όργανα και εργαλεία.

- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως σε πλήρη λειτουργία.
- Ειδικό θερμόμετρο μετρήσεως καυσαερίων με κλίκαμα από 150°-500°C.
- Ηλεκτροδράπανο 220 V.
- Σειρά (σετ) από τρυπάνια.

42.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Προσαρμόστε στο ηλεκτροδράπανο το κατάλληλο τρυπάνι και ανοίξτε με προσοχή μια τρύπα στο μεταλλικό τμήμα της καπνοδόχου και όσο πιο κοντά γίνεται προς το λέβητα. Συνήθως απαιτείται τρύπα διαμέτρου 6-7 mm.
- 2) Τοποθετήστε τώρα το στέλεχος του θερμομέτρου μέσα στην τρύπα που ανοίξατε, και σπρώξτε το να εισχωρήσει τόσο, ώστε το τέλος του θερμομέτρου (ο βολβός) να απέχει από τα τοιχώματα του λάχιστον 5-6 cm (σχ. 42.4).
- 3) Στερεώστε καλά το θερμόμετρο με τον ειδικό μηχανισμό στερεώσεως



Σχ. 42.4.

Διαδικασία προσαρμογής του θερμομέτρου στην καπνοδόχο για τη μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων.

(clip) αν υπάρχει και τοποθετήστε πυρίμαχο υλικό γύρω από το στέλεχος του θερμομέτρου, ώστε να εμποδίζεται η είσοδος ψυχρού αέρα στην καπνοδόχο.

- 4) Βάλτε σε λειτουργία την εγκατάσταση και περιμένετε να θερμανθεί το νερό της εγκαταστάσεως μέχρι τους **80°C** .
- 5) Όταν σταθεροποιηθεί η ένδειξη του θερμομέτρου, διαβάστε τη θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο και σημειώστε την σ' ένα χαρτί.
- 6) Αν η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι πολύ μεγάλη (άνω των 350°C), εντοπίστε την αιτία σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στις εισαγωγικές πληροφορίες αυτής της ασκήσεως και κάνετε ανάλογες διορθώσεις. Όταν η θερμοκρασία των καυσαερίων πέσει σε επιθυμητά επίπεδα, σταματήστε κάθε διορθωτική ενέργεια και παρακολουθήστε την ένδειξη του θερμομέτρου για 30 περίπου λεπτά της ώρας.
- 7) Κατάλληλες ενέργειες θα πρέπει να γίνουν, επίσης, αν η θερμοκρασία που μας δείχνει το θερμόμετρο είναι απαράδεκτα χαμηλή.
- 8) Όταν πετύχετε την επιθυμητή (ή ανεκτή) θερμοκρασία καυσαερίων, σταματήστε τη λειτουργία της εγκαταστάσεως και βγάλτε προσεκτικά το θερμόμετρο από την οπή της καπνοδόχου. **Επειδή η θερμοκρασία του θερμομέτρου είναι πολύ μεγάλη, θα πρέπει να πιάνεται πάντα από την ειδική μονωτική λαβή (σχ. 42.4) ή να χρησιμοποιηθούν ειδικά μονωτικά γάντια (συνήθως από αμίαντο).** Σε περίπτωση που δεν υπάρχει κανένα από τα παραπάνω προφυλακτικά μέσα κατά της υψηλής θερμοκρασίας, θα πρέπει να περιμένομε να κρυώσει η καπνοδόχος και μετά να βγάλομε το θερμόμετρο.
- 9) Αφού κρυώσει το θερμόμετρο, καθαρίστε το και τοποθετήστε το στη θήκη του, έτοιμο πάλι για νέα μέτρηση.
- 10) Κλείστε την τρύπα που ανοίξατε στην καπνοδόχο για την προσαρμογή του θερμομέτρου, με πυρίμαχο υλικό ώστε να εμποδίζεται η είσοδος ψυχρού αέρα στην καπνοδόχο.
- 11) Αφήστε την εγκατάσταση έτοιμη για αυτόματη επαναλειτουργία.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΤΡΙΤΗ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΠΟΣΟΣΤΗΤΑΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO_2) ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ

43.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα μάθουν τη διαδικασία μετρήσεως της περιεκτικότητας διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στα καυσαέρια λέβητα κεντρικής θερμάνσεως και θα ασκηθούν στις απαιτούμενες ρυθμίσεις για να διατηρείται η περιεκτικότητα CO_2 στα καυσαέρια μέσα σε συγκεκριμένα όρια. Αρκετές πληροφορίες για το θέμα αυτό υπάρχουν και στο βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Θερμάνσεις» — Παράρτημα Δ'.

43.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όπως είναι γνωστό από το μάθημα της χημείας, όταν λέμε **καύση** ενός υλικού, εννοούμε τη χημική αντίδραση των συστατικών του με οξυγόνο, με ταυτόχρονη έκλυση θερμότητας.

Το χρησιμοποιούμενο καύσιμο στις κεντρικές θερμάνσεις είναι **το πετρέλαιο DIESEL**, εκτός βέβαια μερικών εξαιρέσεων, όπου χρησιμοποιείται μαζούτ ή υγραέριο.

Το καθαρό πετρέλαιο αποτελείται από **12%** υδρογόνο (H) και **88%** άνθρακα (C) κατά μάζα. Κατά την καύση του πετρελαίου, ο μεν άνθρακας με το οξυγόνο του αέρα σχηματίζει **διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)**, ενώ το υδρογόνο σχηματίζει **νερό (H_2O)** συνήθως υπό μορφή υδρατμών.

Αν η καύση γίνεται με ιδανικές αναλογίες αέρα-πετρελαίου, τότε **κάθε κιλό πετρελαίου χρειάζεται 11 m³** αέρα, που πρέπει να αναμιχθούν τέλεια μαζί του.

Το ποσό της θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την πλήρη καύση της μονάδας μάζας ενός καυσίμου (στην περίπτωσή μας πετρελαίου) είναι σταθερό και ονομάζεται **θερμαντική ικανότητα (Θ.I.)** του καυσίμου. Η θερμαντική ικανότητα του καυσίμου μετράται σε kcal/kg ή kJ/kg.

Η **θερμαντική ικανότητα*** του άνθρακα είναι περίπου **8000 kcal/kg**, ενώ του υδρογόνου **28900 kcal/kg**. Επομένως κάθε κιλό καιόμενου πετρελαίου μας δίνει περίπου:

* Βλέπε στο βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Θερμάνσεις» παράγρ. 3.2, σελ. 19.

$$Q_{\text{pi}} = 8000 \frac{88}{100} + 28900 \frac{12}{100} = 10500 \text{ kcal/kg} \quad \text{ή} \quad 44000 \text{ kJ/kg}$$

Όπως ήδη αναφέρθηκε η θερμαντική ικανότητα του πετρελαίου κατά την τέλεια καύση είναι 10500 kcal/kg. Από τα 10500 kcal/kg, θα πρέπει να αφαιρεθούν 580 kcal/kg (περίπου) που θα δαπανηθούν για την ατμοποίηση του νερού που σχηματίζεται κατά την καύση. Το νερό αυτό εξέρχεται από την καπνοδόχο με τα καυσαέρια υπό μορφή υπέρθερμου ατμού. Έτσι η θερμαντική ικανότητα του πετρελαίου γίνεται περίπου

$$\Theta.I. = 10500 - 580 = 9920 \text{ kcal/kg}$$

Νοείται βέβαια ότι η Θ.I. του πετρελαίου εξαρτάται από τη σύνθεσή του (σε άνθρακα και υδρογόνο) καθώς και από το ποσοστό ξένων προσμίξεων που περιέχει. Οι σημαντικότερες από τις προσμίξεις αυτές είναι το θείο (S). **Η περιεκτικότητα του πετρελαίου σε θείο δεν πρέπει να ξεπερνάει το 1,3%.**

Έτσι, στην πράξη η ωφέλιμη θερμαντική ικανότητα (Ω.Θ.I.) του πετρελαίου λαμβάνεται **περίπου 8000 kcal/kg**. Για να πάρομε όμως τη μέγιστη δυνατή θερμαντική ικανότητα θα πρέπει να έχομε ιδανικές συνθήκες καύσεως και κυρίως ιδανική ανάμιξη του πετρελαίου με τον αέρα. Όταν λέμε **ιδανική ανάμιξη**, εννοούμε την ανάμιξη της ακριβούς ποσότητας αέρα που απαιτεί η χημική αντίδραση (καύση του πετρελαίου). Στην ιδανική αυτή περίπτωση καύσεως, λέμε ότι **έχομε καύση με περίσσεια αέρα 0%** (μηδέν τοις εκατό).

Τα προϊόντα της τέλειας καύσεως του πετρελαίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το νερό (H_2O) και το άζωτο (N_2) του αέρα της καύσεως που βέβαια δεν καίγεται.

Αν ο αέρας που δίνομε για την καύση είναι περισσότερος από αυτόν που θεωρητικά απαιτείται για την τέλεια καύση, τότε λέμε ότι έχομε **περίσσεια αέρα**. Αν, για παράδειγμα, ο αέρας είναι διπλάσιος από τον θεωρητικά απαιτούμενο, λέμε ότι έχομε περίσσεια 100%.

Αν ο αέρας που δίνομε στο χώρο καύσεως, είναι λιγότερος από τον απαιτούμενο για τέλεια καύση, τότε ένα μέρος του άνθρακα θα καεί σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και ένα μέρος σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Επίσης στην περίπτωση αυτή στα προϊόντα της καύσεως θα εμφανισθεί και άκαυστο καύσιμο με τη μορφή μαύρου καπνού ή αιθάλης στην καπνοδόχο (C_2) και ελεύθερο υδρογόνο (H_2).

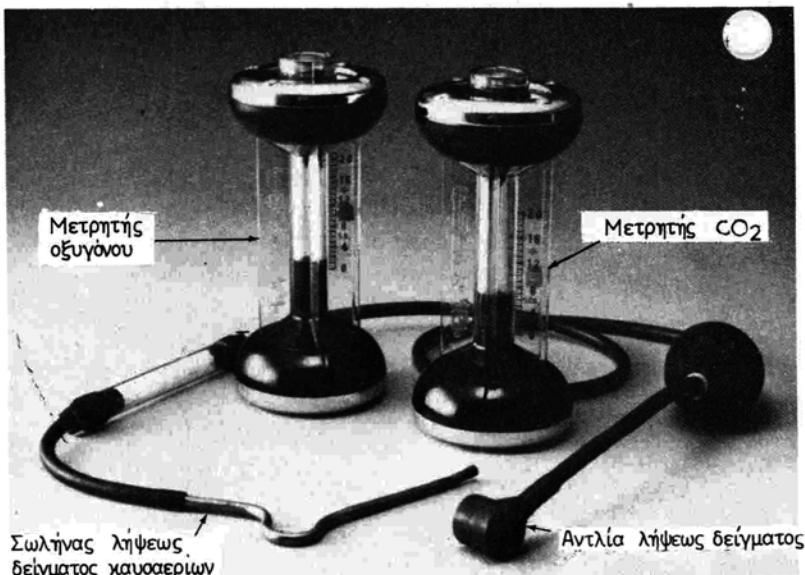
Έτσι, κατά την ατελή καύση το ποσό της θερμότητας που ελευθερώνεται είναι μικρότερο από τη θερμότητα της τέλειας καύσεως γιατί ένα μέρος της κατακρατείται (δεν αποδέσμευεται) από τα άκαυστα συστατικά όπως το CO (μονοξείδιο του άνθρακα), H_2 (ελεύθερο υδρογόνο) και C_2 (αιθάλη).

Στην τέλεια καύση έχουμε και τη μέγιστη παρουσία διοξειδίου του άνθρακα (CO_2). Δηλαδή **όσο πιο μεγάλο ποσοστό CO_2 περιέχουν τα καυσαέρια, τόσο τελειότερη είναι η καύση και τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός αποδόσεως του λέβητα**. Το μέγιστο θεωρητικό ποσοστό CO_2 στα καυσαέρια εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως μπορεί να είναι μέχρι **15%** κατά όγκο. Όμως θεωρείται **ικανοποιητική η απόδοση** της εγκαταστάσεως και με περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO_2 **10-12%** κατά όγκο.

Η μέτρηση της περιεκτικότητας του CO_2 στα καυσαέρια γίνεται με ειδικές συ-

σκευές όπως αυτή του σχήματος 43.2* η ηλεκτρονικές συσκευές μεγάλης ακρίβειας.

Με τη βοήθεια της συσκευής που εικονίζεται στο σχήμα 43.2 παίρνεται δείγμα καυσαερίων, επεξεργάζεται κατάλληλα και μας δίνεται η περιεκτικότητά τους σε CO_2 . Η ένδειξη στην κλίμακα της συσκευής επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός χημικού υγρού που βρίσκεται στο κάτω μέρος της συσκευής. Το χημικό αυτό υγρό έχει την ιδιότητα να απορροφά εύκολα το διοξείδιο του άνθρακα. Με την απορρόφηση όμως του CO_2 ο όγκος του αυξάνεται ανάλογα. Έτσι, έχει καταρτισθεί ειδική κλίμακα που έμμεσα μετρά την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO_2 . Η κλίμακα των συσκευών που χρησιμοποιούνται για μετρήσεις σε κεντρικές θερμάνσεις πρέπει να είναι 0%-20% CO_2 .



Σχ. 43.2.
Συσκευή μετρήσεως της περιεκτικότητας καυσαερίων σε CO_2 .

43.3 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

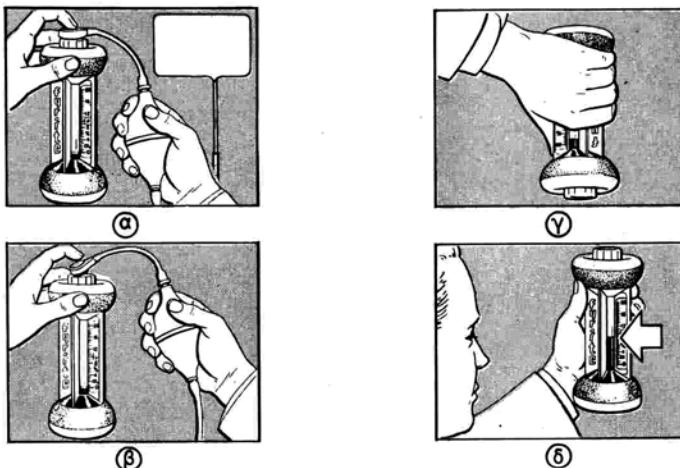
- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως.
- Ηλεκτροδράπανο.
- Σειρά από τρυπάνια.
- Συσκευή αναλύσεως καυσαερίων (μετρήσεως CO_2).

43.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Ανοίξτε τρύπα στην καπνοδόχο (κοντά στο λέβητα) τέτοιας διαμέτρου ώ-

*Στο σχήμα 43.2 φαίνεται και συσκευή μετρήσεως O_2 στα καυσαέρια, που όμως δεν θα μας απασχολήσει στην άσκηση αυτή.

- στε να γίνει εύκολα η λήψη δείγματος καυσαερίων.
- 2) Τοποθετήστε το μεταλλικό άκρο του σωλήνα λήψεως δείγματος καυσαερίων στην τρύπα που ανοίξατε στην καπνοδόχο, και το άλλο άκρο τοποθετήστε το στην ειδική υποδοχή της συσκευής (στο άνω μέρος της συσκευής).
 - 3) Λειτουργήστε την εγκρατάσταση και περιμένετε να ζεσταθεί το νερό μέχρι τη θερμοκρασία των 80°C.
 - 4) Με τη βοήθεια της λαστιχένιας αντλίας (πουάρ) που υπάρχει στο σωλήνα λήψεως δείγματος καυσαερίων, αντλήστε καυσαέρια από την καπνοδόχο πιέζοντας το λαστιχένιο σύνδεσμο του σωλήνα προς τα κάτω και πιέζοντας το πουάρ τουλάχιστον **18 φορές** [σχ. 43.4(a)].
 - 5) Σηκώστε τώρα το δάκτυλό σας από το σύνδεσμο του σωλήνα λήψεως δείγματος και αφαιρέστε τον από την υποδοχή του. Έτσι η συσκευή θα στεγανοποιηθεί με τη βοήθεια ελατηρίου [σχ. 43.4(β)].



Σχ. 43.4.

Διαδικασία μετρήσεως του CO₂ των καυσαερίων.

- 6) Αναποδογυρίστε τη συσκευή μερικές φορές, ώστε το CO₂ να απορροφηθεί από το ειδικό χημικό υγρό της συσκευής [σχ. 43.4(γ)].
- 7) Κρατήστε τώρα τη συσκευή εντελώς κατακόρυφα και διαβάστε προσεκτικά την εκατοστιαία περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO₂ [σχ. 43.4(δ)].
- 8) Αν η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO₂ είναι πολύ μικρή (κάτω από 10%) εξετάστε τις παρακάτω πιθανές αιτίες και κάνετε ανάλογες διορθώσεις:
 - a) Κακή ρύθμιση του αέρα του καυστήρα (λίγος αέρας).
 - β) Ανεπαρκής κονιορτοποίηση του καυσίμου με αποτέλεσμα την μη ικανοποιητική ανάμιξη καυσίμου και αέρα.
 - γ) Μικρός ελκυσμός που μπορεί να οφείλεται στις αιτίες που έχουν αναφερθεί στην Άσκηση 41 αυτού του βιβλίου.
 - δ) Ακατάλληλο το ακροφύσιο (μπεκ) του καυστήρα (ακατάλληλη γωνία

ψεκασμού, μεγάλη ικανότητα κλπ. στοιχεία) για το λέβητα της εγκαταστάσεως.

- ε) Μικρή πίεση καταθλίψεως στην αντλία πετρελαίου.
 - στ) Η ικανότητα του καυστήρα (kg/h ή gal/h) πολύ μεγάλη για το λέβητα της εγκαταστάσεως.
 - 9) Μετά από κάθε ρύθμιση, επαναλάβετε τη μέτρηση της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε CO₂ ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία.
 - 10) Όταν πετύχετε τη μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα CO₂ στα καυσαέρια, σταματήστε τη λειτουργία της εγκαταστάσεως και βγάλτε με προσοχή (γιατί καίει) το σωλήνα λήψεως δείγματος καυσαερίων από την καπνοδόχο.
 - 11) Κλείστε την τρύπα που ανοίξατε στην καπνοδόχο για τη λήψη δείγματος καυσαερίων με πυρίμαχο υλικό.
 - 12) Καθαρίστε τη συσκευή ελέγχου των καυσαερίων και τοποθετήστε την στη θήκη της έτοιμη για νέα χρήση.
-

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)

44.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα ασκηθούν στη διαδικασία ελέγχου των καυσαερίων για ύπαρξη μονοξειδίου του άνθρακα (CO).

44.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όταν έχομε ατελή καύση, λόγω αντικανονικών συνθηκών καύσεως στην εστία του λέβητα ή ακόμη από κακή ανάμιξη του αέρα με το καύσιμο στην κεφαλή του καυστήρα, τότε είναι πιθανή η παρουσία μεγάλου ποσοστού **μονοξειδίου του άνθρακα (CO)**.

Εκτός από τις παραπάνω αιτίες που δημιουργούν προϋποθέσεις για ατελή καύση και αυξημένο ποσοστό μονοξειδίου του άνθρακα (CO) στα καυσαέρια, όλες οι αιτίες που αναφέρθηκαν στην Άσκηση 43 οι οποίες δημιουργούν χαμηλό ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα, πρέπει να εξετάζονται και στην περίπτωση υπάρξεως CO στα καυσαέρια. Η καύση του άνθρακα προς CO, δίνει περίπου 2400 kcal/kg αντί 8000 kcal/kg που δίνει η τέλεια καύση προς CO₂. Αυτό σημαίνει ότι οι απώλειες θερμικής ενέργειας κατά την καύση του C προς CO είναι πολύ μεγάλες, με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του βαθμού αποδόσεως του λέβητα.

Έχει υπολογισθεί ότι για κάθε 1% κατ' όγκο παρουσίας μονοξειδίου του άνθρακα στα καυσαέρια, έχομε μείωση του βαθμού αποδόσεως της εγκαταστάσεως κατά 3%.

Η απώλεια αυτή είναι συνήθως πολλαπλά πιο σημαντική από την απώλεια που προκαλεί η παρουσία αιθάλης και το σπουδαιότερο είναι ότι δεν γίνεται αντιληπτή η παρουσία του CO, όπως συμβαίνει με την αιθάλη.

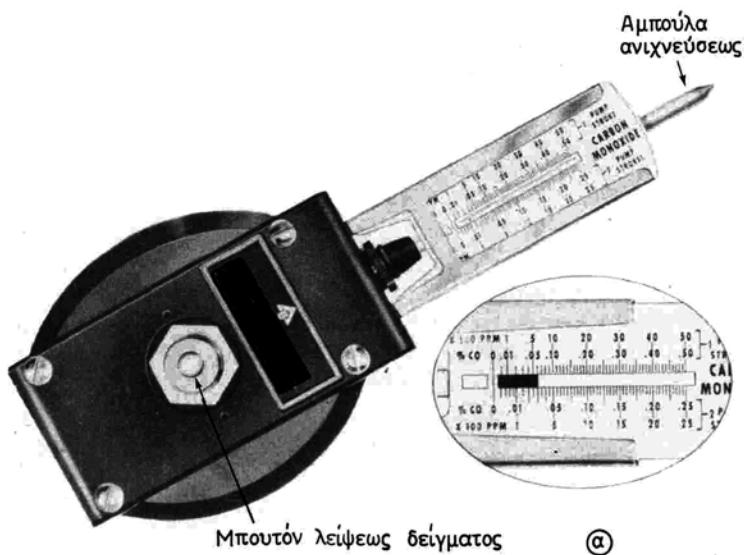
Κατά την καύση πετρελαίου DIESEL είναι δυνατή η εμφάνιση σημαντικής ποσότητας CO σε δυο περιπτώσεις:

- Αν κάνομε κακή ρύθμιση ενός καλού καυστήρα, δίνοντας λιγότερο αέρα από ό,τι χρειάζεται.
- Β) Αν ο καυστήρας είναι εκ κατασκευής κακής ποιότητας.

Στην πρώτη περίπτωση, η έλλειψη αέρα κατά την καύση θα προκαλέσει και την ταυτόχρονη εμφάνιση αιθάλης. Η παρουσία της αιθάλης θα μας υποψιάσει για κακή καύση και θα μας αναγκάσει να ξανακάνουμε τη ρύθμιση του καυστήρα μέχρι να πετύχουμε άριστη καύση. Έτσι, θα αποφευχθεί η συνέχιση της ελαπτωματικής καύσεως προς CO.

Στη δεύτερη όμως περίπτωση, που έχομε έναν κακής ποιότητας καυστήρα είναι δυνατόν να εμφανίζεται μόνιμα ένα υψηλό ποσοστό CO καλ [O₂. Σ' αυτή την περίπτωση κάθε προσπάθεια βελτιώσεως της ποιότητας της καύσεως είναι καταδικασμένη σε αποτυχία, με αποτέλεσμα να έχομε αυξημένη κατανάλωση και συνεπώς σημαντική μείωση του βαθμού αποδόσεως της εγκαταστάσεως.

Ο προσδιορισμός του CO στα κάυσαέρια μπορεί να γίνει ή με τη μέτρηση του CO₂ και του O₂, ή με τη χρήση **ειδικών οργάνων** που δείχνουν απευθείας το ποσοστό περιεκτικότητας των καυσαερίων σε CO. Ένα τέτοιο όργανο φαίνεται στο σχήμα 44.2. Η λειτουργία αυτού του οργάνου βασίζεται στην αλλαγή του χρώματος μιας συγκεκριμένης χημικής ουσίας, η οποία επηρεάζεται από την παρουσία του CO. Η χημική αυτή ουσία έχει χρώμα **κίτρινο** και είναι τοποθετημένη και κλεισμένη αεροστεγώς σε ειδικές γυάλινες αμπούλες που συνοδεύουν το όργανο. Τις αμπούλες αυτές μπορεί κανείς να τις προμηθεύεται από τις αντιπροσωπείες των οργάνων αυτού του είδους. Οι αμπούλες αυτές ανιχνεύουν CO είναι συνήθως μιας χρήσεως. Βέβαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι και δυο φορές, αν μετά την πρώτη χρήση, βγάλομε την αμπούλα από το όργανο και την επανατοποθετήσουμε στο όργανο με το άλλο άκρο της.



(β)

Σχ. 44.2.

Ανίχνευση και μέτρηση CO στα καυσαέρια.

α) Σύγχρονος τύπος συσκευής μετρήσεως CO στα καυσαέρια. β) Αμπούλες ανιχνεύσεως CO μιας χρήσεως.

Τα όργανα αυτά είναι μεγάλης ευαισθησίας, αξιόπιστα στη μέτρηση του ποσού του ΣΟ που περιέχουν τα καυσαέρια και εύκολα στη χρήση τους.

44.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά.

- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως σε πλήρη λειτουργία.
- Όργανο μετρήσεως του ΣΟ με κλίμακα 0-0,2%.
- Ηλεκτροδράπανο.
- Σειρά από τρυπάνια.

44.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Ανοίξτε με τη βοήθεια του ηλεκτροδράπανου μια τρύπα στην καπνοδόχο κοντά στο λέβητα. Το μέγεθος της τρύπας πρέπει να είναι αρκετό για την εύκολη λήψη δείγματος καυσαερίων με το όργανο.
- 2) Βάλτε την εγκατάσταση σε λειτουργία και περιμένετε να ζεσταθεί το νερό μέχρι τη θερμοκρασία των 80°C.
- 3) Βγάλτε μια αμπούλα ανιχνεύσεως ΣΟ από τη θήκη της και κόψτε τα άκρα της όπως γίνεται στις ενέσεις.
- 4) Τοποθετήστε το ένα άκρο της αμπούλας στην ειδική λαστιχένια υποδοχή του οργάνου [σχ. 44.4(a)].
- 5) Τοποθετήστε το άλλο άκρο της αμπούλας στην τρύπα που ανοίξατε στην καπνοδόχο για τη λήψη δείγματος καυσαερίων.
Το σπάσιμο των άκρων της αμπούλας πρέπει να γίνεται λίγο πριν χρησιμοποιηθεί.
- 6) Πατήστε τώρα το κουμπάκι (μπουτόν) που βρίσκεται στο κέντρο του οργάνου, και κατόπιν αφήστε το να επανέλθει πάλι στη θέση του. Μ' αυτόν τον τρόπο το όργανο έχει πάρει την πρέπουσα ποσότητα δείγματος καυσαερίων για τη δοκιμή [σχ. 44.4(β)].
- 7) Τοποθετήστε στην ειδική υποδοχή του οργάνου την κλίμακα μετρήσεως του ΣΟ έτσι ώστε το μηδέν της κλίμακας να συμπέσει με την αρχή της στήλης που άλλαξε χρώμα (η αρχή της καστανόγκριζας στήλης της αμπούλας) [σχ. 44.4(γ)].



Σχ. 44.4.

Διαδικασία για τη μέτρηση ΣΟ στα καυσαέρια με το όργανο του σχήματος 44.2.

- 8) Σημειώστε την ένδειξη του οργάνου που είναι η εκατοστιαία σύνθεση των καυσαερίων σε CO. Σε μια καλή εγκατάσταση το ποσοστό σε CO δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,1% κατ' όγκο.

Παρατηρήσεις.

- a) Αν στα καυσαέρια **δεν υπάρχει CO**, το χρώμα της χημικής ουσίας της αμπούλας θα διατηρηθεί **αμετάβλητο** σε όλο το μήκος της (κίτρινο). Αν όμως **υπάρχει CO** στα καυσαέρια, το κίτρινο χρώμα της χημικής ουσίας της αμπούλας θα μεταβληθεί σε **καστανόγκριζο**. **To μήκος της στήλης που θα αλλάξει χρώμα (από κίτρινο σε καστανόγκριζο) είναι ανάλογο του ποσοστού των καυσαερίων σε CO.** Έτσι, μετρώντας με κλίμακα το μήκος της χημικής ουσίας που άλλαξε χρώμα (καστανόγκριζο) έχουμε την εκατοστιαία σύνθεση των καυσαερίων σε CO.
- β) Οι παραπάνω οδηγίες ελέγχου των καυσαερίων για CO, καλό θα είναι να συνδυάζονται και με τις οδηγίες χρήσεως του κατασκευαστή. Γ' αυτό προ της χρήσεως οποιουδήποτε οργάνου ελέγχου των καυσαερίων θα πρέπει να διαβάζονται προσεκτικά οι οδηγίες χρήσεως που συνοδεύουν το όργανο.
- 9) Σταματήστε τη λειτουργία της εγκαταστάσεως και κλείστε την τρύπα που ανοίξατε στην καπνοδόχο με πυρίμαχο υλικό.
- 10) Αφαιρέστε την αμπούλα ανιχνεύσεως CO από το όργανο και τοποθετήστε το όργανο στη θήκη του έτοιμο για νέα χρήση.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΓΙΑ ΑΙΘΑΛΗ

45.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα ασκηθούν στη μέτρηση του ποσού της αιθάλης που περιέχεται στα καυσαέρια εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως και θα μάθουν να εντοπίζουν τις αιτίες που την προκαλούν.

45.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όταν η καύση σ' ένα λέβητα είναι **ατελής**, εκτός από το σχηματισμό μονοξειδίου του άνθρακα (CO), έχουμε και έντονη παρουσία **αιθάλης (C₂J)**. Η αιθάλη είναι άνθρακας που παρέμεινε άκαυστος, από διάφορες αιτίες, κατά την καύση του πετρελαίου και κατά τη διαδικασία της καύσεως αναμιγνύεται με τα καυσαέρια.

Κύριες αιτίες που προκαλούν την παρουσία μεγάλης ποσότητας αιθάλης στα καυσαέρια είναι οι παρακάτω:

- Μικρότερη ποσότητα αέρα** από εκείνη που απαιτείται για μια τέλεια καύση (απαιτούνται περίπου 11 m³/kg πετρελαίου).
- Χαμηλή θερμοκρασία της φλόγας** στο θάλαμο καύσεως. Σ' αυτή την περίπτωση η φλόγα παίρνει ένα **βαθυκόκκινο** χρώμα. Χαμηλής θερμοκρασίας φλόγα έχουμε συνήθως όταν τα τοιχώματα τον θαλάμου καύσεως έχουν μεγάλη απορροφητικότητα θερμότητας. Γιαυτό και όταν διαπιστώνεται φλόγα χαμηλής θερμοκρασίας (βαθυκόκκινο χρώμα), πρέπει να γίνεται επένδυση των μη βρεχόμενων τμημάτων του φλοιοθάλαμου του λέβητα, με **πυρίμαχα υλικά**, ή να αυξάνεται η παροχή καυσίμου αλλάζοντας ακροφύσιο (μπεκ) στον καυστήρα. (Αν βέβαια το επιτρέπει η δυνατότητα του λέβητα).
- Κακή ρύθμιση του καυστήρα.** Συνήθως ψεκάζεται μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαίου από εκείνη που μπορεί να καεί στο φλοιοθάλαμο του λέβητα.
- Μικρή πίεση καταθλίψεως** της αντλίας του καυστήρα, με αποτέλεσμα να μην έχουμε τέλεια κονιορτοποίηση και ανάμιξη του πετρελαίου με τον αέρα.
- Ακατάλληλος τύπος καυστήρα** για το λέβητα της εγκαταστάσεως ή κακής ποιότητας καυστήρας.

Μεγάλο ποσοστό αιθάλης μπορεί κανείς να παρατηρήσει κατά την έναρξη λειτουργίας της εγκαταστάσεως, κοιτάζοντας το χώρο καύσεως του λέβητα. Η φλόγα σ' αυτή τη φάση είναι **κρύα** λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας των τοιχωμάτων της εστίας καύσεως του λέβητα και της μεγάλης απορροφητικότητάς τους σε θερμότητα. Σ' αυτή τη φάση λειτουργίας του λέβητα παρατηρούμε έντονη την παρουσία αιθάλης μέσα στην εστία καύσεως, καθώς και στα εξερχόμενα καυσαέρια. Όσο ό-



Σχ. 45.2.

Συσκευή λήψεως δείγματος καυσαερίων για τον προσδιορισμό του ποσοστού αιθάλης.

μως η θερμοκρασία στο λέβητα αυξάνεται η παρούσια της αιθάλης μειώνεται προοδευτικά μέχρι που εξαφανίζεται τελείως, αν βέβαια έχομε καύση καλής ποιότητας.

Η μέτρηση του ποσού της αιθάλης που περιέχουν τα καυσαέρια (ή μέτρηση της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε αιθάλη), γίνεται με ειδική συσκευή σαν αυτή που φαίνεται στο σχήμα 45.2.

Κάθε συσκευή ελέγχου των καυσαερίων για αιθάλη αποτελείται από τα παρακάτω εξαρτήματα και υλικά:

- Από την αντλία λήψεως δείγματος καυσαερίων.
- Β) Από τη συγκριτική κλίμακα ποσότητας αιθάλης.
- γ) Από τα ειδικά δοκιμαστικά φίλτρα αιθάλης.

Η συγκριτική κλίμακα αιθάλης, περιλαμβάνει δέκα διαφορετικές αποχρώσεις του μαύρου. Αρχίζει από το τελείως λευκό με χαρακτηριστικό αριθμό το μηδέν (**0**) και τελειώνει στο τελείως μαύρο με αριθμό εννέα (**9**).

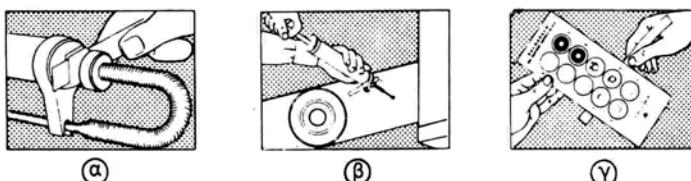
Τα δοκιμαστικά φίλτρα είναι ειδικά μικρά κατάλευκα φίλτρα που τοποθετούνται πριν από κάθε έλεγχο καυσαερίων για αιθάλη, σε ειδική υποδοχή της αντλίας λήψεως δείγματος καυσαερίων. Το δείγμα καυσαερίων που παίρνομε με την αντλία αναγκάζεται να περάσει μέσα από το φίλτρο. Έτσι η αιθάλη συγκρατείται από το φίλτρο κάνοντας το φίλτρο να πάρει κάποια απόχρωση του μαύρου, ανάλογα με το ποσό της αιθάλης που περιέχεται στα καυσαέρια. Κατόπιν, το δοκιμαστικό φίλτρο αφαιρείται από την αντλία και γίνεται σύγκριση της αποχρώσεως που σχημάτισε η αιθάλη, με τις αποχρώσεις μαύρου της συγκριτικής κλίμακας που συνοδεύει τη συσκευή.

45.3 Απαιτούμενα όργανα και υλικά.

- Εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως με πετρέλαιο σε πλήρη λειτουργία.
- Ηλεκτροδράπανο.
- Σειρά από τρυπάνια.
- Συσκευή ελέγχου καυσαερίων για αιθάλη.

45.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Ανοίξτε με το ηλεκτροδράπανο κατάλληλη τρύπα για το ρύγχος λήψεως καυσαερίων της συσκευής αιθάλης [σχ. 45.2].
- 2) Λειτουργήστε την εγκατάσταση και περιμένετε να ζεσταθεί το νερό μέχρι τη θερμοκρασία των 80°C.
- 3) Τοποθετήστε το φίλτρο στην ειδική υποδοχή της αντλίας λήψεως καυσαερίων με προσοχή, ώστε να μην αφήνονται κενά [σχ. 45.4(a)].
- 4) Τοποθετήστε το ρύγχος της αντλίας στην τρύπα που ανοίξατε στην καπνοδόχο και αντλήστε καυσαέριο από την καπνοδόχο **10 φορές** [σχ. 45.4(β)].
- 5) Βγάλτε το ρύγχος της αντλίας από την καπνοδόχο και αφαιρέστε το δοκιμαστικό φίλτρο.



Σχ. 45.4.

Διαδικασία για τον προσδιορισμό αιθάλης στα καυσαέρια.

- 6) Συγκρίνετε τώρα την απόχρωση της μαύρης κηλίδας, που σχηματίστηκε στο δοκιμαστικό φίλτρο από την παρουσία της αιθάλης των καυσαερίων, με την **κλίμακα αιθάλης** που συνοδεύει τη συσκευή [σχ. 45.4(γ)]. Η κηλίδα που σχηματίστηκε στο δοκιμαστικό φίλτρο, **δεν πρέπει ποτέ να είναι πιο μαύρη από το νούμερο 3** της συγκριτικής κλίμακας.
- 7) Αν η κηλίδα του δοκιμαστικού φίλτρου είναι πιο μαύρη από το νούμερο 3 της συγκριτικής κλίμακας, εξετάστε μία-μία όλες τις αιτίες που προκαλούν υπερβολική ποσότητα αιθάλης. Οι κυριότερες από τις αιτίες αναφέρονται στην παράγραφο 45.2.
- 8) Μετά από κάθε διόρθωση της λειτουργίας της εγκαταστάσεως, κάνετε νέα μέτρηση της περιεχόμενης αιθάλης, μέχρι να πετύχετε ικανοποιητικό αποτέλεσμα (απόχρωση μαύρου μικρότερη του 3 της κλίμακας).
- 9) Όταν τελειώσετε τις μετρήσεις, κλείστε την τρύπα που ανοίξατε στην καπνοδόχο για τη λήψη καυσαερίων με πυρίμαχο υλικό.
- 10) Καθαρίστε τη συσκευή και τοποθετήστε την στη θήκη της έτοιμη για τις επόμενες μετρήσεις.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΕΚΤΗ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΕΒΗΤΑ-ΚΑΥΣΤΗΡΑ

46.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα διδαχθούν τη διαδικασία ευρέσεως του βαθμού αποδόσεως του κύριου συγκροτήματος κάθε λεβητοστάσιου κεντρικής θερμάνσεως, που το αποτελούν ο καυστήρας και ο λέβητας.

