

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ Ι



Ενέργεια 2.3.2: «Ανάπτυξη των Τ.Ε.Ε. και Σ.Ε.Κ.»

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ:

Σταμάτης Αλαχιώτης

*Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών
Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

Έργο:

«Βιβλία Τ.Ε.Ε.»

– Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:

Γεώργιος Βούτσινος

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

– Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα

Δαφέρμος Ολύμπιος

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ Ι

ΜΙΧΑΛΗΣ ΒΡΑΧΟΠΟΥΛΟΣ ΜΑΡΚΟΣ ΛΙΓΝΟΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΡΜΑΛΗΣ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

1ος Κύκλος Τάξη Β'

Ειδικότητα: *Ψυκτικών Εγκαταστάσεων και Κλιματισμού*

ΤΟΜΕΑΣ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

- Βραχόπουλος Μιχάλης, Μηχανολόγος Μηχανικός, Καθηγητής ΤΕΙ Χαλκίδας
- Λιγνός Μάρκος, Μηχανολόγος Μηχανικός, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
- Κάρμαλης Ιωάννης, Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Εκπαιδευτικός Τ.Ε.Ι. Κοζάνης

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ

- Ροζάκος Νικόλαος, Μηχανολόγος Μηχανικός

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ

- Χατζηθασιλειάδης Ιωάννης, Μηχανολόγος Μηχανικός,
- Σόβολος Σπύρος, Μηχανολόγος Μηχανικός, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης
- Εμμανουήλ Χρήστος, Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

- Λαμπάκη - Κόλια Αικατερίνη

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- Δημητρέλου Κωνσταντίνα

ATELIER

- COSMOSWARE

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα
Δαφέρμος Ολύμπιος
Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγγραφή ενός βιβλίου με θέμα τις εγκαταστάσεις ψύξης και τη λειτουργία τους, ιδιαίτερα δε ενός βιβλίου αυτού του είδους που θα εισαγάγει για πρώτη φορά τους μαθητές των ΤΕΕ στο μεγάλο χώρο της βιομηχανίας της ψύξης, αποτελεί αρκετά δύσκολο εγχείρημα. Η δυσκολία αυτή γίνεται ακόμη μεγαλύτερη, αν αναλογισθεί κανείς την έλλειψη επαρκούς ελληνικής βιβλιογραφίας, η οποία να βοηθά πραγματικά τους νεαρούς μαθητές να εξοικειωθούν αφενός με τις χρησιμοποιούμενες συσκευές και τα μηχανήματα και αφετέρου να κατανοήσουν τις θεωρητικές αρχές με βάση τις οποίες λειτουργούν αυτά.

Στην προσπάθειά μας να παρουσιάσουμε το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα είχαμε πάντοτε κατά νου τις ανάγκες, αλλά και το επίπεδο γνώσεων των μαθητών, χωρίς όμως αυτό να αποβεί σε βάρος της ποιότητας του βιβλίου. Έτσι, η ανάπτυξη των θεμάτων είναι τέτοια που να απευθύνεται όχι μόνο σε άτομα, τα οποία θα ήθελαν απλώς να γίνουν τεχνίτες των εγκαταστάσεων ψύξης, αλλά και σε εκείνα που θα επιθυμούσαν να προχωρήσουν σε μεγαλύτερη εμβάθυνση των αρχών λειτουργίας των μηχανημάτων, καθώς και των βασικών αρχών της μετάδοσης θερμότητας. Ωστόσο, η αναφερόμενη ανάπτυξη έγινε λαμβάνοντας υπόψη, όσο είναι δυνατόν, πως οι μαθητές έχουν πλήρη άγνοια από οποιαδήποτε εγκατάσταση ψύξης.

Επίσης, θα πρέπει να τονισθεί ότι, παρά τη λεπτομερή επεξήγηση του ψυκτικού κύκλου (Κεφάλαιο 3), απαιτούνται οι ελάχιστες δυνατές αλγεβρικές γνώσεις και δεν χρειάζεται σοβαρό υπόβαθρο στη φυσική και στη θερμοδυναμική. Σε ολόκληρο το κείμενο δόθηκε έμφαση στην περιγραφή και στη λειτουργία των συσκευών και των μηχανημάτων των εγκαταστάσεων (π.χ. του οικιακού ψυγείου ή του μικρού επαγγελματικού καταψύκτη) τόσο ξεχωριστά, όσο και σε σύνδεση μεταξύ τους, καθώς και στο πώς μια μεταβολή των συνθηκών λειτουργίας της μιας συσκευής επη-

ρεάζει τη λειτουργία της άλλης. Περαιτέρω, όσον αφορά στις αναφερόμενες συσκευές, έγινε προσπάθεια να εξηγηθεί η λειτουργία τους με βάση τις θεμελιώδεις αρχές της μετάδοσης θερμότητας και όχι αυθαίρετα. Έτσι, για παράδειγμα, οι ατμοποιητές (εξατμιστές) και οι συμπυκνωτές παρουσιάζονται ως εναλλάκτες θερμότητας και δίνονται τα αντίστοιχα απλά παραδείγματα μετάδοσης θερμότητας. Τέλος, χρησιμοποιήσαμε σχεδόν αποκλειστικά τις μονάδες του διεθνούς συστήματος (S I), αλλά δώσαμε επίσης ορισμένες μονάδες του αμερικάνικου συστήματος, οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην ελληνική αγορά και θεωρήσαμε ότι πρέπει να τις γνωρίζουν οι μαθητές.

Ελπίζουμε ότι το παρόν θα συμβάλει στην αποτελεσματική διδασκαλία του τόσο ενδιαφέροντος αλλά και απαιτητικού μαθήματος, σε συνδυασμό και με τον εργαστηριακό οδηγό.

Στο κεφάλαιο 1 αναπτύσσονται οι βασικές έννοιες της ψύξης και δίνονται όσο το δυνατό περισσότερες από τις εφαρμογές της.

Στο κεφάλαιο 2 αναπτύσσεται η γενική δομή των οικιακών ψυγείων, των μικρών καταψυκτών και των μικρών επαγγελματικών ψυγείων με τη βοήθεια πολλών διευκρινιστικών σχημάτων, ώστε ο μαθητής να αποκτήσει επαρκείς γνώσεις για τη δομή τους.

Στο κεφάλαιο 3 αναπτύσσεται η λειτουργία της ψυκτικής διάταξης με συμπίεση ατμών ψυκτικού μέσου, καθώς και οι ιδιότητες και η χρήση των ψυκτικών μέσων. Δίνεται έμφαση στα νέα ψυκτικά μέσα, καθώς και στην ανακύκλωση των παλαιών.

Στο κεφάλαιο 4 αναπτύσσονται τα βασικά λειτουργικά μέρη των ψυκτικών συσκευών που χρησιμοποιούνται τόσο στην οικιακή, όσο και στη μικρή επαγγελματική ψύξη.

Στο κεφάλαιο 5 δίνεται η λεπτομερής δομή ειδικά του μικρού καταψυκτη και στο κεφάλαιο 6η δομή του μικρού επαγγελματικού ψυγείου.

Στο κεφάλαιο 7 περιγράφεται η ψύξη με απορρόφηση και δίνονται οι βασικές εφαρμογές της περιληπτικά.

Τέλος, στο κεφάλαιο 8 παραθέτουμε πίνακες με τις βασικές μονάδες που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία ψύξης, όπως και χρήσιμα παραδείγματα μετατροπών.

Ιούνιος 2001

Βραχόπουλος Μιχαήλ
Κάρμαλης Ιωάννης
Λιγνός Μάρκος

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΨΥΞΗΣ

- 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΨΥΞΗΣ
- 1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- 1.3 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΥΞΗΣ
- 1.4 ΕΙΔΗ ΨΥΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΨΥΚΤΩΝ



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να καταλάβουν οι μαθητές τι εννοούμε με τον όρο ψύξη και να αναφέρουν μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα δημιουργίας ψύξης.
- ✓ Να γνωρίζουν οι μαθητές τους σημαντικότερους σταθμούς στην εξέλιξη της βιομηχανίας της ψύξης, τους σπουδαιότερους μηχανικούς που συνέβαλαν στην εξέλιξή της, την επίδραση των ψυκτικών ρευστών στο περιβάλλον και τη σημασία της τεχνολογίας της ψύξης στο σημερινό κόσμο.
- ✓ Να αναφέρουν οι μαθητές τις βασικές εφαρμογές της ψύξης για τη δημιουργία συνθηκών άνεσης.
- ✓ Να αναφέρουν οι μαθητές τις σπουδαιότερες εφαρμογές της τεχνολογίας της ψύξης στον βιομηχανικό κλιματισμό.
- ✓ Να γνωρίζουν οι μαθητές τις βασικές εγκαταστάσεις βιομηχανικής ψύξης.
- ✓ Να μπορούν να αναφέρουν τα κυριότερα είδη ψυγείων και καταψυκτών και να γνωρίζουν τις χρήσεις τους.

1.1 Εισαγωγή - Η έννοια της ψύξης

Με τον όρο ψύξη ή ψύχος γενικά χαρακτηρίζεται η δημιουργία χαμηλών θερμοκρασιών. Για να δημιουργηθούν όμως αυτές οι χαμηλές θερμοκρασίες είναι απαραίτητη η αφαίρεση θερμότητας. Η διαδικασία αυτή απαιτεί ένα σύνολο μηχανισμών και συσκευών που σήμερα αποτελούν την τεχνολογία ψύξης.

Το ψύχος δεν είναι μορφή ενέργειας αλλά η αίσθηση που δημιουργείται με την απορρόφηση θερμότητας.

Η τεχνολογία ψύξης σήμερα έχει πολλές εφαρμογές. Η πρώτη και η κυριότερη μέχρι σήμερα εφαρμογή της είναι η διατήρηση τροφίμων. Χρησιμοποιείται επίσης στην ψύξη και στον κλιματισμό κτιρίων, όπου επιτυγχάνεται η απαραίτητη θέρμανση ή ψύξη και η κατάλληλη υγρανση (ρύθμιση της σχετικής υγρασίας) του χώρου.

Αν ρίξουμε στο χέρι μας λίγο οινόπνευμα, θα παρατηρήσουμε ότι αυτό στη θερμοκρασία του δωματίου (20°C) ή του χεριού μας (36°C) εξατμίζεται και εξατμιζόμενο ψύχει το χέρι μας. Με άλλα λόγια, η παλάμη μας θερμαίνει τη μάζα του οινόπνευματος και αυτό εξατμίζεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 20°C .

Γιατί όμως το οινόπνευμα εξατμίζεται;

Το φαινόμενο της εξάτμισης σε θερμοκρασία 20°C είναι χαρακτηριστικό των διαφόρων πτητικών υγρών, συνδυασμένο άμεσα με την πίεση που επικρατεί στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

Το νερό δεν εξατμίζεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (δεν είναι πτητικό) σε αντίθεση με το οινόπνευμα, αιθέρα κ.λπ. που εξατμίζονται. Για το λόγο αυτό το νερό πρέπει να θερμανθεί στους 100°C , όπου για πίεση 1atm αρχίζει η εξάτμισή του (βρασμός). Για να εξατμιστεί το νερό στους 20°C πρέπει να δημιουργηθεί στην ελεύθερη επιφάνειά του πολύ μικρή πίεση, μικρότερη από την ατμοσφαιρική.

Γνωρίζουμε ότι το νερό, όπως και κάθε υγρό, έχει μια χαρακτηριστική καμπύλη κορεσμένων ατμών, που συχνά παρουσιάζεται σε άξονες P_s - T (λογαριθμική κλίμακα πιέσεων - σχήμα 1.1.1). Παρατηρείται από την καμπύλη ότι για να εξατμιστεί το νερό στους 20°C χρειάζεται να εφαρμοστεί πίεση $13,6\text{ mbar}$ στην ελεύθερη επιφάνειά του. Παρατηρείται επίσης, ότι το νερό στα 1013 mbar (ατμοσφαιρική πίεση) χρειάζεται να θερμανθεί στους 100°C .

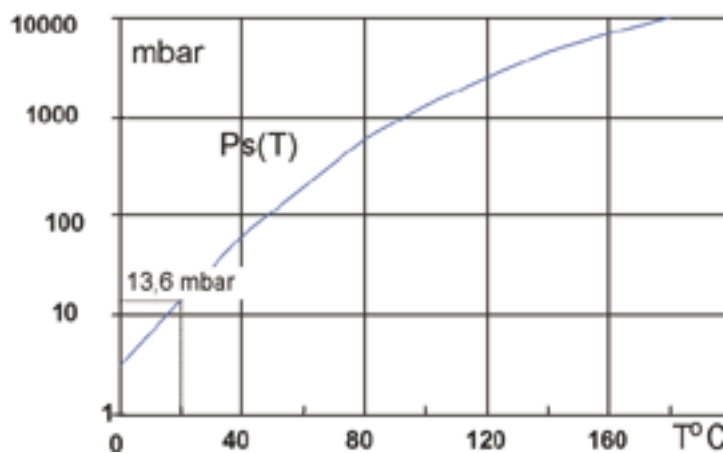
Για να εξατμιστεί μια ποσότητα οινόπνευματος (m) χρειάζεται να προσφερθεί ποσό θερμότητας $Q (= m \cdot q_L)$, όπου q_L είναι η λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης του οινόπνευματος. Αυτή η σχέση ισχύει για κάθε υγρό. Η θερμότητα που απορροφά το οινόπνευμα από την παλάμη έχει ως αποτέλεσμα να ψύξει την παλάμη και να θερμάνει το οινόπνευμα. Γενικά, θέρμανση σημαίνει ψύξη της πηγής θερμότητας.

Δεν υπάρχει θέρμανση χωρίς ψύξη και το αντίστροφο. Για να εξατμιστεί ποσότητα υγρού απαιτούνται δύο συνθήκες:

1. Ο συνδυασμός πίεσης και θερμοκρασίας να ανήκει στην καμπύλη P_s-T του υγρού που πρόκειται να ατμοποιηθεί.
2. Να προσφερθεί θερμότητα Q στο υγρό $Q=m \cdot q_L$.

Το καλοκαίρι παρατηρείται το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού χωρίς αυτό να θερμαίνεται στους 100°C , όπως δείχνει η καμπύλη του σχήματος 1.1.1, παρόλο που η πίεση που επικρατεί στην επιφάνειά του είναι 1atm . και είναι κάτι που θα μπορούσε από πρώτη άποψη να θεωρηθεί παράδοξο.

Γιατί;



Σχήμα 1.1.1 “Καμπύλη ισορροπίας υγρής και αέριας φάσης για νερό”

Απάντηση: Αυτό συμβαίνει, γιατί στην πραγματικότητα η πίεση, που καθορίζει τη θερμοκρασία εξάτμισης T , είναι η μερική πίεση των ατμών του νερού που πιέζει την ελεύθερη επιφάνειά του και όχι η ολική πίεση των ατμοσφαιρικών αερίων που βρίσκονται πάνω από την ε-

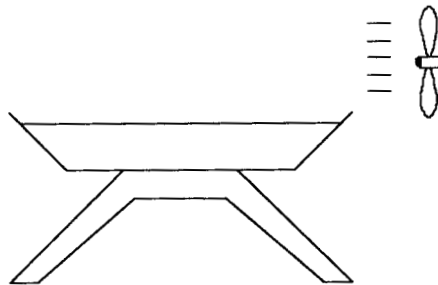
λεύθερη επιφάνεια. Η 1atm είναι η ολική πίεση των αερίων πάνω από το νερό. Η μερική πίεση των υδρατμών όμως είναι συνάρτηση της περιεκτικότητάς τους στην ατμόσφαιρα, και είναι κατά πολύ μικρότερη από 1atm . Το καλοκαίρι φτάνει τα 60 mbar για παράδειγμα. Για το λόγο αυτό, το νερό μπορεί να εξατμιστεί ακόμα και στους 30°C . Η θερμοκρασία των 30°C εμφανίζεται πολύ συχνά το καλοκαίρι, αν μάλιστα το δοχείο βρίσκεται εκτεθειμένο στον ήλιο. Από το διάγραμμα του σχήματος 1.1.1 βρίσκεται ότι για θερμοκρασία 30°C αναπτύσσεται πίεση ατμών $20,6\text{ mbar}$.

Π. Χ. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2ο

Για να κρυώσει ο καφές τον φυσάμε. **Γιατί;**

Απάντηση: Πράγματι, με βάση αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, ο ζεστός καφές αναδίδει ατμούς νερού, που λόγω βάρους κάθονται στην επιφάνεια του καφέ και δημιουργούν μια κορεσμένη ατμόσφαιρα υδρατμών με πίεση 1atm . Αυτό το στρώμα εμποδίζει την παραπέρα εξάτμιση του καφέ (και φυσικά την ψύξη του), αφού αυτός δε βρίσκεται σε θερμοκρασία 100°C που χρειάζεται για να βράσει το νερό. Με το φύσημα διώχνουμε το στρώμα των υδρατμών και μειώνεται η πίεση ατμών στην επιφάνεια του καφέ, με αποτέλεσμα να εξατμίζεται και φυσικά να ψύχεται.

Π. Χ. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3ο

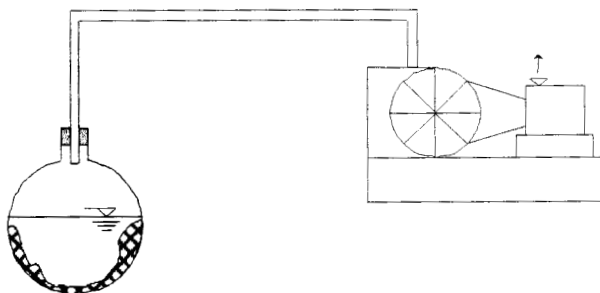


Σχήμα 1.1.2 “Φυσικός κλιματισμός (απλή μορφή)”

Μια πρακτική, απλή κλιματιστική διάταξη για τον κλιματισμό δωματίου βασίζεται στο προηγούμενο παράδειγμα με τον καφέ. Ανεμιστήρας τοποθετείται με τρόπο (βλέπε σχήμα 1.1.2) ώστε να φυσά πάνω από δοχείο νερού και να διώχνει τους υδρατμούς πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η τάση των ατμών και φυσικά η θερμοκρασία εξάτμισης του νερού. Το νερό, για να εξατμιστεί, απορροφά θερμότητα Q από τον αέρα που το περιβάλλει και έτσι κλιματίζεται το δωμάτιο.

Π. Χ. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ-ΠΕΙΡΑΜΑ 4ο

Στην πειραματική διάταξη του σχήματος 1.1.3, υπάρχει μία αντλία κενού που αναρροφά συνέχεια τους υδρατμούς του νερού μέσα από τη μονωμένη φιάλη (No 1). Σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, η υποπίεση που δημιουργεί η αντλία κενού είναι ίση με την πίεση ατμών στη θερμοκρασία της μάζας του νερού. Αυτή είναι φυσικά στο ξεκίνημα και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου π.χ. 20°C . Το νερό αρχίζει να εξατμίζεται, επειδή στην επιφάνειά του ασκείται πίεση ίση με την πίεση των ατμών του. Για να εξατμιστεί το νερό χρειάζεται επίσης και προσφορά θερμότητας από κάποια πηγή, που στην περίπτωση αυτή είναι τμήμα της ενέργειας που έχει το νερό, με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του, λόγω του μονωμένου δοχείου που δεν επιτρέπει τη διείσδυση θερμότητας από τον περιβάλλοντα χώρο. Αυτό το φαινόμενο της θερμικής ασφυξίας που δημιουργήθηκε στο νερό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πάγου.



