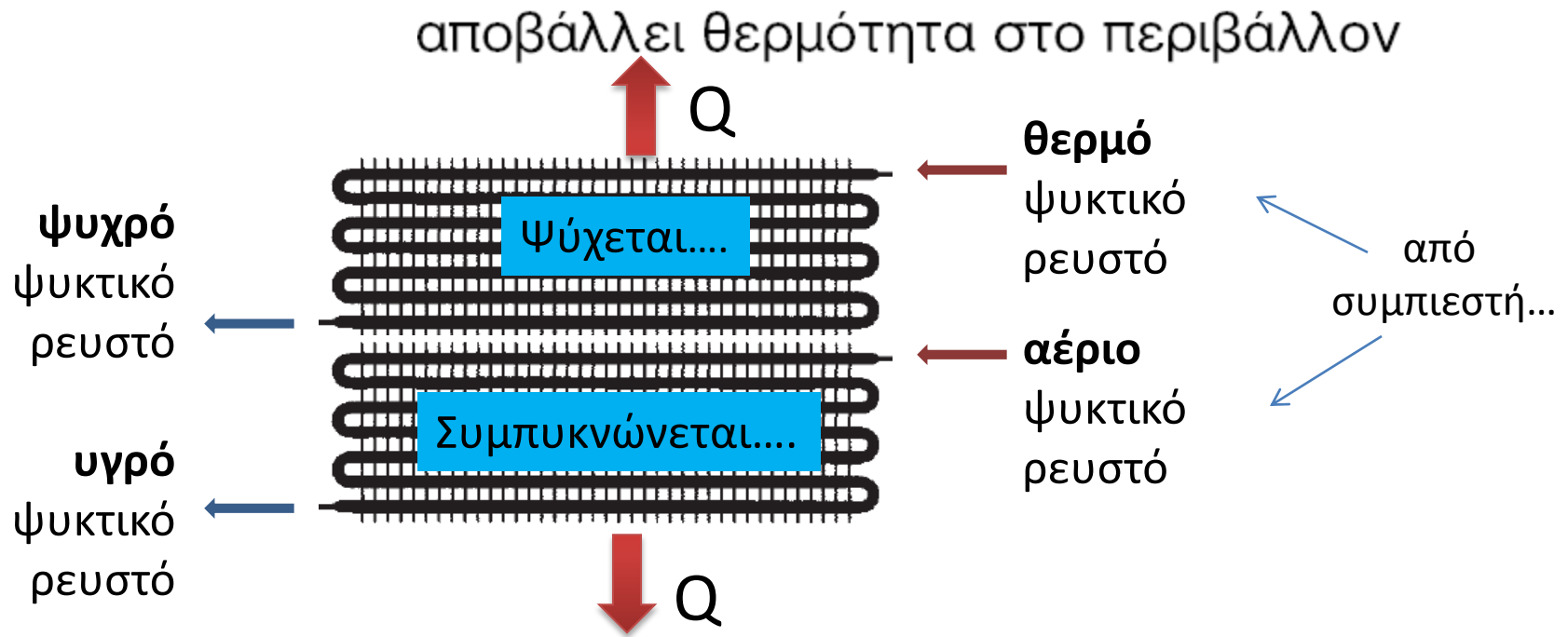


# ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ

- 3.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ ΣΕ ΜΙΑ ΨΥΚΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ
- 3.2 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ
- 3.3 ΕΙΔΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΩΝ
- 3.4 ΑΕΡΟΨΥΚΤΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ
- 3.5 ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ
- 3.6 ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ
- 3.7 ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ
- 3.8 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ  
ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΥΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ
- 3.9 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΩΝ

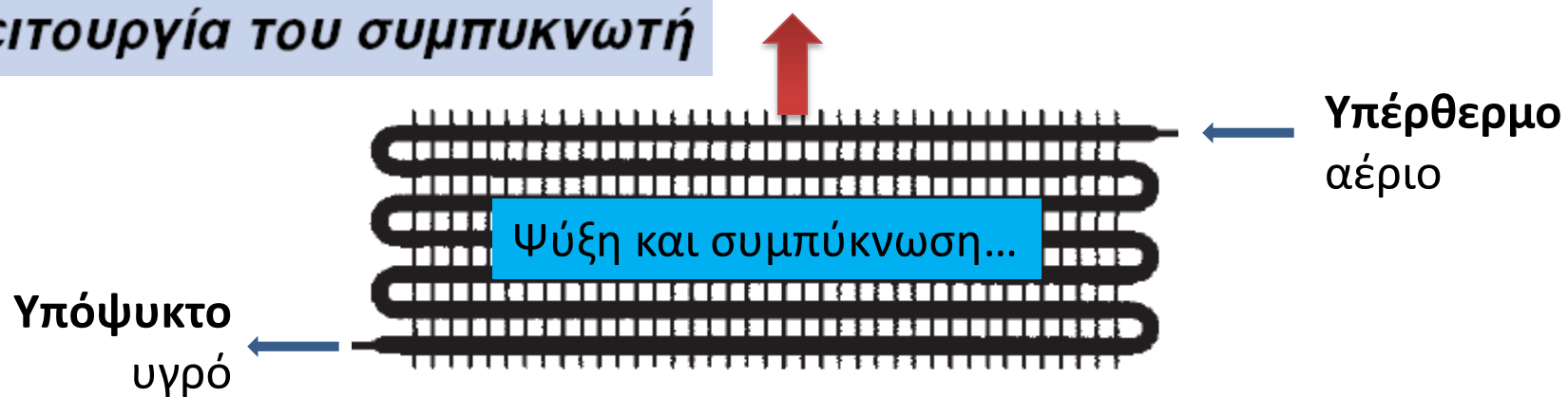
# Ο ρόλος του συμπυκνωτή σε μία ψυκτική μηχανή