46.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η θερμότητα που παράγεται κατά τη διαδικασία της καύσεως σε ένα λέβητα, ανά μονάδα μάζας του καυσίμου ισούται με την **κατώτερη θερμαντική ικανότητα (ΚΘΙ)*** του καυσίμου. Όμως, ποτέ η θερμότητα αυτή δεν μεταφέρεται ολόκληρη στο νερό που κυκλοφορεί μέσα από το λέβητα, διότι πάντοτε έχουμε και απώλειες θερμότητας, κυρίως με τους εξής δύο μηχανισμούς:

- Απώλειες θερμότητας με τα καυσαέρια της εγκαταστάσεως που απάγονται προς το περιβάλλον ενώ ήδη είναι αρκετά ζεστά, δηλαδή έχουν παραλάβει αρκετή θερμότητα.
- Απώλειες θερμότητας από τα τοιχώματα του λέβητα προς το περιβάλλον του λεβητοστάσιου. Οι απώλειες αυτές είναι αρκετά μικρότερες από τις προηγούμενες και κυμαίνονται **από 1-3%**, ανάλογα με τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του λέβητα.

Ο **ολικός βαθμός αποδόσεως** του συστήματος λέβητα-καυστήρα ορίζεται από την εξίσωση:

$$\eta_{ΟΛ} = \frac{Q_A}{Q_K} = \frac{Q_A}{m_K(K\Theta I)} \quad (46.1)$$

όπου: Q_A η ισχύς του λέβητα, δηλαδή η θερμότητα που παραλαμβάνεται από το νερό που κυκλοφορεί στο λέβητα (kW).

Q_K η θερμότητα που αποδίδεται από το καύσιμο (kW).

m_K η παροχή μάζας του καυσίμου (kg/s).

$(K\Theta I)$ η κατώτερη θερμαντική ικανότητα του καυσίμου (kJ/kg).

*Βλέπε βιβλίο Ιδρύματος Ευγενίδου «ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ» σελ. 21

Παρατήρηση.

Τα μεγέθη στην εξίσωση (46.1), μπορεί να έχουν και τις εξής μονάδες:

Q_A σε kcal/h, Q_K σε kg/h, ($K\theta l$) σε kcal/kg

Είναι φανερό ότι η ισχύς του λέβητα ισούται:

$$Q_A = Q_K - Q_{AP} = Q_K - (Q_{KAY} + Q_{TOI}) \quad (46.2)$$

όπου: Q_{AP} οι απώλειες του συστήματος λέβητα-καυστήρα (kW)

Q_{KAY} οι απώλειες των καυσαερίων (kW)

Q_{TOI} οι απώλειες από τα τοιχώματα του λέβητα (kW)

Ορίζομε έτσι, τον **εσωτερικό βαθμό αποδόσεως** του συστήματος λέβητα-καυστήρα από την εξίσωση:

$$\eta_{es} = \frac{Q_K - Q_{KAY}}{Q_K} \quad (46.3)$$

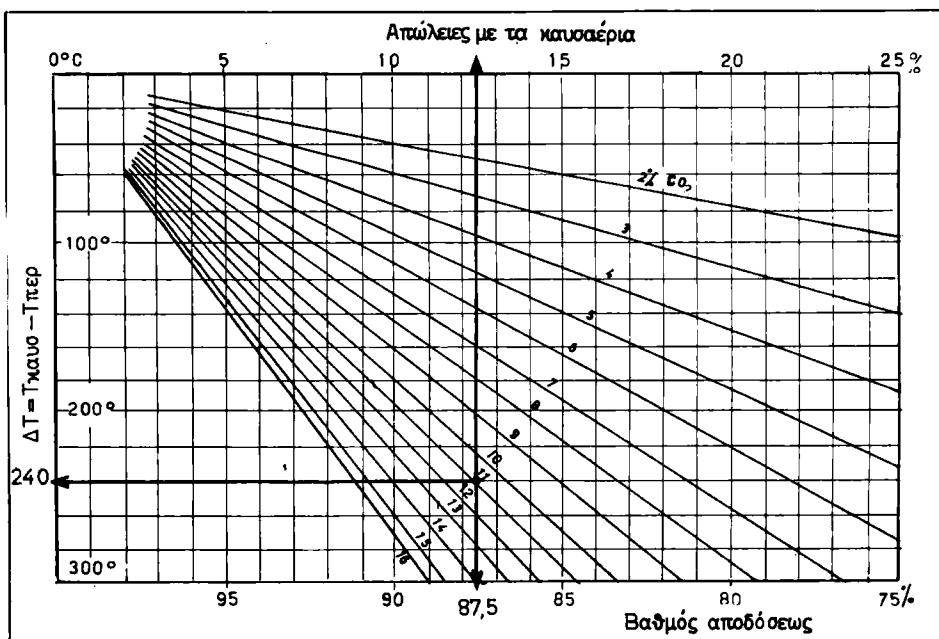
Από τις εξισώσεις (46.1), (46.2) και (46.3) απλά προκύπτει ότι:

$$\eta_{es} = \eta_{OL} + \frac{Q_{TOI}}{Q_K} \quad (46.4)$$

Δηλαδή, ο εσωτερικός βαθμός αποδόσεως ισούται με το άθροισμα του ολικού βαθμού αποδόσεως και του ποσοστού απωλειών των τοιχωμάτων (%).

Ο ολικός βαθμός αποδόσεως (η_{OL}) μετριέται μόνο σε εργαστήρια μετρήσεων με τη μέθοδο που καθορίζεται από το γερμανικό κανονισμό DIN 4702.

Αντίθετα ο εσωτερικός βαθμός αποδόσεως (η_{es}) μπορεί να μετρηθεί επί τόπου



Σκ. 46.2.

Χαρακτηριστικό διάγραμμα εσωτερικού βαθμού αποδόσεως του συστήματος λέβητα-καυστήρα.

μέσα στο λεβητοστάσιο με την ανάλυση των καυσαερίων, που γίνεται με ειδικές συσκευές.

Για τον υπολογισμό του εσωτερικού βαθμού αποδόσεως του συστήματος **λέβητα-καυστήρα** πρέπει να έχομε τα παρακάτω στοιχεία:

- Την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2).
- Τη Θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου του καυστήρα σε $^{\circ}\text{C}$.
- Τη Θερμοκρασία των καυσαερίων.

Όταν έχομε όλα τα παραπάνω στοιχεία, μπορούμε να υπολογίσουμε με ικανοποιητική ακρίβεια το βαθμό αποδόσεως του συστήματος **λέβητα-καυστήρα** με τη βοήθεια ενός ειδικού διαγράμματος (σχ. 46.2).

Παράδειγμα.

Κατά τη λειτουργία εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως μετρήθηκαν τα παρακάτω στοιχεία:

- Περιεκτικότητα CO_2 : 11%
- Θερμοκρασία καυσαερίων: 260°C
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος: 20°C

Να βρεθεί ο βαθμός αποδόσεως ($\eta_{\text{εσ}}$) του συγκροτήματος.

Λύση.

α) Από τη Θερμοκρασία των καυσαερίων αφαιρούμε τη Θερμοκρασία περιβάλλοντος και έχομε:

$$\Delta T = T_{\text{καυ}} - T_{\text{περ}} = 260 - 20 = 240^{\circ}\text{C}$$

β) Εντοπίζομε στο διάγραμμα του σχήματος 46.2 την ευρεθείσα (ΔT).

γ) Κινούμενοι επί του διαγράμματος με τεταγμένη την $\Delta T = 240^{\circ}\text{C}$ οριζόντια προς τα δεξιά, συναντούμε τη γραμμή που αντιπροσωπεύει διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) 11%.

δ) Το σημείο τομής της ΔT και της περιεκτικότητας σε CO_2 , μας δίνει το βαθμό αποδόσεως και τις απώλειες του συστήματος λέβητα-καυστήρα. Στην περίπτωσή μας ο βαθμός αποδόσεως $\eta_{\text{εσ}}$ είναι 87,5% και οι απώλειες 12,5%.

46.3 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και συσκευές.

- Συσκευή μετρήσεως της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε CO_2 .
- Ειδικό θερμόμετρο μετρήσεως της θερμοκρασίας των καυσαερίων, κλίμακας $+100$ ως $+550^{\circ}\text{C}$.
- Θερμόμετρο υδραργύρου για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του λεβητοστάσιου, με κλίμακα -10 ως $+100^{\circ}\text{C}$.
- Διάγραμμα βαθμού αποδόσεως συστήματος λέβητα-καυστήρα (υπάρχουν πολλών μορφών τέτοια διαγράμματα).
- Όλα τα εργαλεία και τα υλικά που αναφέρονται σε προηγούμενες ασκήσεις σχετικά με τη μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων (Άσκηση 42) και με τη μέτρηση της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε CO_2 (Άσκηση 43).

46.4 Πορεία εργασίας.

- Λειτουργήστε την εγκατάσταση και περιμένετε να ζεσταθεί το νερό μέχρι τη

Θερμοκρασία των 80°C.

- 2) Μετρήστε τη θερμοκρασία των καυσαερίων σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην άσκηση 40 αυτού του βιβλίου.
- 3) Τοποθετήστε σε κατάλληλο σημείο το θερμόμετρο για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα που αναρροφά ο καυστήρας.
- 4) Μετρήστε την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO₂, ακολουθώντας τη διαδικασία που αναφέρεται στην άσκηση 43 του βιβλίου.
- 5) Καταγράψτε τα μετρούμενα μεγέθη σ' ένα χαρτί και συμπληρωστε τον παρακάτω πίνακα.

1	2	3	4	5
Περιεκτικότητα σε CO ₂ (%)	Θερμοκρασία καυσαερίων T _{καυσ} (°C)	Θερμοκρασία περιβάλ.T _{περ} (°C)	ΔT=T _{καυσ} - T _{περ} (°C)	Παρατηρήσεις

- 6) Εντοπίστε στο διάγραμμα εσωτερικού βαθμού αποδόσεως την ευρεθείσα ΔΤ.
- 7) Κινηθείτε οριζόντια προς τα δεξιά, μέχρι να συναντήσετε τη γραμμή που αντιπροσωπεύει την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO₂ που μετρήσατε.
- 8) Βρείτε τώρα το βαθμό αποδόσεως του συγκροτήματος λέβητα-καυστήρα, καθώς και τις απώλειες που αντιστοιχούν στα μετρηθέντα στοιχεία λειτουργίας του.
- 9) Παρατηρήστε τα στοιχεία του διαγράμματος και γράψτε σ' ένα χαρτί πώς μεταβάλλονται:
 - α) Ο βαθμός αποδόσεως, σε συνάρτηση προς τη θερμοκρασία των καυσαερίων.
 - β) Ο βαθμός αποδόσεως σε συνάρτηση προς το CO₂.

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΕΒΔΟΜΗ

ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

47.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα ασκηθούν στην ορθή χρήση του ψυχρομέτρου και θα εξοικειωθούν με τις διαδικασίες μετρήσεως και υπολογισμού όλων των ψυχρομετρικών στοιχείων του αέρα.

47.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Οι κυριότεροι από τους παράγοντες που ελέγχονται κατά τον κλιματισμό (air conditioning) ενός χώρου, ώστε να εξασφαλίζεται άνεση και υγιεινό περιβάλλον, είναι οι ακόλουθοι*:

- Η Θερμοκρασία.** Η θερμοκρασία στον κλιματιζόμενο χώρο πρέπει να έίναι κατάλληλη κατά τις διάφορες εποχές του έτους ώστε να εξασφαλίζεται η άνετη διαμονή των ανθρώπων στο χώρο. Το **χειμώνα** συνήθως μια θερμοκρασία **20 ως 22°C** ικανοποιεί το μεγαλύτερο ποσοστό των ανθρώπων, ενώ το **καλοκαίρι** η θερμοκρασία στον κλιματιζόμενο χώρο θα πρέπει να διατηρείται στους **26 με 27°C**. Βέβαια υπάρχουν περιπτώσεις κλιματιζόμενων χώρων που απαιτούν σχετικά σταθερή θερμοκρασία για χειμώνα και καλοκαίρι. Τέτοιοι χώροι είναι οι αίθουσες ηλεκτρονικών υπολογιστών, εργαστήρια μικρομετρήσεων, ορισμένα τμήματα παραγωγής σε βιομηχανίες κλπ. Η διατήρηση της θερμοκρασίας στα επίθυμητά επίπεδα μέσα σ' ένα κλιματιζόμενο χώρο, γίνεται, ανάλογα με τη μέθοδο κλιματισμού, με ειδικούς θερμοστάτες χώρου.
- Η σχετική υγρασία (RH ή φ).** Η σχετική υγρασία είναι ο λόγος της ειδικής υγρασίας (W_a) προς την υγρασία κορεσμού (W_s) και μετριέται επί τοις εκατό (%):

$$RH = \frac{W_a}{W_s} \quad (47.1)$$

Δηλαδή, η σχετική υγρασία είναι ο λόγος της μάζας των υδρατμών που περιέ-

*Για περισσότερα στοιχεία βλέπε στο βιβλίο «Κλιματισμός» του Ιδρύματος Ευγενίδου.

χονται στον αέρα, προς τη μάζα των υδρατμών που θα περιείχε ο αέρας αν ήταν κορεσμένος, κάτω από την ίδια Θερμοκρασία και πίεση.

Η τιμή της σχετικής υγρασίας στους κλιματιζόμενους χώρους πρέπει να διατηρείται μεταξύ 45%-55%. Όμως υπάρχουν και περιπτώσεις (συνήθως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις) που η σχετική υγρασία θα πρέπει να διατηρείται πολύ πιο πάνω από το 55% ή ακόμη και πολύ χαμηλότερα από 45%.

Η διατήρηση της σχετικής υγρασίας ενός κλιματιζόμενου χώρου σε επιθυμητά επίπεδα, επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ειδικών μηχανισμών ελέγχου που λέγονται **υγροστάτες χώρου**. Οι υγροστάτες χώρου ελέγχουν τη λειτουργία άλλων συσκευών, όπως **υγραντήρες, αφυγραντήρες**, ντάμπερς, ηλεκτρικές βάνες κλπ. με τις οποίες εξασφαλίζεται η επιθυμητή τιμή της σχετικής υγρασίας.

γ) **Η καθαρότητα του αέρα.** Ο αέρας που προσάγεται στον κλιματιζόμενο χώρο πρέπει να είναι απαλλαγμένος από ζένα σώματα (σε ειδικές περιπτώσεις και μικρόβια). Ο καθαρισμός του αέρα εξασφαλίζεται με ειδικά για κάθε περίπτωση **φίλτρα αέρα**.

δ) **Η κίνηση του αέρα μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο.** Ο κλιματιζόμενος αέρας θα πρέπει και να ανανεώνεται, αλλά και να κατανέμεται στο χώρο ομοιόμορφα και με τέτοια ταχύτητα, ώστε να εξσφαλίζεται η άνεση που επιδιώκομε.

ε) **Η στάθμη θορύβου.** Ο θόρυβος που προκαλεί η κλιματιστική εγκατάσταση, πρέπει να περιορίζεται μέσα σε ορισμένα όρια. Η επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου για κάθε είδος εγκαταστάσεως είναι διαφορετική. Για παράδειγμα, η μέγιστη επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου στα στούντιο ραδιοφωνίας ή τηλεοράσεως είναι **25 - 30 db** (ντεσιμπέλ), ενώ σε δημόσια κτίρια μπορεί να επιτραπεί στάθμη θορύβου μέχρι και **60 db**.

Εδώ θα πρέπει να υπενθυμίσομε την έννοια και τις μονάδες μετρήσεως μερικών από τα κύρια ψυχρόμετρικά στοιχεία του αέρα που θα συναντήσομε στις ασκήσεις που θα ακολουθήσουν:

α) **Θερμοκρασία ξηρού βολβού ή ξηρού θερμομέτρου (T_{DB}).** Είναι η θερμοκρασία που μετράμε με ένα **κοινό θερμόμετρο** τοποθετημένο σε αντίπροσωπευτικό σημείο του κλιματιζόμενου χώρου.

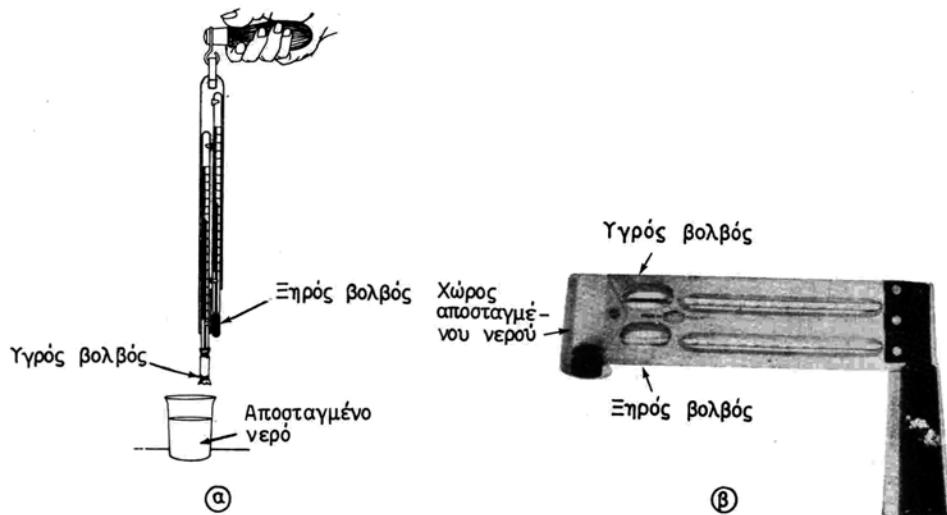
β) **Θερμοκρασία υγρού βολβού ή υγρού θερμομέτρου (T_{WB}).** Είναι η **ελάχιστη** θερμοκρασία που μπορεί να μας δείξει ένα κοινό θερμόμετρο, του οποίου ο βολβός είναι τυλιγμένος σε βρεγμένο ύφασμα, όταν το τοποθετήσομε σε ρεύμα αέρα του κλιματιζόμενου χώρου ή το περιστρέψομε μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο.

Τα δυο είδη θερμομέτρων τοποθετούνται συνήθως σε κοινή πλαστική κατασκευή και αποτελούν μαζί ένα όργανο που το λέμε **ψυχρόμετρο** (σχ. 45.2).

γ) **Θερμοκρασία κορεσμού ή σημείο δρόσου (T_{DP}).** Είναι η θερμοκρασία στην οποία αρχίζει η συμπύκνωση των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα, όταν τον ψύχομε προσδευτικά.

δ) **Ειδική υγρασία (W_a) ή λόγος υγρότητας.** Είναι η μάζα του υδρατμού που περιέχεται στη μονάδα μάζας του ξηρού αέρα. Την ειδική υγρασία τη μετράμε με τις παρακάτω μονάδες:

- Κιλά υδρατμών ανά κιλό ξηρού αέρα (kg/kg ξ.α.).
- Λίμπρες υδρατμών ανά λίμπρα ξηρού αέρα (lb/lb ξ.α.).



Σχ. 47.2.
Δύο συνηθισμένοι τύποι ψυχρομέτρων.

- Γκρέινς (grains)* υδρατμών ανά κιλό ξηρού αέρα (g/kg ξ.α.).
- Γκρέινς (grains) υδρατμών, ανά λίμπρα ξηρού αέρα (g/lb ξ.α.).

ε) **Υγρασία κορεσμού (W_s)**. Είναι η υγρασία (μάζα νερού) που απαιτείται από τη μονάδα μάζας αέρα συγκεκριμένης θερμοκρασίας, για να κορεσθεί. Την υγρασία κορεσμού τη μετράμε με τις ίδιες μονάδες που μετράμε και την ειδική υγρασία.

στ) **Συντελεστής αισθητής θερμότητας (SHF)**** είναι ο λόγος της αισθητής θερμότητας που ο αέρας απάγει από ένα κλιματιζόμενο χώρο προς τη συνολική θερμότητα που απάγεται ανά μονάδα μάζας ξηρού αέρα. Έτσι μπορούμε να γράψουμε:

$$SHF = \frac{\Delta H_S}{\Delta H_S + \Delta H_L} = \frac{\Delta H_S}{\Delta H_T} \quad (47.2)$$

όπου: ΔH_S αισθητή ενθαλπία (J/kg).

ΔH_L λανθάνουσα ενθαλπία (J/kg).

$\Delta H_T = \Delta H_S + \Delta H_L$ ολική ενθαλπία (J/kg).

Υπενθυμίζομε ότι μεταβολή της αισθητής θερμότητας σε ένα χώρο προκαλεί μεταβολή της θερμοκρασίας του χώρου και αντίστροφα. Αντίθετα, η μεταβολή της λανθάνουσας θερμότητας σε ένα χώρο προκαλεί αλλαγή στη φάση του περιεχόμενου στο χώρο υδρατμού, είτε ατμοποίηση είτε συμπύκνωση και αντίστροφα, αν έχουμε αλλαγή στη φάση του περιεχόμενου στο χώρο υδρατμού, δηλαδή μεταβολή

* 1 κγ ισούται περίπου με 15400 grains.

**Βλέπε και βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Κλιματισμός», σελ. 60.

στην υγρασία ενός χώρου, έχομε και μεταβολή στη λανθάνουσα θερμότητα του υδρατμού του χώρου.

Τα παραπάνω αναφερόμενα ψυχρομετρικά στοιχεία είναι εύκολο να βρεθούν, αν έχομε τη θερμοκρασία ξηρού και υγρού θερμομέτρου (T_{DB} και T_{WB}) και έναν ψυχρομετρικό χάρτη*.

47.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά.

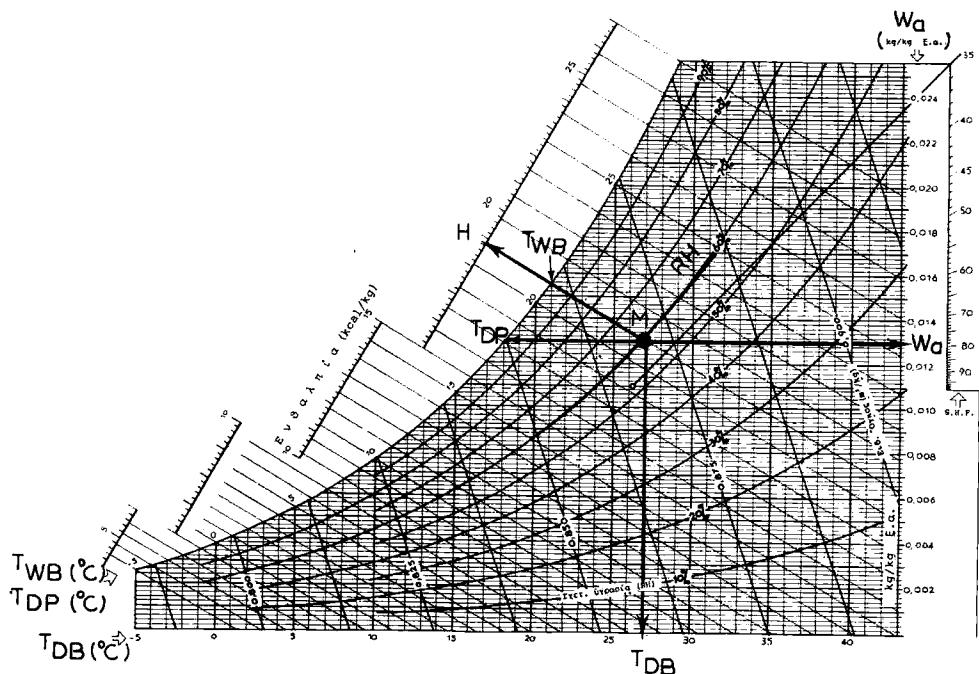
- Ψυχρόμετρο.
- Ψυχρομετρικός χάρτης.
- Αποσταγμένο νερό.
- Χαρτί, μολύβι, χάρακας.

47.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Βεβαιωθείτε ότι το ύφασμα που τυλίγει το βολβό του υγρού θερμομέτρου, είναι καλά βρεγμένο. Το βρέξιμο του υγρού βολβού πρέπει να γίνεται πάντα **με αποσταγμένο νερό** και ποτέ με νερό της βρύσης.
- 2) Περιστρέψτε το ψυχρόμετρο με ταχύτητα 5 m/s περίπου μέχρι να πάρετε τη **μικρότερη** δυνατή ένδειξη στο θερμόμετρο υγρού, βολβού.
- 3) Σταματήστε την περιστροφή του ψυχρομέτρου και σημειώστε αμέσως την ένδειξη του θερμομέτρου με τον υγρό βολβό (T_{WB}). Κατόπιν σημειώστε και την ένδειξη του ξηρού θερμομέτρου (T_{DB}).
- 4) Μεταφέρετε τις ενδείξεις του ψυχρομέτρου (T_{DB} και T_{WB}), πάνω στις αντίστοιχες κλίμακες του ψυχρομετρικού χάρτη και βρείτε το σημείο που ορίζεται από τις θερμοκρασίες T_{DB} και T_{WB} (όπως δηλαδή ορίζεται το σημείο M του σχήματος 47.4).
- 5) Με τη βοήθεια του ψυχρομετρικού χάρτη βρείτε όλα τα γνωστά σας ψυχρομετρικά στοιχεία του αέρα του χώρου που μετράτε και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Θερμοκρ. υγρού βολβού (T_{WB})	Θερμοκρ. ξηρού βολβού (T_{DB})	Σχετική υγρασία (RH)	Ειδική υγρασία (W_a)	Ενθαλπία (H)	Θερμοκρ. κορεσμού (T_{DP})	Ειδικός όγκος (V_s)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
°C	°C	%	kg/kgξ.α.	kcal/kg	°C	m ³ /kg	

*βλέπε και βιβλίο του Ιδρύματος Ευγενίδου «Κλιματισμός» σελ. 58.



Σχ. 47.4.

Ενδεικτική εύρεση των ψυχρομετρικών στοιχείων του αέρα με τη βοήθεια του ψυχρομετρικού χάρτη.

$$\text{για } T_{DB} = 27^\circ\text{C} \quad \text{και} \quad T_{WB} = 21^\circ\text{C}$$

$$RH = 60\% \quad W_a = 0.013 \text{ kg/kg E.a.} \quad H = 19 \text{ kcal/kg} \quad T_{DP} = 18^\circ\text{C} \quad V_s = 0.87 \text{ m}^3/\text{kg}$$

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΟΓΔΟΗ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΕ ΑΕΡΑΓΩΓΟ

48.1 Σκοπός.

Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τη χρήση των διάφορων τύπων οργάνων που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ταχύτητας του αέρα και θα μάθουν να υπολογίζουν την ποσότητα του αέρα που περνάει από έναν αεραγωγό ή που προσάγεται σ' ένα κλιματιζόμενο χώρο.

48.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όταν η κατασκευή μιας κλιματιστικής εγκαταστάσεως τελειώσει, τίθεται σε μια πρώτη δοκιμαστική λειτουργία, για να διαπιστωθεί αν ικανοποιούνται όλοι οι παράγοντες που θα δώσουν την άνεση στον κλιματιζόμενο χώρο. Κατά τη δοκιμαστική λειτουργία της εγκαταστάσεως πρέπει πάντα να γίνεται και **μέτρηση της ταχύτητας** του αέρα στους αεραγωγούς, καθώς και στα στόμια προσαγωγής του κλιματισμένου αέρα. **Μεγάλες ταχύτητες αέρα** μπορεί να δημιουργήσουν ανεπίτρεπτη για το χώρο στάθμη θορύβου και γενικότερα ρεύματα που δεν εξασφαλίζουν συνθήκες ανέσεως στον κλιματιζόμενο χώρο. Αν η ταχύτητα του αέρα είναι **πολύ μικρή**, μπορεί να παραμείνουν ακλιμάτιστες περιοχές στον κλιματιζόμενο χώρο, γνωστές σαν **«νεκρές ζώνες»**. Ακόμα, μπορεί και να μην προσάγεται η πρέπουσα ποσότητα κλιματισμένου αέρα στο χώρο, μια και για συγκεκριμένες διαστάσεις αεραγωγού το ποσό του διερχόμενου αέρα εξαρτάται από την ταχύτητά του.

Στον πίνακα 48.2.1 δίνεται η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα αέρα τόσο σε κύριους αεραγωγούς που περνούν από διάφορους χώρους, όσο και σε δευτερεύοντες διακλαδιζόμενους αεραγωγούς του δικτύου.

Όταν διαπιστωθεί ότι η ταχύτητα του αέρα στους αεραγωγούς και στα στόμια προσαγωγής είναι η προβλεπόμενη από τη μελέτη του μηχανικού, θα πρέπει να γίνει και μέτρηση της **στάθμης θορύβου**. Η μέτρηση της στάθμης θορύβου γίνεται με ειδικά όργανα σε μονάδες **db (ντεσιμπέλ)**.

Ο πίνακας 48.2.2 μας δίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου σε αντιπροσωπευτικές κατηγορίες κλιματιζόμενων χώρων σε μονάδες db.

Τα όργανα με τα οποία μετράμε την ταχύτητα του αέρα, ονομάζονται **ταχύμετρα αέρα** ή **ανεμόμετρα**. Στο εμπόριο υπάρχει μια πολύ μεγάλη ποικιλία ταχυμέτρων αέρα. Τα όργανα αυτά μπορεί να είναι πολύ απλά, αλλά και πολυσύνθετα ηλεκτρονικά μεγάλης ακρίβειας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 48.2.1
Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα αέρα στους αεραγωγούς

Είδος χώρου	Κύριος αεραγωγός		Δευτερεύοντες αεραγωγοί (από διακλάδωση)	
	m/s	FPM*	m/s	FPM*
Κατοικίες	5	1000	3,5	700
Βιβλιοθήκες	5	1000	4	800
Γραφεία (γενικά)	9	1800	6	1200
Γραφεία ιδιωτικά	7,5	1500	5	1000
Τράπεζες	9	1800	6	1200
Ξενοδοχεία	7,5	1500	4,5	900
Εστιατόρια	9	1800	6	1200
Σχολεία - Θέατρα	6	1200	4,5	900
Νοσοκομεία - Κλινικές	5	1000	4	800
Μεγάλα καταστήματα	10	2000	7,5	1500
Μικρά καταστήματα	8	1600	6	1200

*1 FPM = 0,00508 m/s

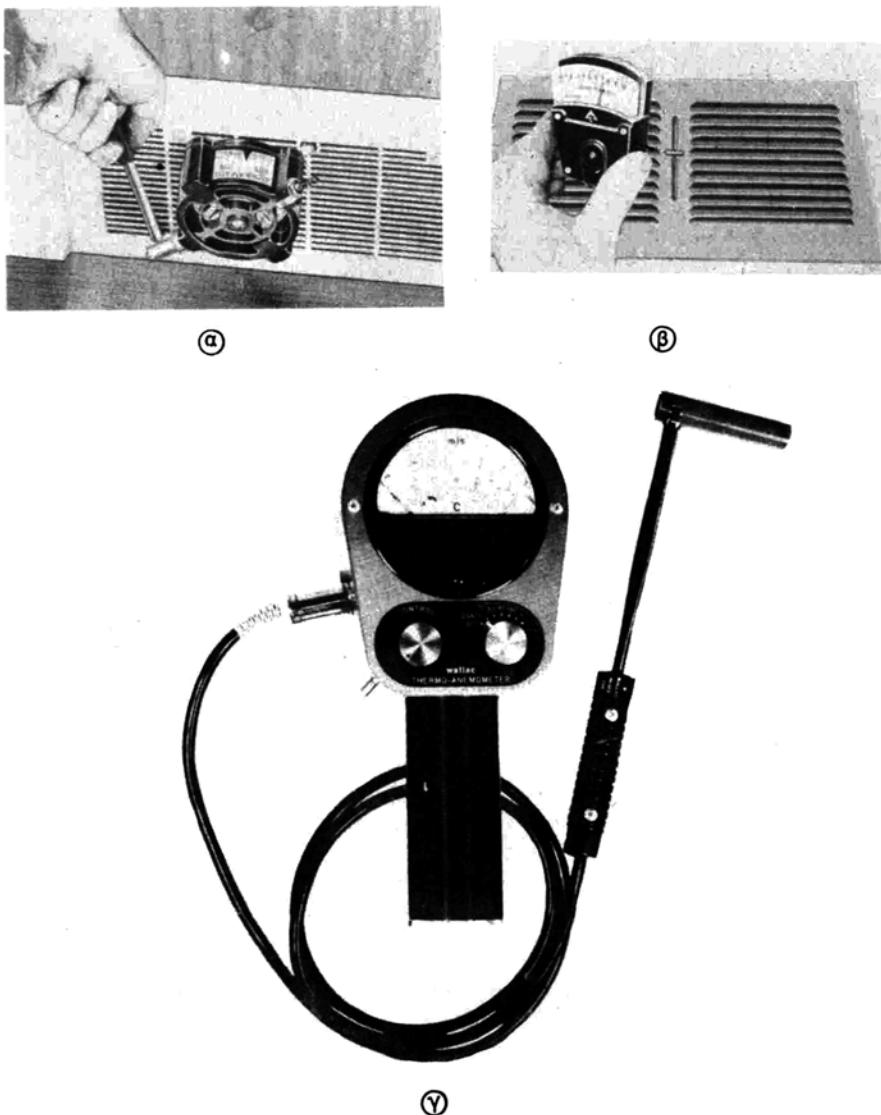
ΠΙΝΑΚΑΣ 48.2.2
Μέγιστη επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου σε κλιματιζόμενους χώρους

Είδος χώρου	Στάθμη θορύβου db
Στούντιο, Ράδιο - TV	25-30
Θέατρα - Αίθουσες διαλέξεων	30-35
Εκκλησίες - Κατοικίες	30-45
Σχολεία - Κιν/φοι	35-40
Μουσεία - Βιβλιοθήκες	40-45
Νοσοκομεία - Γραφεία	40-45
Αποθήκες - Καταστήματα	50-55
Εστιατόρια ξενοδοχείων	50-55
Δημόσια Κτίρια - Τράπεζες	50-60
Εστιατόρια - Μπαρ	55-60
Εργοστάσια	55-65

Στο σχήμα 4.8.2α(α,β) φαίνονται δύο διαφορετικοί τύποι ταχυμέτρων αέρα. Στο σχήμα 48.2α(γ) φαίνεται ένα ηλεκτρονικό θερμοανεμόμετρο. Το όργανο αυτό αποτελεί συνδυασμό ανεμομέτρου-θερμομέτρου. Στο σχήμα 48.2β φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιούμε το θερμοανεμόμετρο.

Για την εύρεση της ταχύτητας του αέρα σε αεραγωγούς ή σε στόμια αέρα, δεν πρέπει να μετράμε σ' ένα μόνο σημείο της διατομής, αλλά σε πολλά αντιπροσωπευτικά σημεία και κατόπιν να υπολογίζουμε τη μέση τιμή της ταχύτητας. Μάλιστα σε ειδικευμένα βιβλία αναφέρεται ότι η διατομή του αεραγωγού ή το στόμιο πρέπει να χωρίζεται νοητά σε μικρά τετραγωνάκια που η πλευρά τους δεν πρέπει να ξεπερνά τα 15 cm (σχ. 48.2γ).

Αφού καταγραψομε όλες τις ταχύτητες που θα μετρήσομε στα διάφορα σημεία



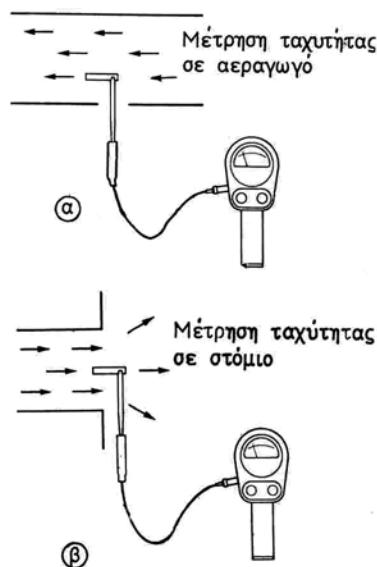
Σχ. 48.2α.

α και β) Ταχύμετρα αέρα (ανεμόμετρα). γ) Ηλεκτρονικό θερμοανεμόμετρο.

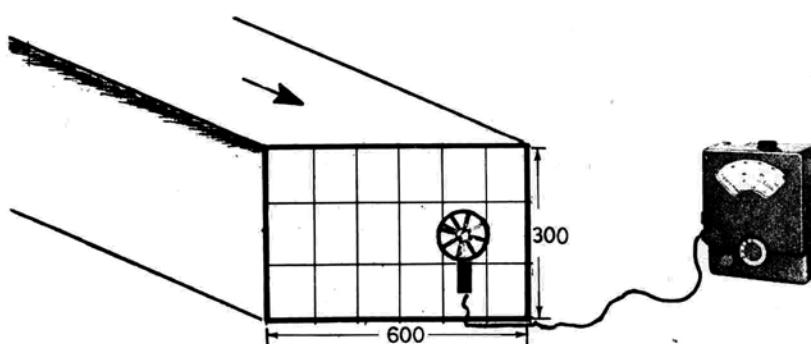
της διατομής του αεραγωγού (σε κάθε νοητό τετραγωνάκι), υπολογίζομε τη μέση τιμή της ταχύτητας του αέρα. Αυτή η ταχύτητα θα χρησιμοποιηθεί κατόπιν για τον υπολογισμό της ποσότητας του αέρα που περνά από τον αεραγωγό.

Η εξίσωση που μας δίνει την ποσότητα του αέρα που περνάει από την κάθετη διατομή αεραγωγού, είναι:

$$V = F.u \quad (48.1)$$

**Σχ. 48.2β.**

Μέτρηση της ταχύτητας του αέρα: α) Σε αεραγωγό και β) σε στόμιο.

**Σχ. 48.2γ.**

Σχηματική διάταξη για τη μέτρηση της ταχύτητας του αέρα σε αεραγωγό.

όπου: V ο όγκος του αέρα που περνά από τον αεραγωγό ανά μονάδα χρόνου ή η παροχή του αέρα (m^3/h).

F η ελεύθερη επιφάνεια (διατομή) του αεραγωγού σε m^2 .
u η μέση ταχύτητα του αέρα στον αεραγωγό σε m/h .

48.3 Απαιτούμενα δργανα και εργαλεία.