Σχήμα 1.1.3 “Παραγωγή πάγου με χρήση αντλίας κενού”

Π.Χ. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5ο

Από την καθημερινή μας εμπειρία γνωρίζουμε ότι αν αφήσουμε φρούτα ή λαχανικά στο χώρο της κουζίνας, τότε αυτά πολύ σύντομα θα αρχίσουν να σαπίζουν ή να μουχλιάζουν. Αυτό συμβαίνει, διότι τα φρούτα ή τα λαχανικά εξακολουθούν να αναπνέουν ακόμη και μετά το κόψιμό τους. Όταν λοιπόν παραμείνουν στον αέρα της κουζίνας, ο οποίος έχει σχετικά υψηλή θερμοκρασία (π.χ. πάνω από 20 °C), τότε πραγματοποιούνται στο εσωτερικό τους χημικές αντιδράσεις, οι οποίες προκαλούν το σάπισμά τους. Αν όμως βάλουμε τα φρούτα στο ψυγείο, αρχίζουν να ψύχονται (να χάνουν θερμότητα), επειδή ακριβώς ο αέρας του ψυγείου είναι ψυχρότερος από τα φρούτα ή τα λαχανικά. Κατά συνέπεια, ελαττώνεται η θερμοκρασία τους, οπότε ελαττώνονται ή μηδενίζονται οι χημικές αντιδράσεις στο εσωτερικό τους και έτσι διατηρούνται φρέσκα.

Μέθοδοι παραγωγής ψύχους

Στη θερμοδυναμική, με την έννοια ψύξη εννοείται η μεταφορά θερμότητας από θερμοδοχείο με χαμηλή θερμοκρασία σε άλλο όπου επικρατεί υψηλότερη. Η μεταφορά αυτή της θερμότητας είναι αδύνατον να γίνει μόνη της, σύμφωνα με το 2ο Θερμοδυναμικό αξίωμα και για την επίτευξή της πρέπει να δοθεί έργο. Έτσι, ως ψύξη χώρου εννοείται η “άντληση” θερμότητας από το χώρο και η απόρριψή της σε χώρο με υψηλότερη θερμοκρασία. Αν η όλη αυτή διαδικασία γίνει με χρήση μηχανικού έργου, τότε πρόκειται για ψυκτική μηχανή στην οποία προσφέρεται μηχανικό έργο W για την άντληση θερμότητας από το ψυχρότερο θερμοδοχείο προς το θερμότερο.

Η θερμότητα είναι μία “κρυφή” μορφή ενέργειας, η οποία φανερώνεται από τα αποτελέσματα που προκαλεί κατά τη μεταφορά της από ένα θερμό σώμα προς ένα ψυχρότερο. Για παράδειγμα, ο αέρας ενός δωματίου περιέχει θερμότητα, την οποία αντιλαμβανόμαστε όμως μόνο όταν αφήσουμε λ.χ. ένα παγάκι να λιώσει. Επειδή η θερμότητα είναι ενέργεια, μετريέται όπως και οι άλλες μορφές ενέργειας σε Joule (J) ή kJ, όπου $1\text{kJ}=1000\text{ J}$. Παλαιότερα η θερμότητα μετριόταν σε cal(θερμίδες) ή kcal($1\text{kcal}=1000\text{ cal}$), όπου $1\text{kcal}=4,19\text{ kJ}$, ενώ στις αγγλοσαξονικές χώρες εξακολουθούν να τη μετρούν σε Btu, όπου $1\text{Btu}=1055\text{ J}$.

Ο όρος “κλιματισμός” (Air Conditioning) ανήκει στον Stuart W. Cramer, ο οποίος τον χρησιμοποίησε το 1907 σε μια διάλεξή του για τον έλεγχο της υγρασίας στην υφαντουργία. Το 1911 τέθηκαν οι επιστημονικές βάσεις του κλιματισμού, όταν ο Willis Carrier δημοσίευσε τα αποτελέσματα σχετικών πολυετών ερευνών του.

Ορόσημο στην ιστορία του κλιματισμού αποτελεί ο πρώτος παγκόσμιος πόλεμος. Μετά τη λήξη του, η έρευνα στον τομέα αυτό πήρε σε πολλές χώρες και κυρίως στις Η.Π.Α., τη Μεγάλη Βρετανία, τη Γερμανία, τη Σουηδία και τη Γαλλία μεγάλες διαστάσεις. Οι πρώτες εφαρμογές του κλιματισμού εξυπηρετούσαν τη βιομηχανία. Ο κλιματισμός για την άνεση του ανθρώπου άρχισε να αναπτύσσεται μετά το 1920 και αφορούσε κυρίως τα μεγάλα καταστήματα, θέατρα και κτίρια γραφείων. Στα χρόνια που ακολούθησαν, ο κλιματισμός βοηθούμενος και από την αλματώδη αύξηση της ανοικοδόμησης γνώρισε μεγάλη εφαρμογή.

Οι σημερινές συνθήκες διαβίωσης, ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα, έχουν καθιερώσει την παρουσία και λειτουργία κατάλληλων διατάξεων που διαμορφώνουν τις απαραίτητες συνθήκες άνεσης. Τα συστήματα ψύξης αποτελούν σημαντικό μέρος των διατάξεων αυτών και η καθιέρωσή τους έχει αναμφισβήτητες επιπτώσεις στο παγκόσμιο περιβάλλον.

Οι βασικοί συντελεστές των εφαρμογών ψύξης που επηρεάζουν σημαντικά το περιβάλλον παρουσιάζονται παρακάτω.

Οι πρώτες παρατηρήσεις με οικολογική βαρύτητα αφορούν την εξέλιξη των μεγεθών του παγκόσμιου πληθυσμού, την εξέλιξη της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα του πλανήτη και την εξέλιξη αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του. Ο ρυθμός αύξησης της μέσης θερμοκρασίας εμφανίζεται με σημαντικές αυξητικές τάσεις, ενώ οι προβλέψεις για τα επόμενα 50 χρόνια είναι ιδιαίτερα ανησυχητικές και οφείλονται σε μεγάλο ποσοστό στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Δύο είναι οι συνιστώσες που επηρεάζουν άμεσα το περιβάλλον από τη συνεχή εξάπλωση των συστημάτων ψύξης. Η πρώτη αφορά την καταστροφή της στιβάδας του όζοντος και η δεύτερη το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Αναφορικά με την πρώτη συνιστώσα, οι επιδράσεις των ψυκτικών, ρευστών, που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα, αναμφίβολα είχαν σημαντικές επιδράσεις στο φαινόμενο αυτό.

Έχει παρατηρηθεί ότι, κατά τις στιγμές της μεταβολής της κατάστασης σώματος από στερεό σε υγρό ή από υγρό σε αέριο και αντίστροφα, για έ-

να χρονικό διάστημα η θερμοκρασία της μεταβολής της κατάστασης παραμένει σταθερή, ενώ ένα ποσό θερμότητας δίνεται στο σώμα (κατά την τήξη ή εξαέρωση) ή αφαιρείται (εκλύεται) κατά την πήξη ή συμπύκνωση, χωρίς αυτό να μεταβάλλει τη θερμοκρασία του. Η ποσότητα αυτή της θερμότητας που συντελεί στη μεταβολή της κατάστασης του σώματος χωρίς καμιά μεταβολή της θερμοκρασίας του λέγεται «**Λανθάνουσα θερμότητα**». Π.χ., για το νερό η λανθάνουσα θερμότητα (που μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία και την πίεση) τήξης ή πήξης στους 273,13K (= 32°F= 0°C) είναι 334kJ/kg (=143 Btu/lb) και η λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης ή συμπύκνωσης του νερού είναι 2258 kJ/kg (=970,4 Btu/kg) στους 373,13K (=212°F=100°C), σε κανονικές συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης.

Στην τεχνολογία ψύξης γίνεται εκμετάλλευση αυτού του φαινομένου για την επίτευξη χαμηλών θερμοκρασιών. Όπως όταν ο πάγος λιώνει, αν και η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή, εξακολουθεί να απορροφά θερμότητα. Επίσης, όταν ένα υγρό ατμοποιείται, τότε η θερμότητα που χρειάζεται είναι αρκετά υψηλή και την παίρνει από το γύρω χώρο. Αυτή η αρχή χρησιμοποιείται στα ψυγεία.

Η θερμοκρασία στην οποία γίνεται η μεταβολή της κατάστασης του σώματος είναι συνάρτηση της πίεσης. Μεγαλύτερη πίεση απαιτεί μεγαλύτερη θερμοκρασία. Αντίστοιχα, στα νέου τύπου ψυγεία και στις κλιματιστικές συσκευές το ψυκτικό υγρό οδηγείται στον ατμοποιητή, όπου εξαερώνεται σε χαμηλή πίεση και κατά συνέπεια απορροφά αρκετή θερμότητα από το γύρω χώρο. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ψύχος.

1.2 Ιστορικά στοιχεία

Η ψύξη ήταν πάντοτε απαραίτητη στη ζωή του ανθρώπου. Η βασική και θεμελιώδης χρήση της ψύξης ήταν η συντήρηση των τροφίμων. Πράγματι, ήδη από το 1200 π.Χ. οι Κινέζοι παρατήρησαν ότι τα τρόφιμα και τα κρασιά διατηρούνταν καλύτερα μέσα σε πάγο. Αργότερα, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι σκέφθηκαν πως θα πρέπει ο πάγος να διατηρείται όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα είναι δυνατόν. Έτσι, έβαζαν τον πάγο σε ειδικούς χώρους που τους σκέπαζαν με ψάθες ή άλλα υλικά, τα οποία δεν επέτρεπαν στη θερμότητα να περνά μέσα στο χώρο και να λιώνει τον πάγο. Τα υ-

λικά αυτά ονομάστηκαν μονωτικά και σήμερα αποτελούν βασικό τομέα της βιομηχανίας της ψύξης.

Αργότερα (17ος, 18ος αιώνας) χρησιμοποιήθηκε και πάλι ο φυσικός πάγος από τα βουνά και τις λίμνες. Ο πάγος αποθηκευόταν το χειμώνα μέσα στη γη, ώστε να χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Το πρώτο μεγάλο βήμα προόδου έγινε όταν οι μηχανικοί κατόρθωσαν να παραγάγουν πάγο με τεχνητό τρόπο. Αυτό πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1858, όταν ο Γάλλος μηχανικός Carr κατασκεύασε ένα ψυγείο για παγάκια, του οποίου η λειτουργία βασιζόταν στη συμπίεση των ατμών της αμμωνίας με ένα συμπιεστή (compressor, κομπρεσέρ). Στη συνέχεια, η υγρή αμμωνία εξατμιζόταν μέσα σε μια συσκευή που ονομάζεται εξατμιστής.

Ένα δεύτερο μεγάλο βήμα έγινε με την κατασκευή του οικιακού ψυγείου (1918). Η πρώτη εταιρεία που κατασκεύασε ψυγείο για σπίτια ήταν η Αμερικάνικη Kelvinator. Το σπουδαίο επίτευγμα εκείνου του ψυγείου ήταν ότι ο συμπιεστής του λειτουργούσε με το ηλεκτρικό ρεύμα του δικτύου μέσω ηλεκτροκινητήρα μικρής ισχύος (μικρότερη από 1 HP). Έτσι, άνοιξε ένα μεγάλο κεφάλαιο για τη βιομηχανία της ψύξης, η οποία αναπτύχθηκε τόσο ραγδαία, ώστε μετά από δέκα περίπου χρόνια να πωλούνται 800.000 ψυγεία περίπου κάθε χρόνο στις Η.Π.Α.

Την ίδια εποχή (δεκαετία 1920-30) κατασκευάστηκαν οι πρώτοι ψυκτικοί θάλαμοι για παγωτά (καταψύκτες), οι οποίοι διέθεταν συμπιεστή και συμπυκνωτή, δηλ. μία συσκευή όπου το αέριο ψυκτικό μέσο αλλάζει φάση και μετατρέπεται σε υγρό. Η κατασκευή αυτή υλοποιήθηκε από το μηχανικό Nzer.

Ακόμη, ένας σημαντικός σταθμός στη βιομηχανία της ψύξης ήταν η ανακάλυψη των λεγομένων τότε ασφαλών ψυκτικών μέσων, τα οποία είχαν εξαιρετικά καλές θερμοδυναμικές ιδιότητες, δεν ήταν τοξικά και δεν αναφλέγονταν. Τα ψυκτικά αυτά μέσα ονομάζονται χλωροφθοράνθρακες, επειδή στο μόριό τους έχουν άνθρακα C, φθόριο F και χλώριο Cl. Το πρώτο ψυκτικό μέσο που ανακαλύφθηκε (1931) ήταν το R-12, δηλ. το διχλωροδιφθορο-μεθάνιο (CCl_2F_2), το οποίο χρησιμοποιήθηκε πολύ στα ψυγεία και στους καταψύκτες, αντικαθιστώντας την αμμωνία (NH_3), η οποία είναι επικίνδυνη λόγω της τοξικότητάς της. Οι χλωροφθοράνθρακες έδωσαν μεγάλη ώθηση στη βιομηχανία της ψύξης, αλλά μετά από 50 περίπου χρόνια (δεκαετία του 70) οι επιστήμονες Rowland και Molina ανακάλυψαν ότι τα ψυκτικά αυτά μέσα καταστρέφουν το προστατευτικό στρώμα του όζοντος της ατμόσφαιρας, το οποίο μας προστατεύει από τις επικίνδυνες υπεριώ-

δεις ακτίνες του ήλιου. Για το λόγο αυτό, υπογράφηκε το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (Σεπτέμβριος 1987) από εκατό και πλέον χώρες, το οποίο προβλέπει τη σταδιακή αντικατάσταση των χλωροφθορανθράκων με άλλα ψυκτικά μέσα που δεν καταστρέφουν το όζον της ατμόσφαιρας (δεν περιέχουν χλώριο). Τέλος, το 1996 αποφασίστηκε η αντικατάσταση των παλιών μέσων μέχρι το έτος 2030, ενώ το 1998 οι διεθνείς οργανισμοί όρισαν κανόνες για τη συλλογή και την ανακύκλωση των ψυκτικών μέσων.

Η βιομηχανία της ψύξης γιγαντώθηκε μόλις σε μερικές δεκαετίες. Αυτή η εκρηκτική ανάπτυξη οφείλεται σε συγκεκριμένες αιτίες, όπως:

- A) Επειδή εξελίχθηκαν οι μέθοδοι των μηχανουργικών κατεργασιών, αυτό έδωσε τη δυνατότητα να παράγονται μικρότερα και πιο αποτελεσματικά εξαρτήματα (π.χ. βαλβίδες, εξατμιστές κ.λπ.).
- B) Η ανακάλυψη των “ασφαλών” ψυκτικών μέσων και
- Γ) Η ανακάλυψη του ηλεκτροκινητήρα με ισχύ μικρότερη από έναν ίππο (1 HP).

Σήμερα, αν εξαιρέσουμε τους ανθρώπους που εργάζονται στη βιομηχανία της ψύξης, λίγοι έχουν καταλάβει αφενός τον τεράστιο ρόλο της ψύξης στην τεχνολογική ανάπτυξη του κόσμου και αφετέρου πόσο πολύ στηρίζεται η σημερινή κοινωνία στην ψύξη και κυρίως στην ψύξη με μηχανική συμπίεση. Για παράδειγμα, πώς θα μπορούσε να τρέφεται ο πληθυσμός των πόλεων, αν δεν υπήρχαν τα μεγάλα ψυγεία για τη συντήρηση ή κατάψυξη των τροφίμων; Πώς θα μπορούσαμε να ζούμε και να εργαζόμαστε τους καλοκαιρινούς μήνες, αν δεν υπήρχαν οι κλιματιστικές συσκευές, οι οποίες ψύχουν τον αέρα μέσω των καταλλήλων ψυκτών;

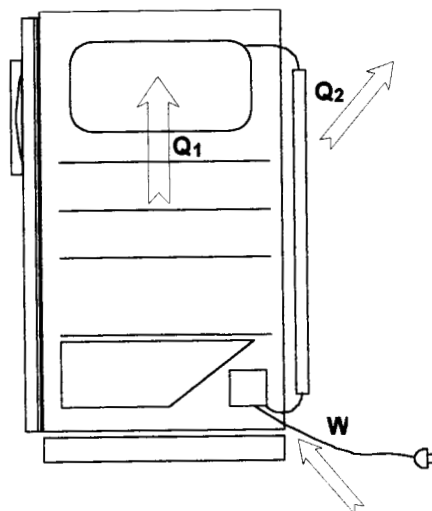
Οι πιο γνωστές εφαρμογές της ψύξης αφορούν τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα (εφαρμογές άνεσης), καθώς και την κατάψυξη, συντήρηση, αποθήκευση, μεταφορά και επίδειξη των τροφίμων στα καταστήματα. Ωστόσο, ο κατάλογος των διεργασιών που πραγματοποιούνται ή βελτιώνονται με χρήση της ψύξης είναι σήμερα σχεδόν ατελείωτος. Τα παραδείγματα είναι πάρα πολλά και εδώ αναφέρουμε μόνο ορισμένα ενδεικτικά, όπως: Κατασκευή μεγάλων φραγμάτων νερού, κατασκευή δρόμων και σιδηρόδρομων, παραγωγή πλαστικών και ελαστικών υλικών, αύξηση της παραγωγής υφασμάτων και χαρτιού, βελτίωση της σκλήρυνσης του χάλυβα κ.λπ.

1.3 Σύγχρονες εφαρμογές της ψύξης

Σε πολλές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής είναι απαραίτητη η αφαίρεση θερμότητας από ορισμένους χώρους έτσι ώστε αυτοί να αποκτήσουν χαμηλές θερμοκρασίες, π.χ. ψυκτικοί θάλαμοι, οικιακά και εμπορικά ψυγεία, κ.λπ.

Για τον κλιματισμό χώρων κατά τη διάρκεια του θέρους είναι απαραίτητη ή ύπαρξη ψυχρού μέσου, για την αφαίρεση θερμότητας από τους χώρους που μας ενδιαφέρουν, ενώ το ίδιο θερμαίνεται. Οι εφαρμογές της ψύξης διακρίνονται:

- Ψύξη στη βιομηχανία
- Ψύξη στις μεταφορές
- Ψύξη στην κατοικία - εμπόριο.



Σχήμα 1.3.1 “Οικιακό ψυγείο”

Στο σχήμα 1.3.1 παρουσιάζεται οικιακό ψυγείο, όπου με προσφορά μηχανικού έργου στο συμπιεστή παράγεται ψύχος. Στην περίπτωση αυτή, το περιβάλλον είναι το ζεστό θερμοδοχείο που αποβάλλεται το ποσό θερμότητας Q_2 και ο ψυχόμενος χώρος με τα τρόφιμα είναι το ψυχρό θερμοδοχείο από όπου αντλείται θερμότητα Q_1 (σε χαμηλή θερμοκρασία).

Η κατάψυξη του ψυγείου δέχεται τη θερμότητα από τα τρόφιμα και με τον ατμοποιητή αφαιρείται η θερμότητα αυτή, ενώ η μαύρη συνήθως σχά-

ρα στο πίσω μέρος του ψυγείου (συμπυκνωτής) θερμαίνει το περιβάλλον.

Μέσα από τον ατμοποιητή και το συμπυκνωτή, με τη βοήθεια συμπιεστή, κυκλοφορεί ψυκτικό μέσον (Freon) σε υγρή ή αέρια φάση.

Ψύξη για κλιματισμό άνεσης

Με τον όρο αυτό χαρακτηρίζονται οι εγκαταστάσεις κλιματισμού αέρα, που ελέγχουν τις συνθήκες του αέρα κάποιου χώρου, ώστε οι κάτοικοί του να αισθάνονται πιο άνετα.

- 1. Νοσοκομείων.** Οι απαιτήσεις για ψύξη είναι μεγάλες και συνήθως χρησιμοποιούνται κεντρικά μηχανοστάσια με συμπιεστές που απαιτούν για τη λειτουργία τους ισχύ πολλών kW. Ανάλογα με την ανάγκη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλοι οι τύποι των μεγάλων μονάδων παραγωγής ψυκτικής ισχύος με εμβολοφόρους ή φυγοκεντρικούς συμπιεστές.
- 2. Κατοικιών.** Σε χώρες με θερμά κλίματα ή θερμές εποχές, όπως η Ελλάδα, πολλές φορές είναι απαραίτητη ή ψύξη του αέρα των χώρων της κατοικίας. Η ανάγκη αυτή μπορεί να εμφανίζεται και για λόγους υγείας ασθενών ή ευπαθών ατόμων.
- 3. Καταστημάτων.** Ο κλιματισμός καταστημάτων είναι περισσότερο απαραίτητος, γιατί τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί πολύ οι ανάγκες σε φωτισμό, κάτι που συνεπάγεται αυξημένα φορτία.
- 4. Γραφείων.** Εδώ οι ανάγκες για ψύξη των χώρων εξυπηρετούν τα άτομα που εργάζονται ή που συναλλάσσονται μέσα στο χώρο και διατηρούν κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος για τις διάφορες μηχανές γραφείου, που είναι εγκατεστημένες σε αυτά. Παράδειγμα, οι υπολογιστές, οι τερματικές οθόνες, τα τηλέτυπα, διάφορες γραφομηχανές και γενικά πολλοί τύποι ψηφιακών ηλεκτρονικών συσκευών λειτουργούν ικανοποιητικά μόνο σε περιορισμένη περιοχή θερμοκρασιών του αέρα.
- 5. Σχολείων.** Μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό αιθουσών διδασκαλίας έχουν κλιματισμό ακόμα και σε οικονομικά αναπτυγμένες χώρες. Σε μερικές αίθουσες πανεπιστημίων υπάρχει κεντρικός κλιματισμός και σε πολλά γραφεία και μικρά ιδρύματα χρησιμοποιούνται μικρές τοπικές κλιματιστικές συσκευές με μικρούς συμπιεστές (εμβολοφόρους ερμητικούς ή μισοερμητικούς συμπιεστές, περιστροφικούς ή Screw type).

6. **Οχημάτων.** Με τον όρο αυτό εννοούμε τα χερσαία μέσα μεταφοράς, όπως οχήματα σιδηροδρόμων, λεωφορεία ή και μικρά επιβατηγά. Σε όλες τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται μικροί ή μεσαίοι συμπιεστές ψυκτικού μέσου για να καλύψουν τις αντίστοιχες ανάγκες. Η κίνηση του συμπιεστή γίνεται μέσω ιμάντα και τροχαλίας, με χρήση μικρής ΜΕΚ ή ηλεκτροκινητήρα.
7. **Αεροσκαφών.** Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται στα αεροσκάφη είναι το βάρος της εγκατάστασης, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται συσκευές όσο δυνατόν ελαφρύτερες. Τα συνηθισμένα αεροσκάφη έχουν εγκαταστάσεις με συμπιεστές που αποδίδουν 10-100 kW ($3,5 \div 35$ TR) και χρησιμοποιούν ψυκτικά μέσα R-12 ή R-114.
8. **Πλοίων.** Το μέγεθος του συμπιεστή, ο τύπος και το ψυκτικό μέσο, εξαρτώνται από το μέγεθος, το είδος και τα μέρη στα οποία ταξιδεύει το πλοίο. Για εύκολη προμήθεια ψυκτικού μέσου χρησιμοποιούν συνήθως R-12. Το γεγονός αυτό επιβάλλει τη χρήση εμβολοφόρων συμπιεστών και δημιουργεί δυσκολίες για απαιτήσεις χαμηλών θερμοκρασιών, με αποτέλεσμα να έχει αρχίσει η διάδοση του R-22, αν και είναι δυσεύρετο σε απόμερα λιμάνια.

Ψύξη για βιομηχανικό κλιματισμό

Με τον όρο αυτό εννοείται η χρήση ελεγχόμενου κλιματολογικού περιβάλλοντος του χώρου για το όφελος των βιομηχανικών προϊόντων ή των μεθόδων παραγωγής ή επεξεργασίας τους. Υπάρχουν δηλαδή πολλές βιομηχανίες, που απαιτούν διατήρηση σταθερών συνθηκών κλιματολογικού περιβάλλοντος για την παραγωγή ή επεξεργασία των προϊόντων που τις αφορούν. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι βιομηχανίες φωτογραφικού χαρτιού και films, οι βιομηχανίες ευαίσθητων οπτικών οργάνων, τα υφαντουργεία και νηματουργεία, τα τυπογραφεία πολύχρωμων εκτυπώσεων, η βιομηχανία ελαστικού ή πλαστικών ειδών κ.λπ.

Ως προς τα προϊόντα, σημαντικές απαιτήσεις για ψυκτική ισχύ έχουν οι χώροι αποθήκευσης φρούτων, γεωμήλων, γλυκισμάτων, αρτοσκευασμάτων και τα ψυγεία συντήρησης κρεάτων, ψαριών, πουλερικών, όπως και οι εγκαταστάσεις κατάψυξης αυτών των προϊόντων.

Στις εγκαταστάσεις με συμπιεστή γίνεται φανερή διάκριση μεταξύ εγκαταστάσεων κλιματισμού και αυτών της συντήρησης τροφίμων ή κατεψυγμένων γενικά προϊόντων, θερμοκρασίες αέρα χαμηλότερες από το ό-

ριο των 0°C, όπου παγώνει το νερό. Αντίθετα τα φρούτα και τα λαχανικά διατηρούνται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τους 0°C, περίπου 4°C.

Βιομηχανική ψύξη

Σε αυτό το είδος κατατάσσονται εκείνες οι εγκαταστάσεις, όπου η θερμότητα αφαιρείται από τα μέσα άμεσα και χωρίς τη μεσολάβηση αέρα περιβάλλοντος. Συνηθισμένες εγκαταστάσεις είναι οι χημικές βιομηχανίες, η παραγωγή πάγου, η ψύξη οπλισμένου σκυροδέματος (όταν στρώνεται) κ.λπ.

1. *Παραγωγή πάγου.* Μέχρι το 1949 περίπου, η παραγωγή πάγου γινόταν μόνο σε μεγάλες εγκαταστάσεις και σε κολόνες που στη συνέχεια θρυμματίζονταν για χρήση μικρότερων μεγεθών. Σήμερα υπάρχει μεγάλο πλήθος από αυτόνομες εγκαταστάσεις ψύξης που παράγουν πάγο σε μικρά κομμάτια και σε ποσότητες από 10-500 kg το 24ωρο. Οι μικρές εγκαταστάσεις για βιομηχανική χρήση παράγουν 50-2000 kg πάγο το 24ωρο, ενώ μεγαλύτερες 3-40 tn πάγο το 24ωρο. Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται κύρια για συντήρηση τροφίμων, ψύξη ποτών και από εστιατόρια, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, σχολεία κ.λπ. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή πάγου εξαρτάται από την αρχική θερμοκρασία του νερού. Γενικά, κυμαίνονται γύρω στις 50-53 kWh για κάθε τόνο πάγου, όταν το νερό είναι αρχικής θερμοκρασίας 21°C.
2. *Παγοδρόμια.* Παλαιότερα, για τις εφαρμογές αυτές ως ψυκτικό μέσον, χρησιμοποιούταν αποκλειστικά η αμμωνία, τελευταία όμως αυξάνουν συνέχεια οι εγκαταστάσεις με χρήση R-22, γιατί είναι πιο εύχρηστο και δεν έχει την οσμή και την τοξικότητα της αμμωνίας. Η θερμοκρασία της επιφάνειας του πάγου πρέπει να είναι -5.5°C ~ -3.3°C, ανάλογα με την υγρασία του αέρα και τη χρήση του παγοδρομίου. Η πιο χαμηλή θερμοκρασία είναι επιθυμητή για μεγάλες ταχύτητες κίνησης των παικτών, όπως π.χ. στο Hockey. Για να αναπτυχθούν αυτές οι θερμοκρασίες, κυκλοφορεί μέσα σε σωλήνες στο δάπεδο άρμη, η οποία ψύχεται από ψυκτική εγκατάσταση. Η θερμοκρασία της άρμης πρέπει να είναι -11°C ~ -9°C, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία του πάγου. Η αντίστοιχη θερμοκρασία των ατμών ψυκτικού μέσου είναι γύρω στους -15°C ~ -12°C.
3. *Οπλισμένο σκυρόδεμα ή χωματουργικά έργα.* Από τη στιγμή της ανάμι-

ξης των αδρανών υλικών με το τσιμέντο και το νερό για την ετοιμασία του σκυροδέματος, αρχίζει να παράγεται θερμότητα από τη χημική διεργασία που προκαλείται. Όταν η ποσότητα του σκυροδέματος είναι μεγάλη, τότε η θερμότητα που παράγεται δεν απάγεται εύκολα στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται μεγάλες θερμοκρασίες που βλάπτουν την ποιότητά του και την αντοχή του. Για να αποφευχθεί αυτό το γεγονός, μπορεί να χρησιμοποιηθούν σωλήνες ψύξης μέσα στη μάζα του σκυροδέματος όπου κυκλοφορεί κρύα άρμη για όσο χρόνο χρειάζεται, ή οποία απάγει τη θερμότητα από το σκυρόδεμα.

4. *Χημικές βιομηχανίες.* Υπάρχουν πάρα πολλές χημικές διεργασίες και αντίστοιχες εγκαταστάσεις που απαιτούν τη χρήση ψυκτικών εγκαταστάσεων σε διάφορες θερμοκρασίες ανάλογα με τα προϊόντα. Σε πολλές περιπτώσεις χημικών διεργασιών χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια στη ρύθμιση της θερμοκρασίας και για το λόγο αυτό οι αυτοματισμοί και ο έλεγχος των εγκαταστάσεων έχει αυξημένες απαιτήσεις για τις προδιαγραφές λειτουργίας.

Άλλη ιδιομορφία των χημικών εγκαταστάσεων είναι οι χημικές επιδράσεις στα μέταλλα της εγκατάστασης ψύξης. Είναι απαραίτητη η ιδιαίτερη προσοχή λόγω των συνθηκών λειτουργίας, που μπορεί να απαιτούν μεγάλες πιέσεις για τα ρευστά τα οποία ψύχει η ψυκτική εγκατάσταση, με αποτέλεσμα να εμφανιστούν υψηλές απαιτήσεις αντοχής.

1.4 Είδη ψυγείων και καταψυκτών

Η συντήρηση των καταναλωτικών προϊόντων και ιδιαίτερα των τροφίμων αποτελεί την κυριότερη χρήση της ψύξης με μηχανική συμπίεση. Πράγματι, σήμερα η συντήρηση των τροφίμων έχει μεγαλύτερη σπουδαιότητα από ό,τι στο παρελθόν. Οι αστικοί πληθυσμοί απαιτούν σήμερα τεράστιες ποσότητες τροφίμων που κυρίως παράγονται και υφίστανται αρχική επεξεργασία μακριά από τα σημεία κατανάλωσης. Φυσικά, τα προϊόντα αυτά πρέπει να διατηρούνται σε καλή κατάσταση, δηλ. σε κατάσταση που να μη διαφέρει πολύ από την αρχική τους κατά τη μεταφορά και μετέπειτα αποθήκευσή τους, μέχρι να καταναλωθούν. Ο χρόνος αυτός μπορεί να είναι μερικές ώρες, μέρες, μήνες ή ακόμη και μερικά χρόνια σε ορισμένες περιπτώσεις. Επίσης, πολλά προϊόντα είναι εποχιακά, οπότε πρέπει να αποθη-

κεύονται και να συντηρούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα, αν επιθυμούμε να τα καταναλώνουμε σε όλες τις εποχές του χρόνου.

Το μεγάλο πλεονέκτημα της ψύξης σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους συντήρησης των τροφίμων είναι ότι διατηρεί τα τρόφιμα στην αρχική, φρέσκια κατάσταση. Διακρίνουμε τρεις γενικές κατηγορίες συντήρησης με ψύξη:

- 1) την προσωρινή ψύξη ολίγων ημερών,
- 2) τη μακροχρόνια ψύξη και
- 3) την κατάψυξη.

Στο σχήμα 1.4.1 παρουσιάζεται η θερμοκρασιακή απαίτηση για διάφορα είδη τροφίμων.



Σχήμα 1.4.1 "Θερμικές απαιτήσεις τροφίμων"

Στις κατηγορίες 1,2 ψύχεται το προϊόν μέχρι μια θερμοκρασία, η οποία είναι υψηλότερη από το σημείο πήξης του νερού που περιέχει (π.χ. 0°C έως 5°C) και έπειτα αποθηκεύεται σε ψυγεία. Στην 3η κατηγορία (κατάψυξη), το προϊόν ψύχεται σε θερμοκρασία συνήθως από -12°C έως -35°C

(συνήθως -18°C) και στη συνέχεια αποθηκεύεται στους καταψύκτες.

Κατάψυξη προϊόντος σημαίνει ότι το νερό των τροφίμων μετατρέπεται σε κρυστάλλους πάγου και λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας επιβραδύνονται δραστικά οι βιοχημικές αντιδράσεις σε αυτά και διατηρούνται φρέσκα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Για να διευκολυνθούμε, χωρίζουμε τα ψυγεία και τους καταψύκτες χωρίς ο διαχωρισμός αυτός να είναι απόλυτος.

A. Ψυγεία

- 1) **Οικιακά ψυγεία:** Έχουν μικρό μέγεθος και λειτουργούν με ηλεκτροκινητήρες μικρής ισχύος (35 έως 375 W). Τα ψυγεία αυτά είναι ερμητικά στεγανοποιημένα και είναι σε όλους γνωστά από τα σπίτια μας. Παρά το μικρό μέγεθός τους αποτελούν σημαντικό τομέα της βιομηχανίας της ψύξης λόγω του μεγάλου αριθμού τους.





Σχήμα 1.4.2 “Οικιακά ψυγεία”

2) Εμπορικά ψυγεία: Τα ψυγεία αυτά έχουν μικρό έως μεσαίο μέγεθος, κατασκευάζονται εξ ολοκλήρου στο εργοστάσιο και χρησιμοποιούνται σε μικρά καταστήματα ή πολυκαταστήματα, σε ξενοδοχεία, εστιατόρια, καθώς και σε επιχειρήσεις που επεξεργάζονται, αποθηκεύουν και διανέμουν τρόφιμα. Αν και υπάρχει μεγάλη ποικιλία εμπορικών ψυγείων ανάλογα με την εφαρμογή, ωστόσο μπορούμε γενικά να διακρίνουμε τις επόμενες υποκατηγορίες:

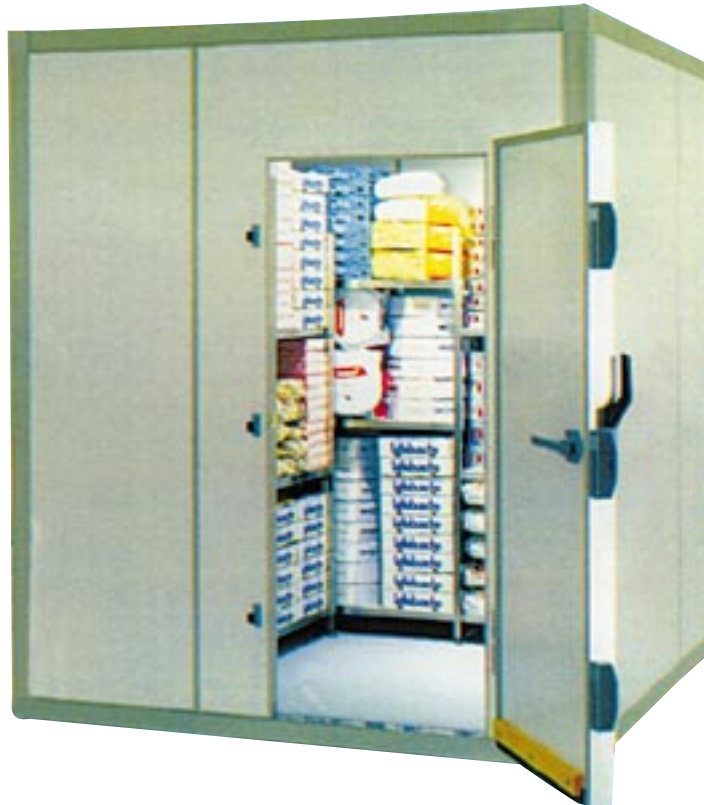
α) Ψυγεία με ράφια και άμεση πρόσβαση: Τα ψυγεία αυτά είναι ίσως τα πλέον χρησιμοποιούμενα από όλα τα εμπορικά, γιατί έχουν μεγάλο εύρος εφαρμογών. Συνήθως, τα βλέπουμε στα μανάβικα, στις υπεραγορές, στα κρεοπωλεία, στους φούρνους, στα φαρμακεία, στα εστιατόρια, στα ανθοπωλεία, στα ξενοδοχεία κ.λπ. Τα περισσότερα απ' αυτά εξυπηρετούν μόνο για την αποθήκευση των προϊόντων. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλα που χρησιμοποιούνται τόσο για αποθήκευση, όσο και για παρουσίαση των προϊόντων. Τα πρώτα έχουν αδιαφανείς πόρτες, ενώ τα δεύτερα έχουν πόρτες με τζάμι.



Σχήμα 1.4.3 “Εμπορικά ψυγεία”

6) Ψυγεία στα οποία μπαίνει ο χρήστης: Τα ψυγεία αυτά είναι κυρίως ψυγεία αποθήκευσης και διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία μεγεθών, ώστε να ικανοποιούν όλες τις ανάγκες. Σχεδόν όλα τα καταστήματα λιανικής ή χονδρικής πώλησης, τα ξενοδοχεία, τα εστιατόρια κ.λπ. διαθέτουν ένα ή περισσότερα ψυγεία αυτού του τύπου για την αποθήκευση των τροφίμων. Μερικά ψυγεία, όπου ο χρήστης μπαίνει μέσα, έχουν πόρτες με τζάμι. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για την τοποθέτηση, επίδειξη και διανομή προϊόντων, όπως είναι τα γαλακτοκομικά, τα αυγά και τα διάφορα ποτά.

Γι' αυτό, τα ψυγεία αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως στις υπεραγορές (supermarkets).



Σχήμα 1.4.4 “Ψυγεία στα οποία μπαίνει ο χρήστης”

γ) Ψυγεία – βιτρίνες: Ο πρωταρχικός σκοπός τους είναι να παρουσιάζουν το προϊόν με όσο το δυνατόν πιο ελκυστικό τρόπο, ώστε να αυξάνονται οι πωλήσεις. Επομένως, όταν σχεδιάζεται ένα ψυγείο-βιτρίνα, δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην παρουσίαση του προϊόντος. Όμως, πολλές φορές η καλή επίδειξη ενός προϊόντος δε συμβαδίζει με τις καλύτερες δυνατές συνθήκες για τη συντήρησή του. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος αποθήκευσης του προϊόντος σε ένα ψυγείο-βιτρίνα είναι συχνά πολύ περιορισμένος και κυμαίνεται από μερικές ώρες μέχρι το πολύ μία έως δύο εβδομάδες, ανάλογα με το προϊόν και το ψυγείο-βιτρίνα.