- Συγκρότημα ανεμιστήρα και δικτύου αεραγωγού.
- Ταχύμετρο αέρα.
- Μετροταινία.

48.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες χρήσεως του οργάνου που θα χρησιμοποιήσετε, πριν επιχειρήσετε να κάνετε οποιαδήποτε μέτρηση. Η διαδικασία μετρήσεως, είναι διαφορετική για κάθε τύπο οργάνου.
- 2) Μετρήστε τις διαστάσεις του αεραγωγού και υπολογίστε τη διατομή του αεραγωγού σε m^2 *
- 3) Μετρήστε την ταχύτητα του αέρα, σε όσο περισσότερα σημεία της διατομής του αεραγωγού μπορείτε (όσα και τα νοητά τετραγωνάκια).
- 4) Υπολογίστε τώρα τη μέση ταχύτητα του αέρα σε m/h.

Παρατήρηση.

- Για τον υπολογισμό της ποσότητας του αέρα σε στόμια αέρα με πτερύγια κατευθύνσεως, για τον υπολογισμό της διατομής λαμβάνομε υπ' όψη μόνο την ελεύθερη επιφάνεια του στομίου και όχι την ολική. Η ελεύθερη επιφάνεια των στομίων δίνεται από τους κατασκευαστές τους. Στις περιπτώσεις όμως που δεν μπορούμε να έχομε αυτή την πληροφορία, παίρνομε σαν ελεύθερη επιφάνεια κατά εκτίμηση γύρω στο 70%-80% της συνολικής επιφάνειας, ανάλογα με το είδος και την κατασκευή του στομίου.
- 5) Υπολογίστε την ποσότητα του διερχόμενου αέρα εφαρμόζοντας την εξίσωση (48.1).
-

* Η επιφάνεια για αεραγωγό κυκλικής διατομής, διαμέτρου d, είναι $F = \pi d^2/4$ και για αεραγωγό ορθογωνικής διατομής, διαστάσεων α, β, είναι $F = a \cdot b$.

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΕΝΑΤΗ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (ΑΙΣΩΗΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ)

49.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα μάθουν τη διαδικασία θερμάνσεως του αέρα χωρίς ύγρανση, τα προβλήματα που παρουσιάζονται σ' αυτή τη διαδικασία και θα εξασκηθούν στην εύρεση της ικανότητας του απαιτούμενου θερμαντικού στοιχείου της εγκαταστάσεως κλιματισμού.

49.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όνομάζομε θέρμανση του αέρα με σταθερή ειδική υγρασία, τη διαδικασία θερμάνσεως του αέρα χωρίς την πρόσθεση στον αέρα υδρατμών και χωρίς την αφαίρεση από τον αέρα υδρατμών, με ενδεχόμενη ίσως εξάπτμισή τους.

Αυτό σημαίνει ότι ολόκληρη η ποσότητα της θερμότητας που δίνομε στον αέρα, δαπανάται για την αύξηση της θερμοκρασίας του (για τη θέρμανσή του) και επομένως η προστιθέμενη θερμότητα είναι μόνο **αισθητή θερμότητα**. Γι' αυτό το λόγο και το είδος αυτό της θερμάνσεως λέγεται και **αισθητή θέρμανση**.

Αισθητή θέρμανση (θέρμανση με σταθερή την ειδική υγρασία) έχομε στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως με θερμό αέρα (αερόθερμα) που δεν είναι εφοδιασμένες με σύστημα υγράνσεως του αέρα (υγροστάτη-υγραντήρα).

Κατά την αισθητή θέρμανση άλλα ψυχρομετρικά στοιχεία του αέρα παραμένουν σταθερά και άλλα μεταβάλλονται:

Τα στοιχεία που μένουν **σταθερά** είναι:

- Η ειδική υγρασία (ή λόγος υγρότητας, W_a).
- Η λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησεως του υδρατμού που περιέχεται στον αέρα. (H_L = σταθερό ή $\Delta H_L = 0$).
- Το σημείο δρόσου του υδρατμού που περιέχεται στον αέρα (T_{DP}).

Τα στοιχεία που **μεταβάλλονται** είναι:

- Η θερμοκρασία του ξηρού θερμομέτρου (T_{DB}).
- Η αισθητή θερμότητα (H_S).
- Η ενθαλπία (H_T). Στην προκειμένη περίπτωση η μεταβολή της ολικής ενθαλπίας (ΔH_T) ισούται με τη μεταβολή της αισθητής ενθαλπίας (ΔH_S).
- Η σχετική υγρασία (RH).
- Η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (T_{WB}).

Όπως σε κάθε περίπτωση ψυχρομετρικής αλλαγής του αέρα, έτσι και στη θέρμανση με σταθερή την (W_a), μας ενδιαφέρει να βρούμε τα αρχικά ψυχρομετρικά

στοιχεία του αέρα (προ της μεταβολής του) και τα ψυχρομετρικά στοιχεία μετά την αλλαγή (στην περίπτωσή μας μετά τη θέρμανση).

Παράδειγμα 1.

Έστω ότι σε χώρο με θερμαινόμενο αέρα χωρίς ύγρανση μετρήσαμε με το ψυχρομετρέτρο τα παρακάτω στοιχεία:

A. Στοιχεία αρχικής καταστάσεως (προ της θερμάνσεως):

$$T_{DB} = 12^\circ\text{C}$$

$$T_{WB} = 8^\circ\text{C}$$

B. Στοιχεία τελικής καταστάσεως (μετά τη θέρμανση):

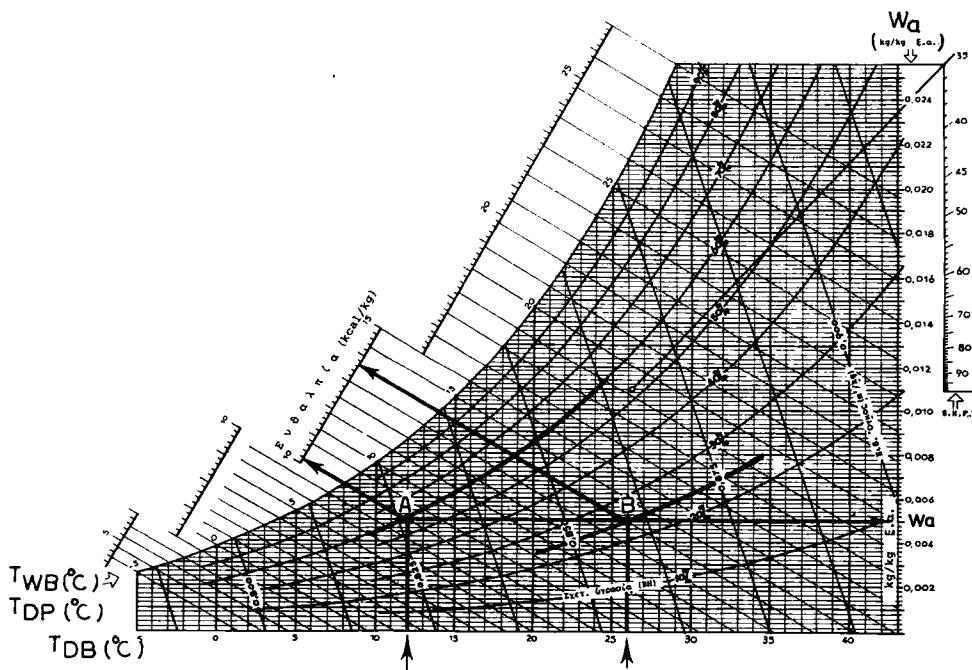
$$T_{DB} = 26^\circ\text{C}$$

$$T_{WB} = 14^\circ\text{C}$$

Να βρεθούν όλα τα γνωστά ψυχρομετρικά στοιχεία της αρχικής και της τελικής καταστάσεως του αέρα.

Λύση.

Βρίσκομε στον ψυχρομετρικό χάρτη (σχ. 49.2) τα σημεία που αντιπροσωπεύουν τα στοιχεία της αρχική καταστάσεως του αέρα (σημείο A) και της τελικής καταστάσεως (σημείο B).



Σχ. 49.2.

Διεργασία θερμάνσεως χωρίς ύγρανση (αισθητή θέρμανση).

Κατόπιν διαβάζομε προσεκτικά το μέγεθος των υπόλοιπων ψυχρομετρικών στοιχείων της αρχικής και της τελικής καταστάσεως του αέρα και συμπληρώνουμε τον πίνακα 49.2. Στις παρατηρήσεις αυτού του πίνακα γράφομε επίσης ποια στοιχεία του αέρα αυξήθηκαν, ποια ελαττώθηκαν και ποια παρέμειναν σταθερά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 49.2.
Ψυχρομετρικά στοιχεία του παραδείγματος 1

Ψυχρομετρικά στοιχεία	Στοιχεία αρχικής καταστάσεως	Στοιχεία τελικής καταστάσεως	Παρατηρήσεις
T_{DB}	12°C	26°C	Αυξήθηκε
T_{WB}	8°C	14°C	Αυξήθηκε
RH	60%	25%	Ελαπτώθηκε
W_a	0,005 kg/kg ξ.α.	0,005kg/kg ξ.α.	Σταθερό
H_T	10.2 kcal/kg	13,7 kcal/kg	Αυξήθηκε
T_{DP}	4°C	4°C	Σταθερό

Για τον υπολογισμό του ποσού της αισθητής θερμότητας που προστίθεται στον αέρα για να αυξηθεί η θερμοκρασία κατά ΔΤ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η εξίσωση:

$$Q_S = 0,29 \cdot V \cdot \Delta T$$

όπου: Q_S η απαιτούμενη αισθητή θερμότητα (kcal/h).

V η παροχή όγκου του θερμαινόμενου αέρα (m^3/h).

ΔT η διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου ($^{\circ}C$).

Για τον ίδιο υπολογισμό της αισθητής θερμότητας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και την εξίσωση:

$$Q_S = 1,2 \cdot V \cdot \Delta H_S \quad (49.2)$$

όπου: Q_S η απαιτούμενη αισθητή θερμότητα (kcal/h).

V η παροχή όγκου του αέρα (m^3/h).

ΔH_S η μεταβολή της αισθητής ενθαλπίας (kcal/kg).

Υπενθυμίζομε πάλι ότι αν η θέρμανση γίνεται με σταθερή την ειδική υγρασία, η μεταβολή της αισθητής ενθαλπίας (ΔH_S) ισούται με τη μεταβολή της ολικής ενθαλπίας (ΔH_T).

Παράδειγμα 2.

Να βρεθεί το ποσό της αισθητής θερμότητας που πρέπει να προστίθεται κατά τον κλιματισμό (θέρμανση) αέρα $5000 m^3/h$ αν η αρχική θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου είναι $15^{\circ}C$ και η τελική $35^{\circ}C$.

Λύση.

Εφαρμόζοντας την εξίσωση (49.1) έχουμε:

$$Q_S = 0,29 \cdot 5000 (35 - 15) = 29000 \text{ kcal/h} \quad \text{ή} \quad 33,5 \text{ kW}$$

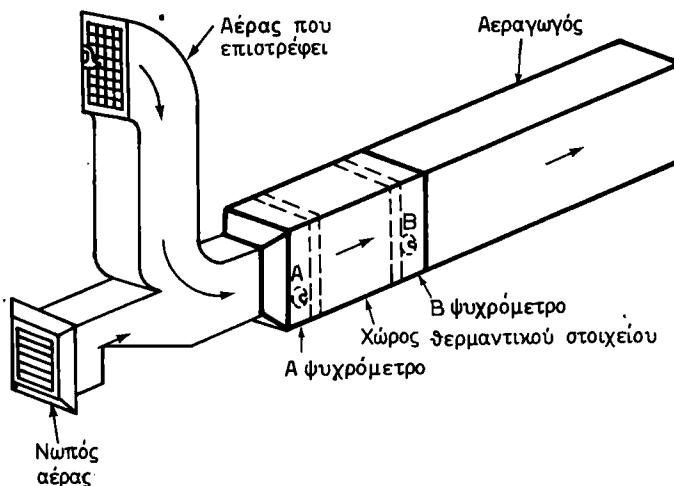
49.3 Απαιτούμενα δργανα και υλικά.

- Συγκρότημα ανεμιστήρα και δικτύου αεραγωγών.
- Ηλεκτρική αντίσταση εγκαταστημένη εντός του αεραγωγού.
- Ταχύμετρα αέρα.
- Δυο ψυχρόμετρα.

- Μετροταινία.
- Αποσταγμένο νερό.
- Ψυχρομετρικός χάρτης μέσων θερμοκρασιών.

49.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Βάλτε σε λειτουργία τον ανεμιστήρα και την ηλεκτρική αντίσταση για δέκα περίπου λεπτά.
- 2) Βρείτε την παροχή όγκου του διερχόμενου αέρα σύμφωνα με τη διαδικασία που ανεφέρεται στην Άσκηση 48.
- 3) Μετρήστε ταυτόχρονα στα σημεία A και B (σχ. 49.4) πριν και μετά από την ηλεκτρική αντίσταση τις θερμοκρασίες T_{DB} και T_{WB} , με τη βοήθεια των ψυχρομέτρων.



Σχ. 49.4.

Σημεία μετρήσεως θερμοκρασιών κατά τη διαδικασία θερμάνσεως χωρίς ύγρανση.

- 4) Σημειώστε πάνω στον ψυχρομετρικό χάρτη τα σημεία που ορίζονται από τις θερμοκρασίες T_{DB} και T_{WB} πριν και μετά την αντίσταση, όπως έγινε και στο παράδειγμα 1 της παραγράφου 49.2 (σχήμα 49.2).
- 5) Ενώστε με μια γραμμή τα σημεία A και B.
- 6) Βρείτε τα ψυχρομετρικά στοιχεία του αέρα στην κατάσταση A και στην κατάσταση B και συμπληρώστε τον πίνακα 49.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 49.4

	T_{DB} °C	T_{WB} °C	RH %	W_a kg/kg ξ.α.	H kcal/kg
Αρχική κατάσταση (A)					
Τελική κατάσταση (B)					

7) Υπολογίστε την προστεθείσα ενθαλπία (όλη αισθητή) ανά μονάδα μάζας του αέρα:

$$\Delta H_T = \Delta H_S = H_B - H_A$$

8) Υπολογίστε την ολική ωριαία ποσότητα θερμότητας (είναι όλη αισθητή) που προστίθεται σ' ολόκληρο το ποσό του θερμαινόμενου αέρα, εφαρμόζοντας την εξίσωση (49.2).

9) Εκφράστε την ισχύ της απαιτούμενης ηλεκτρικής αντιστάσεως σε kW:

$$P (\text{kW}) = \frac{Q_S (\text{kcal/h})}{860} \quad (49.3)$$

10) Σημειώστε χωριστά τα ψυχρομετρικά στοιχεία που παραμένουν σταθερά και εκείνα που μεταβάλλονται.

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΜΕ ΥΓΡΑΝΣΗ

50.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τα συστήματα αυτόματου ελέγχου της υγρασίας του αέρα κατά τη θέρμανσή του και με βάση τα μετρούμενα στοιχεία, θα μάθουν να υπολογίζουν:

- 1) Την απαιτούμενη ικανότητα του θερμαντικού στοιχείου.
- 2) Την απαιτούμενη ικανότητα του υγραντήρα.

50.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Μια καλή κεντρική εγκατάσταση χειμερινού κλιματισμού (θερμάνσεως), είναι πάντα εφοδιασμένη με **σύστημα υγράνσεως** του θερμαινόμενου αέρα. Το σύστημα υγράνσεως είναι αναγκαίο γιατί ο αέρας του περιβάλλοντος κατά τις ψυχρές μέρες του χειμώνα είναι πολύ ξηρός, δηλαδή έχει **μικρή ειδική υγρασία** και **μεγάλη σχετική υγρασία**. Μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να έχομε σχετική υγρασία και 100%.

Έτσι, όταν ο αέρας περάσει από το στοιχείο θερμάνσεως και θερμανθεί (αυξηθεί η θερμοκρασία του) η σχετική υγρασία του πέφτει, όπως είδαμε στην Άσκηση 49. Η πώση της σχετικής υγρασίας του θερμανθέντος αέρα φθάνει συνήθως σε ανεπιτρεπτά χαμηλά επίπεδα για την υγεία και την άνεση των ανθρώπων που ζουν στον κλιματιζόμενο χώρο.

Για να αποφεύγονται τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα της χαμηλής σχετικής υγρασίας του θερμαινόμενου αέρα τοποθετείται μετά το στοιχείο θερμάνσεως και ένας υγραντήρας (σχ. 50.2α).

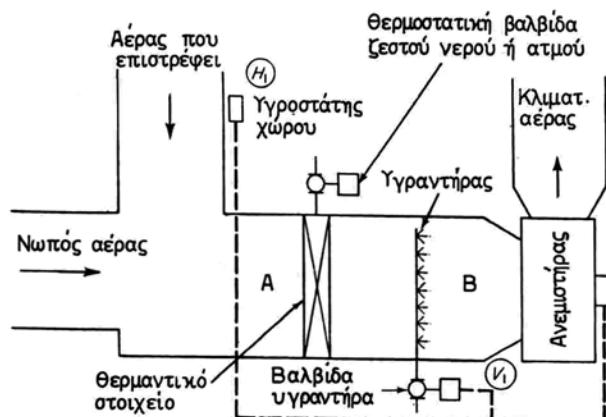
Ο υγραντήρας συνδέεται συνήθως με το δίκτυο νερού και ελέγχεται από τον **υγροστάτη χώρου** (σχ. 50.2α) μέσω μιας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας V_1 (σχ. 50.2β).

Ο υγροστάτης χώρου ρυθμίζεται έτσι, ώστε να διατηρείται στο χώρο μια σχετική υγρασία 45-55%. Αν η υγρασία πέσει κάτω από τα όρια στα οποία έχει ρυθμισθεί ο υγροστάτης, τότε ο υγραντήρας παίρνει εντολή από τον υγροστάτη (ανοίγοντας την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα) και ψεκάζει νερό στο θερμανθέντα αέρα

σε μορφή πολύ λεπτών σταγονιδίων (σε μορφή νέφους). Όταν η σχετική υγρασία του θερμαινόμενου χώρου ικανοποιηθεί (γίνεται 45-55%) ο υγροστάτης δίνει εντολή στον υγραντήρα να σταματήσει τον ψεκασμό νερού. Οι παραπάνω ενέργειες επαναλαμβάνονται αυτόματα, με αποτέλεσμα να διατηρείται η σχετική υγρασία του θερμαινόμενου χώρου στα επιθυμητά όρια.



Σχ. 50.2a.
Μηχανισμός υγροστάτη.

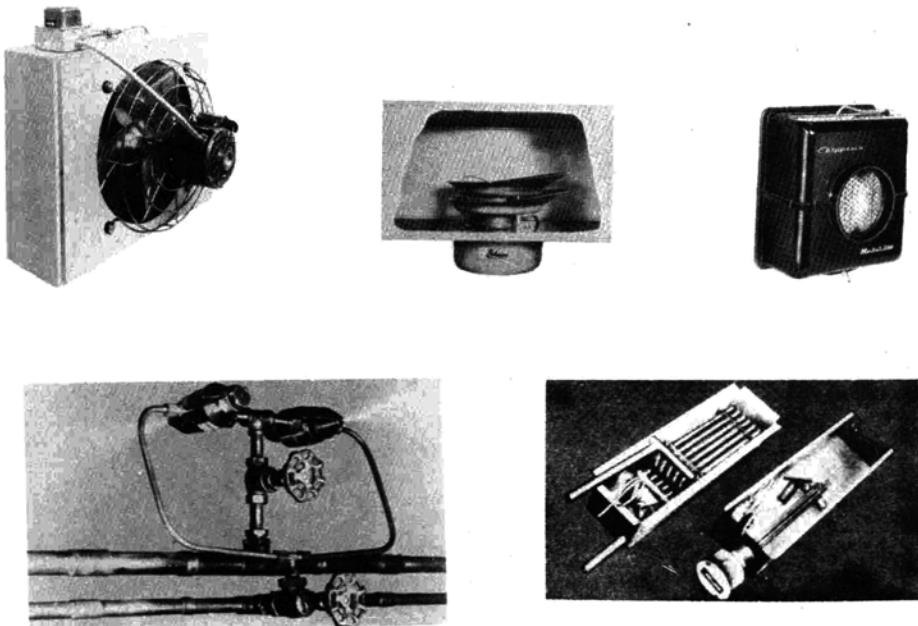


Σχ. 50.2b.
Σχηματική διάταξη του συστήματος αυτόματης υγράνσεως θερμαινόμενου αέρα.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλοί τύποι υγραντήρων (σχ. 50.2γ). Κάθε τύπος παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά λειτουργίας και μεγάλη διαφορά κόστους. Πάντως, για τις ανάγκες των πειραμάτων στο σχολικό εργαστήριο, καλό θα είναι να χρησιμοποιείται ένας υγραντήρας που συναντάται συχνά στις εγκαταστάσεις κλιματισμού (θερμάνσεις).

50.3 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και συσκευές.

- 1) Μονάδα που θα αποτελείται από:
 - Φυγοκεντρικό ανεμιστήρα.

**Σχ. 50.2γ.**

Υγραντήρες διάφορων τύπων.

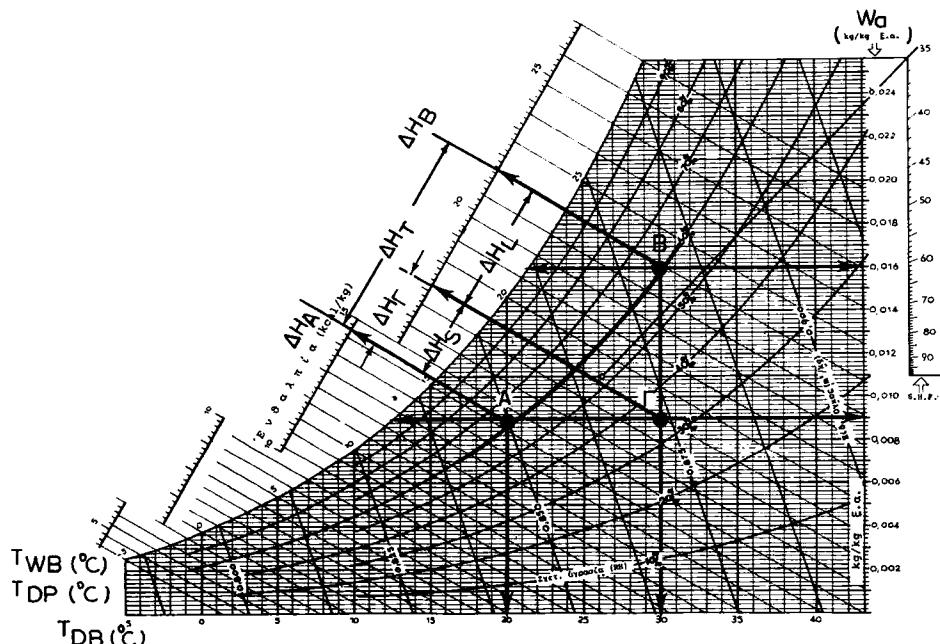
- Δίκτυο αεραγωγών.
- Στοιχείο θερμάνσεως.
- Σύστημα υγράνσεως (υγροστάτη-υγραντήρα).
- 2) Δυο ψυχρόμετρα.
- 3) Ψυχρομετρικός χάρτης.
- 4) Αποσταγμένο νερό.
- 5) Μετροταινία.
- 6) Ταχύμετρο αέρα.

50.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Λειτουργήστε τη μονάδα δέκα τουλάχιστον λεπτά πριν πάρετε μετρήσεις.
- 2) Υπολογίστε τον όγκο του διερχόμενου αέρα, με τη διαδικασία που αναπτύσσεται στην άσκηση 48.
- 3) Μετρήστε ταυτόχρονα με τα δυο ψυχρόμετρα τις θερμοκρασίες T_{DB} και T_{WB} πριν από την αντίσταση και μετά από τον υγραντήρα (σημεία A και B του σχήματος 50.2β).
- 4) Σημειώστε πάνω στον ψυχρομετρικό χάρτη τα σημεία που ορίζονται από τις ενδείξεις των ψυχρομέτρων (σχ. 50.4).
- 5) Με βάση τα σημεία A και B που σημειώσατε πάνω στον ψυχρομετρικό χάρτη, συμπληρώστε τον πίνακα 50.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 50.4

	T _{DB} °C	T _{WB} °C	RH %	W _a kg/kg ξ.α.	H kcal/kg	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Αρχική κατάσταση (A)						
Τελική κατάσταση (B)						



Σχ. 50.4.

Εύρεση των ψυχρομετρικών στοιχείων του αέρα κατά τη θέρμανση με ύγρανση.

- 6) Βρείτε από τον ψυχρομετρικό χάρτη την προστεθείσα αισθητή (H_S) και λανθάνουσα (H_L) θερμότητα σε κάθε kg αέρα.
 α) $\Delta H_S = H_T - H_A$
 β) $\Delta H_L = H_B - H_T$
- 7) Υπολογίστε τώρα την ολική θερμότητα που προστίθεται σε κάθε kg αέρα:

$$\Delta H_T = \Delta H_S + \Delta H_L$$

- 8) Υπολογίστε το απαιτούμενο ποσό θερμότητας για τη θέρμανση ολόκληρης της ωριαίας ποσότητας του κλιματιζόμενου αέρα.

$$Q_T = 1,2 \cdot V \cdot \Delta H_T \quad (50.1)$$

όπου: Q_T η ολική θερμότητα (kcal/h)

V ο υπολογισθείς όγκος αέρα που κλιματίζεται (m^3/h)

ΔH_T η ολική προστεθείσα θερμότητα σε (kcal/kg).

9) Εκφράστε την ισχύ του θερμαντικού στοιχείου σε kW:

$$P(kW) = \frac{Q_T (\text{kcal}/\text{h})}{860} \quad (50.2)$$

10) Υπολογίστε την απαιτούμενη ικανότητα του υγραντήρα σε kg/h εφαρμόζοντας την εξίσωση:

$$W = 1,2 \cdot V \cdot \Delta W \quad (50.3)$$

όπου: V ο όγκος του κλιματιζόμενου αέρα (m^3/h).

ΔW η προστιθέμενη υγρασία σε κάθε kg αέρα (kg υδρατμών / kg ξηρού αέρα).

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ ΠΡΩΤΗ
**ΨΥΞΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ
(ΑΙΣΘΗΤΗ ΨΥΞΗ)**

51.1 Σκοπός.

Σ' αυτή την άσκηση οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τη διαδικασία ψύξεως του αέρα κλιματιστικής μονάδας, όταν δεν συμβαίνει αφαίρεση υγρασίας από τη μάζα του κλιματιζόμενου (ψυχόμενου) αέρα.

51.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Το είδος αυτό της ψυχρομετρικής αλλαγής ονομάζεται και **αισθητή ψύξη**, γιατί αφαιρείται από τη μάζα του ψυχόμενου αέρα μόνο **αισθητή θερμότητα**. Η **ειδική υγρασία του αέρα (πραγματική) παραμένει σταθερή**. Η διαδικασία ψύξεως του αέρα με σταθερή την ειδική υγρασία, είναι ακριβώς η αντίστροφη της θερμάνσεως με σταθερή την υγρασία (αισθητή θέρμανση).

Το φαινόμενο της αισθητής ψύξεως του αέρα συμβαίνει σε όλες εκείνες τις περιπτώσεις ψύξεως, κατά τις οποίες η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα είναι τέτοιων τιμών, ώστε να μην παρατηρείται κορεσμός στον ψυχόμενο αέρα και επομένως δεν εμφανίζονται συμπυκνώσεις υδραργυρού και αφαίρεση υγρασίας από τον αέρα. Με άλλα λόγια έχουμε αισθητή ψύξη όταν η θερμοκρασία του ψυχθέντα αέρα είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία κορεσμού του.

Κατά την αισθητή ψύξη άλλα ψυχρομετρικά στοιχεία παραμένουν **σταθερά** και άλλα **μεταβάλλονται**.

α) Μένουν σταθερά.

- Η ειδική υγρασία (W_a).
- Η θερμοκρασία δρόσου ή σημείο δρόσου (DP).
- Η περιεχόμενη στον αέρα λανθάνουσα θερμότητα (H_L).

β) Μεταβάλλονται.

- Η θερμοκρασία ξηρού θερμόμετρου (T_{DB}).
- Η θερμοκρασία υγρού θερμόμετρου (T_{WB}).
- Η σχετική υγρασία του αέρα (RH).
- Η αισθητή θερμότητα (H_s) που είναι ίση με την ολική θερμότητα που αφαιρείται (H_T).

Παράδειγμα.

Σε κλιματιστική μονάδα, ο αέρας ψύχεται με σταθερή την υγρασία από τους 30°C, στους 19°C. Αν η ειδική υγρασία του αέρα (αρχική και τελική) είναι 0,0078

kg/kg, να βρεθούν όλα τα γνωστά ψυχρομετρικά στοιχεία της αρχικής και τελικής καταστάσεως του αέρα. Επίσης να βρεθεί η αφαιρούμενη ποσότητα αισθητής θερμότητας (H_s) κατά την παραπάνω αισθητή ψύξη, αν ο ψυχόμενος όγκος του αέρα είναι $3000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Λύση.

- α) Βρίσκομε στον ψυχρομετρικό χάρτη (σχ. 51.2) τα σημεία που αντιπροσωπεύουν τα στοιχεία της αρχικής καταστάσεως του αέρα (σημείο A) και της τελικής καταστάσεως (σημείο B).
 - β) Διαβάζομε προσεκτικά το μέγεθος των ψυχρομετρικών στοιχείων της αρχικής και της τελικής καταστάσεως του αέρα και συμπληρώνομε τον πίνακα 51.2.1.
 - γ) Με τη βοήθεια της γνωστής σχέσεως $Q_s = 0,29 \cdot V \cdot \Delta T$ υπολογίζομε το ποσό της αισθητής θερμότητας που προστίθεται στα $3000 \text{ m}^3/\text{h}$. Δηλαδή έχομε:
- $$Q_s = 0,29 \cdot 3000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot (T_A - T_B) = 0,29 \cdot 3000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 11^\circ\text{C} = 9570 \text{ kcal/h}$$

Παρατήρηση.

Για την εύρεση του Q_s μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η σχέση:

$$Q_s = 1,2 \cdot V \cdot \Delta H_s \text{ (άσκηση 47).}$$

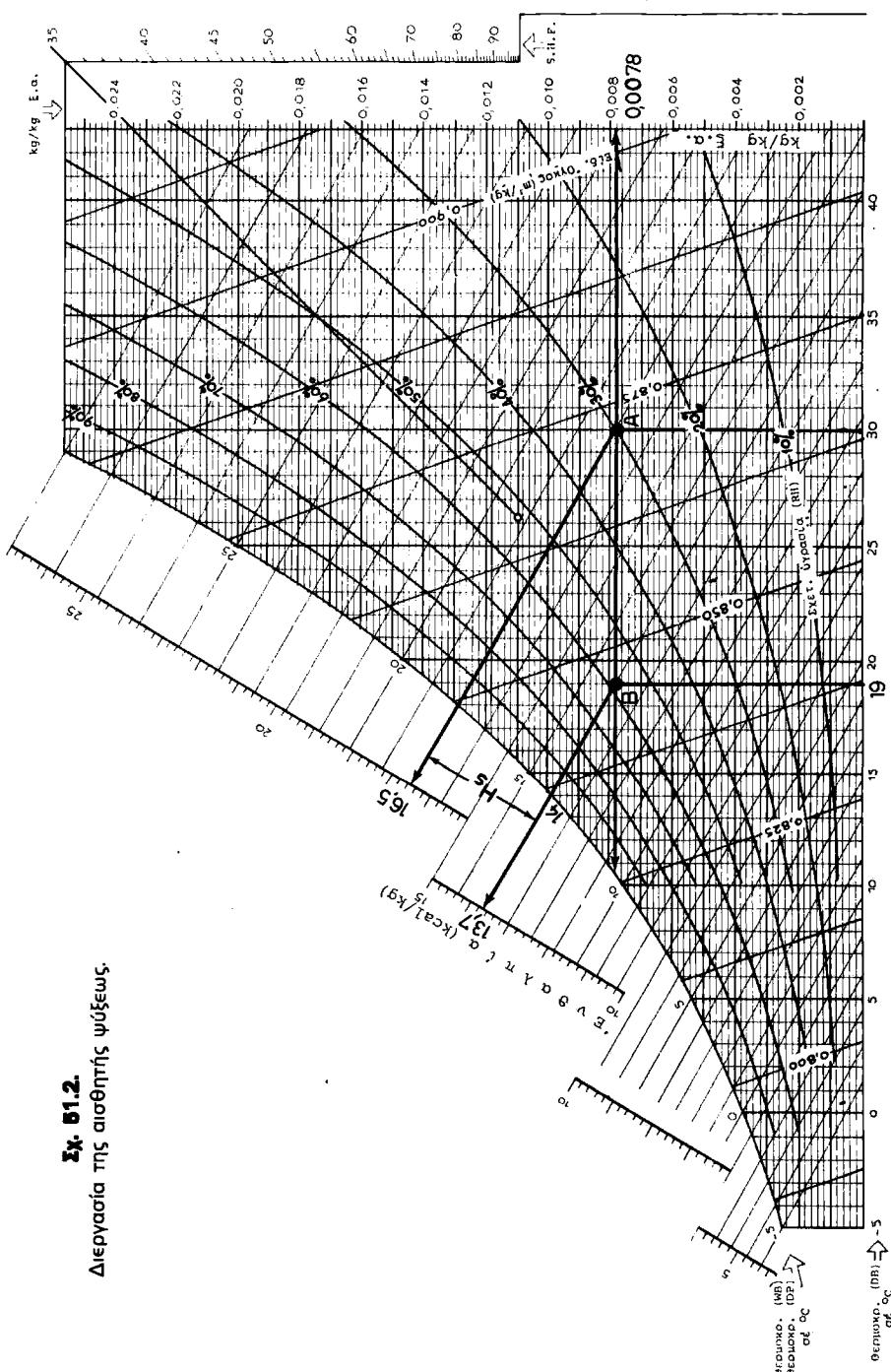
ΠΙΝΑΚΑΣ 51.2.1

ψυχρομετρικά στοιχεία	ψυχρομετρικά στοιχεία αρχικής καταστάσεως	ψυχρομετρικά στοιχεία τελικής καταστάσεως	Παρατηρήσεις
T_{DB}	30°C	19°C	Ελαπτώθηκε
T_{WB}	18°C	14°C	Ελαπτώθηκε
RH	30%	59%	Αυξήθηκε
W_a	$0,0078 \text{ kg/kg}$	$0,0078 \text{ kg/kg}$	ίδιο
H_T	$16,5 \text{ kcal/kg}$	$13,7 \text{ kcal/kg}$	ελαπτώθηκε
T_{DP}	$10,5^\circ\text{C}$	$10,5^\circ\text{C}$	ίδιο

51.3 Απαιτούμενα όργανα και συσκευές.

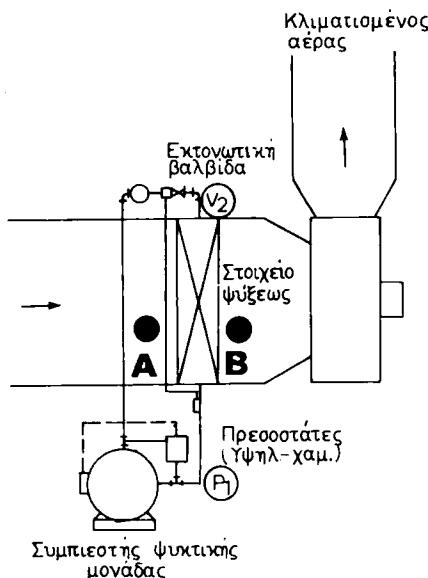
- 1) Πειραματική μονάδα ψύξεως του αέρα.
- 2) Δυο ψυχρόμετρα.
- 3) Ψυχρομετρικός χάρτης.
- 4) Αποσταγμένο νερό.
- 5) Μετροταινία.
- 6) Ταχύμετρο αέρα.

Σχ. 61.2.
Διεργασία της αισθητής ψύξεως.



51.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Λειτουργήστε τη μονάδα ψύξεως δεκαπέντε τουλάχιστον λεπτά της ώρας πριν πάρετε οποιαδήποτε μέτρηση.
- 2) Υπολογίστε τον όγκο του αέρα που περνά από το στοιχείο ψύξεως, με τη γνωστή σχέση $V = F \cdot U$ (άσκηση 46).
- 3) Μετρήστε με τη βοήθεια των ψυχρομέτρων τις θερμοκρασίες T_{DB} και T_{WB} πριν από το στοιχείο ψύξεως και μετά από αυτό (σημεία A και B, σχ. 51.4).
- 4) Σημειώστε στον ψυχρομετρικό χάρτη τα σημεία που ορίζονται από τις ενδείξεις των ψυχρομέτρων (σημεία A και B, σχ. 51.4).



Σχ. 51.4.
Σχηματική διάταξη μονάδας ψύξεως.

- 5) Συμπληρώστε προσεκτικά τον παρακάτω πίνακα ψυχρομετρικών στοιχείων, και γράψτε στις παρατηρήσεις ποια στοιχεία έμειναν σταθερά και ποια μεταβλήθηκαν.
- 6) Βρείτε την αφαιρεθείσα αισθητή θερμότητα ανά kg αέρα:

$$H_s = H_T = H_A - H_B$$
- 7) Υπολογίστε τώρα την αφαιρούμενη ανά ώρα ποσότητα θερμότητας (Q_s) από ολόκληρη την ποσότητα του ψυχόμενου αέρα χρησιμοποιώντας μια από τις γνωστές σχέσεις:

$$Q_s = 0,29 \cdot V \cdot \Delta T \quad \text{ή} \quad Q_s = 1,2 \cdot V \cdot \Delta H_s$$

	T _{DB} °C	T _{WB} °C	RH %	W _a kg/kg ξ.α.	H kcal/kg	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Αρχική κατάσταση (A)						
Τελική κατάσταση (B)						

Παρατήρηση.