Τα ψυγεία-βιτρίνες είναι δύο κυρίως τύπων:

- 1) Το ψυγείο αυτοεξυπηρέτησης, όπου ο πελάτης εξυπηρετείται μόνος του και
- 2) το ψυγείο με υπάλληλο, όπου ο πελάτης εξυπηρετείται από έναν υπάλληλο του καταστήματος.

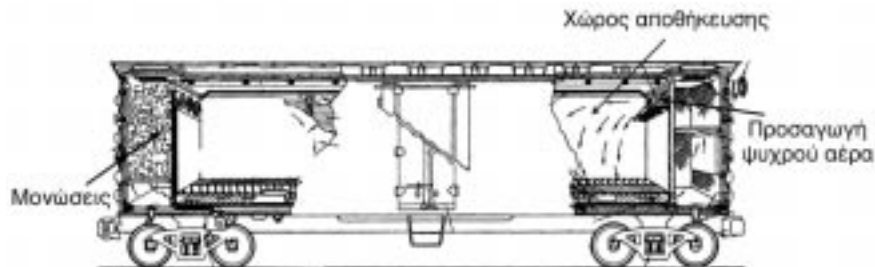
Ο τύπος (1) συνηθίζεται στις υπεραγορές και σε άλλα μεγάλα καταστήματα λιανικής πώλησης. Τα ψυγεία αυτοεξυπηρέτησης διακρίνονται σε *ανοικτού* και *κλειστού* τύπου. Τελευταία, έχει επικρατήσει ο ανοικτός, ιδιαίτερα στις υπεραγορές, όπου χρησιμοποιείται για την επίδειξη κρέατος, φρούτων, κατεψυγμένων προϊόντων, παγωτών, γαλακτοκομικών προϊόντων κ.λπ. Ο σχεδιασμός αυτών των ψυγείων διαφέρει κάπως από προϊόν σε προϊόν. Τα ψυγεία-βιτρίνες ανοικτού τύπου σχεδιάζονται είτε εντοιχισμένα ή μη εντοιχισμένα.

Ο τύπος (2) του ψυγείου-βιτρίνας απαιτεί την ύπαρξη ενός υπαλλήλου και χρησιμοποιείται κυρίως για επίδειξη κρεάτων και γαλακτοκομικών προϊόντων.



Σχήμα 1.4.5 “Ψυγεία – βιτρίνες”

δ) Ψυγεία (ψυκτικοί θάλαμοι) μεταφοράς προϊόντων: Τα ψυγεία μεταφοράς προϊόντων χρησιμεύουν για το προϊόν που έχει ήδη υποστεί ψύξη ή κατάψυξη από το σημείο αρχικής ψύξης μέχρι το χώρο της τελικής κατανάλωσης (υπεραγορά, αποθήκη χονδρικής πώλησης κ.λπ.). Διακρίνονται σε ψυγεία επί οχημάτων και σε πλοία-ψυγεία.



Σχήμα 1.4.6 “Ψυγεία επί οχημάτων”

- **Ψυγεία επί οχημάτων:** Είναι ψυγεία που έχουν προσαρμοσθεί πάνω σε φορτηγά οχήματα και παράγουν ψύξη με χρήση συμπιεστών, οι οποίοι παίρνουν κίνηση από τον πετρελαιοκινητήρα του οχήματος. Χρησιμοποιούνται τόσο για μεγάλες αποστάσεις (π.χ. ψυγεία φορτηγά για κατεψυγμένα κρέατα εξωτερικού), όσο και για τοπική διανομή προϊόντων (π.χ. διανομή γάλακτος ή παγωτού).
- **Πλοία – ψυγεία:** Διακρίνουμε τα πλοία ψυγεία στα οποία ολόκληρο το κύτος (το αμπάρι), χρησιμοποιείται ως ψυκτικός θάλαμος και τα πλοία που είναι ειδικά κατασκευασμένα για να δέχονται ψυγεία τύπου Container (κοντέινερ).



Σχήμα 1.4.7 “Πλοία-ψυγεία”



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Ψύξη είναι η δημιουργία χαμηλών θερμοκρασιών με τη χρήση των κατάλληλων μηχανημάτων και συσκευών που συνιστούν την τεχνολογία της ψύξης.
- Στην τεχνολογία της ψύξης εκμεταλλευόμαστε το φαινόμενο κατά το οποίο όταν ένα σώμα αλλάζει κατάσταση, δηλ. μετατρέπεται από υγρό σε αέριο ή αντίστροφα, τότε απορροφά ή αποβάλλει θερμότητα αντίστοιχα.
- Όταν ένας χώρος ψύχεται, τότε “αντλείται” θερμότητα από το χώρο που έχει χαμηλή θερμοκρασία και αποβάλλεται στον εξωτερικό χώρο που έχει υψηλότερη θερμοκρασία. Για τη μεταφορά θερμότητας απαιτείται μία ψυκτική μηχανή αφού ως γνωστόν η θερμότητα δεν μπορεί από μόνη της να ρέει από τη χαμηλή προς την υψηλή θερμοκρασία.
- Σε παλαιότερα χρόνια (πριν το 1850) χρησιμοποιούνταν ο φυσικός πάγος για τη δημιουργία ψύξης.
- Το πρώτο μεγάλο βήμα στην τεχνολογία της ψύξης ήταν η παραγωγή τεχνητού πάγου με εγκατάσταση συμπίεσης των ατμών της αμμωνίας (1858 με το Γάλλο μηχανικό Carr).
- Η δεύτερη σημαντική στιγμή ήταν η κατασκευή του ηλεκτρικού οικιακού ψυγείου από την εταιρεία Kelvinator (1918) με συμπιεστή μικρής ισχύος (κάτω από 1kW) και ταυτόχρονα η ανακάλυψη των χλωροφθορανθράκων, δηλ. ψυκτικών ρευστών που αποτελούνται από άνθρακα (C), φθόριο (F) και χλώριο (Cl) και που έχουν εξαιρετικές θερμοδυναμικές ιδιότητες.
- Σήμερα γνωρίζουμε ότι οι χλωροφθοράνθρακες καταστρέφουν το προστατευτικό στρώμα του όζοντος της ατμόσφαιρας και ότι σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (1987) πρέπει να αντικατασταθούν με νέα ψυκτικά ρευστά.
- Η τεχνολογία της ψύξης χρησιμοποιείται για τη δημιουργία συνθηκών άνεσης στα νοσοκομεία, στις κατοικίες, στα γραφεία, στα σχολεία, στα οχήματα, στα αεροσκάφη και στα πλοία.
- Η ψύξη είναι απαραίτητη για τη βιομηχανική παραγωγή πολλών προϊό-

ντων (π.χ. φωτογραφικού χαρτιού, νημάτων, πλαστικού κ.λπ.) καθώς και για τη συντήρηση των γεωργικών προϊόντων, των κρεάτων και των πουλερικών.

- Οι εγκαταστάσεις βιομηχανικής ψύξης εφαρμόζονται στην παραγωγή πάγου, στα παγοδρόμια, στην παραγωγή οπλισμένου σκυροδέματος και στην παραγωγή χημικών προϊόντων.
- Το μεγάλο πλεονέκτημα της ψύξης σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους συντήρησης τροφίμων είναι ότι διατηρεί τα τρόφιμα στην αρχική, φρέσκια κατάσταση.
- Τα ψυγεία διακρίνονται σε οικιακά και εμπορικά. Τα τελευταία διακρίνονται περαιτέρω σε ψυγεία με άμεση πρόσβαση, σε ψυγεία στα οποία μπαίνει ο χρήστης, σε ψυγεία – βιτρίνες και σε ψυγεία μεταφοράς προϊόντων (επί οχημάτων και σε πλοία).

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

- 1) Τι ορίζεται ως ψύξη ;
- 2) Γιατί το οινόπνευμα εξατμίζεται ακόμη και στους 20 °C, ενώ το νερό πρέπει να ζεσταθεί στους 100 °C, όταν και στις δύο περιπτώσεις η πίεση είναι ίση με την ατμοσφαιρική (1 Atm) ;
- 3) Να δώσετε τρία παραδείγματα παραγωγής ψύξης.
- 4) Ποιο φαινόμενο εκμεταλλευόμαστε για τη δημιουργία ψύξης με χρήση κατάλληλων ψυκτικών ρευστών;
- 5) Γιατί είναι απαραίτητο να υπάρχει ψυκτική μηχανή, όταν πρέπει να ψύχεται ο αέρας ενός χώρου;
- 6) Ποια δυσμενή αποτελέσματα έχει προκαλέσει η μεγάλη εξάπλωση των συστημάτων ψύξης τις τελευταίες δεκαετίες;
- 7) Να αναφέρετε δύο μεγάλους σταθμούς στην εξέλιξη της τεχνολογίας της ψύξης.
- 8) Ποια χημικά στοιχεία περιέχουν στα μόριά τους οι χλωροφθοράνθρακες και γιατί έχει αποφασισθεί η άμεση αντικατάστασή τους;
- 9) Να αναφέρετε δύο λόγους στους οποίους οφείλεται η γιγάντωση της βιομηχανίας της ψύξης σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα.
- 10) Να αναφέρετε δύο παραδείγματα τα οποία να αποδεικνύουν τη μεγάλη εξάρτηση της σημερινής κοινωνίας από την ψύξη που παράγεται με μηχανική συμπίεση ατμών.
- 11) Να αναφέρετε τέσσερις περιπτώσεις, που η ψύξη χρησιμοποιείται για τη δημιουργία συνθηκών ανθρώπινης άνεσης.
- 12) Πώς χρησιμοποιείται η βιομηχανική ψύξη (δώστε τρία παραδείγματα).

- 13) Να αναφέρετε μερικά τρόφιμα που χρειάζονται οπωσδήποτε ψύξη για να διατηρούνται στην αρχική τους κατάσταση.
- 14) Να αναφέρετε τρία χαρακτηριστικά γνωρίσματα των οικιακών ψυγείων.
- 15) Να αναφέρετε τέσσερα είδη εμπορικών ψυγείων.
- 16) Γιατί στα ψυγεία-βιτρίνες ο χρόνος αποθήκευσης είναι συχνά πολύ περιορισμένος;

Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΨΥΓΕΙΟΥ

- 2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΨΥΓΕΙΩΝ - Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΨΥΓΕΙΟΥ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ
- 2.2 Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΥ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΨΥΓΕΙΟΥ
- 2.3 Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΟΙΚΙΑΚΟΥ Ή ΜΙΚΡΟΥ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑΨΥΚΤΗ



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να γνωρίζει ο μαθητής τις συσκευές και τα μηχανήματα από τα οποία αποτελείται το οικιακό ψυγείο.
- ✓ Να γνωρίζει το σκοπό του εξατμιστή (ή ατμοποιητή) του ψυγείου
- ✓ Να περιγράφει τις μεταβολές που παθαίνει ο αέρας του ψυκτικού θαλάμου κατά την πορεία του γύρω από τον εξατμιστή.
- ✓ Να μπορεί να εξηγεί πότε το οικιακό ψυγείο χρειάζεται ένα και πότε δύο εξατμιστές.
- ✓ Να γνωρίζει τις θερμοκρασίες συντήρησης και κατάψυξης.
- ✓ Να διακρίνει τους τρόπους κυκλοφορίας του αέρα πάνω από τον εξατμιστή
- ✓ Να εξηγεί γιατί ο εξατμιστής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας του αέρα συνεπάγεται εξοικονόμηση χώρου.
- ✓ Να μπορεί να περιγράφει χονδρικά τις μορφές των δύο τύπων εξατμιστών.
- ✓ Να γνωρίζει το σκοπό του συμπιεστή
- ✓ Να περιγράφει την εξωτερική μορφή των συμπιεστών οικιακών ψυγείων και να γνωρίζει τα όρια της ισχύος τους.
- ✓ Να αναφέρει τους σωλήνες με τους οποίους συνδέεται ο συμπιεστής
- ✓ Να γνωρίζει το σκοπό ύπαρξης του ειδικού σωλήνα εξυπηρέτησης
- ✓ Να γνωρίζει το σκοπό του συμπυκνωτή.

- ✓ Na γνωρίζει τους τρόπους ψύξης του συμπυκνωτή.
- ✓ Na διακρίνει τις μορφές του συμπυκνωτή ανάλογα με τους τρόπους ψύξης του.
- ✓ Na γνωρίζει τους σκοπούς της εκτονωτικής διάταξης (τριχοειδή σωλήνα)
- ✓ Na εξηγεί πώς ο κατασκευαστής επιλέγει το μήκος του τριχοειδούς σωλήνα.
- ✓ Na αναφέρει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του τριχοειδή σωλήνα.
- ✓ Na γνωρίζει τις εφαρμογές και τις συνθήκες λειτουργίας του μικρού επαγγελματικού ψυγείου.
- ✓ Na αναφέρει τις θέσεις στις οποίες τοποθετούνται τα βασικά συστατικά μέρη ενός μικρού επαγγελματικού ψυγείου (π.χ εξατμιστής, συμπιεστής, λεκάνη, συμπυκνωτής).
- ✓ Na μπορεί ο μαθητής να περιγράφει χονδρικά τη διεργασία της κατάψυξης.
- ✓ Na αναφέρει τις θέσεις στις οποίες τοποθετούνται τα βασικά τμήματα του μικρού επαγγελματικού καταψύκτη.

2.1 Γενικά περί ψυγείων–Η κατασκευαστική δομή του οικιακού ψυγείου – προβλήματα ψυκτικού θαλάμου

Το οικιακό ψυγείο είναι μια ηλεκτρική συσκευή, η οποία αφαιρεί θερμότητα από τα τρόφιμα που καταναλώνουμε καθημερινά στο σπίτι, ώστε αυτά να διατηρούνται σε συνθήκες συντήρησης ή κατάψυξης (βλέπε το Κεφάλαιο Ι). Για να πραγματοποιηθεί όμως η αφαίρεση της θερμότητας από τα τρόφιμα, ο αέρας του θαλάμου, όπου τοποθετούνται και ο οποίος ονομάζεται **ψυκτικός θάλαμος**, πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία μικρότερη από εκείνη των τροφίμων, ώστε η θερμότητα να ρέει από το θερμό σώμα (τρόφιμα) προς το ψυχρό σώμα (αέρας), όπως απαιτεί το 2ο Αξίωμα της Θερμοδυναμικής. Ο αέρας αυτός απορροφά επίσης τη θερμότητα που μπαίνει στον ψυκτικό θάλαμο μέσα από τα τοιχώματά του, καθώς και από το άνοιγμα και το κλείσιμο της πόρτας, και ακόμη απορροφά την υγρασία που εκλύουν τα τρόφιμα ή που μπαίνει από την πόρτα του θαλάμου. Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε το βασικό ψυκτικό συγκρότημα ενός οικιακού ψυγείου (Σχήμα 2.1.1) και περιγράφουμε τις βασικές συσκευές και τα μηχανήματα αυτού.

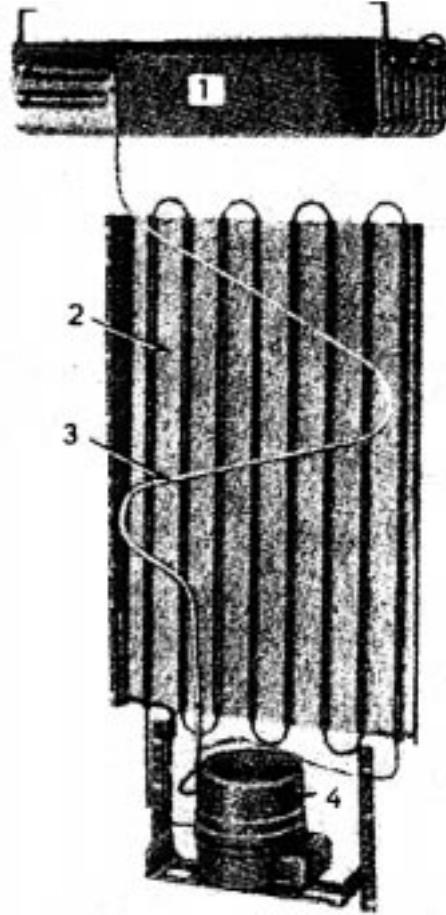
α. Ο εξατμιστής (στοιχείο ατμοποίησης)

Η ψύξη του αέρα που κυκλοφορεί μέσα στον ψυκτικό θάλαμο πραγματοποιείται με μια συσκευή, η οποία ονομάζεται **εξατμιστής ή στοιχείο ατμοποίησης** και η οποία ουσιαστικά αποτελεί έναν εναλλάκτη θερμότητας, στον οποίο γίνεται εναλλαγή θερμότητας μεταξύ του αέρα του θαλάμου και ενός κατάλληλου ψυκτικού μέσου, το οποίο ρέει μέσα στον εξατμιστή. Οι εξατμιστές που χρησιμοποιούνται στα οικιακά ψυγεία έχουν συνήθως τη μορφή σερπαντίνας ή επίπεδης πλάκας. Ο αέρας περνά πάνω από τη σερπαντίνα ή την πλάκα και χάνει τόσο αισθητή θερμότητα, οπότε μειώνεται η θερμοκρασία του, όσο και λανθάνουσα θερμότητα, οπότε παθαίνει αφύγρανση (ελαττώνεται η υγρασία του), γεγονός που προκαλεί το σχηματισμό πάγου στη σερπαντίνα ή την πλάκα του εξατμιστή. Αφού ο αέρας δώσει την αισθητή και λανθάνουσα θερμότητά του στον εξατμιστή, ακολούθως επιστρέφει και διανέμεται στον ψυκτικό θάλαμο, έχοντας χαμηλότερη θερμοκρασία και υγρασία, ώστε να απορροφήσει τη θερμότητα και την υγρασία των τροφίμων. Η κυκλοφορία αυτή του αέρα επαναλαμβάνε-

ται πολλές φορές, μέχρις ότου ο θάλαμος του ψυγείου αποκτήσει την επιθυμητή θερμοκρασία, η οποία για το χώρο της συντήρησης κυμαίνεται περίπου από 2° έως 4°C και η οποία μετريέται με ένα θερμόμετρο που τοποθετείται στο κέντρο του θαλάμου συντήρησης μέσα σε ένα ποτήρι νερό. Η ένδειξη αυτού του θερμομέτρου θεωρείται ως η μέση θερμοκρασία του αέρα, που επιστρέφει στον εξατμιστή από την αρχή της λειτουργίας του ψυγείου, και που είναι ζεστός μέχρι το τέλος λειτουργίας, που ο αέρας θα έχει αποκτήσει θερμοκρασία 2°C έως 4°C. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι οι αναφερόμενες τιμές θερμοκρασίας ισχύουν μόνο αν το ψυγείο έχει τοποθετηθεί σε χώρο του σπιτιού, όπου επικρατούν συνθήκες άνεσης, δηλ. περίπου 25°–27°C το καλοκαίρι και 18°–20°C το χειμώνα. Διαφορετικά, το ψυγείο δε θα πιάσει τις αναφερόμενες θερμοκρασίες.