Από τη χρήση των παραπάνω σχέσεων μπορεί να προκύψει μικρή διαφορά στο Q_s που οφείλεται στην ατέλεια των πράξεων των παραγόντων 0,29, 1,2 και ΔH_s.

- 8) Εκφράστε την αφαιρούμενη θερμότητα (kcal/h) σε kW εφαρμόζοντας την σχέση:

$$P \text{ (kW)} = \frac{Q_s}{860}$$



ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

ΨΥΞΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΜΕ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ

52.1 Σκοπός.

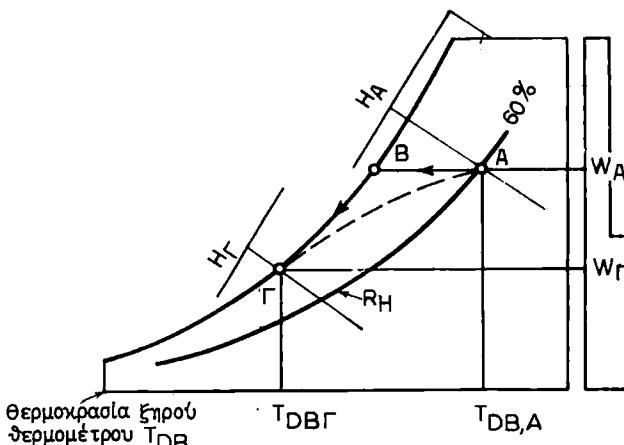
Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα κατανοήσουν τη διαδικασία ψύξεως του αέρα κλιματιστικής μονάδας, όταν ταυτόχρονα γίνεται και αφαίρεση υγρασίας (αφύγρανση).

52.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Όταν ο αέρας ψύχεται σε θερμοκρασία μικρότερη από τη θερμοκρασία κορεσμού του (ή σημείο δρόσου), παρατηρούμε στο στοιχείο ψύξεως της κλιματιστικής μονάδας την παρουσία σταγόνων νερού. Οι σταγόνες αυτές του νερού, που προέρχονται από τη συμπύκνωση ενός μέρους των υδρατμών που περιέχει ο αέρας, ονομάζονται και **συμπυκνώματα**.

Το βάρος του νερού που αφαιρείται από κάθε κιλό κλιματιζόμενου αέρα (ψυχόμενου), εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος της ειδικής υγρασίας του αέρα (W_a) και από τη θερμοκρασία στην οποία ψύχεται ο αέρας.

Θεωρητικά, ο αέρας ψύχεται πρώτα χωρίς αφύγρανση (έχομε δηλαδή **αισθητή ψύξη**) (σημείο A, σχ. 52.2), μέχρι που η θερμοκρασία του ξηρού θερμομέτρου (T_{DB}), γίνει ίση με τη θερμοκρασία κορεσμού (σημείο δρόσου) (σημείο B, σχ. 52.2). Από τη στιγμή που ο αέρας θα κορεσθεί, αρχίζει και η εμφάνιση των πρώτων συμπυκνωμάτων (σημείο B, σχ. 52.2). Η αφύγρανση συνεχίζεται όσο ελαττώνεται η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου (T_{DB}). Τελικά ο αέρας αναχωρεί από το στοιχείο ψύξεως στην κατάσταση που αντιστοιχεί στο σημείο Γ του σχήματος 52.2.



Σχ. 52.2.

Διεργασία ψύξεως αέρα με αφύγρανση.

Εδώ θα πρέπει να τονισθεί ότι η ψυχρομετρική αλλαγή κατά την πορεία ΑΒΓ (σχ. 52.2) είναι εντελώς θεωρητική και προϋποθέτει την απευθείας επαφή όλης της ποσότητας του αέρα με την ψυχρή επιφάνεια του στοιχείου ψύξεως. Όμως στην πράξη, όπως είναι γνωστό, ένα μέρος του αέρα περνά χωρίς να έλθει σε επαφή με τη μεταλλική επιφάνεια του ψυκτικού στοιχείου (αέρας παρακάμψεως). Το ποσοστό του αέρα παρακάμψεως (by-pass) μπορεί να κυμαίνεται από 10% έως και 40% ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του στοιχείου ψύξεως και την ταχύτητα με την οποία περνά ο αέρας. Γι' αυτό και στην πράξη η πορεία της ψυχρομετρικής αλλαγής δεν είναι η ΑΒΓ, αλλά εκείνη της διακοπόμενης γραμμής ΑΓ.

52.3 Απαιτούμενα όργανα και συσκευές.

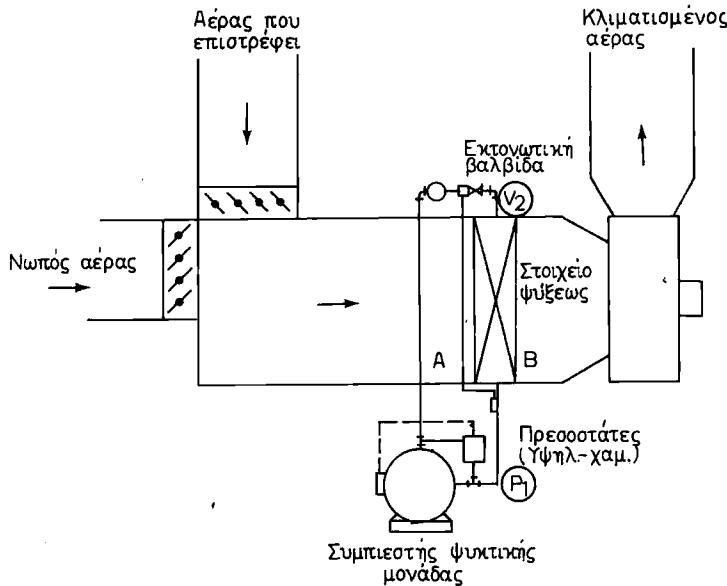
- 1) Μονάδα που θα αποτελείται από:
 - Φυγοκεντρικό ανεμιστήρα.
 - Δίκτυο αεραγωγών.
 - Στοιχείο ψύξεως (εξατμιστής ψυκτικής μονάδας).
- 2) Δυο ψυχρόμετρα.
- 3) Ψυχρομετρικός χάρτης.
- 4) Αποσταγμένο νερό.
- 5) Μετροταινία.
- 6) Ταχύμετρο αέρα.

52.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Λειτουργήστε τη μονάδα ψύξεως και τον ανεμιστήρα τουλάχιστον δεκαπέντε λεπτά της ώρας πριν πάρετε μετρήσεις.
- 2) Υπολογίστε τον όγκο του αέρα που διέρχεται από τον αεραγωγό, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία από προηγούμενές ασκήσεις.
- 3) Μετρήστε ταυτόχρονα με τα δυο ψυχρόμετρα τις θερμοκρασίες T_{DB} και T_{WB} πριν από το στοιχείο ψύξεως και μετά απ' αυτό (σημεία Α και Β, σχ. 52.4a).
- 4) Σημειώστε στον ψυχρομετρικό χάρτη τα σημεία που ορίζονται από τις ενδείξεις των ψυχρομέτρων (σημεία Α και Β, σχ. 52.4a).
- 5) Με βάση τα σημεία Α και Β που σημειώσατε στον ψυχρομετρικό χάρτη, συμπληρώστε τον πίνακα 52.4.

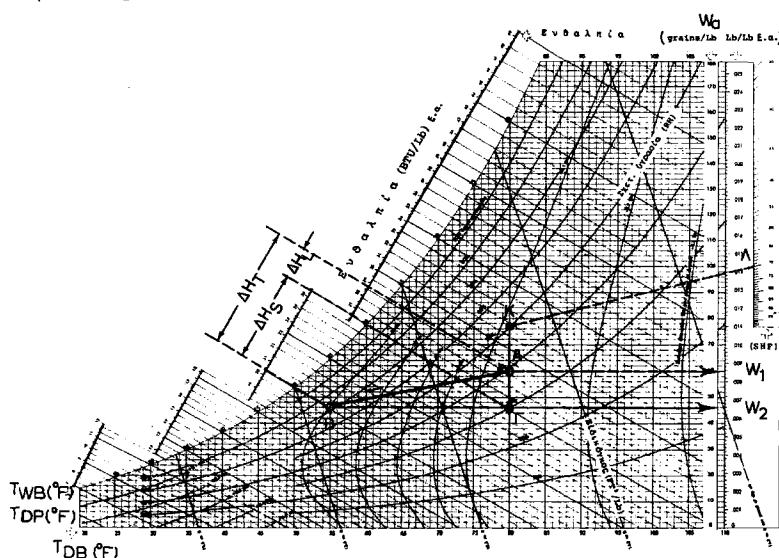
ΠΙΝΑΚΑΣ 52.4.

	T_{DB} °C	T_{WB} °C	RH %	W_a kg/kg ξ.α.	H kcal/kg	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Αρχική κατάσταση (A)						
Τελική κατάσταση (B)						



Σχ. 52.4a.
Σχηματική διάταξη μονάδας ψύξεως του αέρα.

- 6) Βρείτε από τον ψυχρομετρικό χάρτη την αφαιρούμενη αισθητή θερμότητα (ΔH_S) και τη λανθάνουσα (ΔH_L) από κάθε kg αέρα (σχ. 52.4β).
- $\Delta H_S = H_f - H_b$
 - $\Delta H_L = H_a - H_f$
 - $\Delta H_T = \Delta H_S + \Delta H_L$



Σχ. 52.4β.
Εύρεση των ψυχρομετρικών στοιχείων του αέρα κατά την ψύξη με αφύγρανση.

- 7) Υπολογίστε το ποσό της θερμότητας που πρέπει να αφαιρείται ανά ώρα από ολόκληρη την ποσότητα του κλιματιζόμενου (ψυχόμενου) αέρα (εξίσωση 50.1).

$$Q_T = 1,2 \cdot V \cdot \Delta H_T$$

- 8) Εκφράστε τώρα την ικανότητα (ισχύ) του στοιχείου ψύξεως σε kW: (εξίσωση 50.2).

$$P (\text{kW}) = \frac{Q_T (\text{kcal/h})}{860}$$

- 9) Βρείτε με τη βοήθεια του ψυχρομετρικού χάρτη την αφαιρούμενη υγρασία από κάθε kg αέρα εφαρμόζοντας την παρακάτω σχέση:

$$\Delta W = W_A - W_B$$

W_A η ειδική υγρασία του αέρα στην κατάσταση A (πριν να ψυχθεί).

W_B η ειδική υγρασία του αέρα στην κατάσταση B (μετά την ψύξη).

- 10) Υπολογίστε τώρα την αφαιρούμενη στο στοιχείο ψύξεως υγρασία εφαρμόζοντας την εξίσωση (50.3).

$$W = 1,2 \cdot V \cdot \Delta W = \text{kg/h}$$

- 11) Σημειώστε τα ψυχρομετρικά στοιχεία του αέρα που μένουν σταθερά και εκείνα που μεταβάλλονται.

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ ΤΡΙΤΗ

ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ

53.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα μάθουν τις απαραίτητες διαδικασίες για τον υπολογισμό της ψυκτικής ικανότητας μιάς αερόψυκτης κλιματιστικής μονάδας παραθύρου.

53.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η εύρεση της ψυκτικής ικανότητας μια κλιματιστικής μονάδας, ενώ φαίνεται απλή σαν διαδικασία, παρουσιάζει πολύ μεγάλες δυσκολίες στην ορθή εκτίμηση των παραμέτρων που τη διαμορφώνουν. Αυτό συμβαίνει γιατί η ψυκτική ικανότητα μιάς μονάδας κλιματισμού δεν εξαρτάται μόνο από τα **σταθερά κατασκευαστικά στοιχεία** της, αλλά και από τα **στοιχεία που μεταβάλλονται** και μάλιστα χωρίς τη δική μας θέληση. Για παράδειγμα, τα κατασκευαστικά στοιχεία ενός στοιχείου ψύξεως κλιματιστικής μονάδας είναι σταθερά (επιφάνεια, είδος υλικού κλπ), όμως η ικανότητά της σε ψύξη εξαρτάται και:

- Από τη **διαφορά Θερμοκρασίας** (ΔT) μεταξύ της θερμοκρασίας εξατμίσεως του ψυκτικού μέσα στους σωλήνες του εξατμιστή και της θερμοκρασίας του αέρα πριν έλθει σε επαφή με τη μεταλλική του επιφάνειά.
- Από την **ταχύτητα** και την **ποσότητα** του αέρα που έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του εξατμιστή.
- Από τις **ειδικές συνθήκες λειτουργίας** του εξατμιστή (κατανομή του αέρα, κατάσταση εξωτερικής επιφάνειας κλπ).

Ίδιες δυσκολίες συναντά κανείς και στη διαδικασία εκτίμησεως της ικανότητας και των άλλων κύριων εξαρτημάτων μιάς κλιματιστικής μονάδας (συμπυκνωτή, συμπιεστή κλπ).

Οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της ψυκτικής ικανότητας κλιματιστικής μονάδας είναι τρεις:

- Υπολογίζοντας την ικανότητα του ψυκτικού στοιχείου.
- Αφαιρώντας την ηλεκτρική ισχύ που απορροφάει ο συμπιεστής της μονάδας, από την ολική ικανότητα του συμπυκνωτή.
- Με τη βοήθεια του διαγράμματος Mollier.

53.3 Υπολογίζοντας την ικανότητα του ψυκτικού στοιχείου.

53.3.1 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η διαδικασία υπολογισμού της ψυκτικής ικανότητας κλιματιστικής μονάδας με τη μέθοδο αυτή, είναι ίδια με τη διαδικασία ψύξεως του αέρα που αναφέρεται στις ασκήσεις 51 και 52.

Αν κατά την ψύξη του αέρα δεν παρατηρείται αφύγρανση, η ψυκτική ικανότητα του ψυκτικού στοιχείου (εξατμιστή) υπολογίζεται με την παρακάτω γνωστή σχέση:

$$Q = 0,29 \cdot V \cdot \Delta T \quad (53.3.1)$$

όπου Q η ψυκτική ικανότητα σε kcal/h.

V ο όγκος του ψυχόμενου αέρα σε m^3/h .

ΔT η διαφορά θερμοκρασίας ξηρού θερμόμετρου (T_{DB}) μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα πριν και μετά το στοιχείο ψύξεως.

Αν όμως κατά την ψύξη του αέρα έχομε και αφύγρανση, τότε, ή πρέπει να υπολογίσομε χωριστά το αισθητό και το λανθάνον φορτίο (Q_s και Q_L), με τη διαδικασία που αναπτύσσεται στην άσκηση 52, ή εφαρμόζομε την παρακάτω μαθηματική σχέση που δίνει με πολύ απλό τρόπο και αποδεκτή προσέγγιση την ικανότητα της μονάδας.

$$Q_T = \frac{0,29 \cdot V \cdot \Delta T}{SHF} \quad (53.3.2)$$

όπου Q_T η συνολική ψυκτική ικανότητα της μονάδας σε kcal/h.

V η ποσότητα του διερχόμενου από το ψυκτικό στοιχείο αέρα σε m^3/h .

ΔT η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της T_{DB} του εισερχόμενου στο στοιχείο αέρα και T_{DB} του εξερχόμενου αέρα.

SHF ο συντελεστής (ή παράγοντας) αισθητού φορτίου. Αν ο SHF δεν μπορεί να υπολογισθεί, τον παίρνομε με αρκετή προσέγγιση ίσο με 0,85 ή 8%.

Παράδειγμα.

Έστω ότι ο όγκος του ψυχόμενου αέρα κλιματιστικής μονάδας υπολογίστηκε ότι είναι ίσος με $600 m^3/h$. Η θερμοκρασία T_{DB} του εισερχόμενου αέρα είναι $25^\circ C$ ενώ η θερμοκρασία T_{DB} του αέρα που εξέρχεται είναι $10^\circ C$ (σχ. 53.3). Να βρεθεί η ψυκτική ικανότητα της μονάδας σε kW, αν έχομε ταυτόχρονα και αφύγρανση.

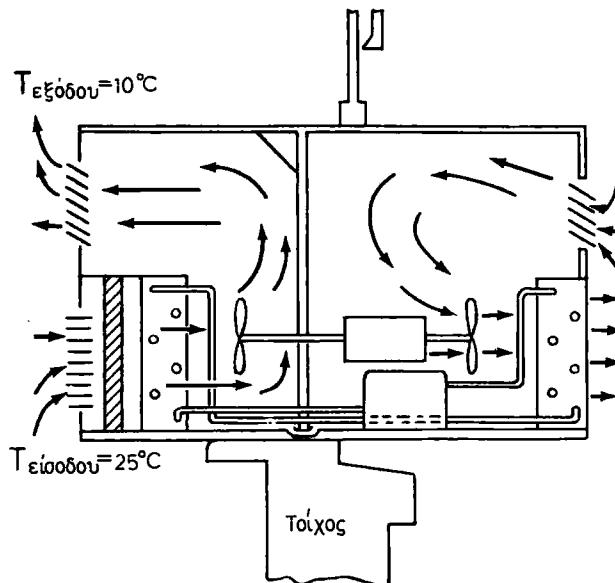
Λύση.

a) Εφαρμόζοντας την παραπάνω σχέση (53.3.2) έχομε:

$$Q_T = \frac{0,29 \cdot V \cdot \Delta T}{SHF} = \frac{0,29 \cdot 600 m^3/h \cdot (T_{eis} - T_{ex})}{0,85} = \frac{174 \cdot (25 - 10)}{0,85} \\ = 3070 \text{ kcal/h.}$$

β) Εκφράζομε τα kcal/h σε kW.

$$Q_T = \frac{3070 \text{ kcal/h}}{860 \text{ kcal/h} \cdot \text{kW}} = 3,5 \text{ kW}$$



Σχ. 53.3.

Μέτρηση των στοιχείων του ψυχόμενου αέρα σε κλιματιστική μονάδα.

53.3.2 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

- 1) Κλιματιστική μονάδα παραθύρου, αερόψυκτη.
- 2) Δυο ψυχρόμετρα ή κοινά θερμόμετρα ξηρού βολβού.
- 3) Ψυχρομετρικός χάρτης.
- 4) Μετροταινία.
- 5) Ταχύμετρο αέρα.

53.3.3 Πορεία εργασίας.

- 1) Υπολογίστε το ποσό του ψυχόμενου αέρα στο στοιχείο ψύξεως της μονάδας, ακολουθώντας τη διαδικασία που αναφέρεται στην άσκηση 47 και εφαρμόζοντας τη σχέση:

$$V = F \cdot u$$

όπου V ο όγκος του διερχόμενου αέρα σε $\text{m}^3/\text{η}$.

F η ελεύθερη επιφάνεια του στόμιου εξόδου του αέρα, σε m^2 (βλέπε άσκηση 47).

u η ταχύτητα του εξερχόμενου αέρα, σε m/s .

- 2) Μετρήστε ταυτόχρονα τη θερμοκρασία T_{DB} του εισερχόμενου και του εξερχόμενου αέρα και υπολογίστε τη διαφορά ΔT (σχ. 53.3.1).

$$\Delta T = T_{\text{εισ}} - T_{\text{εξ}}$$

- 3) Εφαρμόζοντας τη σχέση (53.3.1) ή (53.3.2), ανάλογα με την περίπτωση, υπολογίστε την ικανότητα της μονάδας σε kcal/h.
- 4) Εκφράστε την ψυκτική ικανότητα που βρήκατε σε kW διαιρώντας τα kcal/h δια του 860.

53.4 Αφαιρώντας την ηλεκτρική ισχύ που απορροφάει ο συμπιεστής, από την ικανότητα του συμπυκνωτή.

53.4.1 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Στην περίπτωση υπολογισμού της ικανότητας του συμπυκνωτή, συναντούμε τις ίδιες δυσκολίες που αναφέρθηκαν πιο πάνω κατά τον υπολογισμό της ψυκτικής ικανότητας του ψυκτικού στοιχείου (εξατμιστή). Δηλαδή έχουμε **σταθερά** κατασκευαστικά στοιχεία (υλικό κατασκευής, διαστάσεις κλπ), και **μεταβαλλόμενα** (ΔT , Ταχύτητα-ποσότητα αέρα, καθαρότητα του συμπυκνωτή-κλπ). Μπορούμε όμως να υπολογίσουμε, (για κάποια δεδομένη χρονική στιγμή) την ικανότητα του συμπυκνωτή χρησιμοποιώντας το γνωστό μαθηματικό τύπο:

$$Q_T = 0,29 \cdot V \cdot \Delta T \quad (53.4.1)$$

όπου Q_T η συνολική ικανότητα του συμπυκνωτή σε kcal/h.

V ο όγκος του διερχόμενου από το συμπυκνωτή αέρα, σε m^3/h (που χρησιμοποιείται για την ψύξη του).

ΔT η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου T_{DB} του εξερχόμενου από το συμπυκνωτή αέρα και της θερμοκρασίας T_{DB} του εισερχόμενου αέρα (θερμοκρασία περιβάλλοντος).

Παράδειγμα 1.

Να βρεθεί η ικανότητα συμπυκνωτή κλιματιστικής μονάδας αν μετρήθηκαν τα παρακάτω στοιχεία:

- Όγκος διερχόμενου από το συμπυκνωτή αέρα $1200 m^3/h$.
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος $T_{DB\text{εισ}} 35^\circ C$.
- Θερμοκρασία εξερχόμενου από το συμπυκνωτή αέρα $T_{DB\text{εξ}} 47^\circ C$ (σχ. 53.4a).

Λύση.

Εφαρμόζοντας τη σχέση (53.4.1) έχουμε:

$$Q_T = 0,29 \cdot V \cdot (T_{\text{εξ}} - T_{\text{εισ}}).$$

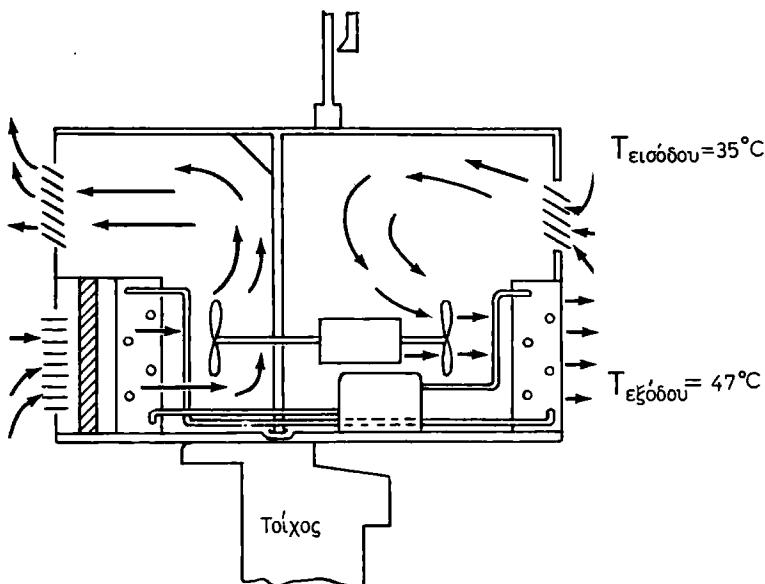
$$Q_T = 0,29 \cdot 1200 m^3/h \cdot 12^\circ C = 4176 \text{ kcal/h} \quad \text{ή} \quad \frac{4176}{860} = 4,85 \text{ kW}$$

Εξάλλου η απορροφούμενη από το συμπιεστή της μονάδας ηλεκτρική ισχύς μπορεί να μετρηθεί με ένα **βαττόμετρο** ή μετρώντας την **τάση τροφοδοτήσεως** και

την **ένταση** που τραβάει το μοτέρ του συμπιεστή κατά την κανονική λειτουργία του. Σ' αυτή την περίπτωση λαμβάνομε υπόψη μας ένα συντελεστή ισχύος ίσο με 0,8 ($\phi = 0,8$).

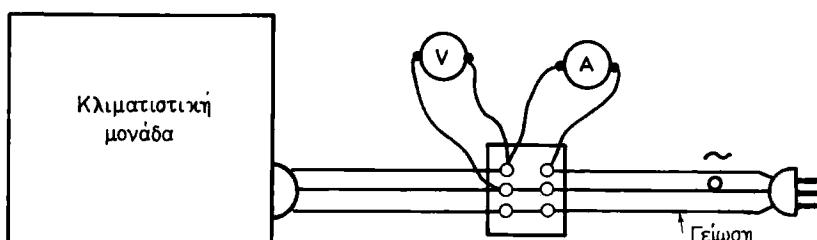
Προσοχή.

- a) Η σύνδεση του αμπερόμετρου γίνεται πάντα **σε σειρά** και σε σημείο που να μετράει μόνο την ένταση που τραβάει το μοτέρ του συμπιεστή.
- β) Η σύνδεση του βολτόμετρου γίνεται πάντα **παράλληλα**.



Σχ. 53.4 α.

Μέτρηση της θερμοκρασίας εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα στο συμπυκνωτή.



Σχ. 53.4 β.

Διαδικασία μετρήσεως της τάσεως V και της εντάσεως I , σε γραμμή τροφοδοτήσεως συμπιεστή κλιματιστικής μονάδας.

Παράδειγμα 2.

Έστω ότι κατά τη λειτουργία κλιματιστικής μονάδας πήραμε τις παρακάτω μετρήσεις:

α) Τάση τροφοδοτήσεως (V): 220 V.

β) Ένταση λειτουργίας του μοτέρ του συμπιεστή (I_σ) = 7A

Να βρεθεί η απορροφούμενη από το μοτέρ ηλεκτρική ισχύς. Συντελεστής ισχύος (συν $\phi = 0,8$).

Λύση.

Για να βρούμε την ισχύ που μας δίνουν τα παραπάνω μετρηθέντα ηλεκτρικά μεγέθη, εφαρμόζομε την παρακάτω σχέση:

$$P = V \cdot I \cdot \text{συνφ} \quad (53.4.2)$$

Αντικαθιστώντας τα δοθέντα μεγέθη έχομε:

$$P = V \cdot I \cdot \text{συνφ} = 220 \cdot 7 \cdot 0,8 = 1232 \text{ W ή } 1,232 \text{ kW.}$$

Την παραπάνω ισχύ μπορούμε να εκφράσουμε και σε kcal/h:

$$P = \text{kW} \cdot 860 \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{kW}} = 1232 \cdot 860 = 1060 \text{ kcal/h}$$

Αφού υπολογίσομε την **ικανότητα του συμπυκνωτή** και την **ισχύ** που απορροφά το μοτέρ του συμπιεστή, βρίσκομε την ψυκτική ικανότητα της μονάδας αφαιρώντας από την ικανότητα του συμπυκνωτή, την ηλεκτρική ισχύ που απορροφά (τραβάει) το μοτέρ του συμπιεστή. Δηλαδή στην περίπτωση του παραδείγματός μας έχομε:

$$P_\psi = P_\sigma - P_\eta \quad (53.4.3)$$

όπου P_ψ η ψυκτική ικανότητα της μονάδας σε kW ή kcal/h.

P_σ η ικανότητα του συμπυκνωτή σε kW ή kcal/h.

P_η η απορροφούμενη από το μοτέρ του συμπιεστή ηλεκτρική ισχύς σε kW ή kcal/h.

Στην περίπτωση συνδιασμού των παραπάνω παραδειγμάτων μας (1 και 2) έχουμε:

$$- P_\sigma = 4176 \text{ kcal/h.}$$

$$- P_\eta = 1060 \text{ kcal/h}$$

Επομένως η ψυκτική ικανότητα της μονάδας θα είναι:

$$P_\psi = P_\sigma - P_\eta = 4176 - 1060 = 3116 \text{ kcal/h ή } 3,6 \text{ kW}$$

53.4.2 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

- 1) Κλιματιστική μονάδα αερόψυκτη.
- 2) Δύο ψυχρόμετρα ή θερμόμετρα ξηρού βολβού.
- 3) Μετροταινία.
- 4) Ταχύμετρο αέρα.

5) Βαττόμετρο ή

- α) Βολτόμετρο E.P., 0-500 V.
- β) Αμπερόμετρο E.P., 0-10 A.

53.4.3 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε το βολτόμετρο και το αμπερόμετρο με προσοχή.
- 2) Λειτουργήστε τη μονάδα τουλάχιστον 20 λεπτά της ώρας.
- 3) Βρήτε τον όγκο του αέρα που περνά από το συμπυκνωτή ακολουθώντας τη διαδικασία της ασκήσεως 48.
- 4) Μετρήστε ταυτόχρονα τη θερμοκρασία T_{DB} του εισερχόμενου και του εξερχόμενου αέρα. Υπολογίστε τη διαφορά (ΔT).

$$\Delta T = T_{\text{εξ}} - T_{\text{εισ}}$$

- 5) Υπολογίστε την ικανότητα του συμπυκνωτή εφαρμόζοντας τη γνωστή σχέση:

$$Q_s = 0,29 \cdot V \cdot \Delta T$$

- 6) Υπολογίστε την ηλεκτρική ισχύ που απορροφά ο συμπιεστής εφαρμόζοντας τη σχέση:

$$P_n = V \cdot I \cdot \text{συνφ} = \text{Watts}$$

- 7) Αφαιρέστε από την ευρεθείσα ισχύ, την ισχύ των ανεμιστήρων.
- 8) Βρείτε την ψυκτική ικανότητα της μονάδας αφαιρώντας την ηλεκτρική ισχύ που απορροφά ο συμπιεστής, από την ικανότητα του συμπυκνωτή.

53.5 Με τη βοήθεια του διαγράμματος Mollier.

53.5.1 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η μέθοδος αυτή που είναι και η πλέον επιστημονική, απαιτεί θεωρητικές γνώσεις σε πολύ καλό επίπεδο, και μεγάλη προσοχή στη χρήση του διαγράμματος Mollier και των πινάκων των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του ψυκτικού ρευστού της μονάδας.

Η σχέση που θα μας δώσει την ψυκτική ικανότητα μιας αερόψυκτης κλιματιστικής μονάδας είναι:

$$P_\Psi = K\Psi A \cdot BK\Psi \cdot OBA \quad (53.5.1)$$

όπου P_Ψ η ψυκτική ικανότητα της μονάδας σε kcal/h ή kW.

$K\Psi A$ το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα, όπως προκύπτει από το διάγραμμα Mollier, σε kcal/kg.

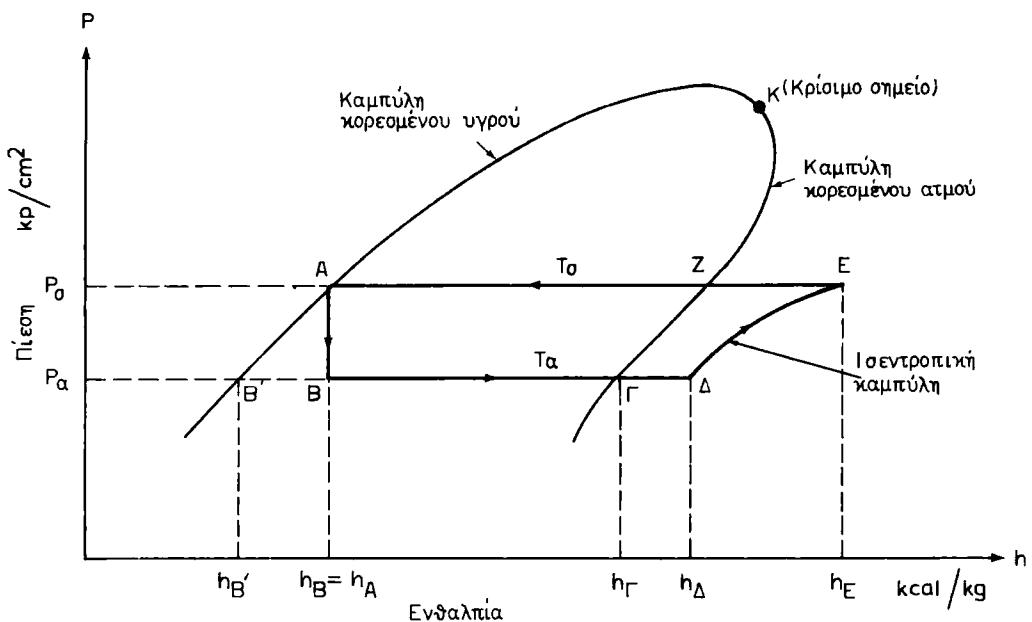
$BK\Psi$ το βάρος του κυκλοφορούντος ψυκτικού ρευστού, σε kg/h.

OBA ο ογκομετρικός βαθμός αποδόσεως του συμπιεστή.

Για τη εύρεση της P_Ψ ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία::

- 1) Βρίσκομε το $K\Psi A$, αφαιρώντας από την ενθαλπία h_Γ , την ενθαλπία h_B που είναι ίση και με h_A (σχ. 53.5 α).

$$K\Psi A = h_\Gamma - h_B$$



Σχ. 53.5α.
Διάγραμμα P-h ψυκτικού κύκλου.

- 2) Για τον υπολογισμό του **βάρους** του ψυκτικού ΒΚΨ που πρέπει κυκλοφορεί στην εγκατάσταση πρέπει να έχομε μερικά κατασκευαστικά στοιχεία του συμπιεστή ώστε να υπολογίσομε το **θεωρητικό όγκο του εκτοπιζόμενου ψυκτικού αερίου**.
Ο θεωρητικός όγκος του εκτοπιζόμενου ψυκτικού αερίου δίνεται από τον παρακάτω γνωστό τύπο:

$$V_\theta = 0,785 D^2 \cdot L \cdot N \cdot \eta \quad (53.5.2)$$

όπου V_θ ο θεωρητικός όγκος του εκτοπιζόμενου ψυκτικού αερίου σε mm^3/min .

D η διάμετρος των όμοιων κυλίνδρων, σε mm.

L το μήκος διαδρομής του εμβόλου, σε mm.

N ο αριθμός των στροφών ανά λεπτό (στροφ/min).

η ο αριθμός όμοιων κυλίνδρων του συμπιεστή.

- 3) Κατόπιν, μετρούμε την πίεση αναρροφήσεως και καταθλίψεως και από το διάγραμμα Mollier βρίσκομε την υπερθέρμανση και τον ειδικό όγκο του υπέρθερμου ψυκτικού αερίου στο σημείο Δ του διαγράμματος (σχ. 53.5α).

- 4) Αφού έχομε το θεωρητικό όγκο του εκτοπιζόμενου ψυκτικού αερίου σε m^3/h , και τον ειδικό του όγκο όταν εισέρχεται στον κύλινδρο του συμπιεστή, βρίσκομε το βάρος του κυκλοφορούντος ψυκτικού ρευστού (ΒΚΨ).

$$BK\Psi = \frac{V_\theta}{u}$$

(53.5.3)

όπου $BK\Psi$ το βάρος του ψυκτικού που κυκλοφορεί σε kg/h.

V_θ ο θεωρητικός όγκος του εκτοπιζόμενου ψυκτικού αερίου σε m³/h.

u ο ειδικός όγκος του ψυκτικού αερίου στις συνθήκες πιέσεως και θερμοκρασίας κατά την είσοδό του στο συμπιεστή, σε m³/kg.

- 5) Από τις πιέσεις που μετρήσαμε, βρίσκομε το **λόγο συμπέσεως** του συμπιεστή εφαρμόζοντας την παρακάτω σχέση:

$$\Lambda\Sigma = \frac{P_k}{P_{av}}$$

(53.5.4)

όπου $\Lambda\Sigma$ ο λόγος συμπέσεως % (καθαρός αριθμός).

P_k η απόλυτη πίεση στην κατάθλιψη σε kg/cm².

P_{av} η απόλυτη πίεση στην αναρρόφηση σε kg/cm².

- 6) Ο **ογκομετρικός βαθμός αποδόσεως** του συμπιεστή (OBA), βρίσκεται από τον πίνακα (53.5.1) αφού βέβαια έχει υπολογισθεί ο λόγος συμπέσεως.
- 7) Αφού έχομε υπολογίσει όλα τα αναφερόμενα στην παραπάνω διαδικασία, εφαρμόζομε τη σχέση (53.5.1) και βρίσκομε την ψυκτική ικανότητα της μονάδας (P_Ψ), σε kcal/h ή kW.

ΠΙΝΑΚΑΣ 53.5.1

Ογκομετρικός βαθμός αποδόσεως συμπιεστή σε συνδρηση προς το λόγο συμπέσεώς του

Συντελεστής συμπέσεως	Ογκομετρική απόδοση %	Συντελεστής συμπέσεως	Ογκομετρική απόδοση %
2	87,3	4,8	70,1
2,2	86,0	5	69,0
2,4	84,9	5,2	67,9
2,6	83,5	4,4	66,8
2,8	82	5,6	65,7
3	80,8	5,8	64,5
3,2	79,5	6	63,3
3,4	78,3	6,2	62,2
3,6	77,2	6,4	61,2
3,8	76,0	6,6	60,2
4	74,9	6,8	59,2
4,2	73,7	7	58,2
4,4	72,5	7,2	57,2
4,6	71,3	7,3	56,3

ΠΙΝΑΚΑΣ 53.6.2
Θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του R_{zz}

Θερμ. °C	Αιτόλυτη πίεση kg/cm²	Ειδική πυκνότητα		Ειδικός όγκος		Ειδική ενθαλπία kcal/kg			Ειδική εντροπία kcal/(kg) (°K)		Θερμ. °C
		Υγρού l/kg V	Αερίου m³/kg V_a	Υγρού kg/l l/V _f	Αερίου kg/m³ l/V _a	Υγρού h _f	Λανθ. Θερμ. ατρ. h _{fg}	Αερίου h _g	Υγρού S _f	Αερίου S _g	
10	6.9410	0.8000	0.0347	1.2500	28.8061	102.839	47.074	149.913	1.01008	1.17633	10
11	7.1525	0.8023	0.0337	1.2464	29.6714	103.127	46.864	149.991	1.01108	1.17601	11
12	7.3687	0.8046	0.0327	1.2428	30.5576	103.416	46.653	150.068	1.01208	1.17569	12
13	7.5898	0.8070	0.0318	1.2392	31.4651	103.705	46.439	150.145	1.01308	1.17537	13
14	7.8158	0.8094	0.0309	1.2355	32.3945	103.996	46.224	150.220	1.01408	1.17505	14
15	8.0468	0.8118	0.0300	1.2319	33.3461	104.287	46.007	150.294	1.01508	1.17474	15
16	8.2828	0.8142	0.0291	1.2282	34.3204	104.579	45.788	150.367	1.01607	1.17442	16
17	8.5239	0.8167	0.0283	1.2245	35.3180	104.872	45.568	150.440	1.01707	1.17411	17
18	8.7701	0.8192	0.0275	1.2207	36.3392	105.166	45.345	150.511	1.01806	1.17380	18
19	9.0216	0.8217	0.0267	1.2170	37.3848	105.460	45.120	150.581	1.01906	1.17350	19
20	9.2784	0.8243	0.0260	1.2132	38.4552	105.756	44.894	150.650	1.02005	1.17319	20
21	9.5406	0.8269	0.0253	1.2094	39.5508	106.052	44.665	150.718	1.02104	1.17288	21
22	9.8082	0.8295	0.0246	1.2055	40.6724	106.350	44.435	150.785	1.02203	1.17258	22
23	10.081	0.8322	0.0239	1.2017	41.8204	106.648	44.202	150.850	1.02302	1.17228	23
24	10.360	0.8349	0.0233	1.1978	42.9955	106.947	43.968	150.915	1.02401	1.17197	24
25	10.644	0.8376	0.0226	1.1939	44.1983	107.247	43.731	150.978	1.02500	1.17167	25
26	10.935	0.8404	0.0220	1.1899	45.4295	107.548	43.492	151.040	1.02599	1.17137	26
27	11.230	0.8432	0.0214	1.1859	46.6896	107.850	43.250	151.100	1.02698	1.17107	27
28	11.532	0.8461	0.0208	1.1819	47.9795	108.153	43.007	151.160	1.02797	1.17077	28
29	11.840	0.8490	0.0203	1.1779	49.2998	108.457	42.761	151.218	1.02896	1.17047	29
30	12.153	0.8519	0.0197	1.1738	50.6513	108.762	42.513	151.275	1.02994	1.17018	30
31	12.473	0.8549	0.0192	1.1698	52.0347	109.068	42.262	151.330	1.03093	1.16988	31
32	12.799	0.8579	0.0187	1.1656	53.4508	109.375	42.009	151.384	1.03192	1.16958	32
33	13.131	0.8610	0.0182	1.1615	54.9005	109.683	41.753	151.436	1.03290	1.16928	33
34	13.470	0.8641	0.0177	1.1573	56.3846	109.993	41.495	151.487	1.03389	1.16898	34
35	13.815	0.8673	0.0173	1.1531	57.9039	110.303	41.234	151.537	1.03488	1.16868	35
36	14.166	0.8705	0.0168	1.1488	59.4596	110.615	40.970	151.585	1.03586	1.16838	36
37	14.524	0.8738	0.0164	1.1445	61.0524	110.927	40.704	151.631	1.03685	1.16808	37
38	14.888	0.8771	0.0160	1.1402	62.6834	111.241	40.435	151.676	1.03783	1.16778	38
39	15.259	0.8805	0.0155	1.1358	64.3537	111.556	40.163	151.719	1.03882	1.16748	39
40	15.637	0.8839	0.0151	1.1314	66.0644	111.873	39.888	151.761	1.03981	1.16718	40
41	16.022	0.8874	0.0147	1.1269	67.8166	112.191	39.610	151.800	1.04080	1.16688	41
42	16.413	0.8909	0.0144	1.1224	69.6115	112.510	39.328	151.858	1.04178	1.16657	42
43	16.812	0.8946	0.0140	1.1179	71.4504	112.830	39.044	151.874	1.04277	1.16627	43
44	17.218	0.8983	0.0136	1.1133	73.3345	113.152	38.756	151.908	1.04376	1.16596	44
45	17.631	0.9020	0.0133	1.1086	75.2653	113.475	38.465	151.940	1.04475	1.16565	45
46	18.051	0.9058	0.0129	1.1040	77.2443	113.800	38.170	151.970	1.04574	1.16534	46
47	18.478	0.9097	0.0126	1.0992	79.2728	114.126	37.872	151.998	1.04674	1.16503	47
48	18.913	0.9137	0.0123	1.0944	81.3526	114.454	37.570	152.024	1.04773	1.16471	48
49	19.356	0.9178	0.0120	1.0896	83.4853	114.784	37.264	152.047	1.04872	1.16439	49
50	19.806	0.9219	0.0117	1.0847	85.6727	115.115	36.954	152.068	1.04972	1.16407	50
51	20.263	0.9261	0.0114	1.0798	87.9166	115.447	36.640	152.087	1.05072	1.16375	51
52	20.729	0.9304	0.0111	1.0748	90.2191	115.782	36.322	152.104	1.05172	1.16342	52
53	21.202	0.9348	0.0108	1.0697	92.5821	116.118	35.999	152.117	1.05272	1.16309	53
54	21.683	0.9394	0.0105	1.0646	95.0079	116.457	35.672	152.129	1.05372	1.16276	54
55	22.173	0.9440	0.0103	1.0594	97.4989	116.797	35.340	152.137	1.05473	1.16242	55
56	22.670	0.9487	0.0100	1.0541	100.0575	117.139	35.004	152.143	1.05573	1.16208	56
57	23.176	0.9535	0.0097	1.0487	102.6863	117.483	34.662	152.146	1.05674	1.16173	57
58	23.690	0.9585	0.0095	1.0433	105.3881	117.830	34.316	152.145	1.05776	1.16138	58
59	24.212	0.9635	0.0092	1.0378	108.1659	118.178	33.963	152.142	1.05877	1.16102	59
60	24.743	0.9687	0.0090	1.0323	111.1002	118.545	33.580	152.125	1.05984	1.16063	60
61	25.283	0.9741	0.0088	1.0266	114.0513	118.900	33.213	152.113	1.06087	1.16026	61
62	25.832	0.9796	0.0085	1.0209	117.0904	119.258	32.840	152.098	1.06190	1.15988	62
63	26.389	0.9852	0.0083	1.0150	120.2217	119.619	32.460	152.079	1.06294	1.15950	63
64	26.955	0.9910	0.0081	1.0091	123.4497	119.983	32.074	152.056	1.06398	1.15911	64

Παράδειγμα.

Έστω ότι σε μια κλιματιστική μονάδα που λειτουργεί με ψυκτικό R_{22} μετρήθηκαν οι παρακάτω απόλυτες πιέσεις:

- Πίεση καταθλίψεως 16 kg/cm^2 (235 lb/in^2 περίπου).
- Πίεση αναρροφήσεως 7 kg/cm^2 (103 lb/in^2 περίπου).

Επίσης έχομε και τα παρακάτω κατασκευαστικά στοιχεία του συμπιεστή:

- Αριθμός όμοιων κυλίνδρων (η) = 2.
 - Διάμετρος κυλίνδρων (D) = 50 mm.
 - Μήκος διαδρομής των εμβόλων (L) = 50 mm.
 - Ταχύτητα περιστροφής του στροφαλοφόρου άξονα (N) = 1450 στρ/min.
- Να βρεθεί η ψυκτική ικανότητα της μονάδας, με τα παραπάνω στοιχεία.

Λύση.

1) Με βάση τις μετρηθείσες απόλυτες πιέσεις, χαράζομε το διάγραμμα P-h του ψυκτικού κύκλου, αφού βέβαια υπολογισθεί και η υπερθέρμανση. Στο παράδειγμά μας υποθέτομε υπερθέρμανση 5°C . Κατόπιν βρίσκομε το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα ΚΨΑ από το διάγραμμα Mollier ή από τον πίνακα των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R_{22} (πίνακας 53.5.2). Έτσι έχουμε:

$$\text{ΚΨΑ} = h_F - h_B = 154 - 112 = 42 \text{ kcal/kg (περίπου)}$$

2) Υπολογίζομε το θεωρητικό όγκο του εκτοπιζόμενου ψυκτικού αερίου, με βάση τα κατασκευαστικά στοιχεία του συμπιεστή.

$$\begin{aligned} V &= 0,785 \cdot D^2 \cdot L \cdot N \cdot \eta = 0,785 \times 3600 \times 50 \times 1450 \times 2 = \\ &= 409770000 \text{ mm}^3/\text{min} \quad \text{ή} \quad 0,41 \text{ m}^3/\text{min} \quad \text{ή} \quad 0,41 \times 60 = 24,6 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

3) Από τους πίνακες των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R_{22} και για πίεση αναρροφήσεως 7 kg/cm^2 βρίσκομε τον ειδικό όγκο του εισερχόμενου στον κύλινδρο ψυκτικού αερίου. Στην περίπτωση του παραδείγματός μας ο ειδικός όγκος του R_{22} στη θερμοκρασία των 10°C (θερμοκρασία κορεσμού σε πίεση 7 kg/cm^2) είναι $0,034 \text{ m}^3/\text{kg}$. Όμως υπάρχει μια υπερθέρμανση 5°C . Ο ειδικός όνκος λοιπόν του υπέρθερμου ψυκτικού αερίου των 15°C είναι **$0,035 \text{ m}^3/\text{kg}$** (από το διάγραμμά).

4) Το βάρος του κυκλοφορούντος ψυκτικού ρευστού θα πρέπει να είναι.

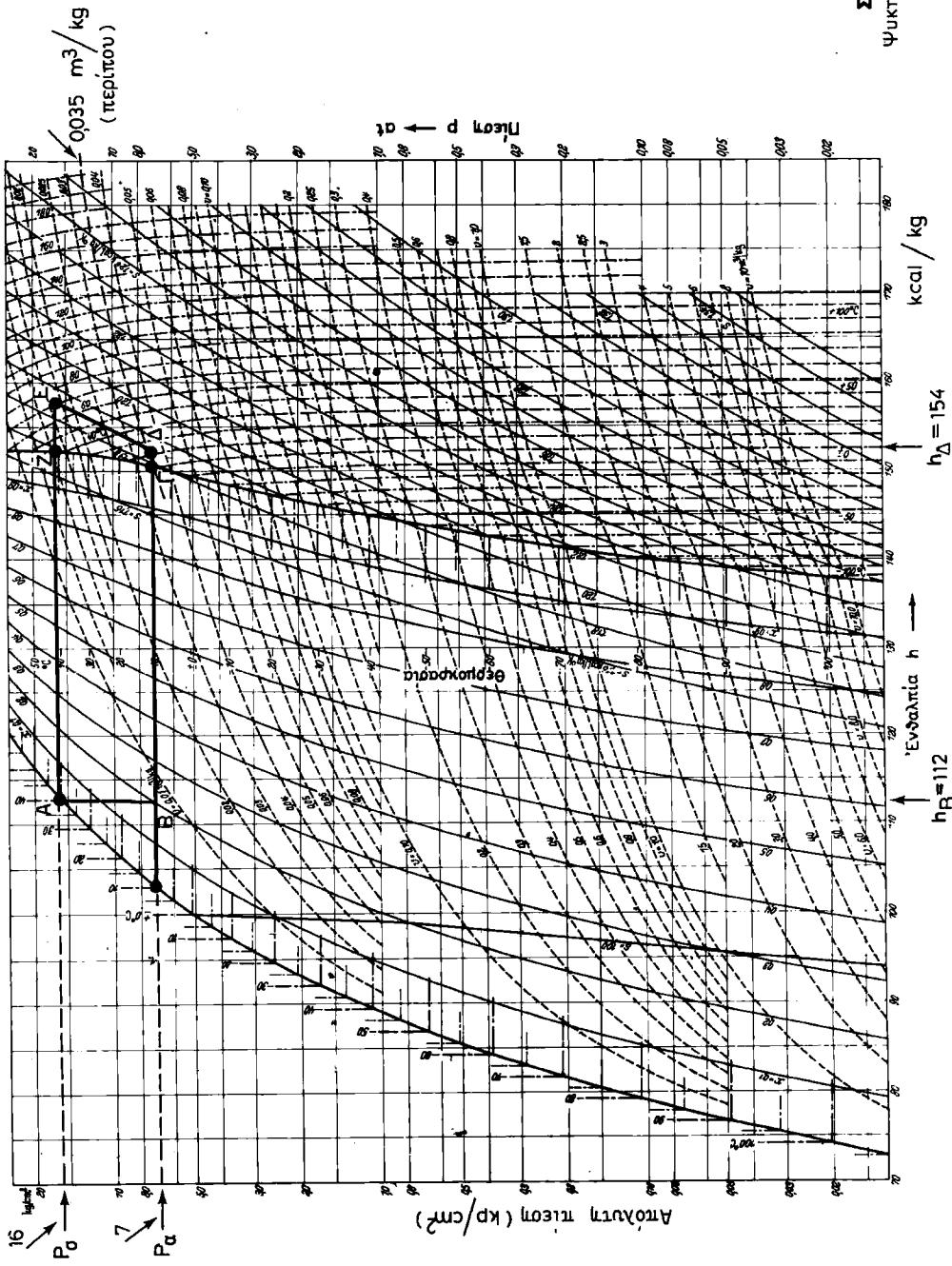
$$\text{ΒΚΨ} = \frac{V_\theta}{u} = \frac{24,6 \text{ m}^3/\text{h}}{0,035 \text{ m}^3/\text{kg}} = 703 \text{ kg/h}$$

5) Ο λόγος συμπιέσεως με βάση τις μετρηθείσες πιέσεις θα είναι.

$$\Lambda\Sigma = \frac{P_K}{P_{av}} = \frac{16 \text{ kg/cm}^2}{7 \text{ kg/cm}^2} = 2,2$$

6) Ο ογκομετρικός βαθμός αποδόσεως θα είναι (πίνακας 53.5.1) ίσος με 86%.

$$\text{OBA} = 86\%$$



- 7) Εφαρμόζοντας τη σχέση (53.5.1) υπολογίζομε την ψυκτική ικανότητα της μονάδας σε kcal/h.

$$P_{\psi} = K\psi A \cdot BK\psi \cdot OBA = 42 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \times 703 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,86 = 25392 \text{ kcal/h}$$

53.5.2 Απαιτούμενα δργανα, εργαλεία και υλικά.

- 1) Αεροψύκτη κλιματιστική μονάδα.
- 2) Κάσα μανομέτρων.
- 3) Διάγραμμα Mollier για R₂₂.
- 4) Πίνακες θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του R₂₂.
- 5) Πίνακας σχέσεως μεταξύ λόγου συμπιέσεως και ογκομετρικού βαθμού απόδοσεως.

53.5.3 Πορεία εργασίας.

- 1) Συνδέστε κατάλληλα την κάσα των μανομέτρων ώστε να πάρετε τις πιέσεις αναρροφήσεως και καταθλίψεως της μονάδας.
- 2) Λειτουργήστε τη μονάδα για 15-20 λεπτά της ώρας, πριν πάρετε τις μετρήσεις πιέσεων.

Παρατήρηση:

Επειδή κατά κανόνα στις κλιματιστικές μονάδες παραθύρου δεν υπάρχουν βαλβίδες service, για τη σύνδεση των μανομέτρων, χρησιμοποιείστε τα ειδικά εξαρτήματα (adaptors) που κυκλοφορούν στο εμπόριο.

- 3) Υπολογίστε το θεωρητικό όγκο του εκτοπιζόμενου ψυκτικού αερίου από τη σχέση.

$$V = 0,785 \cdot D^2 \cdot L \cdot N \cdot n$$

- 4) Μετρήστε την πίεση στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη της μονάδας και βρείτε τις αντίστοιχες θερμοκρασίες κορεσμού.
- 5) Χαράξτε το διάγραμμα P-h πάνω στο διάγραμμα Mollier, λαμβάνοντας υπόψη και την υπερθέρμανση της μονάδας.
- 6) Βρείτε το KψA της μονάδας σε kcal/kg.
- 7) Από το διάγραμμα Mollier και για την υπολογισθείσα υπερθέρμανση, βρείτε τον ειδικό όγκο του αερίου σε m³/kg.
- 8) Υπολογίστε το βάρος του κυκλοφορούντος ψυκτικού από τη γνωστή σχέση:

$$BK\psi = \frac{V_{\theta}}{U}$$

- 9) Υπολογίστε το λόγο συμπιέσεως του συμπιεστή και βρείτε κατόπιν από τον πίνακα 53.5.1 τον ογκομετρικό βαθμό αποδοσεώς του.
- 10) Βρείτε τώρα την ψυκτική ικανότητα της μονάδας από την παρακάτω σχέση:

$$P_{\psi} = K\psi A \cdot BK\psi \cdot OBA, \text{ σε kcal/h}$$

- 11) Εκφράστε την παραπάνω ικανότητα της μονάδας σε kW.

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΤΟΙΧΟΥ

54.1 Σκοπός.

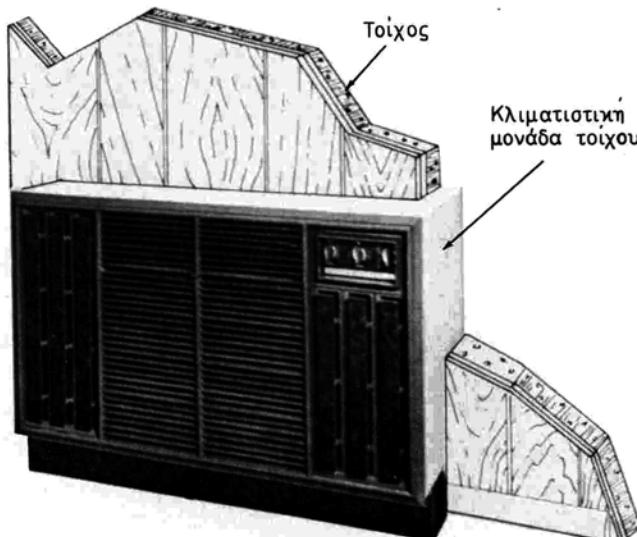
Οι μαθητές θα μάθουν τις απαιτούμενες διαδικασίες και την τεχνική για μια σωστή εγκατάσταση των κλιματιστικών μονάδων τοίχου.

54.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

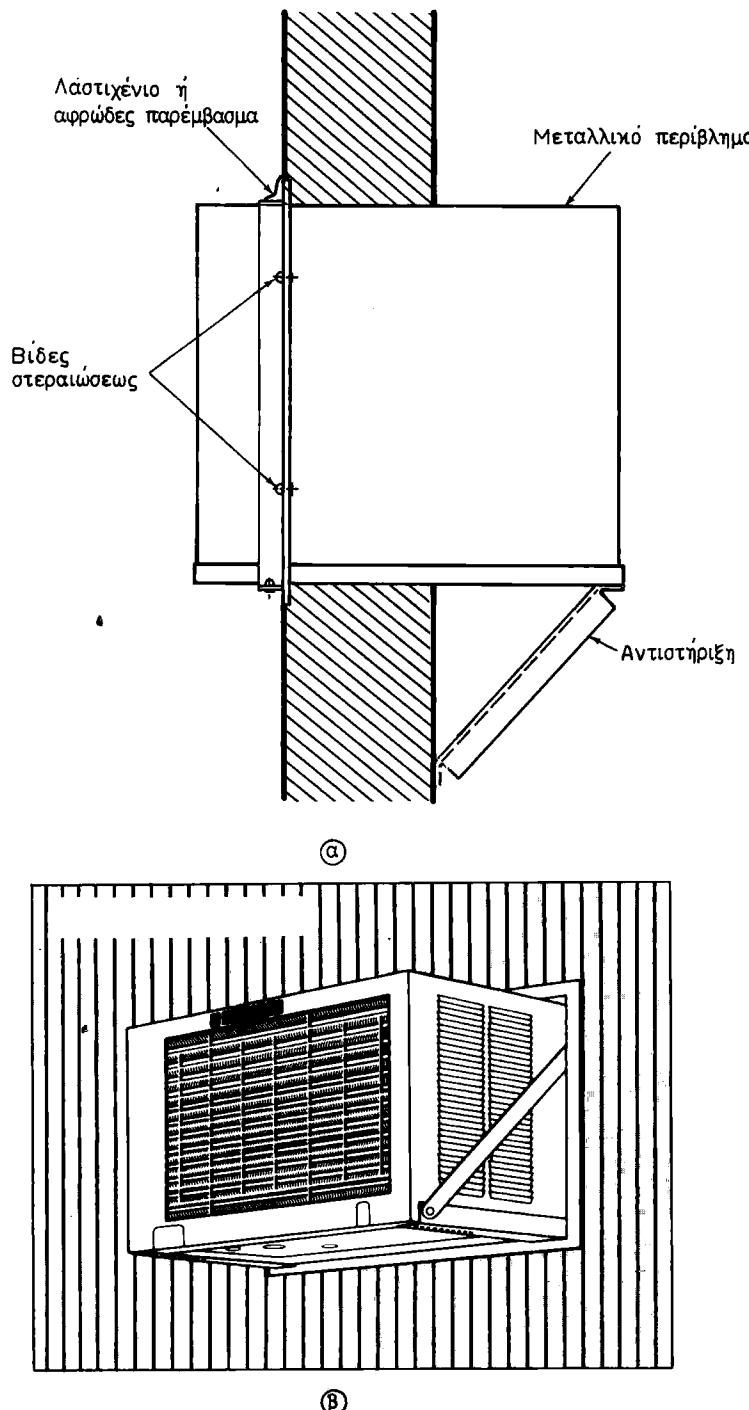
Οι κλιματιστικές μονάδες **τοίχου** είναι οι πιο διαδομένες και φυσικά οι πιο γνωστές στην αγορά. Λέγονται και μονάδες **παραθύρου**, γιατί τοποθετούνται και σε ανάλογο άνοιγμα στα παράθυρα. Η εγκατάσταση αυτών των μονάδων, παρουσιάζει κάποιες δυσκολίες, αλλά είναι σχετικά μικρού κόστους, λόγω της απλότητας της κατασκευής τους και γι' αυτό προτιμούνται.

Στο εμπόριο συναντούνται σε μεγάλη ποικιλία μοντέλων και η ικανότητά τους αρχίζει από 1000 kcal/h και φτάνει τα 10000 kcal/h. Ένας συνηθισμένος τύπος κλιματιστικής μονάδας τοίχου φαίνεται στο σχήμα 54.2α.

'Όπως φαίνεται και στο σχήμα 54.2β, μια κλιματιστική μονάδα τοίχου είναι μια



Σχ. 54.2α.
Κλιματιστική μονάδα τοίχου.

**Σχ. 54.2θ.**

- α) Κλιματιστική μονάδα με αντιστήριξη στον εξωτερικό τοίχο.
β) Ένας άλλος τρόπος στηρίζεως κλιματιστικής μονάδας τοχόυ.

πλήρης ψυκτική μηχανή. Ο συμπιεστής και ο συμπυκνωτής, τοποθετείται στο περιβάλλον, ενώ ο εξατμιστής στον κλιματιζόμενο χώρο*.

Για εκτονωτικό μέσο κατά κανόνα χρησιμοποιείται **τριχοειδής σωλήνας**, ενώ το χρησιμοποιούμενο ψυκτικό ρευστό είναι το φρέον 22 (R_{22}).

Είναι γνωστό από το μάθημα του κλιματισμού, αλλά και από προηγούμενες ασκήσεις αυτού του βιβλίου, ότι κατά την ψύξη του αέρα κάτω από το σημείο δρόσου, έχομε το φαινόμενο της αφυγράνσεως του αέρα. Το νερό που αφαιρείται από τον ψυχόμενο αέρα, γνωστό σαν **συμπυκνώματα**, συλλέγεται, στο **συλλέκτη συμπυκνωμάτων** που βρίσκεται κάτω από τον εξατμιστή της μονάδας. Από τον συλλέκτη τα συμπυκνώματα οδηγούνται με μικρό σωληνάκι (χάλκινο ή πλαστικό) στην αποχέτευση της οικοδομής.

Οι κλιματιστικές μονάδες τοίχου, παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Μερικά από τα πλεονεκτήματά τους είναι τα ακόλουθα:

- 1) Δεν απαιτούν ιδιαίτερους χώρους (μηχανοστάσιο) όπως στις περιπτώσεις κεντρικού κλιματισμού.
- 2) Το κόστος εγκαταστάσεως και λειτουργίας τους παρουσιάζεται χαμηλότερο έναντι των κεντρικών μονάδων, μια και μπορούν να εργάζονται ανεξάρτητα η μια από την άλλη (εργάζονται μόνο οι μονάδες που βρίσκονται σε κατοικημένα δωμάτια).
- 3) Δεν απαιτούν συνήθως ειδική γραμμή ηλεκτρικής τροφοδοτήσεως.

Βέβαια δεν λείπουν και τα μειονεκτήματα από τους κλιματιστές τοίχου, μερικά από τα οποία είναι:

- 1) Η λειτουργία τους είναι συνήθως θορυβώδης, μια και ο συμπιεστής είναι ενσωματωμένος στο συγκρότημα της μονάδας. Όμως ο θόρυβος από την παρουσία του συμπιεστή έχει περιοριστεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια.
- 2) Δεν μπορούν να ελέγχουν την υγρασία του χώρου.
- 3) Τα σπασίματα στους τοίχους για την τοποθέτησή τους και γενικότερα η παρουσία των μονάδων στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου, αλλοιώνουν την αρχιτεκτονική του γραμμή και το κάνουν ακαλαίσθητο.

54.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά.

Παρατήρηση.

Οι κλιματιστικές μονάδες τοίχου, συνοδεύονται συνήθως με όλα τα απαιτούμενα μικροϋλικά για την εγκατάστασή τους. Επίσης, συνοδεύονται και με τις σχετικές οδηγίες για τη σωστή εγκατάσταση και λειτουργία τους. Γι' αυτό σ' αυτή την παράγραφο δεν θα αναφερθούν εργαλεία και υλικά ειδικών περιπτώσεων.

- 1) Κλιματιστική μονάδα τοίχου οποιασδήποτε ικανότητας.
- 2) Ηλεκτρικό τρυπάνι.
- 3) Μεζούρα.
- 4) Αλφάδι.

* Στις περιπτώσεις που η κλιματιστική μονάδα τοίχου είναι **αντίλια θερμότητας** (ψύξη-θέρμανση), ο ρόλος του συμπυκνωτή και του εξατμιστή αλλάζει, ανάλογα με το αν θέλουμε στον κλιματιζόμενο χώρο, ψύξη ή θέρμανση.

- 5) Κατσαβίδι κοινό, 6''.
- 6) Κατσαβίδι σταυρωτό (phillips) 6''.
- 7) Καλέμι και βελόνι.
- 8) Σφυρί ενός κιλού περίπου.

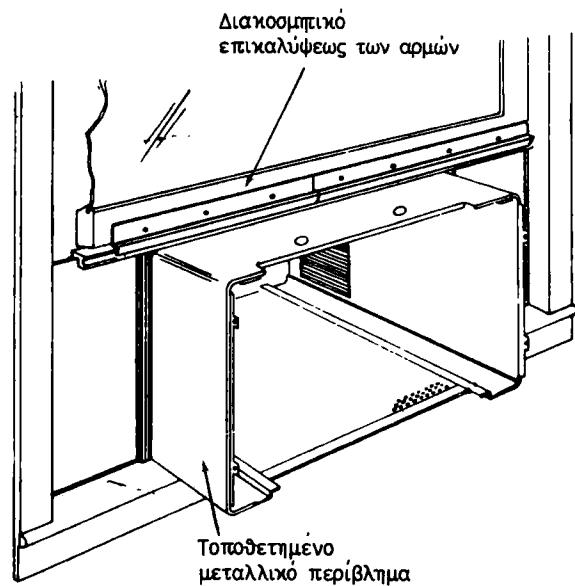
54.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Αποσυσκευάστε τη μονάδα και φυλάξτε όλα τα εξαρτήματα και υλικά που τη συνοδεύουν.
- 2) Δοκιμάστε τη μονάδα, ώστε να διαπιστωθεί ότι δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα στα ηλεκτρικά της εξαρτήματα (συμπιεστής, ανεμιστήρες κλπ.).
- 3) Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες εγκαταστάσεως και λειτουργίας που συνοδεύουν τη μονάδα και ακολουθήστε τες πιστά. Ο κατασκευαστής γνωρίζει καλύτερα από κάθε άλλο τη σωστή διαδικασία εγκαταστάσεως και λειτουργίας της μονάδας.
- 4) Ακολουθώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή ή μετρώντας τις διαστάσεις της μονάδας (πλάτος και ύψος), σημαδεύτε με ένα μολύβι τις διαστάσεις της τρύπας που απαιτείται για την τοποθέτηση της κλιματιστικής μονάδας.
- 5) Με τα εργαλεία που διαθέτετε (τρυπάνι, καλέμι κλπ), δημιουργήστε την απαιτούμενη για τη μονάδα τρύπα, προσπαθώντας να μην προξενήτε ζημιές ή λερώματα στους παραπλήσιους τοίχους. Η διαδικασία τοποθετήσεως κλιματιστικής μονάδας που συνδέεται με ζημιές και ακαταστασία, ενοχλεί πάρα πολύ τους ιδιοκτήτες, οι οποίοι σίγουρα δεν θα σας συστήσουν σε άλλον πελάτη. .

Προσοχή.

Πριν αρχίσετε να σκάψετε τον τοίχο, βεβαιωθήτε ότι δεν περνούν από το σημείο που θα σκάψετε, ηλεκτρικά καλώδια.

- 6) Αν το εσωτερικό της μονάδας διαχωρίζεται από το μεταλλικό της περίβλημα (είναι συρταρωτό), τραβήξτε το εσωτερικό συγκρότημα ώστε να μείνει μόνο του το μεταλλικό περίβλημα. Τοποθετήστε τώρα το μεταλλικό περίβλημα στην τρύπα του τοίχου και στερεώστε το καλά, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (σχ. 54.4).
- 7) Με τη βοήθεια του αλφαδιού ελέγχετε τη σωστή θέση του μεταλλικού περιβλήματος, έχοντας κατά νου ότι η μονάδα πρέπει να έχει μια μικρή κλίση προς τα έξω (3-4 mm χαμηλότερα).
- 8) Τοποθετήστε τώρα τη μονάδα μέσα στο μεταλλικό της περίβλημα (βάση) και βιδώστε την σ' αυτό, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- 9) Αν η μονάδα εξέχει από τον εξωτερικό τοίχο πάρα πολύ, καλό θα είναι να γίνει μια μικρή αντιστρίξη όπως φαίνεται και στο σχήμα 54.2β.
- 10) Τοποθετήστε μεταξύ του μεταλλικού περιβλήματος της μονάδας και του τοίχου, αφρώδη πλαστικά ή λαστιχένια παρεμβάσματα, ώστε να εμποδίζεται η είσοδος εξωτερικού αέρα, ο οποίος, όπως είναι γνωστό, αυξάνει τα ψυκτικά φορτία του κλιματιζόμενου χώρου.
- 11) Τοποθετήστε γύρω από τη μονάδα τις διακοσμητικές ταινίες που τη συνοδεύουν (αν προβλέπονται από τον κατασκευαστή), ώστε να διακοσμηθεί ο



Σχ. 84.4.

Μεταλλικό περίβλημα συρταρωτής κλιματιστικής μονάδας, τοποθετημένο στη θέση του.

τοίχος γύρω από τη μονάδα και να καλυφθούν οι ατέλειες από το σκάψιμο του τοίχου.

- 12) Συνδέστε την αποστράγγιση των συμπυκνωμάτων της μονάδας με ένα σωληνάκι, πλαστικό ή χάλκινο, ώστε τα συμπυκνώματα να οδηγούνται στην αποχέτευση της οικοδομής.
- 13) Τροφοδοτήστε τη μονάδα με ηλεκτρική τάση και δοκιμάστε την για αρκετή ώρα, ώστε να βεβαιωθείτε ότι εγκαταστάθηκε σωστά και λειτουργεί αποδοτικά.

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

55.1 Σκοπός.

Οι μαθητές θα ασκηθούν στην εγκατάσταση κλιματιστικών μονάδων δωματίου, διαιρούμενου τύπου.

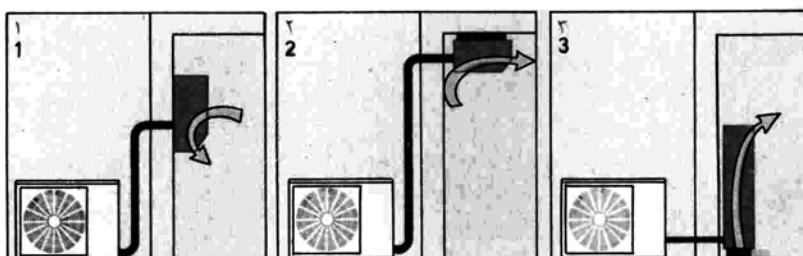
55.2 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Οι διαιρούμενες κλιματιστικές μονάδες, αποτελούνται από δύο ξεχωριστά κομμάτια και είναι γνωστές στην αγορά και σαν μονάδες **σπλίτ (split units)**. Οι διαιρούμενες κλιματιστικές μονάδες, συναντούνται σε τρεις τύπους:

- α) Στις κλιματιστικές μονάδες μόνο για ψύξη.
- β) Στις μονάδες για ψύξη και θέρμανση με αναστροφή του κύκλου λειτουργίας τους, γνωστές ως **αντλίες θερμότητας (heat pumps)**.
- γ) Στις μονάδες που κάνουν ψύξη και θέρμανση, αλλά η θέρμανση γίνεται με τη βοήθεια **ηλεκτρικών αντιστάσεων**.

Οι διαιρούμενες μονάδες, αποτελούνται από το εσωτερικό τμήμα που τοποθετείται σε κάποιο σημείο του κλιματιζόμενου χώρου (οροφή, δάπεδο, τοίχο), ενώ το εξωτερικό τμήμα τους τοποθετείται στο περιβάλλον και μέχρι 7 m μακριά από το εσωτερικό τμήμα της μονάδας, (στον τοίχο, στο μπαλκόνι, στην οροφή του σπιτιού κλπ. σχ. 55.2α)

Το εσωτερικό τμήμα των διαιρούμενων μονάδων, αποτελείται από το στοιχείο ψύξεως (ή εσωτερικό στοιχείο) και τον ανεμιστήρα του εσωτερικού στοιχείου. Το



Σχ. 55.2α.

Δυνατές θέσεις του εσωτερικού τμήματος διαιρούμενης κλιματιστικής μονάδας.

- 1) Στον τοίχο. 2) Στην οροφή. 3) Στο δάπεδο.

εξωτερικό τμήμα περιλαμβάνει το συμπιεστή, το συμπυκνωτή (ή εξωτερικό στοιχείο), τον ανεμιστήρα και όλα τα ηλεκτρικά εξαρτήματα εκκινήσεως και ελέγχου, εκτός από το θερμοστάτη χώρου, που βρίσκεται στο εσωτερικό τμήμα.

Τα δύο παραπάνω τμήματα των διαιρούμενων μονάδων συνδέονται μεταξύ τους με τους σωλήνες αναρροφήσεως και καταθλίψεως καθώς και με τις αναγκαίες ηλεκτρικές καλωδιώσεις.

Τα δύο τμήματα των διαιρούμενων μονάδων φορτίζονται με το αναγκαίο ψυκτικό ρευστό από το εργοστάσιο κατασκευής τους. Το ίδιο γίνεται και με τους σωλήνες (αναρροφήσεως και καταθλίψεως) που συνοδεύουν τη μονάδα. Είναι δηλαδή και αυτοί προφορτισμένοι με το αναγκαίο ψυκτικό από το εργοστάσιο κατασκευής της μονάδας (σχ. 55.2β).



Σχ. 55.2β.

Προφορτισμένοι και μονωμένοι σωλήνες διαφόρων μηκών, για την σύνδεση διαιρούμενων μονάδων (split).

Οι προφορτισμένοι με ψυκτικό σωλήνα αναρροφήσεως και καταθλίψεως συντάντωνται σε δύο τύπους:

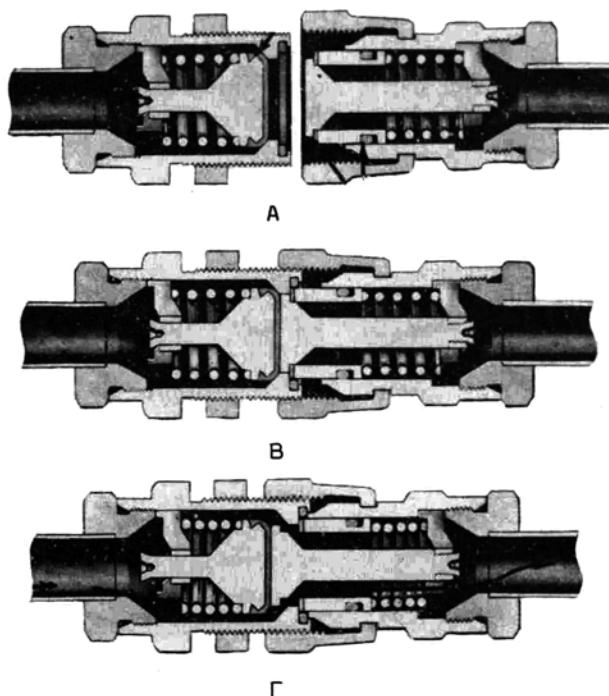
- 1) Στους προφορτισμένους σωλήνες **ταχείας συνδέσεως-αποσυνδέσεως**.
- 2) Στους προφορτισμένους σωλήνες με **μεταλλική μεμβράνη**.

Στην πρώτη περίπτωση, η μονάδα μπορεί να συνδεθεί και να αποσυνδεθεί πολλές φορές χωρίς σημαντικές απώλειες ψυκτικού ρευστού (σχ. 55.2γ).

Στο δεύτερο είδος προφορτισμένων σωλήνων, η μεμβράνη που υπάρχει στα άκρα των σωλήνων, σπάζει κατά τη σύνδεσή τους με τα δύο τμήματα της μονάδας (κατά το βίδωμα των ρακόρ) και αποκαθίσταται το ψυκτικό κύκλωμα. Όπως είναι φυσικό, αν θελήσουμε να αποσυνδέσουμε κάποιο τμήμα της μονάδας, το ψυκτικό θα διαφύγει και επομένως για να επαναλειτουργήσει η μονάδα, θα πρέπει να επαναφορτισθεί με ψυκτικό.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι διαιρούμενες μονάδες, σε σύγκριση με τις μονοκόμματες που είδαμε στην άσκηση 54 αυτού του βιβλίου, είναι:

- 1) Λειτουργούν αθόρυβα, γιατί ο συμπιεστής που είναι η κύρια πηγή θορύβου, μπορεί να τοποθετηθεί μακριά από τον κλιματιζόμενο χώρο.