Σύμφωνα με αυτά που αναφέραμε στο Κεφάλαιο 1, τα τρόφιμα διατηρούνται είτε φρέσκα (π.χ. λαχανικά, φρούτα) ή κατεψυγμένα (π.χ. κρέας, ψάρι). Επομένως, το οικιακό ψυγείο πρέπει να έχει τη δυνατότητα να διατηρεί τόσο τα νωπά, όσο και τα κατεψυγμένα τρόφιμα. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλη διαμόρφωση του θαλάμου του ψυγείου σε δύο τμήματα, δηλ. στο θάλαμο κατάψυξης και στο θάλαμο συντήρησης. Για τα δύο αυτά τμήματα του ψυγείου υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις:

- α) Ο θάλαμος κατάψυξης επικοινωνεί με το θάλαμο συντήρησης, οπότε το ψυγείο έχει ένα μόνο εξατμιστή, ο οποίος ψύχει τον αέρα μέχρι τους -18°C ή και χαμηλότερα, ενώ ένα μέρος του αέρα ρέει προς το θάλαμο συντήρησης, επειδή είναι βαρύτερος (ψυγεία παλαιότερου τύπου).
- β) το ψυγείο έχει δύο ξεχωριστούς θαλάμους, οπότε διαθέτει δύο εξατμιστές συνδεδεμένους σε σειρά, και ο ένας εξατμιστής ψύχει τον αέρα μέχρι και -24°C ενώ ο άλλος τον ψύχει από 2° έως 4°C.



Σχήμα 2.1.1 Το βασικό ψυκτικό συγκρότημα οικιακού ψυγείου. Αποτελείται από ατμοποιητή (σχήματος κατάψυξης, 1), συμπυκνωτή με φυσική κυκλοφορία αέρα (2), αγωγό αναρρόφησης μαζί με τον τριχοειδή σωλήνα (3) και ερμητικό παλινδρομικό συμπίεστή (4)

Οι εξατμιστές των οικιακών ψυγείων διακρίνονται σε δύο τύπους ως προς τον τρόπο κυκλοφορίας του αέρα:

- α) φυσικής κυκλοφορίας και
- β) εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

Οι εξατμιστές *φυσικής κυκλοφορίας* έχουν συνήθως σχήμα επίπεδης πλάκας, στην οποία οι δίοδοι (κανάλια) ροής του ψυκτικού μέσου διαμορφώνονται με πρεσάρισμα των δύο μισών της πλάκας, όπου έχουν σχηματισθεί αρχικά οι κατάλληλες κοιλότητες (μισά κανάλια). Για να πραγματοποιηθεί

ποιηθεί μετάδοση θερμότητας στον εξατμιστή αυτού του είδους πρέπει να δημιουργούνται φυσικά ρεύματα, τα οποία να ρέουν ελεύθερα πάνω στον εξατμιστή, ο οποίος λόγω της διαμόρφωσης του καλύπτει όλο το χώρο του θαλάμου κατάψυξης. Ο αέρας ανεβαίνει από το θάλαμο συντήρησης, επειδή είναι θερμότερος και άρα ελαφρύτερος, περνά γύρω από τον εξατμιστή, ψύχεται και επομένως βαραίνει και τελικά ρέει πάλι προς τον θάλαμο συντήρησης των νωπών τροφίμων από την κάτω επιφάνεια του εξατμιστή ή από τα πλάγια διάκενα του θαλάμου κατάψυξης. Στον εξατμιστή αυτού του τύπου τα τρόφιμα είναι σε άμεση επαφή με την επιφάνεια του, η οποία υφίσταται φθορά. Ο πάγος που σχηματίζεται στην επιφάνεια του εξατμιστή λιώνει με τη διαδικασία της απόψυξης, η οποία μπορεί να είναι αυτόματη ή χειροκίνητη (βλέπε το Κεφάλαιο 4).

Οι εξατμιστές *εξαναγκασμένης κυκλοφορίας* δε βασίζονται στη φυσική, ελεύθερη ροή του αέρα, αλλά αντίθετα χρησιμοποιούν ανεμιστήρα, ο οποίος αναγκάζει τον αέρα να κινείται με ικανοποιητική ταχύτητα μέσα από τον εξατμιστή με κατεύθυνση προς το θάλαμο κατάψυξης. Ο ανεμιστήρας συνδέεται πάντοτε με τον αντίστοιχο ηλεκτροκινητήρα (μοτέρ), ο οποίος δίνει κίνηση και ο οποίος είναι μονοφασικός και μικρής ισχύος στα οικιακά ψυγεία. Επειδή η ροή του ψυχρού αέρα πραγματοποιείται με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ό,τι στον εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας, αυτό συνεπάγεται πολύ καλύτερη μετάδοση θερμότητας από τον αέρα προς το ψυκτικό μέσον. Το γεγονός αυτό δίνει τη δυνατότητα για μείωση του μεγέθους του εξατμιστή, οπότε έτσι επιτυγχάνεται εξοικονόμηση χώρου μέσα στην κατάψυξη για αποθήκευση μεγαλύτερης ποσότητας τροφίμων. Οι εξατμιστές αυτού του τύπου κατασκευάζονται από σωλήνα αλουμινίου, στον οποίο στερεώνονται με συγκόλληση μικρά πτερύγια που έχουν σκοπό να αυξάνουν την επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας του εξατμιστή έτσι, ώστε να βελτιώνεται η μετάδοση θερμότητας από τον αέρα προς το ψυκτικό μέσον. Ο σωλήνας αλουμινίου διαμορφώνεται με πολλά τυλίγματα, ώστε να σχηματίζει μια σερπαντίνα, ενώ τα αναφερόμενα πτερύγια απέχουν ίση απόσταση μεταξύ τους, η οποία υπολογίζεται έτσι, ώστε αφενός να επιτρέπει το σχηματισμό πάγου και αφετέρου να μην εμποδίζει τη ροή του αέρα. Ο εξατμιστής *εξαναγκασμένης κυκλοφορίας* τοποθετείται κανονικά στο πίσω μέρος του θαλάμου κατάψυξης και δεν είναι εκτεθειμένος ούτε στα τρόφιμα αλλά ούτε και στο χρήστη. Η θέση του μπορεί να είναι οριζόντια ή κατακόρυφη ανάλογα με την αντίστοιχη διαμόρφωση του θαλάμου κατάψυξης του ψυγείου. Οι σχετικές θέσεις μεταξύ ανεμιστήρα

και εξατμιστή εξαρτώνται από τον εκάστοτε κατασκευαστή. Επίσης, η κατεύθυνση της ροής του αέρα ρυθμίζεται με αεραγωγούς, ενώ η παροχή του προς το θάλαμο συντήρησης μπορεί να ρυθμίζεται με κλαπέτα. Τέλος, σημειώνουμε πως οι εξατμιστές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας δεν απαιτούν τακτική συντήρηση, διότι ο αέρας ανακυκλώνεται αδιάκοπα μέσα στο θάλαμο και δεν απαιτούνται φίλτρα αέρα.

6. Ο συμπιεστής

Στην εισαγωγή του κεφαλαίου αναφέραμε ότι το οικιακό ψυγείο είναι μια συσκευή που αφαιρεί θερμότητα από τα αποθηκευμένα τρόφιμα και την απορρίπτει στο χώρο του δωματίου, όπου έχει τοποθετηθεί. Επίσης, είπαμε πως η αφαίρεση της θερμότητας πραγματοποιείται με τον ψυχρό αέρα που κυκλοφορεί μέσα στο ψυγείο. Πώς όμως είναι δυνατόν η θερμότητα να ρέει από τον αέρα του ψυγείου, ο οποίος είναι πολύ ψυχρός (πολλές φορές ψυχρότερος και από -18°C), προς τον πολύ θερμότερο αέρα του δωματίου (π.χ. κουζίνας) που το καλοκαίρι μπορεί να φθάνει ακόμη και στους 30°C , όταν γνωρίζουμε από το 2ο Αξίωμα της Θερμοδυναμικής (αλλά και από την εμπειρία μας) ότι η θερμότητα ρέει μόνη της από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα ;

Για να "υπερνικηθεί" λοιπόν αυτό το βασικό Αξίωμα, εισάγεται στο ψυγείο ένα ειδικό μηχάνημα, το οποίο ονομάζεται συμπιεστής και το οποίο έχει σκοπό να αναρροφά αρχικά το ψυκτικό μέσον που περιέχει τη θερμότητα του αέρα του ψυγείου από τον εξατμιστή (βλέπε την παράγραφο α.) σε χαμηλή πίεση και ακολούθως να το συμπιέζει (να του ανεβάξει την πίεση) έτσι, ώστε να αποβάλλεται η θερμότητα του ψυκτικού μέσου προς τον αέρα του περιβάλλοντος χώρου μέσω του συμπυκνωτή. Κατ' αυτό τον τρόπο ο συμπιεστής πετυχαίνει την εξαναγκασμένη ροή θερμότητας από τον αέρα του ψυγείου προς τον αέρα του περιβάλλοντος με την απαραίτητη βοήθεια ενός ψυκτικού μέσου που αποτελεί, όπως λέμε, το εργαζόμενο μέσον.

Οι συμπιεστές που χρησιμοποιούνται στα οικιακά ψυγεία, σχήμα 2.1.2, είναι πολύ μικρότεροι σε σύγκριση με αυτούς που χρησιμοποιούνται στα επαγγελματικά ψυγεία ή στους ψύκτες που εφαρμόζονται στον κλιματισμό. Το σχήμα τους είναι εντελώς κλειστό και αποτελούνται από δύο τμήματα, τα οποία ενώνονται με συγκόλληση, ώστε να είναι απόλυτα στεγανοποιημένοι ή όπως λέγεται, ερμητικά στεγανοποιημένοι, επειδή η υγρα-



Σχήμα 2.1.2 Συμπιεστής μικρής ψυκτικής διάταξης

σία του αέρα είναι ο χειρότερος “εχθρός” της λειτουργίας τους. Το σχήμα αυτό είναι χαρακτηριστικό και μοιάζει αρκετά με το σχήμα της τηγανίτας (ιδιαίτερα στα παλαιότερα ψυγεία) και γι’ αυτό οι συμπιεστές αυτοί ονομάστηκαν τύπου Τηγανίτας. Οι συμπιεστές αυτού του τύπου είναι θετικού εκτοπίσματος και αντλούν το αέριο ψυκτικό μέσον από τον εξατμιστή, χρησιμοποιώντας την αρχή της παλινδρόμησης, οπότε έχουν έμβολο, ή την αρχή της περιστροφής, οπότε έχουν στροφέιο (ρότορα). Η ισχύς των συμπιεστών αυτών είναι πολύ μικρή και πάντως μικρότερη από τον έναν ίππο ($1\text{HP} = 0,746\text{ kW}$) και κυμαίνεται από 90 έως 250W ($1/8$ έως $1/3$ HP) περίπου. Για το λόγο αυτό οι συμπιεστές των οικιακών ψυγείων ονομάζονται κλασματικής ισχύος. Οι συμπιεστές αυτοί είναι πολύ αξιόπιστοι και μπορούν να λειτουργούν χωρίς προβλήματα για πολλά χρόνια (πάνω από είκοσι), οπότε και πρέπει να αντικαθίστανται (όταν πάθουν βλάβη), επειδή ο ερμητικός συμπιεστής δεν είναι δυνατόν να επισκευασθεί.

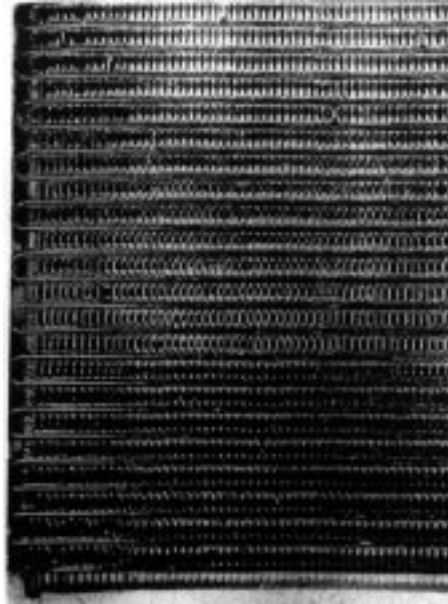
Ο συμπιεστής του οικιακού ψυγείου τοποθετείται στο κάτω και πίσω μέρος του ψυγείου έτσι, ώστε ο τεχνίτης (ή ο χρήστης) να έχει άνετη πρόσβαση σε αυτόν. Για να συντηρηθεί ο συμπιεστής πρέπει το ψυγείο να απομακρυνθεί από τον τοίχο και γι’ αυτό τα σύγχρονα ψυγεία διαθέτουν μικρούς τροχούς στη βάση τους, ώστε να μετακινούνται εύκολα. Οι βασικές σωληνώσεις που συνδέονται με το συμπιεστή είναι δύο, ήτοι η σωλήνωση (γραμμή) αναρρόφησης, η οποία χρησιμεύει για τη μεταφορά του ατμού του ψυκτικού μέσου από τον εξατμιστή, και η σωλήνωση (γραμμή) κατάθλιψης, η οποία μεταφέρει τον ήδη συμπιεσμένο ατμό μέχρι

μια συσκευή που ονομάζεται συμπακνωτής και στην οποία πραγματοποιείται η αποβολή της θερμότητας του ψυκτικού μέσου στον περιβάλλοντα αέρα. Οι σωληνώσεις αυτές είναι συνήθως από χαλκό και σπανιότερα από χάλυβα. Επίσης, ο συμπιεστής έχει συνήθως μια μικρή σωληνωτή προεξοχή (απόφυση), η οποία ονομάζεται ειδικός σωλήνας εξυπηρέτησης (service) και η οποία αποτελεί προέκταση της γραμμής αναρρόφησης και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις εργασίες εξυπηρέτησης του συμπιεστή, όπως είναι η δημιουργία κενού ή η προσθήκη ψυκτικού υγρού.

Ο συμπιεστής κατά τη λειτουργία του προκαλεί θόρυβο. Για να αποφεύγεται λοιπόν η δημιουργία θορύβου, ο συμπιεστής στηρίζεται σε ειδικά ελαστικά στηρίγματα, τα οποία στερεώνονται στη βάση του ψυγείου με τους κατάλληλους κοχλίες συγκράτησης. Η διάταξη αυτή αποτελεί την εξωτερική στήριξη του συμπιεστή, ο οποίος όμως έχει και εσωτερική στήριξη, η οποία επιτυγχάνεται με εσωτερικά ελατήρια που εδράζονται πάνω σε εσωτερικούς βραχίονες (προεξοχές) του περιβλήματος του συμπιεστή έτσι, ώστε να απορροφούν τους κραδασμούς που δημιουργούνται κατά την παλινδρόμηση του εμβόλου ή την περιστροφή του στρόφεα.

γ. Ο συμπακνωτής

Όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο, ο συμπιεστής τελικά βγάζει τον ατμό του ψυκτικού μέσου από τη βαλβίδα εξαγωγής του με υψηλή πίεση. Ο ατμός αυτός περιέχει ολόκληρη τη θερμότητα που πήρε από τον αέρα του ψυκτικού θαλάμου του ψυγείου (θερμότητα τροφίμων, υγρασία θαλάμου, θερμότητα από το άνοιγμα και κλείσιμο της πόρτας του ψυγείου), καθώς επίσης και την ενέργεια λόγω της συμπίεσης που πραγματοποιήθηκε μέσα στο συμπιεστή. Η συνολική αυτή ενέργεια (θερμότητα συν μηχανικό έργο) ονομάζεται *ενθαλπία* του ψυκτικού μέσου και πρέπει να απορρίπτεται στον περιβάλλοντα χώρο του ψυγείου, ώστε το τελευταίο να μπορεί να λειτουργεί. Αυτό επιτυγχάνεται με μια ειδική συσκευή που ονομάζεται συμπακνωτής. Ο σκοπός του συμπακνωτή, σχήμα 2.1.3, είναι να συμπυκνώνει τον ατμό του ψυκτικού μέσου, δηλ. να τον μετατρέπει σε υγρό, οπότε κατά τη συμπύκνωση αυτή θα αποβάλλεται ολόκληρη η ενέργεια που έχει πάρει το ψυκτικό μέσον στον εξατμιστή και στο συμπιεστή. Η συμπύκνωση ή αλλαγή φάσης του ατμού πραγματοποιείται με μετάδοση θερμότητας από τη συσκευή του συμπακνωτή προς τον ατμοσφαιρικό αέρα του περιβάλλοντος χώρου (π.χ. κουζίνας). Για το λόγο αυτό λέμε πως οι



Σχήμα 2.1.3 Συμπυκνωτής

συμπυκνωτές των οικιακών ψυγείων είναι αερόψυκτοι. Επειδή όμως ο αέρας του χώρου έχει αρκετά υψηλή θερμοκρασία (π.χ. $27^{\circ}\text{C} - 33^{\circ}\text{C}$ το καλοκαίρι) πρέπει η θερμοκρασία του συμπυκνωτή και επομένως του ψυκτικού μέσου να είναι μεγαλύτερη από τον αέρα του χώρου έτσι, ώστε να πραγματοποιείται μετάδοση θερμότητας από το συμπυκνωτή προς τον αέρα.

Στα οικιακά ψυγεία ο συμπυκνωτής ψύχεται είτε με αέρα φυσικής κυκλοφορίας, δηλ. με τον περιβάλλοντα αέρα, ο οποίος ρέει μέσα από το συμπυκνωτή μόνος του (επειδή θερμαίνεται) και χωρίς καμία εξωτερική βοήθεια, ή με αέρα εξαναγκασμένης ή βεβαιασμένης κυκλοφορίας, οπότε προστίθεται ένας ανεμιστήρας μαζί με τον ηλεκτροκινητήρα του πίσω από το συμπυκνωτή, ώστε να στέλνει τον αέρα με μεγάλη ταχύτητα στο συμπυκνωτή (βλέπε Κεφάλαιο 4, παράγραφος 2 και Κεφάλαιο 5, παράγραφος 3). Στην πρώτη περίπτωση, ο συμπυκνωτής του ψυγείου έχει τη μορφή σωλήνωσης, η οποία διαμορφώνεται έτσι, ώστε να σχηματίζει σχάρα, η οποία φέρει συνήθως πτερύγια και τοποθετείται (κρεμιέται) στο πίσω μέρος του ψυγείου. Στη δεύτερη περίπτωση (εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα), ο συμπυκνωτής έχει τη μορφή σερπαντίνας με πτερύγια, η οποία όμως τοποθετείται στο πίσω μέρος του ψυγείου και συγκεκριμένα πάνω στη βάση του και μεταξύ συμπιεστή και ανεμιστήρα. Πάντως, και στις δύο περιπτώσεις το ψυγείο πρέπει να τοποθετείται με μεγάλη προσοχή, ώστε να εξασφαλίζεται η ανεμπόδιστη ροή του αέρα γύρω από το συμπυκνωτή,

δηλ. η πίσω πλευρά του ψυγείου πρέπει να απέχει αρκετή απόσταση από τον τοίχο ή τα ντουλάπια της κουζίνας. Διαφορετικά, η κυκλοφορία του αέρα θα είναι κακή (ιδιαίτερα στους συμπυκνωτές φυσικής κυκλοφορίας) με αποτέλεσμα να δημιουργείται υψηλή θερμοκρασία και συνεπώς και πίεση στο συμπυκνωτή, γεγονός που μειώνει τη συνολική απόδοση του ψυγείου και καταπονεί το συμπιεστή, επειδή ο τελευταίος πρέπει να λειτουργεί για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.