Σχ. 55.2γ.

Ταχυσύνδεσμος σωλήνων διαιρούμενης κλιματιστικής μονάδας.

A) Αποσυνδεμένος. B) Φάση συνδέσεως (μερικώς αποσυνδεμένος). Γ) Πλήρως συνδεμένος.

- 2) Τοποθετούνται εύκολα και χωρίς σπασίματα στον τοίχο ή στο παράθυρο. Μια τρύπα 8-10 cm είναι αρκετή να περάσουν οι σωλήνες και τα καλώδια που θα συνδέουν τα δύο τμήματα της μονάδας.
- 3) Το εσωτερικό τμήμα της μονάδας μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο του δωματίου και όχι μόνο στον εξωτερικό τοίχο, όπως συμβαίνει με τις μονοκόμματες μονάδες τοίχου.

55.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά.

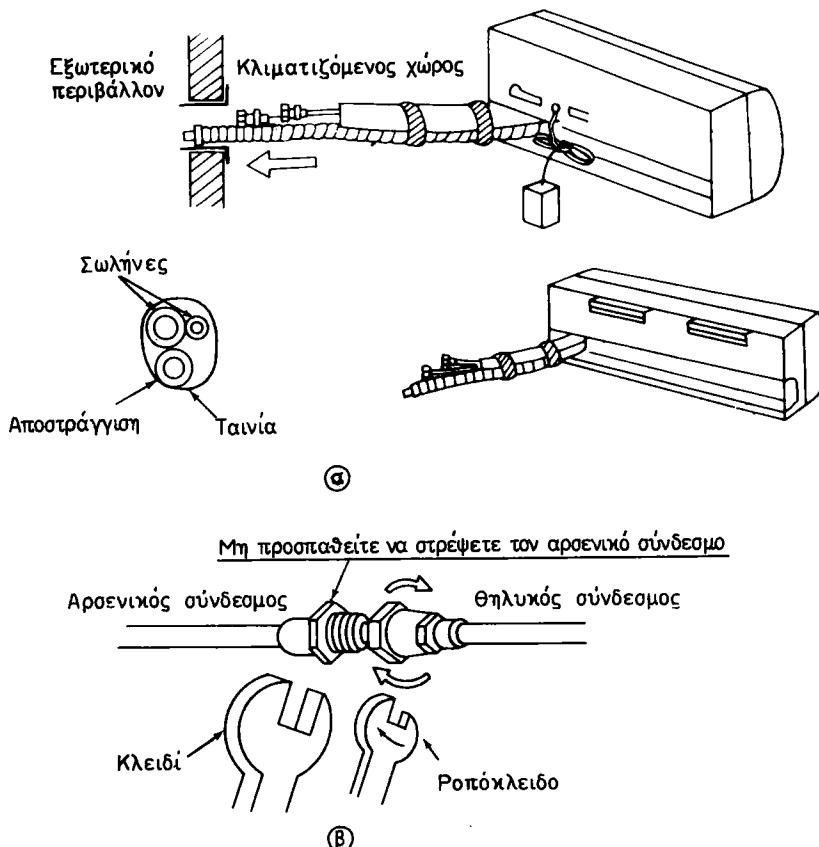
- 1) Διαιρούμενη κλιματιστική μονάδα (split).
- 2) Ηλεκτρικό τρυπάνι (κρουσικό).
- 3) Σειρά από διαμαντοτρύπανα.
- 4) Κατσαβίδι κοινό 6”.
- 5) Κατσαβίδι σταυρωτό (phillips) 6”.
- 6) Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- 7) Αλφάδι.
- 8) Συσκευή ανιχνεύσεως διαρροών (λυχνία Halide).

55.4 Πορεία εργασίας.

- 1) Αποσυσκευάστε τη μονάδα και φυλάξτε όλα τα μικροϋλικά που τη συνοδεύουν (ούπατ, βίδες, στηρίγματα, υλικά μονώσεως των σωλήνων, στεγανοποιήσεως κλπ.).
- 2) Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες εγκαταστάσεως του κατασκευαστή και ακολουθήστε τες με σχολαστικότητα. Έτσι θα αποφύγετε λάθη που θα καθυστερήσουν την ολοκλήρωση της εργασίας σας.
- 3) Αποφασίστε σε συνεργασία με τον ιδιοκτήτη, πού θα τοποθετηθεί καθένα από τα δύο τμήματα της μονάδας (εσωτερικό και εξωτερικό) και σημειώστε τις ακριβείς θέσεις τους, με ένα μολύβι.
- 4) Στερεώστε καλά το εξωτερικό τμήμα της μονάδας (τμήμα του συμπιεστή) με μπουλόνια 10 mm τουλάχιστον και αποφύγετε, αν είναι δυνατόν, την έκθεσή του στον ήλιο για πολλές ώρες της ημέρας. Επίσης θα πρέπει να εξασφαλίζεται ο αναγκαίος αέρας για την ψύξη του συμπιεστή-συμπυκνωτή.
- 5) Τοποθετήστε το εσωτερικό τμήμα της μονάδας στη θέση που επιλέξατε και στερεώστε το σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Το εσωτερικό τμήμα της μονάδας (ψύκτης), πρέπει να έχει μικρή κλίση προς τα έξω, ώστε να διευκολύνεται η συγκέντρωση και αποχέτευση των συμπυκνωμάτων.
- 6) Ανοίξτε με το ηλεκτρικό τρυπάνι μια τρύπα στον τοίχο, διαμέτρου 6-8 cm, για να περάσουν οι σωλήνες και τα καλώδια που θα συνδέσουν τα δύο τμήματα της μονάδας. Προσέξτε τη θέση της τρύπας ως προς το εσωτερικό τμήμα της μονάδας (αριστερά, δεξιά ή στο πίσω μέρος).
- 7) Συνδέστε τους προφορτισμένους με ψυκτικό σωλήνες αναρροφήσεως και καταθλίψεως, με τα δύο τμήματα της μονάδας (εσωτερικό και εξωτερικό), αφού προηγουμένως περάσετε τις αναγκαίες μονώσεις στους σωλήνες (σχ. 55.4(a)).

Προσοχή.

- Μη σφίγγετε υπερβολικά τα ρακόρ συνδέσεως των προφορτισμένων σωλήνων. Υπάρχει κίνδυνος να χαλάσει το σπείρωμα και να παρουσιασθεί διαρροή ψυκτικού. Καλό θα είναι να χρησιμοποιείτε ένα **ροπόκλειδο** ώστε να αποφεύγεται το υπερβολικό σφίξιμο των ρακόρ [σχ. 55.4 (β)].
- 8) Συνδέστε το σωληνάκι της αποχετεύσεως των συμπυκνωμάτων έτσι, ώστε τα συμπυκνώματα από την αφύγρανση του αέρα, να οδηγούνται εύκολα στην ειδική υποδοχή κάτω από το συμπυκνωτή ή στην αποχέτευση του κτιρίου. (ανάλογα με το είδος της μονάδας).
 - 9) Συνδέστε τα ηλεκτρικά καλώδια στις θέσεις που προβλέπονται από τον κατασκευαστή.
 - 10) Ελέγξτε προσεκτικά με ανιχνευτή διαρροών (λυχνία Halide) όλους τους συνδέσμους για διαρροές ψυκτικού. Αν δεν υπάρχουν διαρροές, η μονάδα είναι έτοιμη για δοκιμή.
 - 11) Τροφοδοτήστε τη μονάδα με ηλεκτρική τάση και λειτουργήστε την για αρκετή ώρα, ώστε να βεβαιωθήτε ότι λειτουργεί χωρίς κανένα πρόβλημα.



Σχ. 55.4.

Η σωστή διαδικασία συνδέσεως διαιρούμενης κλιματιστικής μονάδας.

α) Το πέρασμα και η σωστή θέση των σωλήνων. β) Η σωστή διαδικασία συνδέσεως των σωλήνων.

ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
Μετατροπής Θερμοκρασιών °C, σε °F και αντίστροφα

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
°C	°C ή °F	°F	°C	°C ή °F	°F
-40,0	-40	-40,0	-17,8	0	+32,0
-39,4	-39	-38,2	-17,2	+1	+33,8
-38,9	-38	-36,4	-16,7	+2	+35,6
-38,3	-37	-34,6	-16,1	+3	+37,4
-37,8	-36	-32,8	-15,6	+4	+39,2
-37,2	-35	-31,0	-15,0	+5	+41,0
-36,7	-34	-29,2	-14,4	+6	+42,8
-36,1	-33	-27,4	-13,9	+7	+44,6
-35,6	-32	-25,6	-13,3	+8	+46,4
-35,0	-31	-23,8	-12,8	+9	+48,2
-34,4	-30	-22,0	-12,2	+10	+50,0
-33,9	-29	-20,2	-11,7	+11	+51,8
-33,3	-28	-18,4	-11,1	+12	+53,6
-32,8	-27	-16,6	-10,6	+13	+55,4
-32,2	-26	-14,8	-10,0	+14	+57,2
-31,7	-25	-13,0	-9,4	+15	+59,0
-31,1	-24	-11,2	-8,9	+16	+60,8
-30,6	-23	-9,4	-8,3	+17	+62,6
-30,0	-22	-7,6	-7,8	+18	+64,4
-29,4	-21	-5,8	-7,2	+19	+66,2
-28,9	-20	-4,0	-6,7	+20	+68,0
-28,3	-19	-2,2	-6,1	+21	+69,8
-27,8	-18	-0,4	-5,5	+22	+71,6
-27,2	-17	+1,4	-5,0	+23	+73,4
-26,7	-16	+3,2	-4,4	+24	+75,2
-26,1	-15	+5,0	-3,9	+25	+77,0
-25,6	-14	+6,8	-3,3	+26	+78,8
-25,0	-13	+8,6	-2,8	+27	+80,6
-24,4	-12	+10,4	-2,2	+28	+82,4
-23,9	-11	+12,2	-1,7	+29	+84,2
-23,3	-10	+14,0	-1,1	+30	+86,0
-22,8	-9	+15,8	-0,6	+31	+87,8
-22,2	-8	+17,6	0	+32	+89,6
-21,7	-7	+19,4	+0,6	+33	+91,4
-21,1	-6	+21,2	+1,1	+34	+93,2
-20,6	-5	+23,0	+1,7	+35	+95,0
-20,0	-4	+24,8	+2,2	+36	+96,8
-19,4	-3	+26,6	+2,8	+37	+98,6
-18,9	-2	+28,4	+3,3	+38	+100,4
-18,3	-1	+30,2	+3,9	+39	+102,2

(συνεχίζεται)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
Μετατροπής Θερμοκρασιών °C, σε °F και αντίστροφα

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
°C	°C ή °F	°F	°C	°C ή °F	°F
+4,4	+40	+104,0	+26,7	+80	+176,0
+5,0	+41	+105,8	+27,2	+81	+177,8
+5,5	+42	+107,6	+27,8	+82	+179,6
+6,1	+43	+109,4	+28,3	+83	+181,4
+6,7	+44	+111,2	+28,9	+84	+183,2
+7,2	+45	+113,0	+29,4	+85	+185,0
+7,8	+46	+114,8	+30,0	+86	+186,8
+8,3	+47	+116,6	+30,6	+87	+188,6
+8,9	+48	+118,4	+31,1	+88	+190,4
+9,4	+49	+120,2	+31,7	+89	+192,2
+10,0	+50	+122,0	+32,2	+90	+194,0
+10,6	+51	+123,8	+32,8	+91	+195,8
+11,1	+52	+125,6	+33,3	92	+197,6
+11,7	+53	+127,4	+33,9	+93	+199,4
+12,2	+54	+129,2	+34,4	+94	+201,2
+12,8	+55	+131,0	+35,0	+95	+203,0
+13,3	+56	+132,8	+35,6	+96	+204,8
+13,9	+57	+134,6	+36,1	+97	+206,6
+14,4	+58	+136,4	+36,7	+98	+208,4
+15,0	+59	+138,2	+37,2	+99	+210,2
+15,6	+60	+140,0	+37,8	+100	+212,0
+16,1	+61	+141,8	+38,3	+101	+213,8
+16,7	+62	+143,6	+38,9	+102	+215,6
+17,2	+63	+145,4	+39,4	+103	+217,4
+17,8	+64	+147,2	+40,0	+104	+219,2
+18,3	+65	+149,0	+40,6	+105	+221,0
+18,9	+66	+150,8	+41,1	+106	+222,8
+19,4	+67	+152,6	+41,7	+107	+224,6
+20,0	+68	+154,4	+42,2	+108	+226,4
+20,6	+69	+156,2	+42,8	+109	+228,2
+21,1	+70	+158,0	+43,3	+110	+230,0
+21,7	+71	+159,8	+43,9	+111	+231,8
+22,2	+72	+161,6	+44,4	+112	+233,6
+22,8	+73	+163,4	+45,0	+113	+235,4
+23,3	+74	+165,2	+45,6	+114	+237,2
+23,9	+75	+167,0	+46,1	+115	+239,0
+24,4	+76	+168,8	+46,7	+116	+240,8
+25,0	+77	+170,6	+47,2	+117	+242,6
+25,6	+78	+172,4	+47,8	+118	+244,4
+26,1	+79	+174,2	+48,3	+119	+246,2

(συνεχίζεται)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
Μετατροπής Θερμοκρασιών °C, σε °F και αντίστροφα

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
°C	°C ή °F	°F	°C	°C ή F	°F
+48,9	+120	+248,0	+71,1	+160	+320,0
+49,4	+121	+249,8	+71,7	+161	+321,8
+50,0	+122	+251,6	+72,2	+162	+323,6
+50,6	+123	+253,4	+72,8	+163	+325,4
+51,1	+124	+255,2	+73,3	+164	+327,2
+51,7	+125	+257,0	+73,9	+165	+329,0
+52,2	+126	+258,8	+74,4	+166	+330,8
+52,8	+127	+260,6	+75,0	+167	+332,6
+53,3	+128	+262,4	+75,6	+168	+334,4
+53,9	+129	+264,2	+76,1	+169	+336,2
+54,4	+130	+266,0	+76,7	+170	+338,0
+55,0	+131	+267,8	+77,2	+171	+339,8
+55,6	+132	+269,6	+77,8	+172	+341,6
+56,1	+133	+271,4	+78,3	+173	+343,4
+56,7	+134	+273,2	+78,9	+174	+345,2
+57,2	+135	+275,0	+79,4	+175	+347,0
+57,8	+136	+276,8	+80,0	+176	+348,8
+58,3	+137	+278,6	+80,6	+177	+350,6
+58,9	+138	+280,4	+81,1	+178	+352,4
+59,4	+139	+282,2	+81,7	+179	+354,2
+60,0	+140	+284,0	+82,2	+180	+356,0
+60,6	+141	+285,8	+82,8	+181	+375,8
+61,1	+142	+287,6	+83,3	+182	+359,6
+61,7	+143	+289,4	+83,9	+183	+361,4
+62,2	+144	+291,2	+84,4	+184	+363,2
+62,8	+145	+293,0	+85,0	+185	+365,0
+63,3	+146	+294,8	+85,6	+186	+366,8
+63,9	+147	+296,6	+86,1	+187	+368,6
+64,4	+148	+298,4	+86,7	+188	+370,4
+65,0	+149	+300,2	+87,2	+189	+372,2
+65,6	+150	+302,0	+87,8	+190	+374,0
+66,1	+151	+303,8	+88,3	+191	+375,8
+66,7	+152	+305,6	+88,9	+192	+377,6
+67,2	+153	+307,4	+89,4	+193	+379,4
+67,8	+154	+309,2	+90,0	+194	+381,2
+68,3	+155	+311,0	+90,6	+195	+383,0
+68,9	+156	+312,8	+91,1	+196	+384,8
+69,4	+157	+314,6	+91,7	+197	+386,6
+70,0	+158	+316,4	+92,2	+198	+388,4
+70,6	+159	+318,2	+92,8	+199	+390,2

(συνεχίζεται)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
Μετατροπής Θερμοκρασιών °C, σε °F και αντίστροφα

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
°C	°C & #8457; °F	°F	°C	°C & #8457; °F	°F
+93,3	+200	+392,0	+115,6	+240	+464,0
+93,9	+201	+393,8	+116,1	+241	+465,8
+94,4	+202	+395,6	+116,7	+242	+467,6
+95,0	+203	+397,4	+117,2	+243	+469,4
+95,6	+204	+399,2	+117,8	+244	+471,2
+96,1	+205	+401,0	+118,3	+245	+473,0
+96,7	+206	+402,8	+118,9	+246	+474,8
+97,2	+207	+404,6	+119,4	+247	+476,6
+97,8	+208	+406,4	+120,0	+248	+478,4
+98,3	+209	+408,2	+120,6	+249	+480,2
+98,9	+210	+410,0	+121,1	+250	+482,0
+99,4	+211	+411,8	+122,4	+252	+485,6
+100,0	+212	+413,6	+123,3	+254	+489,2
+100,6	+213	+415,4	+124,4	+256	+492,8
+101,1	+214	+417,2	+125,5	+258	+496,4
+101,7	+215	+419,0	+126,7	+260	+500,0
+102,2	+216	+420,8	+127,8	+262	+503,6
+102,8	+217	+422,6	+128,9	+264	+507,2
+103,3	+218	+424,4	+130,0	+266	+510,8
+103,9	+219	+426,2	+131,3	+268	+514,4
+104,4	+220	+428,0	+132,2	+270	+518,0
+105,0	+221	+429,8	+133,3	+272	+521,6
+105,6	+222	+431,6	+134,4	+274	+525,2
+106,1	+223	+433,4	+135,6	+276	+528,8
+106,7	+224	+435,2	+136,7	+278	+532,4
+107,2	+225	+437,0	+137,8	+280	+536,0
+107,8	+226	+438,8	+138,9	+282	+539,6
+108,3	+227	+440,6	+140,0	+284	+543,2
+108,9	+228	+442,4	+141,1	+286	+546,8
+109,4	+229	+444,2	+142,2	+288	+550,4
+110,0	+230	+446,0	+143,3	+290	+554,0
+110,6	+231	+447,8	+144,4	+292	+557,6
+111,1	+232	+449,6	+145,6	+294	+561,2
+111,7	+233	+451,4	+146,7	+296	+564,8
+112,2	+234	+453,2	+147,8	+298	+568,4
+112,8	+235	+455,0			
+113,3	+236	+456,8			
+113,9	+237	+458,6			
+114,4	+238	+460,4			
+115,0	+239	+462,2			

ΠΛΗΑΚΑΣ 2
Ογκομετρική φυσική πεντάληφτη φυσικού μέσου R12
Μονάδες: [kcal/m³]

Θερμοκρασία ατμοποιήσεως °C											Θερμοκρασία στην εισόδου στρογγυλισμού [°C]										
—30	—25	—20	—15	—10	—5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50	+50				
—70	31,26	30,44	29,51	28,56	27,60	26,64	25,65	24,66	23,6	22,6	21,6	20,5	19,5	—	—	—	—				
—65	42,40	41,76	40,13	38,86	37,57	36,20	34,96	33,63	32,3	30,9	29,5	28,1	26,7	—	—	—	—				
—60	54,90	55,35	53,72	52,05	50,36	48,65	46,92	45,17	43,4	41,6	39,7	37,9	36,0	—	—	—	—				
—55	75,09	72,98	70,87	68,70	66,51	64,30	62,05	59,78	57,5	55,1	52,7	50,3	47,9	—	—	—	—				
—50	97,59	94,89	92,19	89,41	86,61	83,78	80,90	78,00	75,0	72,0	69,0	65,9	62,8	—	—	—	—				
—45	125,2	121,8	118,4	114,9	111,4	107,8	104,2	100,5	96,8	93,0	89,1	85,2	81,3	—	—	—	—				
—40	158,9	154,6	150,4	146,0	141,6	137,1	132,6	128,0	123,3	118,6	113,8	108,9	104,0	99,1	—	—	—				
—35	199,6	194,3	189,1	183,6	178,2	172,6	167,0	161,3	155,5	149,7	143,7	137,8	131,7	123,5	—	—	—				
—30	247,8	241,4	234,9	228,3	221,6	214,6	207,9	201,0	193,9	186,7	179,5	172,2	164,7	157,2	149,6	—	—				
—27,5	—	267,7	260,6	253,3	245,9	238,5	230,9	223,3	215,7	207,8	199,8	191,7	183,5	175,1	166,7	—	—				
—25	—	296,9	289,1	281,1	273,0	264,8	256,4	248,0	239,6	230,7	221,9	213,1	204,1	195,0	187,8	176,3	—	—			
—22,5	—	—	319,9	311,1	302,1	293,2	284,0	274,8	265,1	255,6	245,9	236,2	226,3	216,5	206,4	196,0	—	—			
—20	—	—	352,8	343,2	333,4	323,6	313,6	303,4	293,1	282,7	272,1	261,4	250,6	239,7	228,5	217,3	206,0	—	—		
—17,5	—	—	378,6	368,0	357,2	346,2	335,1	323,6	312,2	300,6	288,9	277,1	265,3	253,1	240,8	228,4	—	—	—		
—15	—	—	416,1	404,6	392,7	380,7	368,6	356,6	343,9	331,2	318,5	305,6	292,4	280,2	265,7	252,2	—	—	—		
—12,5	—	—	—	444,5	431,6	418,6	405,6	391,7	378,0	364,3	350,6	336,3	322,4	307,9	293,2	278,5	—	—	—		
—10	—	—	—	487,5	473,5	459,3	446,9	430,2	415,3	400,4	385,3	369,9	354,5	338,8	322,8	306,8	—	—	—		
—7,5	—	—	—	518,1	502,6	487,1	471,0	455,2	438,6	422,2	405,5	388,9	371,9	354,4	337,0	317,0	—	—	—		
—5	—	—	—	—	531,8	515,0	497,5	479,9	462,1	442,1	425,5	406,1	388,1	369,3	—	—	—	—	—		
—2,5	—	—	—	—	581,4	562,3	543,3	524,2	505,0	485,4	466,0	445,9	425,5	405,1	385,5	365,1	—	—	—		
0	—	—	—	—	632,6	612,8	597,4	571,7	550,9	529,7	508,1	486,4	464,4	442,3	422,3	402,0	—	—	—		
+ 2,5	—	—	—	—	—	680,6	667,0	644,9	622,6	600,1	577,3	554,1	530,7	506,9	483,0	463,0	+ 2,5	—	—		
+ 5	—	—	—	—	—	749,4	725,5	701,6	677,6	653,3	629,8	604,1	578,8	553,1	527,4	507,4	+ 5	—	—		
+ 7,5	—	—	—	—	—	787,0	761,3	735,4	709,3	682,6	657,2	630,9	602,2	574,5	552,9	523,1	+ 7,5	—	—		
+ 10	—	—	—	—	—	852,0	—	—	—	—	784,6	761,9	731,9	692,6	652,9	623,1	+ 10	—	—		

ΠΙΝΑΚΑΣ 3
Ογκομετρική ψυκτική πανώσητρα ψυκτικού μέσου R22
Μονάδες: [kgcal/m³]

Θερμοκρασία ατμοποιήσεως °C	Θερμοκρασία στην είσοδο στραγγυλισμού [°C]																					
	-55	-50	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
-100	6,3	6,1	6,0	5,8	5,7	5,6	5,4	5,2	5,0	4,9	4,7	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6
-95	9,8	9,6	9,3	9,1	8,9	8,7	8,4	8,1	7,9	7,6	7,4	7,1	6,8	6,6	6,3	5,7	5,4	5,1	4,8	4,4	4,1	4,1
-90	14,8	14,4	13,7	13,4	13,1	12,6	12,2	11,9	11,5	11,1	10,8	10,4	9,9	9,5	9,1	8,6	8,2	7,7	7,2	6,8	6,3	6,3
-85	21,6	21,1	20,6	20,1	19,6	19,0	18,5	18,0	17,4	16,9	16,4	15,8	15,2	14,6	14,0	13,4	12,7	12,0	11,4	10,7	10,0	9,3
-80	30,9	30,2	29,5	28,7	28,0	27,3	26,5	25,8	25,0	24,2	23,5	22,7	21,8	21,0	20,1	19,2	18,3	17,4	16,4	15,5	14,5	13,6
-75	43,3	42,3	41,3	40,3	39,3	38,2	37,2	36,2	35,1	34,1	33,0	31,9	30,8	29,6	28,4	27,1	25,8	24,6	23,6	22,0	20,6	19,2
-70	59,7	58,3	56,9	55,6	54,2	52,8	51,3	49,9	48,5	47,1	45,6	44,1	42,5	41,0	39,3	37,6	35,8	34,1	32,3	30,6	28,7	26,9
-65	80,5	78,7	76,9	75,0	73,2	71,3	69,4	67,5	65,6	63,7	61,8	59,8	57,7	55,5	53,3	51,1	48,7	46,4	44,0	41,6	39,2	36,7
-60	107	105	102	99,8	97,4	94,9	92,4	89,9	87,4	84,9	82,4	79,8	77,0	74,2	71,2	68,3	65,2	62,1	59,0	55,9	52,6	49,4
-55	140	137	134	131	128	125	121	118	115	112	108	105	101	97,8	94,0	90,2	86,1	82,1	78,1	74,0	69,8	65,7
-50	—	177	173	169	165	161	157	153	149	144	140	136	131	127	122	117	112	107	102	96,4	91,0	85,7
-45	—	—	222	217	211	206	201	196	191	185	180	175	169	163	157	150	144	137	131	124	118	111
-40	—	—	—	272	264	260	253	247	240	234	227	221	213	205	198	190	182	174	164	158	149	141
-35	—	—	—	—	334	326	318	310	302	294	285	277	268	259	249	240	230	220	210	199	189	178
-30	—	—	—	—	403	393	383	373	363	353	343	331	320	309	297	273	260	248	235	222	211	200
-25	—	—	—	—	478	466	454	442	430	418	405	391	377	363	348	334	319	304	286	273	256	240
-20	—	—	—	—	—	568	554	539	525	510	496	477	461	444	426	408	390	372	354	335	315	300
-15	—	—	—	—	—	667	667	650	633	615	596	577	556	538	515	494	473	451	431	407	387	367
-10	—	—	—	—	—	783	762	741	718	695	671	647	621	594	571	546	519	493	463	431	390	359
-5	—	—	—	—	—	908	883	856	829	801	773	742	713	683	653	621	590	550	510	465	415	365
0	—	—	—	—	—	1049	1018	986	953	919	884	849	814	779	744	705	665	625	585	545	505	455
5	—	—	—	—	—	1201	1164	1125	1086	1045	1004	963	922	878	836	796	756	716	676	636	596	556
10	—	—	—	—	—	1369	1324	1278	1230	1183	1139	1093	1045	996	946	896	846	796	746	696	646	596
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

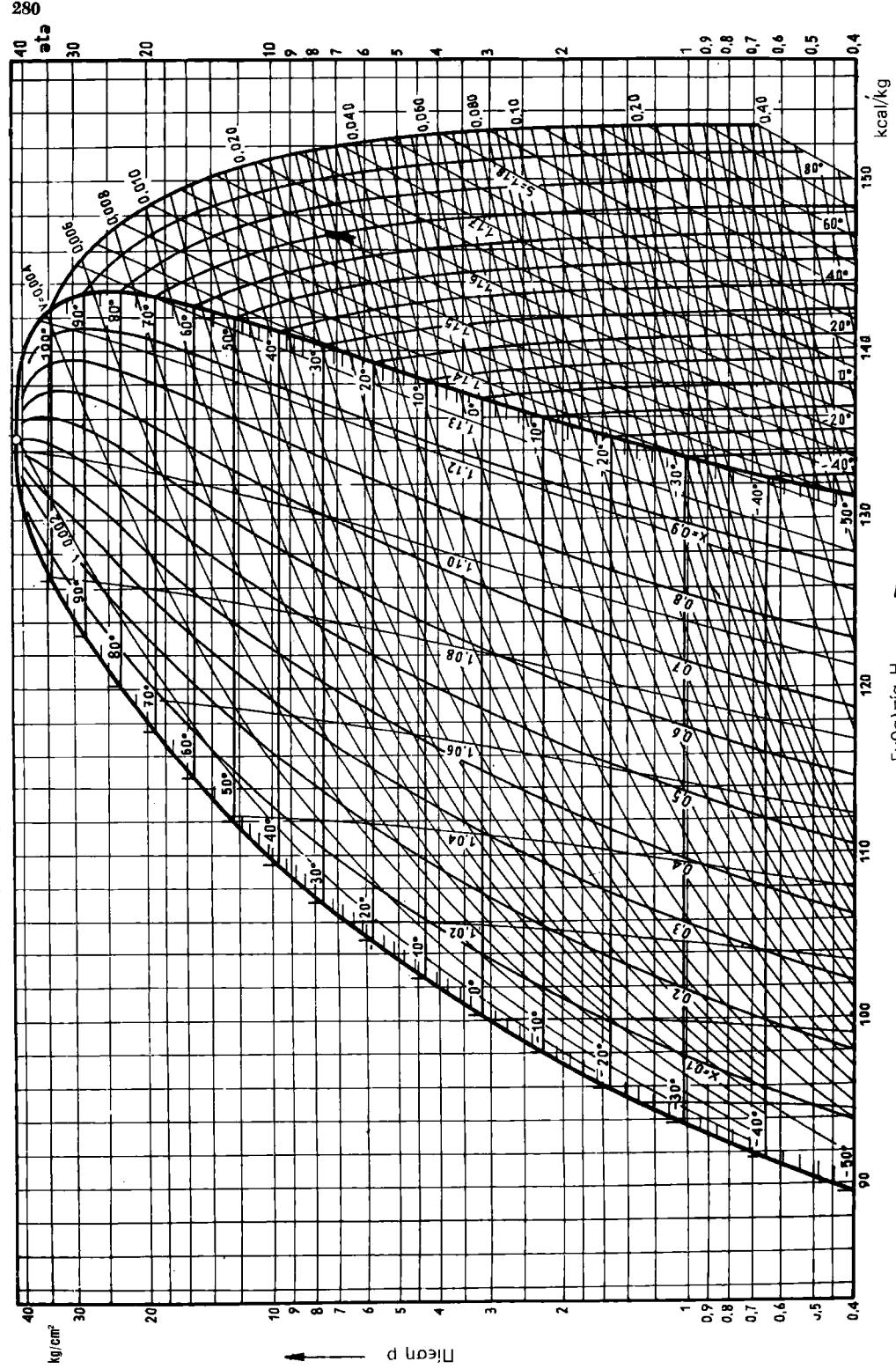
ΠΙΝΑΚΑΣ 4
Ογκομετρική ψυκτική πανώλη μέσου R 717 (NH₃)
Μονάδες: [kcal/m³]

Θερμοκρασία στην είσοδο στραγγαλισμού [°C]											Θερμοκρασία στην είσοδο στραγγαλισμού [°C]							
Θερμοκρασία απωτοίσεως °C		-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
-70	34,2	33,0	32,4	31,8	31,2	30,6	30,0	29,4	28,7	28,1	27,5	26,8	26,2	25,6	24,9	24,2	23,7	-70
-67,5	40,6	39,9	39,2	38,5	37,8	37,0	36,3	35,6	34,9	34,1	33,4	32,6	31,9	30,3	29,6	28,8	28,0	-67,5
-65	48,0	47,2	46,4	45,5	44,7	43,8	43,0	42,1	41,3	40,4	39,5	38,6	37,8	35,9	35,0	34,1	34,1	-65
-63,5	56,6	55,6	54,6	53,7	52,7	51,7	50,7	49,7	48,7	47,6	46,6	45,6	44,5	43,5	42,4	41,3	40,2	-63,5
-60	64,5	65,4	64,2	63,1	61,9	60,8	59,6	58,4	57,2	56,0	54,8	53,6	52,4	51,1	49,9	48,6	47,4	-60
-57,5	77,5	76,2	74,9	73,5	72,2	70,9	69,5	68,1	66,7	65,4	64,0	62,5	61,1	59,7	58,0	56,8	55,3	-57,5
-55	90,2	88,6	87,1	85,5	84,0	82,7	80,8	79,2	77,6	75,2	74,6	72,8	71,1	69,5	67,8	66,1	64,4	-55
-52,5	104,5	102,7	100,9	99,1	97,3	95,5	93,7	92,0	90,0	88,2	86,3	84,4	82,5	80,6	78,6	76,7	74,7	-52,5
-50	120,7	118,7	116,6	114,6	112,5	110,4	108,3	106,2	104,1	101,9	99,8	97,6	95,4	93,2	91,0	88,7	86,4	-50
-47,5	138,6	136,3	134,0	131,6	129,2	126,8	124,4	122,0	119,6	117,2	114,7	112,2	109,7	107,2	104,6	102,0	99,4	-47,5
-45	158,9	156,4	153,8	151,1	148,4	145,7	142,9	140,1	137,3	134,4	131,5	128,6	125,7	122,8	119,9	117,0	114,0	-45
-42,5	181,5	178,5	175,6	172,3	169,2	166,1	163,0	159,9	155,8	153,6	150,4	147,1	143,8	140,5	137,8	133,8	130,4	-42,5
-40	206,9	203,4	200,6	197,5	192,9	189,4	185,9	182,7	178,7	175,6	171,4	167,7	164,0	158,5	152,7	148,8	140	-40
-37,5	234,6	230,7	226,6	222,0	218,8	214,8	210,8	206,8	202,8	198,8	194,6	190,4	186,2	182,0	177,7	173,4	169,1	-37,5
-35	263,5	261,1	258,7	255,7	252,2	247,7	243,2	239,7	234,1	229,5	224,9	219,6	215,6	210,8	206,1	196,4	191,5	-35
-32,5	299,4	294,4	289,4	284,4	279,4	274,3	267,2	261,1	253,0	253,8	248,6	243,4	238,1	232,7	227,2	221,7	216,2	-32,5
-30	337,0	331,4	325,8	320,2	314,5	308,8	303,1	297,4	291,6	285,8	279,9	274,0	268,0	262,0	255,9	249,7	243,5	-30
-27,5	371,8	365,5	359,2	352,9	346,5	340,1	333,7	322,3	310,8	314,2	307,6	300,9	294,2	287,4	280,5	273,5	-27,5	
-25	416,2	402,1	395,1	388,0	380,9	373,7	364,4	359,2	351,8	346,4	337,0	329,4	321,8	314,2	306,4	-25	-25	
-22,5	455,7	448,9	441,0	433,1	425,2	417,2	409,2	401,2	393,0	384,7	376,4	368,1	359,7	351,1	342,4	-22,5	-22,5	
-20	508,8	500,1	491,4	482,6	473,8	464,9	456,2	447,0	437,9	428,8	419,5	410,2	400,8	391,3	381,8	-20	-20	
-17,5	555,7	546,0	538,3	530,5	526,5	516,7	506,9	496,9	486,9	476,8	466,5	458,2	448,4	435,4	424,7	-17,5	-17,5	
-15	605,6	601,3	594,9	584,1	573,2	562,1	551,2	540,1	528,9	517,6	506,1	494,6	483,0	471,3	-15	-15	-15	
-12,5	670,0	658,0	644,2	634,3	622,3	610,1	597,8	585,8	573,0	560,0	547,7	534,9	521,9	507,7	-12,5	-12,5	-12,5	
-10	740,1	727,0	713,8	700,6	687,3	673,9	660,3	644,7	633,0	619,0	603,0	580,9	567,7	-10	-10	-10	-10	
-7,5	881,0	861,0	840,6	818,6	777,0	757,4	722,6	727,8	712,8	697,8	682,5	667,0	651,5	635,8	-7,5	-7,5	-7,5	
-5	947,1	927,1	901,3	884,9	849,2	833,2	817,0	800,7	784,2	751,0	734,0	716,9	699,8	684,7	667,7	653,8	-5	
-2,5	1040,8	1021,7	992,0	961,7	913,2	896,2	878,8	861,0	843,0	824,7	806,1	787,4	768,4	748,0	728,7	708,0	-2,5	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
+ 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ 2,5	
+ 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ 5	
+ 7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ 7,5	
+ 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ 10	

ΠΙΝΑΚΑΣ 5
Θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του ψυκτικού μέσου R12