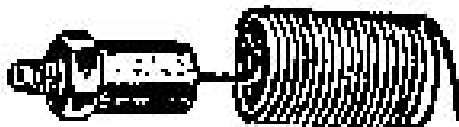
Τέλος, η μετακίνηση του ψυγείου πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, ιδιαίτερα δε αν ο συμπυκνωτής του είναι στερεωμένος στην πίσω πλευρά δηλ. εξωτερικά του ψυγείου, διότι τότε ο συμπυκνωτής κινδυνεύει να πάθει σοβαρή ζημιά, όπως σπάσιμο ή γδάρισμα.

δ. Η εκτονωτική (στραγγαλιστική) διάταξη

Όπως παρατηρήσαμε στην πρώτη παράγραφο, ο σκοπός του εξατμιστή του ψυγείου είναι να ψύχει τον αέρα του ψυκτικού θαλάμου, ο οποίος περιέχει τη θερμότητα και την υγρασία των αποθηκευμένων τροφίμων. Η ψύξη αυτή πραγματοποιείται με την ατμοποίηση σε χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου που ρέει στον εξατμιστή. Όμως, το ψυκτικό μέσον έρχεται από το συμπυκνωτή προς τον εξατμιστή με την υψηλή πίεση του κύκλου λειτουργίας του ψυγείου. Επομένως, υπάρχει η ανάγκη να μειωθεί η πίεση του ψυκτικού μέσου, καθώς αυτό ρέει ανάμεσα στις δύο αναφερόμενες συσκευές. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκτονωτική ή στραγγαλιστική διάταξη, η οποία στην περίπτωση των οικιακών ψυγείων είναι ένας λεπτός σωλήνας με μεγάλο σχετικά μήκος και πολύ μικρή εσωτερική διάμετρο, ο οποίος ονομάζεται τριχοειδής σωλήνας, σχήμα 2.1.4.

Οι σκοποί του τριχοειδή σωλήνα είναι βασικά οι εξής:

- α) Να μετατρέπει την υψηλή πίεση και θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου που βγαίνει από το συμπυκνωτή σε χαμηλή και μάλιστα περίπου ίση με την πίεση στην αναρρόφηση (εισαγωγή) του συμπιεστή και
- β) να ελέγχει τη ροή του ψυκτικού, ώστε να στέλνει στον εξατμιστή τη σωστή ποσότητα ψυκτικού. Το μήκος και η διάμετρός του καθορίζονται από το είδος του ψυκτικού μέσου και κυρίως από το θερμικό φορτίο του ψυγείου, δηλ. από την ποσότητα τροφίμων που πρέπει να αποθηκεύονται, τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία αέρα) και το πόσο συχνά ανοίγει και κλείνει η πόρτα του ψυγείου. Ο κατασκευαστής προκαθορίζει το μήκος και τη διάμετρο του



Σχήμα 2.1.4 Τριχοειδής σωλήνας

τριχοειδή σωλήνα, λαμβάνοντας υπόψη τις συνηθισμένες συνθήκες διαβίωσης των χρηστών του ψυγείου, οι οποίες μπορεί να αντιστοιχούν, για παράδειγμα, σε θερμοκρασία αέρα από 15°C έως 33°C . Αν οι συνθήκες αυτές είναι δυσμενέστερες, π.χ. αν έχουμε καύσωνα ή αν το ψυγείο βρίσκεται σε μια περιοχή της Νότιας Ελλάδας με υψηλές θερμοκρασίες, τότε επειδή ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι πολύ θερμότερος θα πρέπει η θερμοκρασία και επομένως και η πίεση στο συμπυκνωτή να είναι πολύ μεγαλύτερες, για να πραγματοποιείται η συμπύκνωση. Αυτό έχει άμεσο αποτέλεσμα να ωθείται περισσότερο ψυκτικό μέσον στον τριχοειδή σωλήνα, προκαλώντας έτσι την αύξηση της πίεσης στον εξατμιστή, γεγονός που ελαττώνει τη συνολική απόδοση του ψυγείου.

Ο τριχοειδής σωλήνας στηρίζεται στο ένα άκρο του μέσα στον εξατμιστή κατά 40 mm περίπου, όπου συγκολλάται με ασημοκόλληση, ενώ με το άλλο άκρο του μπαίνει μέσα στο φίλτρο (ξηραντήρα) πάλι κατά 40 mm και συγκολλάται επίσης με ασημοκόλληση. Κατά μήκος της διαδρομής του, ο τριχοειδής σωλήνας στερεώνεται πάνω στη γραμμή αναρρόφησης του συμπιεστή (βλέπε παράγραφο β) έτσι, ώστε να γίνεται μετάδοση θερμότητας από το υγρό του τριχοειδή προς τον ατμό που ρέει στη γραμμή αναρρόφησης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, για να βελτιωθεί αυτή η μετάδοση θερμότητας, ο τριχοειδής σωλήνας τοποθετείται στο εσωτερικό της γραμμής (σωλήνωσης) αναρρόφησης. Η εναλλαγή αυτή θερμότητας είναι απαραίτητη, διότι αφενός εξασφαλίζει την πλήρη ατμοποίηση του ψυκτικού, δηλ. εμποδίζει την είσοδο τυχόν σταγονιδίων ψυκτικού στον συμπιεστή, και αφετέρου υποψύχει το υγρό ψυκτικό μέσον, βελτιώνοντας έτσι την απόδοση του εξατμιστή.

Πλεονεκτήματα του τριχοειδούς σωλήνα:

- α) Είναι φθηνός, μεγάλης διάρκειας λειτουργίας και δεν παρουσιάζει βλάβες (εκτός ίσως από φραγμούς), επειδή δεν έχει κινούμενους μηχανισμούς,
- β) ελαττώνει σημαντικά το φορτίο του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή

του ψυγείου, δηλ. το κόστος λειτουργίας του, επειδή εξισώνει την υψηλή πίεση του συμπιεστή με τη χαμηλή πίεση του εξατμιστή.

Μειονεκτήματα του τριχοειδούς σωλήνα:

- α) Η πλήρωση του ψυγείου με ψυκτικό υγρό καθίσταται κρίσιμος παράγοντας, διότι δεν υπάρχει κάποια συσκευή συγκέντρωσης του υγρού (συλλέκτης), οπότε μια τυχόν αύξηση της ποσότητας του ψυκτικού πάνω από την κανονική θα προκαλούσε πιθανώς επιστροφή υγρού στο συμπιεστή, ενώ μια μείωση της ποσότητας θα ελάττωνε την απόδοση του εξατμιστή και επομένως ολόκληρου του ψυγείου,
- β) αν το φορτίο του ψυγείου αυξηθεί (π.χ. τοποθέτηση περισσότερων τροφίμων ή πολλά ανοίγματα της πόρτας), τότε ο τριχοειδής δεν μπορεί να ανταποκριθεί, δηλ. δεν μπορεί να στείλει τη σωστή επί πλέον ποσότητα υγρού ψυκτικού στον εξατμιστή, οπότε ελαττώνεται η απόδοσή του και κατά συνέπεια η συνολική απόδοση του ψυγείου.

2.2 Η κατασκευαστική δομή του μικρού επαγγελματικού ψυγείου

Τα μικρά επαγγελματικά ψυγεία είναι ίσως οι πιο συνηθισμένες συσκευές ψύξης που συναντάμε καθημερινά. Όλοι τα έχουμε προσέξει κυρίως το καλοκαίρι, είτε είναι το ψυγείο του γειτονικού περίπτερου ή μικρού καταστήματος απ' όπου παίρνουμε τα αναψυκτικά ή το νερό, ανοίγοντας την πόρτα που φέρει τζάμι ή το ψυγείο του μεγάλου πολυκαταστήματος ή ακόμη το ψυγείο του αρτοποιείου. Τα ψυγεία αυτού του τύπου έχουν πράγματι ποικίλες εφαρμογές και λειτουργούν κάτω από τις πλέον διαφορετικές συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος που μπορεί στην καλύτερη περίπτωση να είναι ο τέλει κλιματιζόμενος χώρος ενός πολυκαταστήματος και στη χειρότερη, για παράδειγμα, ο ατμοσφαιρικός αέρας ενός απομονωμένου τουριστικού περίπτερου κάπου στη Νότια Ελλάδα σε συνθήκες καύσωνα (π.χ. 40°C), γεγονός που επηρεάζει κάθε φορά την απόδοσή τους. Ο σκοπός του μικρού επαγγελματικού ψυγείου είναι να διατηρεί τα τρόφιμα ή τα ποτά σε κατάσταση συντήρησης, δηλ. να δημιουργεί στο εσωτερικό του τέτοιες θερμοκρασίες αέρα, ώστε τα προϊόντα να διατηρούνται δροσερά και φρέσκα χωρίς να πίνουν πάγο στο εσωτερικό τους (χωρίς δημιουργία κρυστάλλων). Οι θερμοκρασίες αυτές κυμαίνονται συνή-

θως από 2 έως 5 °C ανάλογα με τη φύση των προϊόντων.

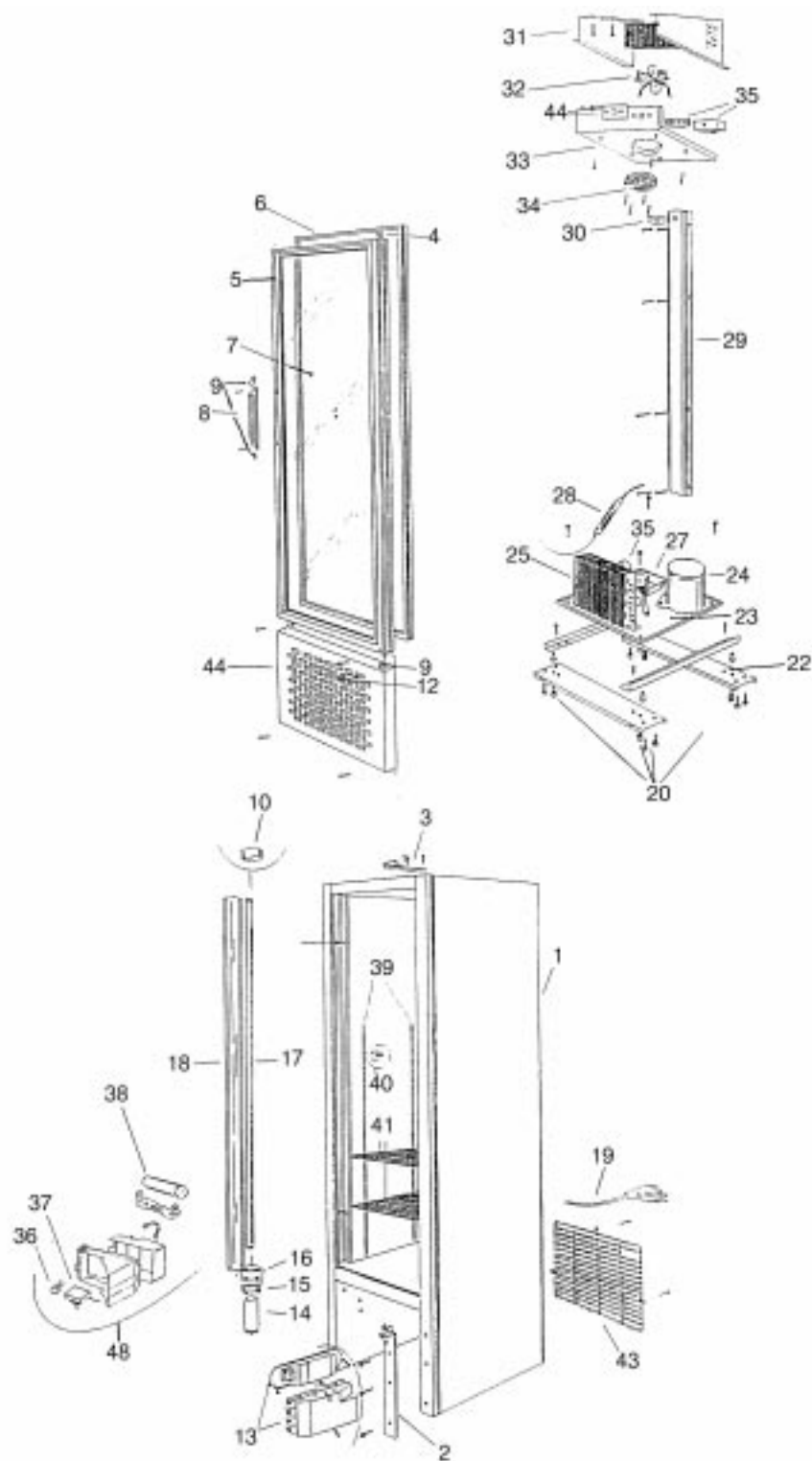
Στη συνέχεια, περιγράφουμε τη δομή ενός τυπικού μικρού επαγγελματικού ψυγείου (θα ονομάζεται απλώς ψυγείο) με αναφορά στα σχήματα 2.2.1α και 2.2.1β .



Σχήμα 2.2.1α Μικρό επαγγελματικό ψυγείο διατήρησης αναψυκτικών.



Σχήμα 2.2.16 Μικρό επαγγελματικό ψυγείο



Περιγραφή

- | | |
|---|---|
| 1. Κορμί. | 23. Συμπιεστής πλήρης |
| 2. Βάση πόρτας | 24. Συμπυκνωτής |
| 3. Στήριξη πάνω μεντεσέ | 25. Ανεμιστήρας συμπιεστή πλήρης |
| 4. Θήκη περιστροφής πόρτας | 26. Λεκάνη αποχέτευσης |
| 5. Τελάρο αλουμινίου πόρτας | 27. Φίλτρο (αφυγραντήρας) |
| 6. Λάστιχο στεγανότητας | 28. Τριχοειδής σωλήνας |
| 7. Τζάμι | 29. Καλύπτρα εσωτερικών σωληνώσεων |
| 8. Χερούλι (χειρολαβή) | 30. Χούφτα αποχέτευσης |
| 9. Καπάκια χειρολαβής | 31. Ατμοποιητής |
| 10. Διακόπτης φωτισμού | 32. Ανεμιστήρας ατμοποιητή πλήρης |
| 11. Κάτω περσίδα | 33. Λεκάνη απόψυξης ατμοποιητή |
| 12. Μπουάτ | 34. Κάλυμμα ανεμιστήρα |
| 13. Μετασχηματιστής | 35. Θερμοστάτης |
| 14. Εκκινητής (στάρτερ) | 36. Θερμικό προστασίας |
| 15. Βάση εκκινητή | 37. Ηλεκτρονόμος (ρελέ) |
| 16. Ρευματοδότης λάμπας | 38. Πυκνωτής |
| 17. Λαμπτήρας φθορισμού | 39. Ηλεκτρολογικό κουτί |
| 18. Κάλυμμα λάμπας | 40. Σκαλιέρες |
| 19. Καλώδιο παροχής και φισ | 41. γάντζος σχάρας |
| 20. Ρυθμιστές θέσης ψυγείου (ρεγουλα-
τόροι) | 42. Σχάρα ορόφου |
| 21. Τραβέρσες στήριξης ψυγείου | 43. Σχάρα συμπιεστή |
| 22. Βάση συμπιεστή | 44. Σχάρα εμπρός συμπιεστή κάτω περ-
σίδα) |

Σχήμα 2.2.2 Δομή τυπικού μικρού επαγγελματικού ψυγείου

Η δομή του ψυγείου διαφέρει αρκετά από τη δομή του οικιακού ψυγείου, αν και η αρχή λειτουργίας είναι ίδια, δηλ. και αυτό το ψυγείο λειτουργεί με βάση τον κύκλο μηχανικής συμπίεσης ατμών (βλέπε Κεφάλαιο 21, παράγραφος 3). Το ψυγείο αποτελείται από τον κορμό (1), ο οποίος διαιρείται σε δύο βασικά τμήματα, ήτοι το θάλαμο, όπου τοποθετούνται τα προϊόντα, και στην κάτω κοιλότητα στην οποία τοποθετείται το συγκρότημα της μηχανής. Ο θάλαμος του ψυγείου κατασκευάζεται εξωτερικά με μεταλλικά ελάσματα (λαμαρίνες) και εσωτερικά με πλαστικά ή μεταλλικά ελάσματα. Η εξωτερική λαμαρίνα μπορεί να βάφεται με το κατάλληλο χρώμα, π.χ. άσπρο για να ανακλώνται οι ακτίνες του ήλιου, αν το ψυγείο χρησιμοποιείται σε ανοικτό χώρο. Το εσωτερικό τοίχωμα είναι από ανθεκτικό πλαστικό, το οποίο με την πάροδο του χρόνου γίνεται πιο εύθραυστο λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας και γι' αυτό χρειάζεται προσοχή στις κρούσεις. Ανάμεσα στο εξωτερικό έλασμα και στο εσωτερικό τοίχωμα υπάρχει ένα στρώμα θερμομόνωσης που κατασκευάζεται συνήθως από σκληρή αφρώδη πολυουρεθάνη έτσι, ώστε να εμποδίζει τη ροή θερμότητας από το θερμό περιβάλλον προς το θάλαμο. Στις κατακόρυφες πλευρές του θαλάμου έχουν στερεωθεί οι οδηγοί (39) που έχουν σκοπό να στηρίξουν τις σχάρες (41), στις οποίες τοποθετούνται τα προϊόντα. Η στήριξη

των σχαρών πραγματοποιείται με τα γαντζάκια (41), ώστε οι σχάρες να στερεώνονται στις επιθυμητές μεταξύ τους αποστάσεις με σκοπό την εύκολη πρόσβαση στα προϊόντα. Ο θάλαμος κλείνει με την πόρτα, η οποία στο κάτω μέρος στηρίζεται στη βάση πόρτας(2), ενώ στο πάνω μέρος στηρίζεται στο μεντεσέ (3). Επίσης, η πόρτα έχει τη θήκη περιστροφής (4), όπου περιστρέφεται το πλαίσιο αλουμινίου (5), στο οποίο εισάγεται το τζάμι (7), το οποίο παρέχει πλήρη ορατότητα στον εσωτερικό χώρο του θαλάμου. Ανάμεσα στο πλαίσιο αλουμινίου και στη μετωπική επιφάνεια του θαλάμου τοποθετείται το λάστιχο θερμομόνωσης και στεγανότητας (6), το οποίο εμποδίζει την είσοδο του θερμού εξωτερικού αέρα στο θάλαμο. Ακόμη, η πόρτα διαθέτει το χερούλι (8) μαζί με τα καπάκια (9).