Θερμοκ.	Πίεση		Ειδικός ογκός		Πυκνότητα		Ενθαλπία* kcal/kg			Εντροπία kcal/(kg °K)	
	°C	kg/cm ²	ΆΤΜ	Υγρού l/kg	Ατμού m ³ /kg	Υγρού kg/m ³	Ατμού l/V _f	Υγρού kg/l	Λανθάν. h _f	Ατμού h _{fg}	Υγρού s _f
-30		1.0239	0.9910	0.671979	0.159375	1.4881	6.27453	93.506	39.490	132.995	0.97496
-29		1.0683	1.0340	0.673281	0.153178	1.4853	6.52834	93.718	39.386	133.104	0.97583
-28*		1.1142	1.0784	0.674592	0.147275	1.4824	6.79001	93.931	39.282	133.213	0.97670
-27		1.1617	1.1243	0.675913	0.141649	1.4795	7.05973	94.145	39.178	133.322	0.97756
-26		1.2107	1.1717	0.677244	0.136284	1.4766	7.33764	94.358	39.073	133.431	0.97842
-25		1.2612	1.2207	0.678586	0.131166	1.4737	7.62394	94.572	38.967	133.539	0.97928
-24		1.3134	1.2712	0.679937	0.126282	1.4707	7.91878	94.786	38.862	133.648	0.98014
-23		1.3673	1.3233	0.681299	0.121620	1.4678	8.22234	95.000	38.756	133.756	0.98100
-22		1.4228	1.3770	0.682627	0.117167	1.4648	8.53481	95.215	38.649	133.864	0.98185
-21		1.4801	1.4325	0.684054	0.112913	1.4619	8.85636	95.429	38.542	133.972	0.98270
-20		1.5391	1.4896	0.685448	0.108847	1.4589	9.18718	95.644	38.435	134.079	0.98354
-19		1.5999	1.5485	0.686853	0.104960	1.4559	9.52745	95.859	38.327	134.187	0.98439
-18		1.6626	1.6091	0.688269	0.101242	1.4529	9.87735	96.075	38.219	134.294	0.98523
-17		1.7271	1.6716	0.689697	0.097684	1.4499	10.23709	96.290	38.110	134.401	0.98607
-16		1.7936	1.7359	0.691136	0.094279	1.4469	10.60684	96.506	38.001	134.507	0.98691
-15		1.8620	1.8021	0.692586	0.091018	1.4439	10.96861	96.723	37.891	134.614	0.98774
-14		1.9323	1.8702	0.694049	0.087895	1.4408	11.37720	96.939	37.781	134.720	0.98857
-13		2.0047	1.9402	0.695523	0.084903	1.4378	11.77820	97.156	37.670	134.826	0.98940
-12		2.0792	2.0123	0.697010	0.082034	1.4347	12.19002	97.373	37.559	134.932	0.99023
-11		2.1557	2.0864	0.698509	0.079284	1.4316	12.61266	97.590	37.447	135.037	0.99106
-10		2.2344	2.1625	0.700021	0.076646	1.4285	13.04694	97.808	37.335	135.143	0.99188
-9		2.3152	2.2408	0.701545	0.074115	1.4254	13.49246	98.025	37.222	135.248	0.99270
-8		2.3983	2.3211	0.703083	0.071686	1.4223	13.94965	98.244	37.109	135.352	0.99352
-7		2.4836	2.4037	0.704634	0.069354	1.4192	14.41872	98.462	36.995	135.457	0.99434
-6		2.5712	2.4885	0.706198	0.067115	1.4160	14.89989	98.681	36.880	135.561	0.99515
-5		2.6611	2.5755	0.707776	0.064963	1.4129	15.39340	98.900	36.785	135.665	0.99597
-4		2.7534	2.6648	0.709368	0.062895	1.4097	15.89947	99.119	36.649	135.769	0.99678
-3		2.8480	2.7564	0.710974	0.060908	1.4065	16.41832	99.339	36.533	135.872	0.99759
-2		2.9452	2.8505	0.712594	0.058995	1.4033	16.95022	99.559	36.416	135.975	0.99839
-1		3.0448	2.9469	0.714229	0.057158	1.4001	17.49538	99.779	36.298	136.078	0.99920
0		3.1469	3.0457	0.715878	0.055389	1.3969	18.05406	100.000	36.180	136.180	1.00000
1		3.2517	3.1471	0.717543	0.053687	1.3936	18.62652	100.221	36.061	136.282	1.00080
2		3.3590	3.2510	0.719223	0.052048	1.3904	19.21299	100.442	35.942	136.384	1.00160
3		3.4690	3.3574	0.720919	0.050470	1.3871	19.81375	100.664	35.821	136.485	1.00240
4		3.5816	3.4564	0.722631	0.048950	1.3838	20.42905	100.886	35.700	136.586	1.00319
5		3.6970	3.5781	0.724359	0.047485	1.3805	21.05915	101.108	35.579	136.687	1.00399
6		3.8152	3.6925	0.726103	0.046074	1.3772	21.70436	101.331	35.456	136.787	1.00478
7		3.9362	3.8096	0.727864	0.044713	1.3739	22.36493	101.554	35.333	136.887	1.00557
8		4.0600	3.9294	0.729643	0.043401	1.3705	23.04114	101.778	35.209	136.987	1.00636
9		4.1868	4.0521	0.731438	0.042135	1.3672	23.73300	102.002	35.084	137.086	1.00715
10		4.3164	4.1776	0.732522	0.040914	1.3638	24.44169	102.226	34.959	137.185	1.00793
11		4.4491	4.3060	0.735083	0.039735	1.3604	25.16652	102.451	34.832	137.284	1.00872
12		4.5848	4.4374	0.736933	0.038598	1.3570	25.90839	102.677	34.705	137.382	1.00950
13		4.7236	4.5717	0.738082	0.037499	1.3535	26.66734	102.902	34.577	137.479	1.01028
14		4.8655	4.7090	0.740690	0.036438	1.3501	27.44375	103.128	34.448	137.577	1.01106
15		5.0106	4.8494	0.742597	0.035413	1.3466	28.23799	103.355	34.318	137.673	1.01184
16		5.1588	4.9929	0.744524	0.034423	1.3431	29.05037	103.582	34.188	137.770	1.01262
17		5.3103	5.1395	0.746472	0.033456	1.3396	29.88124	103.810	34.056	137.866	1.01340
18		5.4651	5.2894	0.748440	0.032540	1.3361	30.73097	104.038	33.924	137.961	1.01417
19		5.6232	5.4424	0.750429	0.031646	1.3326	31.59989	104.266	33.790	138.056	1.01495
20		5.7848	5.5987	0.752440	0.030780	1.3290	32.48840	104.495	33.656	138.151	1.01572
21		5.9497	5.7584	0.754743	0.029943	1.3254	33.39685	104.725	33.520	138.245	1.01649
22		6.1181	5.9214	0.756528	0.029133	1.3218	34.32565	104.955	33.383	138.338	1.01726
23		6.2900	6.0878	0.758606	0.028349	1.3182	35.27519	105.186	33.246	138.431	1.01803
24		6.4655	6.2576	0.760708	0.027589	1.3146	36.24587	105.417	33.107	138.524	1.01880
25		6.6446	6.4309	0.762834	0.026854	1.3109	37.23812	105.649	32.967	138.616	1.01957
26		6.8274	6.6078	0.764984	0.026142	1.3072	38.25237	105.881	32.826	138.707	1.02034
27		7.0138	6.7883	0.767159	0.025452	1.3035	39.28905	106.114	32.684	138.798	1.02110
28		7.2040	6.9724	0.769360	0.024784	1.2998	40.34864	106.347	32.541	138.889	1.02187
29		7.3980	7.1501	0.771587	0.024136	1.2960	41.43158	106.582	32.397	138.978	1.02263
30		7.5959	7.3516	0.773841	0.023508	1.2923	42.53836	106.816	32.251	139.067	1.02340
31		7.7976	7.5458	0.776122	0.022899	1.2885	43.66946	107.052	32.104	139.156	1.02416
32		8.0032	7.7459	0.778431	0.022309	1.2846	44.82543	107.268	31.956	139.244	1.02492
33		8.2129	7.9488	0.780769	0.021356	1.2808	46.00676	107.525	31.806	139.331	1.02568
34		8.4266	8.1556	0.783137	0.020180	1.2769	47.21398	107.763	31.655	139.418	1.02645
35		8.6443	8.3663	0.785534	0.020641	1.2730	48.44770	108.001	31.503	139.504	1.02721
36		8.8662	8.5811	0.787963	0.020117	1.2691	49.70843	108.240	31.349	139.589	1.02757
37		9.0922	8.7999	0.790403	0.019609	1.2651	50.99681	108.480	31.194	139.673	1.02873
38		9.3225	9.0227	0.792916	0.019116	1.2612	52.31345	108.720	31.037	139.757	1.02949
39		9.5571	9.2497	0.795442	0.018636	1.2572	53.65895	108.962	30.879	139.840	1.03025

Διάγραμμα 1
Διάγραμμα θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών ψυκτικού μέσου R12

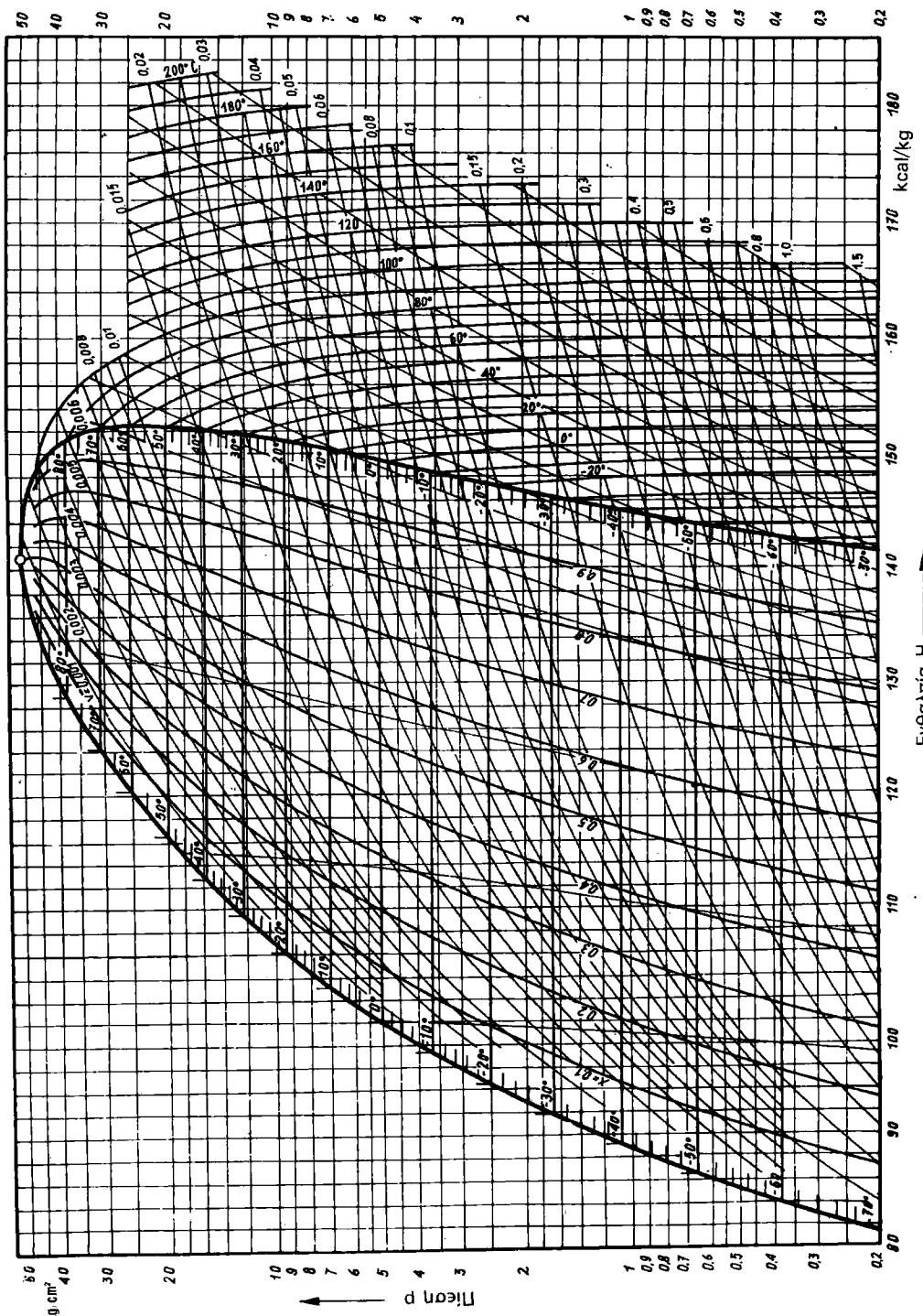


ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του ψυκτικού μέσου R22

Θερμοκ °C	Πίεση kg/cm ²	όγκος		Πυκνότητα		Ενθαλπίσ* kcal/kg		Εντροπία kcal/(kg) (°K)		
		Υγρού l/kg	Ατμού m ³ /kg	Υγρό kg/m ³	Ατμού kg/l	Υγρού h _f	Λανθάν. h _{fg}	Ατμού h _g	Υγρού s _f	
-30	1.6669	0.7245	0.1359	1.3803	7.3611	91.907	54.254	146.161	0.96887	1.19199
-29	1.7386	0.7261	0.1306	1.3773	7.6578	92.167	54.100	146.267	0.96993	1.19151
-28	1.8126	0.7277	0.1256	1.3742	7.9638	92.428	53.944	146.372	0.97099	1.19103
-27	1.8890	0.7293	0.1208	1.3712	8.2793	92.689	53.788	146.477	0.97205	1.19056
-26	1.9679	0.7309	0.1162	1.3682	8.6044	92.951	53.630	146.581	0.97311	1.19009
-25	2.0493	0.7325	0.1118	1.3651	8.9394	93.214	53.471	146.685	0.97416	1.18963
-24	2.1333	0.7342	0.1077	1.3621	9.2846	93.477	53.311	146.788	0.97522	1.18918
-23	2.2200	0.7358	0.1037	1.3590	9.6400	93.741	53.150	146.891	0.97627	1.18873
-22	2.3094	0.7375	0.0999	1.3559	10.0060	94.006	52.987	146.993	0.97732	1.18829
-21	2.4015	0.7392	0.0963	1.3528	10.3827	94.271	52.824	147.095	0.97836	1.18785
-20	2.4964	0.7409	0.0928	1.3497	10.7704	94.537	52.659	147.196	0.97941	1.18742
-19	2.5942	0.7426	0.0895	1.3466	11.1693	94.804	52.493	147.296	0.98046	1.18699
-18	2.6949	0.7443	0.0864	1.3435	11.5797	95.071	52.325	147.396	0.98150	1.18657
-17	2.7986	0.7461	0.0833	1.3403	12.0018	95.339	52.157	147.495	0.98254	1.18615
-16	2.9053	0.7478	0.0804	1.3372	12.4357	95.608	51.987	147.594	0.98358	1.18574
-15	3.0152	0.7496	0.0776	1.3340	12.8819	95.877	51.815	147.692	0.98462	1.18533
-14	3.1281	0.7514	0.0750	1.3308	13.3404	96.147	51.643	147.790	0.98565	1.18492
-13	3.2443	0.7532	0.0724	1.3276	13.8117	96.418	51.469	147.886	0.98669	1.18452
-12	3.3638	0.7550	0.0700	1.3244	14.2958	96.689	51.294	147.983	0.98772	1.18413
-11	3.4865	0.7569	0.0676	1.3212	14.7932	96.961	51.117	148.078	0.98875	1.18374
-10	3.6127	0.7587	0.0653	1.3180	15.3040	97.234	50.939	148.173	0.98978	1.18335
-9	3.7423	0.7606	0.0632	1.3147	15.8286	97.507	50.760	148.267	0.99081	1.18297
-8	3.8754	0.7625	0.0611	1.3115	16.3671	97.781	50.579	148.361	0.99184	1.18259
-7	4.0121	0.7644	0.0591	1.3082	16.9200	98.056	50.397	148.453	0.99286	1.18221
-6	4.1524	0.7663	0.0572	1.3049	17.4874	98.332	50.214	148.546	0.99389	1.18184
-5	4.2964	0.7683	0.0553	1.3016	18.0697	98.608	50.029	148.637	0.99491	1.18147
-4	4.4441	0.7703	0.0536	1.2983	18.6671	98.885	49.842	148.728	0.99593	1.18111
-3	4.5957	0.7722	0.0519	1.2949	19.2800	99.163	49.655	148.817	0.99695	1.18075
-2	4.7511	0.7742	0.0502	1.2916	19.9087	99.441	49.465	148.907	0.99797	1.18039
-1	4.9104	0.7763	0.0487	1.2882	20.5535	99.720	49.275	148.995	0.99898	1.18004
0	5.0738	0.7783	0.0471	1.2848	21.2147	100.000	49.083	149.083	1.00000	1.17968
1	5.2412	0.7804	0.0457	1.2814	21.8927	100.281	48.889	149.169	1.00101	1.17934
2	5.4127	0.7825	0.0443	1.2780	22.5877	100.562	48.694	149.255	1.00203	1.17899
3	5.5884	0.7846	0.0429	1.2746	23.3002	100.844	48.497	149.341	1.00304	1.17865
4	5.7684	0.7867	0.0416	1.2711	24.0305	101.126	48.298	149.425	1.00405	1.17831
5	5.9527	0.7889	0.0404	1.2676	24.7788	101.410	48.098	149.508	1.00506	1.17797
6	6.1413	0.7910	0.0391	1.2642	25.5457	101.694	47.897	149.591	1.00606	1.17764
7	6.3344	0.7932	0.0380	1.2606	26.3315	101.979	47.694	149.673	1.00707	1.17731
8	6.5320	0.7955	0.0369	1.2571	27.1366	102.265	47.489	149.754	1.00807	1.17698
9	6.7342	0.7977	0.0358	1.2536	27.9613	102.551	47.282	149.834	1.00908	1.17665
10	6.9410	0.8000	0.0347	1.2500	28.8061	102.839	47.074	149.913	1.01008	1.17633
11	7.1525	0.8023	0.0337	1.2464	29.6714	103.127	46.864	149.991	1.01108	1.17601
12	7.3687	0.8046	0.0327	1.2428	30.5576	103.416	46.653	150.068	1.01208	1.17569
13	7.5898	0.8070	0.0318	1.2392	31.4651	103.705	46.439	150.145	1.01308	1.17537
14	7.8158	0.8094	0.0309	1.2355	32.3945	103.996	46.224	150.220	1.01408	1.17505
15	8.0468	0.8118	0.0300	1.2319	33.3461	104.287	46.007	150.294	1.01508	1.17474
16	8.2828	0.8142	0.0291	1.2282	34.3204	104.579	45.788	150.367	1.01607	1.17442
17	8.5239	0.8167	0.0283	1.2245	35.3180	104.872	45.568	150.440	1.01707	1.17411
18	8.7701	0.8192	0.0275	1.2207	36.3392	105.166	45.345	150.511	1.01806	1.17380
19	9.0216	0.8217	0.0267	1.2170	37.3848	105.460	45.120	150.581	1.01906	1.17350
20	9.2784	0.8243	0.0260	1.2132	38.4552	105.756	44.894	150.650	1.02005	1.17319
21	9.5406	0.8269	0.0253	1.2094	39.5508	106.052	44.665	150.718	1.02104	1.17288
22	9.8082	0.8295	0.0246	1.2055	40.6724	106.350	44.435	150.785	1.02203	1.17258
23	10.081	0.8322	0.0239	1.2017	41.8204	106.648	44.202	150.850	1.02302	1.17228
24	10.360	0.8349	0.0233	1.1978	42.9955	106.947	43.968	150.915	1.02401	1.17197
25	10.644	0.8376	0.0226	1.1939	44.1983	107.247	43.731	150.978	1.02500	1.17167
26	10.935	0.8404	0.0220	1.1899	45.4295	107.548	43.492	151.040	1.02599	1.17137
27	11.230	0.8432	0.0214	1.1859	46.6896	107.850	43.250	151.100	1.02698	1.17107
28	11.532	0.8461	0.0208	1.1819	47.9795	108.153	43.007	151.160	1.02797	1.17077
29	11.840	0.8490	0.0203	1.1779	49.2998	108.457	42.761	151.218	1.02896	1.17047
30	12.153	0.8519	0.0197	1.1738	50.6513	108.762	42.513	151.275	1.02994	1.17018
31	12.473	0.8549	0.0192	1.1698	52.0347	109.068	42.262	151.330	1.03093	1.16988
32	12.799	0.8579	0.0187	1.1656	53.4508	109.375	42.009	151.384	1.03192	1.16958
33	13.131	0.8610	0.0182	1.1615	54.9005	109.683	41.753	151.436	1.03290	1.16928
34	13.470	0.8641	0.0177	1.1573	56.3846	109.993	41.495	151.487	1.03389	1.16898
35	13.815	0.8673	0.0173	1.1531	57.9039	110.303	41.234	151.537	1.03488	1.16868
36	14.166	0.8705	0.0168	1.1488	59.4596	110.615	40.970	151.585	1.03586	1.16838
37	14.524	0.8738	0.0164	1.1445	61.0524	110.927	40.704	151.631	1.03685	1.16808
38	14.888	0.8771	0.0160	1.1402	62.6834	111.241	40.435	151.676	1.03783	1.16778
39	15.259	0.8805	0.0155	1.1358	64.3537	111.556	40.163	151.719	1.03882	1.16748

Διάγραμμα 2
Διάγραμμα θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών φυσικού μέσου R22



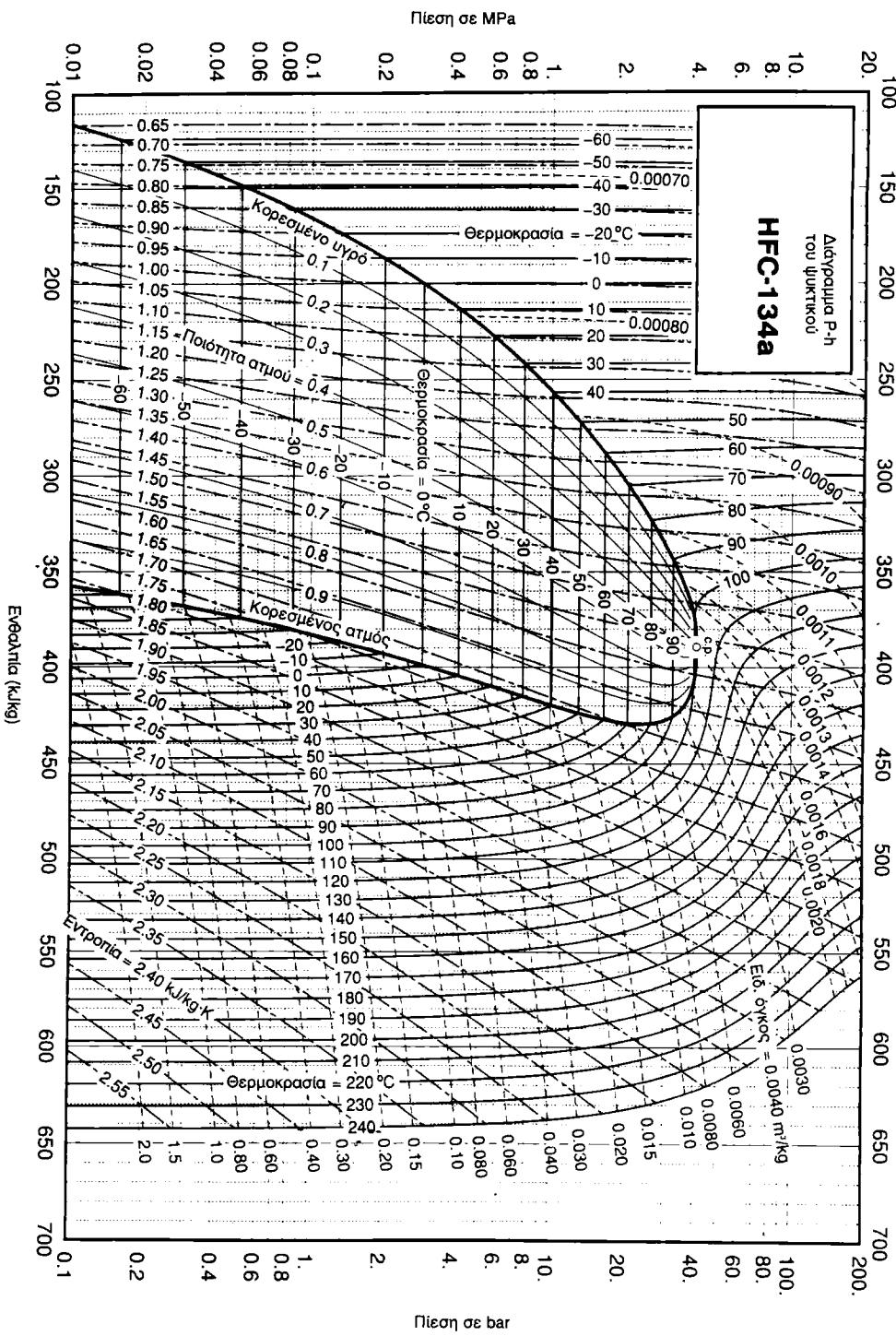
ΠΙΝΑΚΑΣ 6α
Θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του φυκτικού ρευστού R134a

Θερμοκρασία °C	Απόλυτη πίεση kPa(abs)	Ειδικός όγκος m³/kg		Ειδική πυκνότητα kg/m³		Ενθαλπία K/J/kg			Εντροπία KJ (kg)(K)	
		Υγρού V _f	Ατμού V _g	Υγρού 1/V _f	Ατμού 1/V _g	Υγρού h _f	Λανθάνουσα h _{fg}	Ατμού h _g	Υγρού s _f	Ατμού s _g
-40	51.14	0.0007	0.3614	1414.6	2.767	148.4	225.9	374.3	0.7967	1.7655
-39	53.88	0.0007	0.3441	1411.8	2.906	149.6	225.3	374.9	0.8020	1.7641
-38	56.74	0.0007	0.3279	1408.9	3.050	150.9	224.7	375.5	0.8073	1.7627
-37	59.72	0.0007	0.3125	1406.0	3.200	152.1	224.0	376.2	0.8126	1.7613
-36	62.83	0.0007	0.2980	1403.1	3.356	153.4	223.4	376.8	0.8178	1.7599
-35	66.07	0.0007	0.2843	1400.2	3.518	154.6	222.8	377.4	0.8231	1.7586
-34	69.43	0.0007	0.2713	1397.4	3.686	155.9	222.2	378.1	0.8283	1.7573
-33	72.93	0.0007	0.2590	1394.5	3.861	157.1	221.5	378.7	0.8336	1.7561
-32	76.58	0.0007	0.2474	1391.5	4.042	158.4	220.9	379.3	0.8388	1.7548
-31	80.36	0.0007	0.2355	1388.6	4.229	159.7	220.3	379.9	0.8440	1.7536
-30	84.29	0.0007	0.2260	1385.7	4.424	160.9	219.6	380.6	0.8492	1.7525
-29	88.37	0.0007	0.2162	1382.8	4.625	162.2	219.0	381.2	0.8544	1.7513
-28	92.61	0.0007	0.2069	1379.8	4.833	163.5	218.3	381.8	0.8595	1.7502
-27	97.02	0.0007	0.1981	1376.9	5.049	164.7	217.7	382.4	0.8647	1.7491
-26	101.58	0.0007	0.1896	1373.9	5.273	166.0	217.1	383.1	0.8698	1.7481
-25	106.32	0.0007	0.1817	1371.0	5.504	167.3	216.4	383.7	0.8750	1.747
-24	111.22	0.0007	0.1741	1368.0	5.743	168.6	215.7	384.3	0.8801	1.746
-23	116.31	0.0007	0.1669	1365.0	5.991	169.8	215.1	384.9	0.8852	1.745
-22	121.57	0.0007	0.1601	1362.0	6.247	171.1	214.4	385.5	0.8903	1.744
-21	127.02	0.0007	0.1536	1359.0	6.511	172.4	213.7	386.2	0.8954	1.7431
-20	132.67	0.0007	0.1474	1356.0	6.784	173.7	213.1	386.8	0.9005	1.7422
-19	138.50	0.0007	0.1415	1353.0	7.066	175.0	212.4	387.4	0.9055	1.7413
-18	144.54	0.0007	0.1359	1349.9	7.357	176.3	211.7	388.0	0.9106	1.7404
-17	150.78	0.0007	0.1306	1346.9	7.658	177.6	211.0	388.6	0.9157	1.7395
-16	157.23	0.0007	0.1255	1343.8	7.968	178.9	210.4	389.2	0.9207	1.7387
-15	163.90	0.0007	0.1207	1340.8	8.288	180.2	209.7	389.8	0.9257	1.7379
-14	170.78	0.0007	0.1160	1337.7	8.618	181.5	209.0	390.4	0.9307	1.7371
-13	177.89	0.0007	0.1116	1334.6	8.958	182.8	208.3	391.1	0.9357	1.7363
-12	185.22	0.0008	0.1074	1331.5	9.309	184.1	207.6	391.7	0.9407	1.7356
-11	192.79	0.0008	0.1034	1328.4	9.671	185.4	206.9	392.3	0.9457	1.7348
-10	200.60	0.0008	0.0996	1325.3	10.044	186.7	206.2	392.9	0.9507	1.7341
-9	208.65	0.0008	0.0959	1322.1	10.428	188.0	205.4	393.5	0.9557	1.7334
-8	216.95	0.0008	0.0924	1319.0	10.823	189.3	204.7	394.1	0.9605	1.7327
-7	225.50	0.0008	0.0890	1315.8	11.231	190.7	204.0	394.7	0.9656	1.7321
-6	234.32	0.0008	0.0858	1312.6	11.650	192.0	203.3	395.3	0.9705	1.7314
-5	243.39	0.0008	0.0828	1309.4	12.082	193.3	202.5	395.9	0.9755	1.7308
-4	252.74	0.0008	0.0798	1306.2	12.526	194.6	201.8	396.4	0.9804	1.7302
-3	262.36	0.0008	0.0770	1303.0	12.983	196.0	201.1	397.0	0.9853	1.7295
-2	272.26	0.0008	0.0743	1299.8	13.454	197.3	203.3	397.6	0.9902	1.729
-1	282.45	0.0008	0.0718	1296.5	13.937	198.7	199.6	398.2	0.9951	1.7284
0	292.93	0.0008	0.0693	1293.3	14.435	200.0	198.8	398.8	1.0000	1.7278
1	303.70	0.0008	0.0669	1290.0	14.946	201.3	198.0	399.4	1.0049	1.7273
2	314.77	0.0008	0.0646	1286.7	15.472	202.7	197.3	400.0	1.0098	1.7267
3	326.16	0.0008	0.0624	1283.4	16.013	204.0	196.5	400.5	1.0145	1.7262
4	337.85	0.0008	0.0604	1280.1	16.569	205.4	195.7	401.1	1.0195	1.7257
5	349.87	0.0008	0.0583	1276.7	17.140	206.8	194.9	401.7	1.0244	1.7252
6	362.21	0.0008	0.0564	1273.4	17.726	208.1	194.2	402.3	1.0292	1.7247
7	374.88	0.0008	0.0546	1270.0	18.329	209.5	193.4	402.8	1.0340	1.7242
8	387.88	0.0008	0.0528	1266.6	18.948	210.8	192.6	403.4	1.0389	1.7238
9	401.23	0.0008	0.0511	1263.2	19.583	212.2	191.8	404.0	1.0437	1.7233
10	414.92	0.0008	0.0494	1259.8	20.236	213.6	190.9	404.5	1.0485	1.7229
11	428.97	0.0008	0.0478	1256.3	20.906	215.0	190.1	405.1	1.0533	1.7224
12	443.37	0.0008	0.0463	1252.9	21.594	216.4	189.3	405.6	1.0582	1.722
13	458.11	0.0008	0.0448	1249.4	22.301	217.7	188.5	406.2	1.0630	1.7216
14	473.25	0.0008	0.0434	1245.9	23.026	219.1	187.6	406.8	1.0678	1.7212
15	488.78	0.0008	0.0421	1242.3	23.770	220.5	186.8	407.3	1.0726	1.7208
16	504.68	0.0008	0.0408	1238.8	24.533	221.9	185.9	407.8	1.0773	1.7204
17	520.98	0.0008	0.0395	1235.2	25.317	223.3	185.1	408.4	1.0821	1.72
18	537.67	0.0008	0.0383	1231.6	26.121	224.7	184.2	408.9	1.0869	1.7196
19	554.76	0.0008	0.0371	1228.0	26.945	226.1	183.3	409.5	1.0917	1.7192

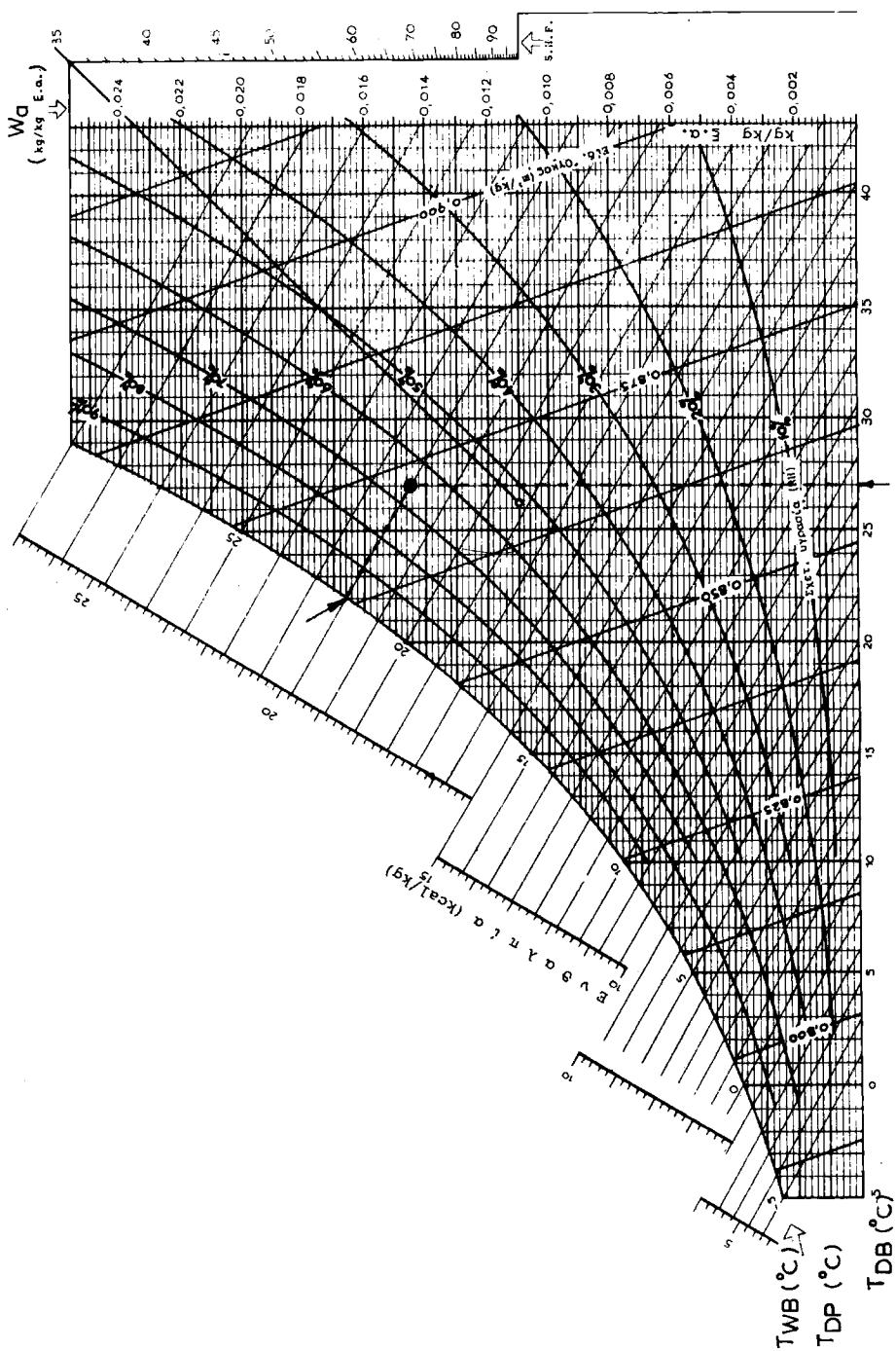
συνεχίζεται

συνέχεια πίνακα 6α

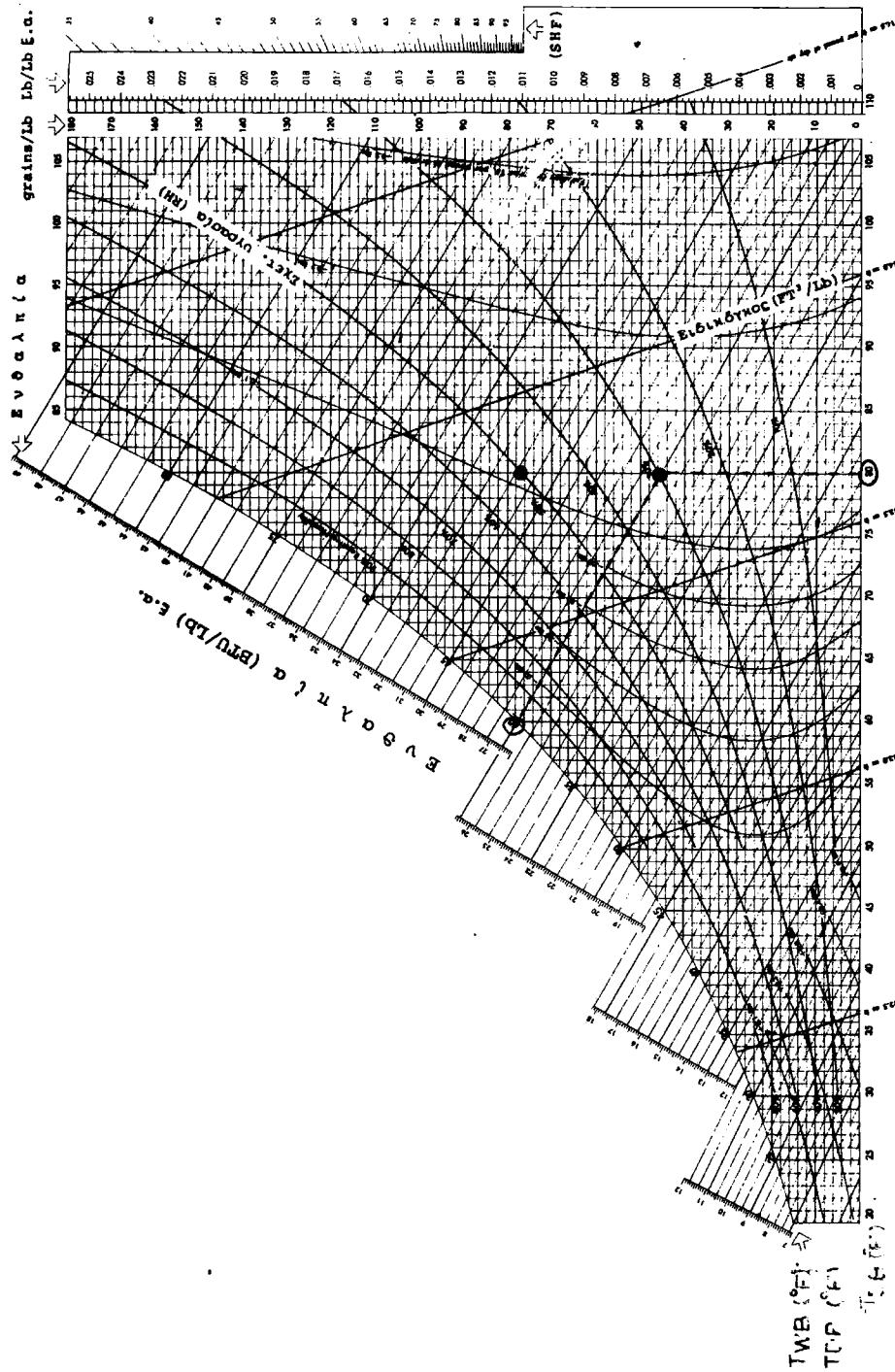
20	572.25	0.0008	0.0360	1224.4	27.791	227.5	182.5	410.0	1.0964	1.7189
21	590.16	0.0008	0.0349	1220.7	28.659	228.9	181.6	410.5	1.1012	1.7185
22	608.49	0.0008	0.0338	1217.0	29.549	230.4	180.7	411.0	1.1060	1.7182
23	627.25	0.0008	0.0328	1213.3	30.462	231.8	179.8	411.6	1.1107	1.7178
24	646.44	0.0008	0.0318	1209.6	31.399	233.2	178.9	412.1	1.1155	1.7175
25	666.06	0.0008	0.0309	1205.9	32.359	234.6	178.0	412.6	1.1202	1.7171
26	685.13	0.0008	0.0300	1202.1	33.344	236.1	177.0	413.1	1.1250	1.7168
27	705.66	0.0008	0.0291	1198.3	34.354	237.5	176.1	413.6	1.1297	1.7165
28	727.64	0.0008	0.0283	1194.4	35.389	238.9	175.2	414.1	1.1345	1.7161
29	749.04	0.0008	0.0274	1190.6	36.451	240.4	174.2	414.6	1.1392	1.7158
30	771.02	0.0008	0.0266	1186.7	37.540	241.8	173.3	415.1	1.1439	1.7155
31	793.43	0.0008	0.0259	1182.8	38.657	243.3	172.3	415.6	1.1487	1.7151
32	816.28	0.0008	0.0251	1178.9	39.802	244.8	171.3	416.1	1.1534	1.7148
33	839.56	0.0009	0.0244	1174.9	40.975	246.2	170.3	416.6	1.1581	1.7145
34	863.53	0.0009	0.0237	1170.8	42.179	247.7	169.3	417.0	1.1628	1.7142
35	887.91	0.0009	0.0230	1166.8	43.413	249.2	168.3	417.5	1.1676	1.7138
36	912.80	0.0009	0.0224	1162.7	44.679	250.6	167.3	418.0	1.1723	1.7135
37	938.20	0.0009	0.0218	1158.6	45.977	252.1	166.3	418.4	1.1770	1.7132
38	964.14	0.0009	0.0211	1154.5	47.308	253.6	165.3	418.9	1.1817	1.7129
39	990.60	0.0009	0.0205	1150.3	48.672	255.1	164.2	419.3	1.1864	1.7125
40	1017.61	0.0009	0.0200	1146.1	50.072	256.6	163.2	419.8	1.1912	1.7122
41	1045.16	0.0009	0.0194	1141.9	51.506	258.1	162.1	420.2	1.1959	1.7119
42	1073.26	0.0009	0.0189	1137.6	52.980	259.6	161.0	420.6	1.2006	1.7115
43	1101.93	0.0009	0.0184	1133.3	54.490	261.1	159.9	421.1	1.2053	1.7112
44	1131.16	0.0009	0.0178	1128.9	56.040	262.7	158.8	421.5	1.2101	1.7108
45	1161.01	0.0009	0.0174	1124.5	57.630	264.2	157.7	421.9	1.2148	1.7105
46	1191.41	0.0009	0.0169	1120.0	59.261	265.7	156.6	422.3	1.2195	1.7101
47	1222.41	0.0009	0.0164	1115.6	60.934	267.3	155.4	422.7	1.2242	1.7097
48	1253.95	0.0009	0.0160	1111.0	62.652	268.8	154.3	423.1	1.2290	1.7093
49	1286.17	0.0009	0.0155	1106.4	64.415	270.4	153.1	423.5	1.2337	1.709
50	1319.00	0.0009	0.0151	1101.8	66.225	271.9	151.9	423.8	1.2384	1.7086
51	1352.44	0.0009	0.0147	1097.1	68.084	273.5	150.7	424.2	1.2432	1.7082
52	1386.52	0.0009	0.0143	1092.4	69.992	275.1	149.5	424.6	1.2479	1.7077
53	1421.23	0.0009	0.0139	1087.6	71.952	276.6	148.3	424.9	1.2527	1.7073
54	1456.58	0.0009	0.0135	1082.8	73.966	278.2	147.0	425.3	1.2574	1.7069
55	1492.59	0.0009	0.0132	1077.9	76.035	279.8	145.8	425.6	1.2622	1.7064
56	1529.26	0.0009	0.0128	1072.9	78.162	281.4	144.5	425.9	1.2670	1.7059
57	1566.61	0.0009	0.0124	1067.9	80.348	283.0	143.2	426.2	1.2717	1.7055
58	1604.63	0.0009	0.0121	1062.8	82.596	284.6	141.9	426.5	1.2765	1.705
59	1643.35	0.0009	0.0118	1057.7	84.908	286.3	140.5	426.8	1.2813	1.7044