Στο ψηλότερο τμήμα του θαλάμου τοποθετείται ο εξατμιστής (31), ο οποίος αποτελείται από ένα σωλήνα χάλυβα ή αλουμινίου, ο οποίος έχει εξωτερικά πτερύγια που βοηθούν στην καλύτερη μετάδοση της θερμότητας και ο οποίος έχει διαμορφωθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματίζει σερπαντίνα με μια ή περισσότερες σειρές. Ο σκοπός του εξατμιστή είναι και εδώ να ψύχει τον αέρα που έρχεται από το κάτω μέρος του θαλάμου και έχει τη θερμοκρασία λειτουργίας του ψυγείου. Στην προκειμένη περίπτωση, ο εξατμιστής διαθέτει τον πλήρη ανεμιστήρα (32), δηλ. ανεμιστήρα μαζί με το συνδεδεμένο ηλεκτροκινητήρα του. Ακόμη, ο εξατμιστής έχει ένα ειδικό έλασμα, το οποίο ονομάζεται λεκάνη (33) και του οποίου σκοπός είναι να συγκεντρώνει τα συμπυκνώματα που δημιουργούνται κατά τη συμπύκνωση της υγρασίας του αέρα πάνω στους σωλήνες του εξατμιστή (βλέπε για περισσότερα το Κεφάλαιο 4, παράγραφος 5). Η λεκάνη είναι διαμορφωμένη με ένα άνοιγμα στο μέσο της, στο οποίο τοποθετείται το κάλυμμα του ανεμιστήρα (34), απ' όπου περνά ο κρύος αέρας που στέλνει ο ανεμιστήρας προς τα προϊόντα. Αυτός ο τύπος εξατμιστή, που ο αέρας ανακυκλώνεται με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα, ονομάζεται εξαναγκασμένης κυκλοφορίας. Τέλος, το συγκρότημα του εξατμιστή διαθέτει επίσης τον πλήρη θερμοστάτη, ο οποίος έχει σκοπό να διακόπτει ή να ξεκινά τη λειτουργία του εξατμιστή, αν η θερμοκρασία του θαλάμου αυξάνεται ή ελαττώνεται, αντίστοιχα. Εδώ, πρέπει να σημειώσουμε ότι υπάρχουν επαγγελματικά ψυγεία, όπου ο εξατμιστής δεν έχει ανεμιστήρα και η ροή του αέρα γίνεται με φυσικό τρόπο, δηλ. με τη διαφορά πυκνότητας μεταξύ προσερχόμενου στον εξατμιστή αέρα (ελαφρύς, θερμός) και του εξερχόμενου αέρα (βαρύς, ψυχρός). Οι εξατμιστές αυτοί ονομάζονται φυσικής κυκλοφορίας (για περισσότερα βλέπε το Κεφάλαιο 6, παράγραφος 1).

Στην κοιλότητα, που έχει ειδικά διαμορφωθεί στο κάτω τμήμα του κορμού του ψυγείου, υπάρχουν οι εγκάρσιες δοκοί στήριξης (22), στις οποίες στηρίζεται ο κορμός, ενώ κάτω από τις δοκούς έχουν τοποθετηθεί τα ρυθμιστικά στοιχεία θέσης (20), τα οποία ρυθμίζουν τη θέση του ψυγείου έτσι, ώστε να είναι πάντοτε οριζόντιο. Πάνω στις εγκάρσιες δοκούς έχει τοποθετηθεί η βάση μηχανής (23), η οποία μπορεί να αφαιρείται από τον κορμό του ψυγείου και η οποία φέρει το συμπιεστή (24), το συμπυκνωτή (25), τον πλήρη ανεμιστήρα (26), δηλ. ανεμιστήρα μαζί με τον ηλεκτροκινητήρα του, ενώ ακόμα υπάρχει και η λεκάνη αποχέτευσης (27). Ο συμπιεστής είναι και εδώ ερμητικού τύπου και κλασματικής ισχύος και έχει προσαρτηθεί σε αυτόν το πλήρες ηλεκτρολογικό κουτί (39), το οποίο περιλαμβάνει το θερμικό προστασίας (36), τον ηλεκτρονόμο ή ρελέ (37) και τον πυκνωτή (38) (για περισσότερα βλέπε το Κεφάλαιο 4, παράγραφος 1). Ο συμπυκνωτής αποτελείται από ένα σωλήνα χάλυβα ή αλουμινίου, ο οποίος στην εξωτερική του επιφάνεια φέρει πτερύγια που βοηθούν στην καλύτερη μετάδοση της θερμότητας και έχει διαμορφωθεί έτσι, ώστε να σχηματίζει σερπαντίνα με μια ή περισσότερες σειρές σωλήνων. Το μέσον ψύξης του συμπυκνωτή είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας, τον οποίο αναρροφά ο ανεμιστήρας που είναι τοποθετημένος μεταξύ συμπιεστή και συμπυκνωτή. Η αναρρόφηση του αέρα γίνεται μέσα από την κάτω περσίδα (44), η οποία κλείνει το μπροστινό μέρος της κάτω κοιλότητας του κορμού (1). Στη συνέχεια, ο αέρας περνά μέσα από τις σειρές σωλήνων του συμπυκνωτή και τελικά διοχετεύεται με μεγάλη ταχύτητα στην ατμόσφαιρα μέσα από την σχάρα μηχανής (43), η οποία κλείνει το πίσω μέρος της κάτω κοιλότητας του κορμού (1). Αυτός ο τύπος συμπυκνωτή, που για τη ροή του ατμοσφαιρικού αέρα χρησιμοποιείται ανεμιστήρας, ονομάζεται εξαναγκασμένης κυκλοφορίας και είναι ο σχεδόν αποκλειστικά εφαρμοζόμενος στα μικρά επαγγελματικά ψυγεία (για περισσότερα βλέπε το Κεφάλαιο 6, παράγραφος 3). Όπως και στα οικιακά ψυγεία έτσι και εδώ, η ανεμπόδιστη ροή του αέρα πάνω από το συμπυκνωτή αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την καλή ψύξη του συμπυκνωτή και συνεπώς για τη συνολική απόδοση του ψυγείου. Στα μικρά επαγγελματικά ψυγεία πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή και για έναν επί πλέον λόγο, ότι τις περισσότερες φορές είναι εκτεθειμένα στις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία) που τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολύ δυσμενείς (καύσωνες κ.λπ.). Επομένως, το ψυγείο πρέπει να τοποθετείται σε θέση τέτοια, ώστε η μπροστινή του πλευρά και κυρίως η πίσω να έχουν αρκετή απόσταση από γει-

τονικά αντικείμενα που θα εμποδίζουν τυχόν τη ροή του αέρα πάνω από το συμπυκνωτή.

Η λεκάνη αποχέτευσης (27) τοποθετείται πάνω στη βάση μηχανής (23), ώστε να συλλέγει το νερό που δημιουργείται κατά τη συμπύκνωση της υγρασίας του αέρα στον εξατμιστή. Το νερό κατεβαίνει μέχρι τη λεκάνη (27) μέσω των εσωτερικών σωληνώσεων (δεν φαίνονται) που καλύπτονται με την καλύπτρα (30). Το νερό αυτό πρέπει να αποβάλλεται οπωσδήποτε από το ψυγείο, διότι διαφορετικά θα δημιουργήσει εστία επιβλαβών μικροοργανισμών. Αυτό επιτυγχάνεται με το ρεύμα αέρα που περνά πάνω από τη λεκάνη και που δημιουργείται με τον ανεμιστήρα. Το ρεύμα αυτό προκαλεί την εξάτμιση του νερού προς τον ατμοσφαιρικό αέρα (βλέπε επίσης το Κεφάλαιο 4, παράγραφος 5).

Τέλος, το ψυγείο αυτού του τύπου διαθέτει το λαμπτήρα φθορισμού (17) που καλύπτεται με το κάλυμμα λαμπτήρα (18) και που είναι απαραίτητος για ευνόητους λόγους. Για να λειτουργήσει όμως ο λαμπτήρας (17) είναι απαραίτητο να υπάρχει ο μετασχηματιστής (13), ο εκκινητής ή starter (14) μαζί με τη βάση (15), καθώς και ο ρευματοδότης (16).

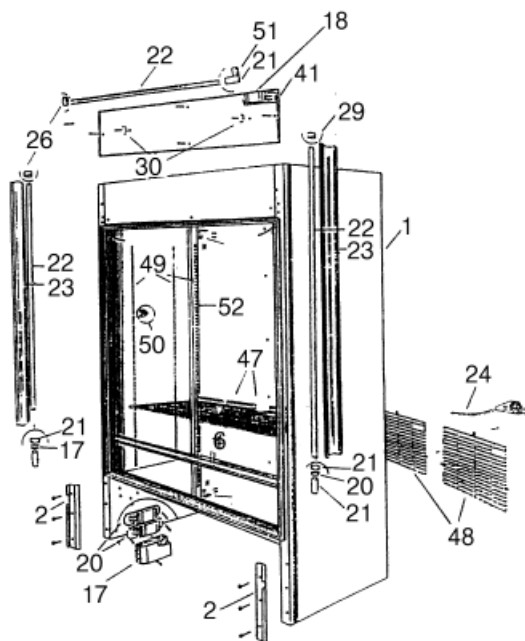
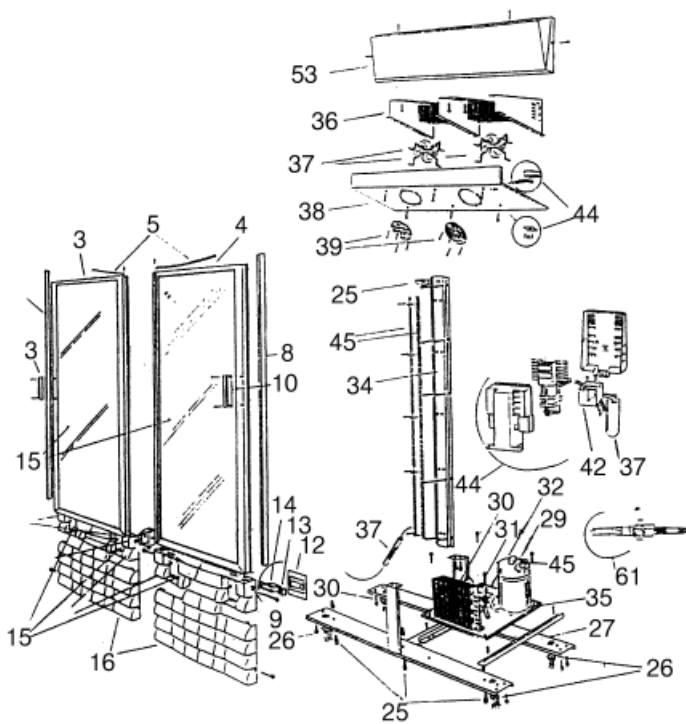
Στην πιο πάνω περιγραφή είδαμε τη δομή του συχνότερα χρησιμοποιούμενου μικρού επαγγελματικού ψυγείου που έχει μια μόνο πόρτα. Ωστόσο, στο εμπόριο υπάρχουν και άλλοι μεγαλύτεροι τύποι τέτοιων ψυγείων που εξυπηρετούν μεγαλύτερα καταναλωτικά σημεία. Ένα τέτοιο επαγγελματικό ψυγείο φαίνεται στο σχήμα 2.2.3 που παραθέτουμε μαζί με τον πίνακα, ο οποίος επεξηγεί τις διάφορες συσκευές και τα μηχανήματα.

2.3 Η κατασκευαστική δομή του οικιακού ή μικρού επαγγελματικού καταψύκτη.

Ο οικιακός ή μικρός επαγγελματικός καταψύκτης (στη συνέχεια θα ονομάζεται καταψύκτης) διαφέρει από το οικιακό ψυγείο στη δομή και στο σκοπό. Ξεκινώντας από το δεύτερο, θα πρέπει να τονίσουμε ότι ο καταψύκτης έχει αποκλειστικό σκοπό την κατάψυξη των αποθηκευόμενων προϊόντων. Στο σημείο αυτό καλό θα ήταν να αναφέρουμε ορισμένα δεδομένα που χαρακτηρίζουν το φαινόμενο της κατάψυξης

Η κατάψυξη είναι η φυσική εκείνη διεργασία που τα τρόφιμα αποκτούν τόσο χαμηλή θερμοκρασία, ώστε το νερό τους να στερεοποιείται,

σχηματίζοντας μικρούς κρυστάλλους πάγου. Η μεταβολή αυτή είναι πολύ πιο σύνθετη από ό,τι στην περίπτωση της πήξης του καθαρού νερού, διότι το νερό μέσα στα τρόφιμα είναι μίγμα αλάτων και σακχάρων, γεγονός που σημαίνει πως το σημείο πήξης του είναι αρκετά κάτω από τους 0°C . Η κρυστάλλωση αρχίζει ουσιαστικά μεταξύ $-0,5^{\circ}$ και -3°C ανάλογα με το είδος των τροφίμων. Όσο όμως εξαπλώνεται το “μέτωπο” των κρυστάλλων, τόσο αυξάνει η περιεκτικότητα του υπόλοιπου νερού σε διάφορες ουσίες, επειδή μειώνεται η ποσότητα του νερού και κατά συνέπεια πέφτει το σημείο πήξης του νέου μίγματος. Συνήθως, στους -5°C έχει γίνει πάγος το 75-85% του περιεχόμενου νερού. Βέβαια, ακόμη και στην περιοχή μεταξύ -35° και -40°C παραμένει μη κρυσταλλωμένο ένα 5% περίπου του αρχικού νερού. Η κατάψυξη ενός τεμαχίου (π.χ. κρέατος) αρχίζει από την επιφάνειά του και προχωρεί προς το κέντρο του υπό μορφήν ενός “μετώπου” κρυστάλλωσης, το οποίο κινείται με μια ορισμένη ταχύτητα που ονομάζεται ταχύτητα κατάψυξης. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα κατάψυξης, τόσο καλύτερη θα είναι η τελική ποιότητα του προϊόντος.



Περιγραφή

1. Κορμί.
2. Στήριξη περσίδας (3)
3. Πόρτα αριστερή (4)
4. Πόρτα δεξιά (5)
5. Ελατήριο επαναφοράς (6)
6. Ραουλόδρομος ινοχ
7. Ράουλα με ρουλμάν
8. Ελαστικά στεγανότητας και θερμομόνωσης
9. Τζάμι
10. Χερούλι
11. Τυφλό μάτι περσίδας
12. Μάτι οργάνων περσίδας
13. Διακόπτης φωτισμού
14. Θερμόμετρο
15. Πάνω περσίδα
16. Κάτω περσίδα
17. Μπουάτ
18. Μετασχηματιστής
19. Εκκινητής (στάρτερ)
20. Βάση εκκινητή
21. Ρευματοδότης λάμπας
22. Λάμπα
23. Κάλυμμα λάμπας
24. Καλώδιο παροχής και φως
25. Ρυθμιστές θέσης ψυγείου (ρεγουλατόροι)
26. Ρόδες σταθερής κατεύθυνσης
27. Τραβέρσες στήριξης ψυγείου
28. Βάση συμπιεστή
29. Συμπιεστής
30. Συμπυκνωτής
31. Ανεμιστήρας συμπιεστή
32. Λεκάνη αποχέτευσης
33. Φίλτρο (αφυγραντήρας)
34. Καλύπτρα εσωτερικών σωληνώσεων
35. Χούφτα αποχέτευσης
36. Ατμοποιητής
37. Ανεμιστήρας ατμοποιητή
38. Λεκάνη απόψυξης ατμοποιητή
39. Κάλυμμα ανεμιστήρα
40. Θερμοστάτης
41. Θερμικό προστασίας
42. Ηλεκτρονόμος (ρελέ)
43. Πυκνωτής
44. Ηλεκτρολογικό κουτί
45. Σκαλιέρες
46. Γάντζος σκάρας
47. Σχάρα ορόφου
48. Σχάρα συμπιεστή
49. Βάση φωτεινής επιγραφής
50. Συγκρατητής λάμπας
51. Βάση εκκινητή φωτεινής επιγραφής
52. Συγκρατητής πάνω περσίδας
53. Κάλυμμα επιγραφής
54. Κολώνα στήριξης σχαρών ορόφου
55. Βάνα αναρρόφησης.

Σχήμα 2.2.3 Επαγγελματικό ψυγείο

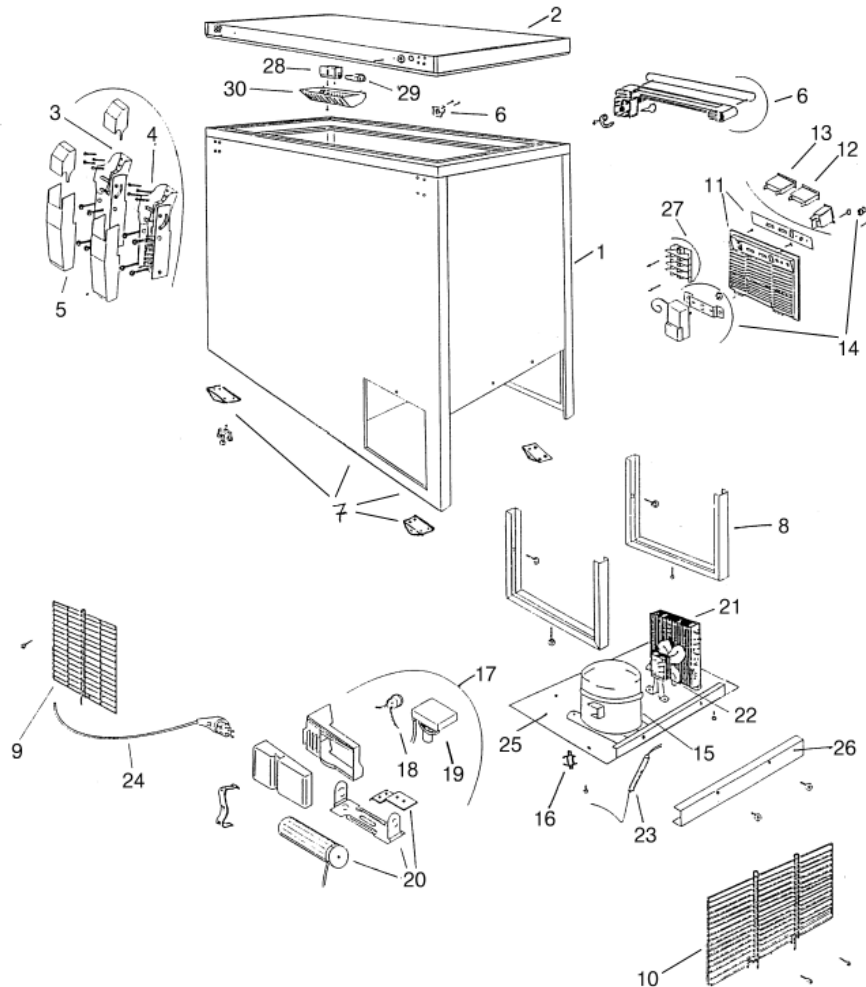
Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοσθεί, διότι διαπιστώθηκε ότι οι μικροοργανισμοί σταματούν να αναπτύσσονται και οι βιοχημικές αντιδράσεις επιβραδύνονται δραστικά, όταν η θερμοκρασία των τροφίμων πέσει κάτω από -10°C περίπου. Επομένως, η κατάψυξη προσφέρεται για πιο μακροχρόνια διατήρηση των τροφίμων (π.χ. για πολλές εβδομάδες) και έχει το σημαντικό πλεονέκτημα ότι τα τρόφιμα δε χάνουν το νερό τους, εφόσον όμως έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα και κυρίως έχει γίνει αεροστεγής συσκευασία, ώστε το περιεχόμενο νερό (υγρασία) των τροφίμων να μην μπορεί να διαπνηθήσει στον ψυχρό αέρα. Διαφορετικά, τα τρόφιμα παθαίνουν αφύγρανση και ξηραίνονται με αποτέλεσμα να αποκτούν αλλοιωμένη γεύση και να μην έχουν ελκυστική εμφάνιση

Ισύμφωνα λοιπόν με τα προηγούμενα καταλαβαίνουμε, ότι οι θερμοκρασίες που επικρατούν μέσα στον καταψύκτη είναι πολύ χαμηλότερες απ' αυτές που επικρατούν στο θάλαμο συντήρησης ενός οικιακού ψυγείου, δηλ. κυμαίνονται από τουλάχιστον -18°C μέχρι και -24°C. Για να

πραγματοποιηθούν αυτές οι τόσο χαμηλές θερμοκρασίες πρέπει ο καταψύκτης να έχει τη δική του ιδιαίτερη δομή, η οποία φαίνεται στο σχήμα 2.3.2 που δείχνει έναν οριζόντιο καταψύκτη σε αποσυναρμολόγηση.



Σχήμα 2.3.1 Μικρός επαγγελματικός καταψύκτης



Περιγραφή

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Κορμί. | 16. Συμπιεστής (15) |
| 2. Καπάκι | 17. Σινεμπλόκ (16) |
| 3. Μεντεσές απλός | 18. Ηλεκτρολογικό κουτί (17) |
| 4. Μεντεσές με ελατήριο | 19. Θερμικό προστασίας (18) |
| 5. Πλαστικά καλύμματα μεντεσέ | 20. Ηλεκτρονόμος (ρελέ) (19) |
| 6. Χερούλι (χειρολαβή) | 21. Πυκνωτής |
| 7. Ρόδα μονής ροής | 22. Συμπυκνωτής |
| 8. Ενίσχυση βάσης συμπιεστή | 23. Ανεμιστήρας συμπιεστή |
| 9. Σχάρα επικάλυψης μικρή. | 24. Φίλτρο (αφυγραντήρας) |
| 10. Σχάρα επικάλυψης μεγάλη. | 25. Καλώδιο παροχής και φως |
| 11. Πλαστικός πίνακας οργάνων. | 26. Βάση συμπιεστή. |
| 12. Ενδεικτική κόκκινη λυχνία | 27. Κάλυμμα βάσης συμπιεστή. |
| 13. διακόπτης ταχείας ψύξης (12a) | 28. Κλέμμα πίνακα ηλεκτρολογικού κουτιού |
| 14. Ενδεικτική πράσινη λυχνία (13) | 29. Ντουί διακόπτη λάμπας |
| 15. Θερμοστάτης (14) | 30. Λάμπα πυράκτωσης |
| | 31. Πλαστικό κάλυμμα λάμπας |

Σχήμα 2.3.2 Επιμέρους τμήματα μικρού επαγγελματικού καταψύκτη

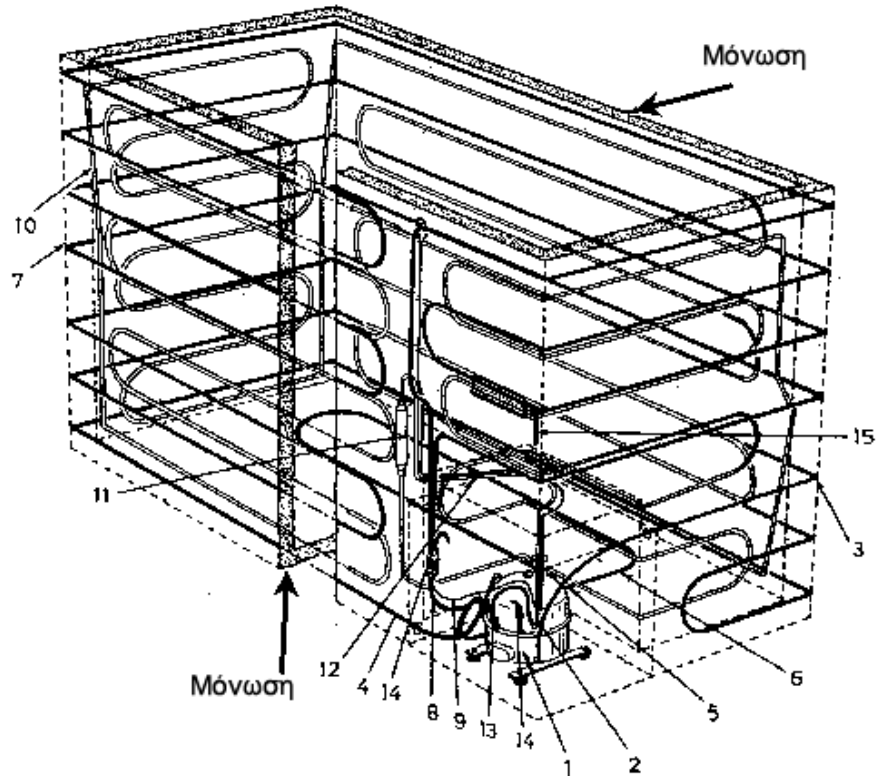
Όπως φαίνεται από το σχήμα 2.3.2, ο καταψύκτης αποτελείται από το θάλαμο ή κιβώτιο (1), το οποίο ονομάζεται και κορμί του καταψύκτη και το οποίο εδώ είναι οριζόντιο. Φυσικά, υπάρχουν και κατακόρυφοι θάλαμοι, οι οποίοι καταλαμβάνουν πολύ μικρότερο χώρο και γι' αυτό χρησιμοποιούνται συνήθως στις οικιακές κουζίνες. Τα προς κατάψυξη τρόφιμα, πρέπει να τοποθετούνται με τάξη, διότι λόγω της κατασκευής του θαλάμου είναι δύσκολο να βρεθούν τα τρόφιμα που βρίσκονται στον πυθμένα του, τα οποία θα πρέπει να αναγράφουν την ημερομηνία λήξεως. Για το λόγο αυτό πολλοί θάλαμοι διαθέτουν καλάθια, τα οποία στηρίζονται στα πλευρικά τοιχώματα του θαλάμου, ώστε να διευκολύνουν την πρόσβαση στα προϊόντα. Επίσης, ο καταψύκτης περιλαμβάνει το καπάκι (2), το οποίο κλείνει αεροστεγώς το θάλαμο, συνδέεται με τους μεντεσέδες (3,4,5) και φέρει το χερούλι (6). Ακόμη, μέσα στο θάλαμο υπάρχει ο πλήρης θερμοστάτης (14), ο οποίος περιλαμβάνει τον πλαστικό πίνακα οργάνων (11), την ενδεικτική κόκκινη λυχνία προστασίας (12), και την ενδεικτική πράσινη λυχνία λειτουργίας (13) έτσι, ώστε να ελέγχει τη θερμοκρασία του θαλάμου και να στέλνει τις κατάλληλες εντολές προς το συμπιεστή, για να διακόπτει ή να ξεκινά τη λειτουργία του. Στο Κεφάλαιο 5, παράγραφος (1) περιγράφουμε διεξοδικότερα το σύστημα θάλαμος-καπάκι.

Στο κάτω δεξιό τμήμα του κιβωτίου έχει διαμορφωθεί μια κατάλληλη κοιλότητα, η οποία περικλείεται από τη βάση (25) από λαμαρίνα, τις δύο μικρές σχάρες επικάλυψης (9) και τη μεγάλη σχάρα επικάλυψης (10). Η βάση (25) διαθέτει περαιτέρω τις ενισχύσεις (8) και το κάλυμμα (26) και έχει τη δυνατότητα να αφαιρείται από την κοιλότητα του κιβωτίου του καταψύκτη. Πάνω στη βάση (25) έχουν τοποθετηθεί ο συμπιεστής (15), ο συμπυκνωτής (21) και ο ανεμιστήρας (22), ο οποίος είναι πλήρης, δηλ. διαθέτει ηλεκτροκινητήρα. Ο συμπιεστής περιλαμβάνει απαραίτητα το πλήρες ηλεκτρολογικό κουτί του (17), το οποίο αποτελείται από το θερμικό προστασίας (18), τον ηλεκτρονόμο ή ρελέ (19) και τον πυκνωτή (20). Για περαιτέρω ανάλυση του συστήματος συμπιεστή-συμπυκνωτή βλέπε το Κεφάλαιο 5, παράγραφος (2) και (3), αντίστοιχα. Τέλος, στο εσωτερικό μέρος του κιβωτίου (θαλάμου) και συγκεκριμένα πάνω από την κοιλότητα του τοποθετείται η συσκευή ψύξης του αέρα, δηλ. ο εξατμιστής (δε φαίνεται στο Σχήμα). Αυτός, στην περίπτωση του οριζόντιου καταψύκτη, αποτελείται από μια σωλήνωση που έχει τη μορφή σερπαντίνας μέσα από την οποία περνά με ταχύτητα ο αέρας με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα, ο οποίος είναι τοποθετημένος πίσω από τον εξατμιστή. Στην περίπτωση αυτή μι-

λάμε για εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας του αέρα. Ωστόσο, στους κατακόρυφους καταψύκτες, ο εξατμιστής μπορεί επίσης να έχει τη μορφή πλάκας ή πλακών, οι οποίες είτε αποτελούν οι ίδιες τα ράφια του καταψύκτη ή είναι εντοιχισμένες στα τοιχώματα του θαλάμου, οπότε μιλάμε για εξατμιστή τύπου φυσικής κυκλοφορίας του αέρα, επειδή ο αέρας ρέει με φυσικό τρόπο (λόγω διαφοράς πυκνοτήτων) και δεν υπάρχει ανεμιστήρας. Ακόμη, οι εξατμιστές φυσικής κυκλοφορίας τύπου ραφιού αποτελούνται από μια χαλύβδινη σωλήνωση, η οποία σχηματίζει σερπαντίνα που στηρίζεται με σχάρα από σύρματα για καλύτερη αντοχή στα τοποθετούμενα τρόφιμα. Για περισσότερα περί εξατμιστών βλέπε το Κεφάλαιο 5, παράγραφος (4).

Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε την κατασκευή ενός συναρμολογημένου οριζόντιου καταψύκτη.

Ο καταψύκτης αυτός έχει δύο βασικές διαφορές από αυτόν που φαίνεται στο σχήμα 2.3.2. Κατ' αρχήν ο εξατμιστής ή στοιχείο ατμοποίησης (10) είναι τύπου φυσικής κυκλοφορίας, δηλ. αποτελείται μόνο από σωλήνα σχήματος σερπαντίνας, ο οποίος μάλιστα είναι ενσωματωμένος μέσα στο τοίχωμα του θαλάμου του καταψύκτη, όπου στερεώνεται πάνω στην εσωτερική επένδυση. Επίσης, ο συμπυκνωτής (7) είναι τύπου φυσικής κυκλοφορίας, δηλ. δε διαθέτει ανεμιστήρα για την ψύξη του. Αντίθετα, οι σωληνώσεις του είναι ενσωματωμένες στο πάνω μέρος της εξωτερικής παράπλευρης επιφάνειας του θαλάμου. Με αυτή την κατασκευή, όπου οι σωληνές στερεώνονται στην εσωτερική πλευρά του εξωτερικού ελάσματος (λαμαρίνας) του τοιχώματος του θαλάμου και είναι χωμένοι μέσα στη θερμομόνωση, επιτυγχάνεται ταυτόχρονα και ένας άλλος σκοπός, δηλ. αποφεύγεται η συμπύκνωση του υδρατμού του εξωτερικού αέρα πάνω στην εξωτερική μεταλλική επιφάνεια του τοιχώματος, όταν το περιβάλλον είναι υγρό και κρύο. Τέλος, στο κάτω μέρος της εξωτερικής παράπλευρης επιφάνειας του τοιχώματος υπάρχουν οι σωλήνες ατμού του ψυκτικού μέσου (3), οι οποίοι ψύχουν το λάδι λίπανσης του συμπιεστή. Ένα δεύτερο παράλληλο κύκλωμα (5) για την ψύξη του λαδιού έχει τοποθετηθεί στον πυθμένα του καταψύκτη.



Περιγραφή

- | | |
|--|---|
| 1. Συμπιεστής | 9. Τριχοειδής σωλήνας. |
| 2. Εισαγωγή θερμού ατμού ψύξης λαδιού. | 10. Ατμοποιητής. |
| 3. Σωλήνωση ψύξης του ατμού που ψύχει το λάδι λίπανσης | 11. Δοχείο ψυκτικού λαδιού. |
| 4. Επιστροφή ατμού ψύξης λαδιού. | 12. Εναλλάκτης θερμότητας μεταξύ αναρρόφησης και τριχοειδή. |
| 5. Έξοδος ατμού ψύξης λαδιού. | 13. Σωλήνας αναρρόφησης κρύου ατμού |
| 6. Σπείρα ψύξης ατμού ψύξης λαδιού. | 14. Σωλήνας επέμβασης για ψυκτικό μέσο, λάδι, κενό κ.λπ. |
| 7. Σωλήνες συμπυκνωτή | 15. Σωλήνας ελέγχου ψυκτικού μέσου |
| 8. Φίλτρο (αφυγραντήρας) | |

Σχήμα 2.3.3 Οριζόντιος καταψύκτης

**ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ**

- Το οικιακό ψυγείο αποτελείται κυρίως από τον ψυκτικό θάλαμο, τον εξατμιστή ή ατμοποιητή, το συμπιεστή, το συμπυκνωτή και την εκτονωτική διάταξη (τριχοειδή σωλήνα).
- Ο εξατμιστής του ψυγείου είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας που ψύχει τον αέρα του θαλάμου του ψυγείου, ο οποίος έχει απορροφήσει τη θερμότητα και την υγρασία των τροφίμων.
- Όταν ο θάλαμος κατάψυξης επικοινωνεί με το θάλαμο συντήρησης του ψυγείου, τότε χρειάζεται μόνο ένας εξατμιστής στο ψυγείο, ενώ όταν οι δύο θάλαμοι είναι απομονωμένοι, τότε το ψυγείο έχει δύο εξατμιστές που συνδέονται σε σειρά.
- Οι εξατμιστές διακρίνονται σε εξατμιστές φυσικής και εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα που διαμορφώνονται με αντίστοιχους τρόπους.
- Ο συμπιεστής αναρροφά τους ατμούς του ψυκτικού ρευστού από τον εξατμιστή σε χαμηλή πίεση, τους συμπιέζει (τους αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία) και τους απορρίπτει μέσα στο συμπυκνωτή.
- Οι συμπιεστές των οικιακών ψυγείων είναι ερμητικά στεγανοποιημένοι, είναι παλινδρομικού (συνήθως) ή περιστροφικού τύπου και έχουν ισχύ μικρότερη από ένα ίππο ($1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$).
- Ο συμπυκνωτής μετατρέπει τον θερμό ατμό του ψυκτικού μέσου σε υγρό υπό σταθερή περίπου θερμοκρασία, ώστε να αποβάλλεται ολόκληρη η ενέργεια του ατμού, δηλ. η θερμότητα που πήρε στον εξατμιστή και το μηχανικό έργο που πήρε στον συμπιεστή.
- Ο συμπυκνωτής του ψυγείου μπορεί να ψύχεται με αέρα φυσικής ή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας. Στην πρώτη περίπτωση έχει τη μορφή σχάρας που κρεμιέται στο πίσω μέρος του ψυγείου, ενώ στη δεύτερη έχει τη μορφή σερπαντίνας με πτερύγια που τοποθετείται στο πίσω και κάτω μέρος του ψυγείου.
- Ο τριχοειδής σωλήνας (εκτονωτική διάταξη) ελαττώνει την υψηλή πίεση και θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου που βγαίνει από το συμπυκνωτή σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία και μάλιστα περίπου ίση με αυτή που επικρατεί στην είσοδο του συμπιεστή (αναρρόφηση). Επίσης, ε-

λέγχει τη ροή του ψυκτικού μέσου, ώστε να στέλνει στον εξατμιστή τη σωστή ποσότητα.

- Το μήκος και η διάμετρος του τριχοειδή σωλήνα εξαρτώνται από το είδος του ψυκτικού μέσου και από το θερμικό φορτίο του ψυγείου (ποσότητα τροφίμων, συνθήκες περιβάλλοντος, συχνότητα χρήσης).
- Τα μικρά επαγγελματικά ψυγεία έχουν ποικίλες εφαρμογές και λειτουργούν κάτω από πολύ διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος.
- Η αρχή λειτουργίας του μικρού επαγγελματικού ψυγείου είναι ίδια με αυτή του οικιακού ψυγείου, αλλά η δομή του διαφέρει σημαντικά.
- Ο μικρός επαγγελματικός καταψύκτης έχει σκοπό να καταψύχει τα αποθηκευόμενα προϊόντα, δηλ. να δημιουργεί αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω από -18°C) στις οποίες το νερό των προϊόντων σχηματίζει κρυστάλλους πάγου σε μεγάλο ποσοστό, ώστε αυτά να παραμένουν αναλλοίωτα για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Ο μικρός επαγγελματικός καταψύκτης έχει τη δική του ιδιαίτερη δομή, ώστε να μπορεί να δημιουργεί τις συνθήκες κατάψυξης.

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

- 1) Ποιος είναι ο σκοπός του εξατμιστή ενός οικιακού ψυγείου;
- 2) Ποιες μεταβολές παθαίνει ο αέρας του θαλάμου του ψυγείου καθώς περνά πάνω από τον εξατμιστή;
- 3) Πότε το οικιακό ψυγείο χρειάζεται έναν και πότε δύο εξατμιστές;
- 4) Ποιους τύπους κυκλοφορίας αέρα πάνω από τον εξατμιστή γνωρίζετε;
- 5) Να περιγράψετε γενικά τις μορφές των εξατμιστών του οικιακού ψυγείου ανάλογα με τον τύπο του εξατμιστή.
- 6) Πού τοποθετούνται οι διάφοροι τύποι εξατμιστών του ψυγείου;
- 7) Ποιος είναι ο σκοπός του συμπιεστή ενός οικιακού ψυγείου;
- 8) Ποιο είναι το συνηθισμένο εξωτερικό σχήμα του συμπιεστή, ποια είναι η περιοχή ισχύος του και πώς αντλεί το ψυκτικό ρευστό;
- 9) Πού τοποθετείται ο συμπιεστής του οικιακού ψυγείου;
- 10) Με ποιες σωληνώσεις του ψυγείου συνδέεται ο συμπιεστής;
- 11) Πώς μπορούμε να εκτελούμε τις εργασίες εξυπηρέτησης του συμπιεστή;
- 12) Ποιος είναι ο σκοπός του συμπυκνωτή ενός οικιακού ψυγείου;
- 13) Με ποιους τρόπους μπορεί να ψύχεται ο συμπυκνωτής του ψυγείου;
- 14) Που τοποθετείται ο συμπυκνωτής και ποια μορφή έχει ανάλογα με τον τρόπο ψύξης του;
- 15) Τι πρέπει να προσέχουμε κατά την τοποθέτηση του οικιακού ψυγείου;

- 16) Ποιοι είναι οι σκοποί του τριχοειδή σωλήνα του ψυγείου;
- 17) Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν το μήκος και τη διάμετρο του τριχοειδή σωλήνα;
- 18) Που στηρίζονται τα άκρα του τριχοειδή σωλήνα;
- 19) Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα του τριχοειδή σωλήνα;
- 20) Σε ποιες συνθήκες περιβάλλοντος μπορεί να λειτουργεί το μικρό επαγγελματικό ψυγείο;
- 21) Ποια είναι τα κυριότερα τμήματα ενός μικρού επαγγελματικού ψυγείου και πού τοποθετούνται;
- 22) Ποιες είναι οι συνηθισμένες θερμοκρασίες κατάψυξης;
- 23) Να περιγράψετε τη διεργασία της κατάψυξης.
- 24) Γιατί τα προϊόντα διατηρούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα, όταν έχουν υποστεί κατάψυξη;
- 25) Ποια είναι τα βασικά τμήματα ενός μικρού επαγγελματικού καταψύκτη και πού τοποθετούνται;