Ψυχρομετρικός χάρτης μετρικού ανσήματος



Ψυκρομετρικός χάρτης αγγισσαζουνού συστήματος



ΠΙΝΑΚΑΣ 7
Αντιστοιχία πέσεων-Θερμοκρασιών κορεσμού ψυκτικών ρευστών

Θερμοκρ.		Πίεση (lb/in)					Θερμοκρ.		Πίεση (lb/in ²)				
C	F	R12	R22	R500	R502	R717	C	F	R12	R22	R500	R502	R717
-60	19.0	11.9	—	—	7.0	18.6	-2.8	27	26.1	51.5	33.3	61.4	41.4
-55	17.3	9.1	—	—	3.6	16.6	-2.2	28	26.9	52.7	34.3	62.7	42.6
-50	15.4	6.0	—	—	0.0	14.3	-1.7	29	27.7	54.0	35.2	64.1	43.8
-45	13.3	2.6	—	—	2.1	11.7	-1.1	30	28.5	55.2	36.1	65.4	45.0
-40	10.9	0.6	—	7.9	4.3	8.7	-0.6	31	29.3	56.5	37.0	66.8	46.3
-37.2	35	8.3	2.7	4.8	6.7	5.4	0	32	30.1	57.8	38.0	68.2	47.6
-34.4	30	5.4	5.0	1.4	9.4	1.6	+0.6	33	30.9	59.2	39.0	69.7	48.9
-31.7	25	2.3	7.5	1.1	12.3	1.3	+1.1	34	31.7	60.5	40.0	71.1	50.2
-28.9	20	0.5	10.3	3.1	15.5	3.6	+1.7	35	32.6	61.9	41.0	72.6	51.6
-27.8	18	1.3	11.5	4.0	16.9	4.6	+2.2	36	33.4	63.3	42.0	74.1	52.9
-26.7	16	2.0	12.7	4.9	18.3	5.6	+2.8	37	34.3	64.6	43.1	75.6	54.3
-25.6	14	2.8	13.9	5.8	19.7	6.7	+3.3	38	35.2	66.1	44.1	77.1	55.7
-24.4	12	3.6	15.2	6.8	21.2	7.9	+3.9	39	36.1	67.5	45.2	78.6	57.2
-23.3	10	4.4	16.6	7.8	22.8	9.0	+4.4	40	37.0	69.0	46.2	80.2	58.6
-22.2	8	5.3	18.0	8.8	24.4	10.3	+5.0	41	37.9	70.5	47.2	81.8	60.1
-21.1	6	6.2	19.4	9.9	26.0	11.6	+5.5	42	38.8	72.0	48.4	83.4	61.6
-20.0	4	7.1	20.9	11.0	27.7	12.9	+6.1	43	39.7	73.5	49.6	85.0	63.1
-18.9	2	8.1	22.5	12.1	29.4	14.3	+6.7	44	40.7	75.0	50.7	86.6	64.7
-17.8	0	9.2	24.1	13.3	31.2	15.7	+7.2	45	41.7	76.6	51.8	88.3	66.3
-17.2	1	9.7	24.9	13.9	32.2	16.5	+7.8	46	42.6	78.2	53.0	90.0	67.9
-16.7	2	10.2	25.7	14.5	33.1	17.2	+8.3	47	43.6	79.8	54.2	91.7	69.5
-16.1	3	10.7	26.6	15.1	34.1	18.0	+8.9	48	44.6	81.4	55.4	93.4	71.1
-15.6	4	11.2	27.4	15.7	35.0	18.8	+9.4	49	45.7	83.0	56.6	95.2	72.8
-15.0	5	11.8	28.3	16.4	36.0	19.6	10.0	50	46.7	84.7	57.8	96.9	74.5
-14.4	6	12.3	29.2	17.0	37.0	20.4	12.8	55	52.0	93.3	64.1	106.0	83.4
-13.9	7	12.9	30.1	17.7	38.0	21.2	15.6	60	57.7	102.5	71.0	115.6	92.9
-13.3	8	13.5	31.0	18.4	39.0	22.1	18.3	65	63.7	112.2	78.1	125.8	103.1
-12.8	9	14.0	32.0	19.0	40.0	22.9	21.1	70	70.1	122.5	85.8	136.6	114.1
-12.2	10	14.6	32.9	19.7	41.1	23.8	23.9	75	76.9	133.4	93.9	148.0	125.8
-11.7	11	15.2	33.9	20.5	42.2	24.7	26.7	80	84.1	145.0	102.5	159.9	138.3
-11.1	12	15.8	34.9	21.2	43.2	25.6	29.4	85	91.7	157.2	111.5	172.5	151.7
-10.6	13	16.5	35.9	21.9	44.3	26.5	32.2	90	99.7	170.1	121.2	185.8	165.9
-10.0	14	17.1	36.9	22.6	45.4	27.5	35.0	95	108.2	183.7	131.3	199.8	181.1
-9.4	15	17.7	37.9	23.4	46.6	28.4	37.8	100	117.1	197.9	141.9	214.4	197.2
-8.9	16	18.4	38.9	24.2	47.7	29.4	40.6	105	126.5	212.9	153.1	229.8	214.2
-8.3	17	19.0	40.0	24.9	48.9	30.4	43.3	110	136.4	228.7	164.9	245.8	232.3
-7.8	18	19.7	41.1	25.7	50.1	31.4	46.1	115	146.7	245.3	177.4	262.7	251.5
-7.2	19	20.4	42.2	26.5	51.2	32.5	48.9	120	157.6	262.6	190.3	280.3	271.7
-6.7	20	21.0	43.3	27.3	52.4	33.5	51.7	125	169.0	280.7	204.0	298.7	293.1
-6.1	21	21.7	44.4	28.2	53.7	34.6	54.4	130	181.0	299.3	218.2	318.0	—
-5.5	22	22.4	45.5	29.0	54.9	35.7	57.2	135	193.5	319.6	233.2	338.1	—
-5.0	23	23.2	46.7	29.8	56.2	36.8	140	206.6	341.3	248.8	359.1	—	—
-4.4	24	23.9	47.8	30.7	57.4	37.9	150	234.6	387.2	282.3	403.9	—	—
-3.9	25	24.6	49.0	31.6	58.7	39.0	155	249.5	410.8	300.0	427.8	—	—
-3.3	26	25.4	50.2	32.4	60.0	40.2	160	265.1	434.6	318.7	452.6	—	—

* Οι λεπτής γραφής αριθμοί αναφέρονται σε ίντσες υδραργύρου κενό.

** R717 - αρμανία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8
Απαιτούμενες συνθήκες συντηρήσεως διάφορων προϊόντων

Είδος προϊόντος	Θερμοκρασία αποθηκεύσεως (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Διάρκεια συντηρήσεως (περίπου)
ΖΩΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ	Εντόσθια νωπά	0–1	85–90
	Εντόσθια καταψυγμένα	–23 έως –18	90–95
	Ζαμπόν νωπό	0–1	85–90
	Ζαμπόν καταψυγμένο	–23 έως –18	90–95
	Κρέας βοδινό (φρέσκο)	0–1	88–92
	Κρέας βοδινό (καταψυγμένο)	–23 έως –18	90–95
	Κρέας μοσχαρίσιο	0–1	90–95
	Κρέας χοιρινό (φρέσκο)	0–1	85–90
	Κρέας χοιρινό (καταψυγμένο)	–23 έως –18	90–95
	Κρέας αρνίσιο νωπό	0–2	85–90
	Κρέας αρνίσιο καταψυγμένο	–23 έως –18	90–95
	Κρέας κυνηγιού (λαγός, ελάφι κλπ.)	0–1	90–95
	Κρέας κυνηγιού (καταψυγμένο)	–23 έως –18	90–95
	Κοτόπουλα φρέσκα	0–1	85–90
	Κοτόπουλα καταψυγμένα	–29 έως –20	90–95
	Κιμάς φρέσκος	0–1	88–92
	Κιμάς καταψυγμένος	–25 έως –18	90–95
	Λουκάνικα καπνιστά	4–7	85–90
	Οστρακόδερμα φρέσκα	0,5	90–45
	Ψάρια φρέσκα	0,5 έως 2	90–95
	Ψάρια καταψυγμένα	–23 έως –18	90–95
	Ψάρια καπνιστά	4 έως 10	50–60
	Γάλα φρέσκο	0–2	–
	Γάλα καταψυγμένο	κάτω από –15	–
	Γάλα παστεριωμένο	2–4	–
	Τυρί μαλακό	–1 έως 8	85–90
	Τυρί σκληρό	0–1	75–85
	Βούτυρο νωπό	2–4	75–85
	Βούτυρο καταψυγμένο	–23 έως –18	80–85
	Λίπη ζωικά	κάτω των –8	75–85
ΦΡΟΥΤΑ	Γιαούρτι	0–2	80–90
	Αυγά	0–1	85–90
	Γλυκίσματα νωπά	7–10	40–65
	Γλυκίσματα καταψυγμένα	–26	–
	Παγωτά	–26	–
	Μήλα	2–4	85–90
	Αχλάδια	0–2	85–90
	Πορτοκάλια	0,6–3	85–90
	Λεμόνια	0	85–90
	Φράουλες	–1–0	85–90
	Ροδάκινα	–1–0	85–90
	Βερίκοκκα	–1–0	85–90

Συνεχίζεται

Συνέχεια πίνακα 8

Είδος προϊόντος	Θερμοκρασία αποθηκεύσεως (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Διάρκεια συντηρήσεως (περίπου)
ΦΡΟΥΤΑ	Κεράσια	-1-0	85-90
	Μπανάνες	13-15	85-95
	Δαμάσκηνα	-1-0	80-85
	Μανταρίνια	0-3	90-95
	Κεράσια	-1-0	85-90
	Ανανάδες πράσινοι	10 έως 15	85-90
	Ανανάδες ώριμοι	4-7	85-90
	Χυμός παρτοκαλιού	-1 έως 2	—
	Καρπούζια	2-4	85-90
ΛΑΧΑΝΙΚΑ	Κυδώνια	-1-0	85-90
	Λάχανο	0	90-95
	Κουνουπίδι	0	90-95
	Σέλινο	-1 έως 0	90-95
	Πατάτες πρώιμες	10-13	85-90
	Πατάτες όψιμες	2-10	85-90
	Κολοκύθια	10-13	70-75
	Σπανάκι	0	90-95
	Μαρούλια	0	90-95
	Φασόλια φρέσκα	4-7	85-90
	Φασόλια καταψυγμένα	-18	85-90
	Μελιτζάνες	7-10	85-90
	Μανιτάρια	0-2	85-90
	Κρεμμύδια	0	70-75
ΑΝΘΗ	Μπιζέλια	0	85-90
	Πιπεριές	0-4	65-75
	Ντομάτες ημιώριμες	14-16	85-90
	Ντομάτες τελείως ώριμες	7-10	85-90
	Καρότα (χωρίς φύλλα)	0-2	80-90
	Νούφαρο	4	85-90
	Καμέλια	7	85-90
	Γαρύφαλλο	-0,5	85-90
	Χρυσάνθεμο	-0,5	85-90
	Γαρδένια	-0,5	85-90
	Γλαδιόλα	2	85-90
	Ίρις	-0,5	85-90
	Κρίνα	-0,5	85-90
	Ορχιδέα	7-13	85-90
ΔΙΑΦΟΡΑ	Τριαντάφυλλο	-0,5	85-90
	Τουλίπα	-0,5	85-90
	Φτέρη	-0,5	85-90
	Μανόλια	-0,5	85-90
	Αμαρυλλίδα	21-24	75-80
	Ντάλια	4-7	75-80
	Γλαδιόλα	4-7	75-80
Ψωμί (συσκευασμένο αεροστεγώς)	Ψωμί (συσκευασμένο αεροστεγώς)	-18	—
	Κέικ με φρούτα	-18	—
	Τούρτες	-18	—
	Προζύμι	-1 έως 0	—
μερικές ημέρες	1 - 2 μήνες		
	4 - 6 μήνες		
	2 - 4 μήνες		
	μερικές ημέρες		

ΠΙΝΑΚΑΣ 9
Συγκριτικός πίνακας σποδόσεων φυσικών μέσων για ισχύ 1 RT (3,5 kW)

Σύμβολο	Ψυκτικό μέσο	Όνομασία	Χημικός Τύπος	Επεξεργασία		Διεξαγωγή αέρα	Επεξεργασία	Επεξεργασία	Επεξεργασία	Επεξεργασία	Επεξεργασία	Επεξεργασία	
				Επεξεργασία P ₁	Επεξεργασία P ₂								
170	Αιθάνιο	CH ₃ CH ₃	15,5	46,5	2,86	136,3	1,55	5,62	33,1	3,10	1,98	2,41	50,0
744A	Οξείδιο Αζύντου	N ₂ O	20,7	64,8	3,03	198,1	1,06	1,17	17,5	1,12	1,33	3,60	—
744	Δισεξένιο Άνθρακα	CO ₂	22,3	72,5	3,15	129,0	1,64	2,74	16,8	1,63	1,87	2,56	66,1
13B1	Βρωμοτριθερομεθάνιο	CB(F ₃)	4,4	17,3	3,36	68,1	3,11	2,03	23,7	4,47	1,044	4,25	51,1
1270	Προπαλένιο	CH ₃ CH = CH ₂	2,6	11,7	3,51	402,3	0,50	1,01	162,9	5,15	1,06	4,51	42,2
290	Προπάνιο	CH ₃ CH ₂ CH ₃	1,9	9,9	3,70	281,4	0,75	1,54	154,8	6,95	1,044	4,58	36,1
502	22/115 Αζετροπικό μίγμα	—	2,5	12,3	3,75	106,3	1,99	1,63	51,2	6,13	1,094	4,37	37,2
22	Χλωροδιθερομεθάνιο	CHClF ₂	2,0	11,1	4,03	162,8	1,30	1,10	77,4	6,03	1,025	4,66	53,3
1115*	Χλωροπενταφθεραιθένιο	CCl ₂ CF ₃	1,7	9,5	3,89	67,7	3,12	2,47	48,1	9,00	1,186	4,02	30,0
717	Αμμωνία	NH ₃	1,4	10,9	4,94	1103,3	0,191	0,32	508,8	5,84	1,002	4,76	98,9
500	12/152a Αζετροπικό μίγμα	—	1,2	7,9	4,12	141,0	1,50	1,32	93,6	8,41	1,024	4,65	40,6
12	Διχλωροδιθερομεθάνιο	CCl ₂ F ₂	0,8	6,6	4,08	116,3	1,81	1,40	91,1	9,90	1,016	4,70	38,3
40	Μεθυλοχλωρίδιο	CH ₃ Cl	0,46	5,6	4,48	349,3	0,60	0,67	279,1	10,11	0,975	4,90	77,8
600a	Ισοθιουντάνιο	CH(CH ₃) ₃	-0,11	3,1	4,54	259,3	0,81	1,49	400,2	19,53	1,098	4,36	26,7
764	Δισεξένιο Θείου	SO ₂	-0,20	3,6	5,63	328,9	0,64	0,44	400,8	15,44	0,981	4,87	88,3
630	Μεθυλαμινή	CH ₃ NH ₂	-0,34	3,3	6,13	707,0	0,30	0,46	970,1	17,38	0,992	4,81	—
600	Βουτάνιο	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-0,46	1,9	5,07	299,1	0,71	1,24	623,0	26,37	0,966	4,95	31,1
1114*	Διχλωροτετραφθεραιθένιο	CCl ₂ CClF ₂	-0,55	1,5	5,42	100,3	2,10	1,46	271	34,24	1,064	4,49	30,0
21	Διχλωροφθερομεθάνιο	CHCl ₂ F	-0,66	*1,2	5,96	208,1	1,02	0,75	570	34,71	0,954	5,01	61,1
160	Αιθυλικό χλώριο	CH ₃ CH ₂ Cl	-0,71	0,87	5,83	331,0	0,66	0,75	1065	42,17	0,919	5,21	41,1
631	Αιθυλαμίνη	C ₂ H ₅ NH ₂	-0,80	0,70	7,40	524,4	0,40	5,72	2017	65,70	0,867	5,52	—
11	Τριχλωροφθερομεθάνιο	CCl ₃ F	-0,83	0,25	6,19	155,3	1,36	0,93	762	62,08	0,951	5,03	43,9
610	Διαιθυλαιθέριας	C ₂ H ₂ OC ₂ H ₅	-0,93	-0,17	8,20	293,7	0,72	1,03	2185	94,13	0,833	5,74	—
30	Μεθυλενοχλωρίδιο	CH ₂ Cl ₂	-0,95	-0,33	8,60	313,0	0,68	0,51	3115	126,2	0,976	4,90	96,1
1113*	Τριχλωροφθερομεθάνιο	CCl ₂ CClF ₂	-0,96	-0,48	8,02	124,9	1,69	1,09	1709	173,3	0,986	4,84	30,0
1130	Διχλωραιθυλένιο	CHCl = CHCl	-0,98	-0,55	8,42	265,8	0,79	0,63	3970	188,9	0,986	4,83	—
1120	Τριχλωραιθυλένιο	CHCl = CCl ₂	-1,02	-0,90	11,65	213,3	0,99	0,68	4321	852,9	0,994	4,82	—

* Για τα ψυκτικά μέσα 113, 114 και 115 υποτίθεται ελαφρώς υπερθερμισμός από τη σημειώση ατμός στην αναρρόφηση του συμπιεστή ώστε στην εξόδο του να προκύπτει ακριβώς

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

0.1 Γενικά	1
0.2 Τα απαιτούμενα εργαλεία στο εργαστήριο ψύξεως	1
0.3 Οδηγίες για τη σωστή και ασφαλή εκτέλεση των ασκήσεων	2

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ
ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΕΣ

ΑΣΚΗΣΗ ΠΡΩΤΗ

Το ξετύλιγμα του μαλακού χαλκοσωλήνα

1.1 Σκοπός	4
1.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	4
1.3. Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	6
1.4 Πορεία εργασίας	6

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

Το κόψιμο του χαλκοσωλήνα

2.1 Σκοπός	8
2.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	8
2.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	8
2.4 Πορεία εργασίας	10

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΤΗ

Η κάμψη των μαλακών χαλκοσωλήνων

3.1 Σκοπός	11
3.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	11
3.3 Κάμψη χαλκοσωλήνων σε 90° με ελατήρια	13
3.4 Κάμψη χαλκοσωλήνων με καμπτικό εργαλείο (κουρμπαδόρο)	14

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

Η εκχείλωση των μαλακών χαλκοσωλήνων ψύξεως

4.1 Σκοπός	17
4.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	17
4.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	18
4.4 Πορεία εργασίας	18

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΜΠΤΗ

Εκτόνωση χαλκοσωλήνων ψύξεως

5.1 Σκοπός	20
5.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	20
5.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	21
5.4 Πορεία εργασίας	21

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΣΚΗΣΗ ΕΚΤΗ

Μαλακές συγκολλήσεις χαλκοσωλήνων (Καστεροκολλήσεις)

6.1 Σκοπός	24
6.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	24
6.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	26
6.4 Πορεία εργασίας	26

ΑΣΚΗΣΗ ΕΒΔΟΜΗ

Σκληρές συγκολλήσεις χαλκοσωλήνων ψύξεως

7.1 Σκοπός	28
7.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	28
7.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά (για ασημοκόλληση)	30
7.4 Πορεία εργασίας	31

ΑΣΚΗΣΗ ΟΓΔΟΗ

Κατασκευή μικρού τμήματος σωληνώσεως ψυκτικής μηχανής

8.1 Σκοπός	34
8.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	34
8.3 Εργαλεία και υλικά	36
8.4 Πορεία εργασίας	36

ΑΣΚΗΣΗ ΕΝΑΤΗ

Κατασκευή οφιοειδούς εξατμιστή ψυκτικής μηχανής

9.1 Σκοπός	38
9.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	38
9.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	38
9.4 Πορεία εργασίας	38

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ

Κατασκευή στοιχειώδους συμπυκνωτή ψυκτικής μηχανής

10.1 Σκοπος	41
10.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	41
10.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	41
10.4 Πορεία εργασίας	41

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΨΥΞΕΩΣ

ΑΣΚΗΣΗ ΕΝΔΕΚΑΤΗ

Σύνδεση και αποσύνδεση της κάσας των μανομέτρων ή σετ μανομέτρων

11.1 Σκοπός	43
11.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	43
11.3 Απαιτούμενα όργανα και εργαλεία	49
11.4 Πορεία εργασίας	49

ΑΣΚΗΣΗ ΔΩΔΕΚΑΤΗ
Δημιουργία κενού σε ψυκτική μονάδα

12.1 Σκοπός	51
12.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	51
12.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	52
12.4 Πορεία εργασίας	53

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΤΡΙΤΗ

Φόρτιση ψυκτικής μονάδας με ψυκτικό από την πλευρά της αναρροφήσεως

13.1 Σκοπός	54
13.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	54
13.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	55
13.4 Πορεία εργασίας	56

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

Φόρτιση ψυκτικής μονάδας με ψυκτικό από την πλευρά της καταθλίψεως

14.1 Σκοπός	58
14.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	58
14.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	58
14.4 Πορεία εργασίας	59

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

Έλεγχος ικανοποιητικής φορτίσεως ψυκτικής μονάδας

15.1 Σκοπός	61
15.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	61
15.3 Έλεγχος φορτίσεως με τη ζύγιση του ψυκτικού	62
15.4 Έλεγχος φορτίσεως με τη χρησιμοποίηση δέκτη ροής	63
15.5. Έλεγχος φορτίσεως με το δείκτη στάθμης	65
15.6 Έλεγχος φορτίσεως με τη χρησιμοποίηση αμπερομέτρου	65
15.6.1 Εισαγωγικές πληροφορίες	65
15.6.2 Πορεία εργασίας	66
15.7 Έλεγχος της φορτίσεως με έλεγχο υπερθερμάνσεως	67

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΕΚΤΗ

Ανίχνευση διαρροών ψυκτικού

16.1 Σκοπός	71
16.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	71
16.3 Έλεγχος διαρροών με σαπουνοδιάλυμα	72
16.4 Έλεγχος διαρροών με λυχνία Halide (Χειλάϊντ)	72
16.5 Έλεγχος διαρροών με ηλεκτρονικό ανιχνευτή	74

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΕΒΔΟΜΗ

Συλλογή του ψυκτικού στο χώρο συμπυκνωτή - συλλέκτη

17.1 Σκοπός	76
17.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	76
17.3 Απαιτούμενα εργαλεία και συσκευές	77
17.4 Πορεία εργασίας	77

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΟΓΔΟΝΗ

Αφαίρεση του ψυκτικού ρευστού από την ψυκτική εγκατάσταση

18.1 Σκοπός	79
18.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	79



18.3 Απαιτούμενα όργανα και εργαλεία	80
18.4 Πορεία εργασίας ..!	80

ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΚΑΤΗ ΕΝΑΤΗ
Ρύθμιση αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας

19.1 Σκοπός	83
19.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	83
19.3 Ρύθμιση έξω από τη μονάδα	85
19.4 Ρύθμιση πάνω στη μονάδα	87

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ

Εύρεση και ρύθμιση της υπερθερμάνσεως θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας πάνω στη μονάδα	
20.1 Σκοπος	88
20.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	88
20.3 Εύρεση και ρύθμιση της υπερθερμάνσεως πάνω στην ψυκτική μονάδα με τη μέθοδο των δύο θερμομέτρουν	91
20.4 Εύρεση και ρύθμιση της υπερθερμάνσεως πάνω στην ψυκτική μονάδα με τη μέθοδο θερμομέτρου-μανομέτρου	92

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΠΡΩΤΗ

Εύρεση και ρύθμιση της υπερθερμάνσεως θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας έξω από τη μονάδα	
21.1 Σκοπός – Εισαγωγικές πληροφορίες	94
21.2 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	94
21.3 Πορεία εργασίας	94

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

Ρύθμιση θερμοστάτη ψυκτικής εγκαταστάσεως	
22.1 Σκοπός	96
22.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	96
22.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	98
22.4 Πορεία εργασίας	98

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΤΡΙΤΗ

Ρύθμιση πρεσοστάτη χαμηλής πίεσεως

23.1 Σκοπός	100
23.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	100
23.3 Ρύθμιση πρεσοστάτη χαμηλής πίεσεως πάνω στη μονάδα	102
23.4 Έλεγχος και ρύθμιση πρεσοστάτη χαμηλής πίεσεως έξω από τη μονάδα	103

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

Ρύθμιση του πρεσοστάτη υψηλής πίεσεως

24.1 Σκοπός	105
24.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	105
24.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	107
24.4 Πορεία εργασίας	107

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

Έλεγχος στάθμης ψυκτελαίου

25.1 Σκοπός	108
25.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	108
25.3 Έλεγχος στάθμης ψυκτελαίου σε συμπιεστές με γνάλινο δείκτη στάθμης	109
25.4 Έλεγχος στάθμης ψυκτελαίου σε συμπιεστές που φέρουν μόνο τάπα πληρώσεως	110

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΕΚΤΗ

Προσθήκη ψυκτελαίου σε συμπιεστές ψυκτικών μονάδων που φέρουν τάπα πληρώσεως

26.1 Σκοπός	112
26.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	112
26.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	113
26.4 Πορεία εργασίας	113

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΕΒΔΟΜΗ

Αντικατασταση συμπλεση που φέρει βαλβίδες εξυπηρετήσεως

27.1 Σκοπός		114
27.2 Εισαγωγικές πληροφορίες		114
27.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά		114
27.4 Ηρεμία εργασίας		114

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΟΓΔΟΗ

Αντικατάσταση φίλτρου ψυκτικής μονάδας

28.1 Σκοπός		117
28.2 Εισαγωγικές πληροφορίες		117
28.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά		119
28.4 Πορεία εργασίας		119

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΟΓΔΟΗ α

Αντικατάσταση του φρέον12 με το νέο ψυκτικό R134a

28a.1 Σκοπός		121
28a.2 Εισαγωγικές πληροφορίες		121
28a.3 Απαιτούμενα εργαλεία - υλικά		122
28a.4 Πορεία εργασίας		122

ΑΣΚΗΣΗ ΕΙΚΟΣΤΗ ΕΝΑΤΗ

29.1 Σκοπός		123
29.2 Εισαγωγικές πληροφορίες		123
29.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά		125
29.4 Ηρεμία εργασίας		126

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ

Χάραξη του κύκλου ψύξεως με συμπίεση ατμών στο διάγραμμα p-h (διάγραμμα mollier)

30.1 Σκοπός		129
30.2 Εισαγωγικές πληροφορίες		129
30.3 Απαιτούμενες συσκευές, όργανα, εργαλεία και υλικά		133
30.4 Ηρεμία εργασίας		133

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΠΡΩΤΗ

Εύρεση της λανθάνουσας θερμότητας ατμοποιήσεως (ΑΘΑ) του καθαρού ψυκτικού αποτελέσματος (ΚΨΑ) και του βάρους του κυκλοφορούντος ψυκτικού (ΒΚΨ)

31.1 Σκοπός		135
31.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και συσκευές		139
31.4 Πορεία εργασίας		141

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

Εύρεση της θερμότητας συμπλέσεως και της ισχύος συμπλέσεως ψυκτικής μονάδας

32.1 Σκοπός		142
32.2 Εισαγωγικές πληροφορίες		142
32.3 Απαιτούμενες συσκευές, όργανα και υλικά		143
32.4 Ηρεμία εργασίας		143

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΤΡΙΤΗ

Εύρεση της θερμότητας που αφαιρείται από το συμπλικνωτή (ικανότητα του συμπλικνωτή)

33.1 Σκοπός		145
33.2 Εισαγωγικές πληροφορίες		145
33.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά		147
33.4 Ηρεμία εργασίας		147

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

Βλάβες οικιακών ψυγείων

34.1 Σκοπός		148
-------------------	--	-----

34.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	148
34.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά	150
34.4 Πορεία εργασίας	151

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

Τοποθέτηση καυστήρα πετρελαίου σε λέβητα κεντρικής θερμάνσεως

35.1 Σκοπός	156
35.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	156
35.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά	158
35.4 Πορεία εργασίας	159

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΕΚΤΗ

Ρύθμιση πίεσεως πετρελαίου σε καυστήρα διασκορπισμού

36.1 Σκοπός	163
36.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	163
36.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	168
36.4 Πορεία εργασίας	169

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΕΒΔΟΜΗ

Έλεγχος και ρύθμιση των ηλεκτροδίων αναφλέξων του καυστήρα

37.1 Σκοπός	170
37.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	170
37.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά	172
37.4 Πορεία εργασίας	172

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΟΓΔΟΗ

Αντικατάσταση ακροφυσίου (μπεκ) του καυστήρα

38.1 Σκοπός	175
38.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	175
38.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά	177
38.4 Πορεία εργασίας	178

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΑΚΟΣΤΗ ΕΝΑΤΗ

Ηλεκτρική συνδεσμολογία του καυστήρα λέβητα κεντρικής θερμάνσεως

39.1 Σκοπός	181
39.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	181
39.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά	185
39.4 Πορεία εργασίας	186

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ

Ηλεκτρική συνδεσμολογία του κυκλοφορητή

40.1 Σκοπός	189
40.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	189
40.3 Απαιτούμενες συσκευές, όργανα και εργαλεία	192
40.4 Πορεία εργασίας	192

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΠΡΩΤΗ

Μέτρηση ελικυσμού καπνοδόχου κεντρικής θερμάνσεως

41.1 Σκοπός	195
41.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	195
41.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά	197
41.4 Πορεία εργασίας	197

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

Μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων

42.1 Σκοπός	201
42.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	201
42.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά	202
42.4 Πορεία εργασίας	202

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΤΡΙΤΗ
Έλεγχος ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που περιέχεται στα καυσαέρια

43.1 Σκοπός	204
43.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	204
43.3 Απαιτούμενα όργανα και υλικά	206
43.4 Πορεία εργασίας	206

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

Έλεγχος των καυσαέριων για παρουσία μονοξιδίου του άνθρακα (CO)

44.1 Σκοπός	209
44.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	209
44.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και συσκευές	211
44.4 Πορεία εργασίας	211

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

Έλεγχος καυσαέριων για αιθάλη

45.1 Σκοπός	213
45.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	213
45.3 Απαιτούμενα εργαλεία και υλικά	214
45.4 Πορεία εργασίας	215

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΕΚΤΗ

Μέτρηση βαθμού αποδόσεως του συστήματος καυστήρα - λέβητα

46.1 Σκοπός	216
46.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	216
46.3 Απαιτούμενα όργανα και εργαλεία	218
46.4 Πορεία εργασίας	218

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΕΒΔΟΜΗ

Εύρεση των ψυχρομετρικών στοιχείων του αέρα

47.1 Σκοπός	220
47.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	220
47.3 Απαιτούμενα όργανα και υλικά	223
47.4 Πορεία εργασίας	223

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΟΓΔΟΗ

Μέτρηση της ταχύτητας και της παροχής του αέρα σε ιαραγωγό

48.1 Σκοπός	225
48.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	225
48.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και συσκευές	228
48.4 Πορεία εργασίας	229

ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΗ ΕΝΑΤΗ

Θέρμανση του αέρα με σταθερή την υγρασία (αισθητή υγρασία)

49.1 Σκοπός	230
49.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	230
49.3 Απαιτούμενα όργανα και συσκευές	232
49.4 Πορεία εργασίας	233

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ

Θέρμανση του αέρα με ύγρανση

48.1 Σκοπός	235
48.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	235
48.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και συσκευές	236
48.4 Πορεία εργασίας	239

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ ΠΡΩΤΗ

Ψύξη του αέρα με σταθερή την αιδική υγρασία (αισθητή ψύξη)

51.1 Σκοπός	240
-------------------	-----



51.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	240
51.3 Απαιτούμενα όργανα και συσκευές	241
51.4 Πορεία εργασίας	243

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

Ψύξη του αέρα με αφύγρανση

52.1 Σκοπός	245
52.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	245
52.3 Απαιτούμενα όργανα και συσκευές	246
52.4 Πορεία εργασίας	246

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ ΤΡΙΤΗ

Εύρεση της ψυκτικής ικανότητας κλιματιστικής μονάδας παράθυρου

53.1 Σκοπός	249
53.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	249
53.3 Υπολογίζοντας την ικανότητα του ψυκτικού στοιχείου	250
53.4 Αφαιρώντας την ηλεκτρική ισχύ που απορροφάει ο συμπιεστής, από την ικανότητα του συμπυκνωτή	252
53.5 Με τη βοήθεια του διαγράμματος Mollier	255

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

Εγκατάσταση κλιματιστικής μονάδας τοίχου

54.1 Σκοπός	262
54.2 Εισαγωγικές πληροφορίες	262
54.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά	264
54.4 Πορεία εργασίας	265

ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΣΤΗ ΠΕΜΠΤΗ

Εγκατάσταση διαιρούμενης κλιματιστικής μονάδας

55.1 Σκοπός	267
55.2. Εισαγωγικές πληροφορίες	268
55.3 Απαιτούμενα όργανα, εργαλεία και υλικά	269
55.4 Πορεία εργασίας	270

Χρήσιμοι πίνακες και διαγράμματα για τη διεξαγωγή των ασκήσεων 272