Από πού προέρχεται αυτή η θερμότητα;;;

- Η θερμότητα που απορρόφησε ο εξατμιστής (με την οποία εξάτμισε το ψυκτικό υγρό).
- Η θερμότητα υπερθέρμανσης του αερίου πριν από την αναρρόφηση του συμπιεστή.
- Η θερμότητα που προστέθηκε στο αέριο από τη συμπίεση.
- Η θερμότητα ψύξης του συμπιεστή.

# Η λειτουργία του συμπυκνωτή



## 3 στάδια μετατροπής:

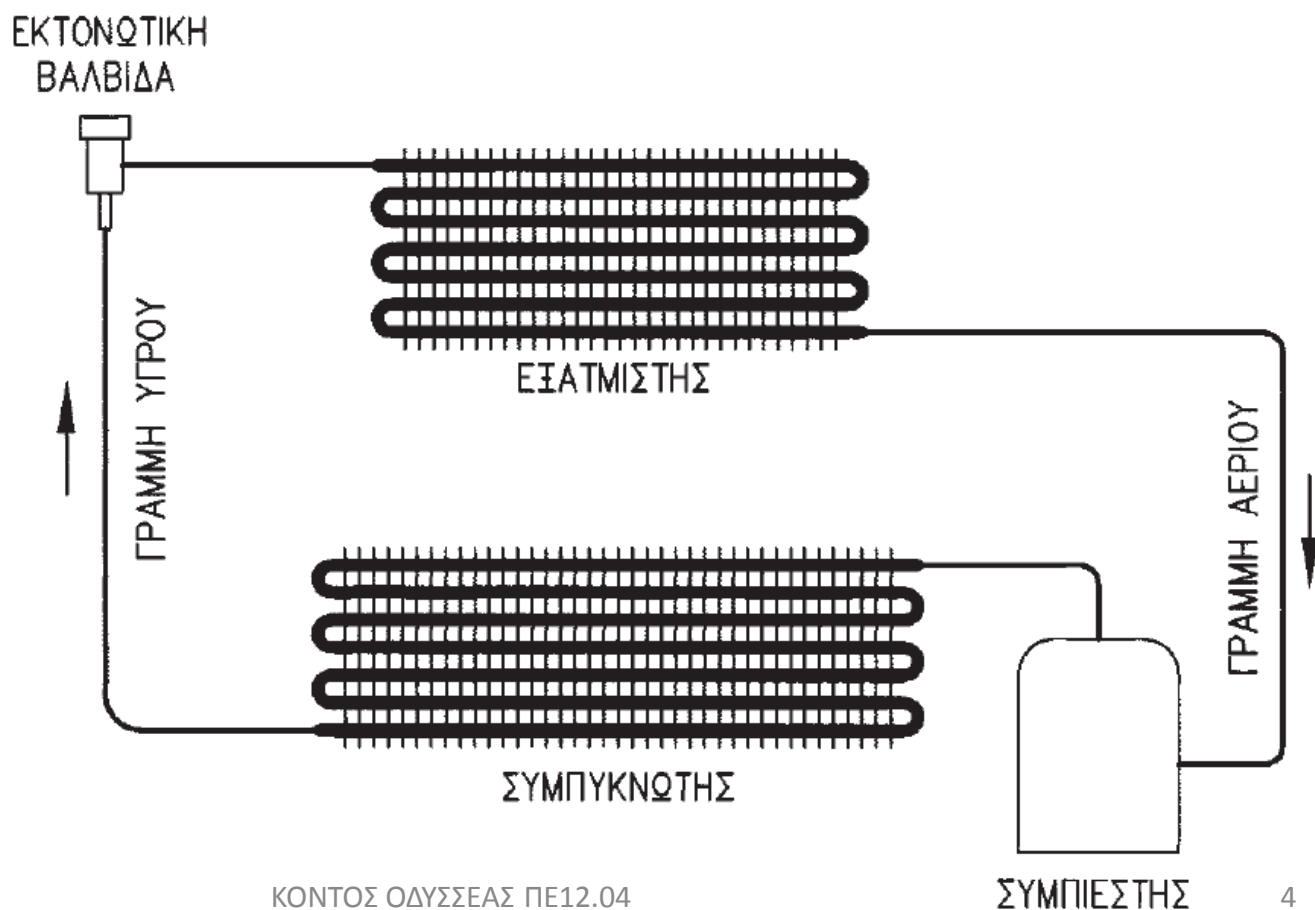
- α) Στο πρώτο στάδιο, το υπέρθερμο αέριο ψύχεται μέχρι τη θερμοκρασία συμπύκνωσης, που αντιστοιχεί στην πίεση που έχει το αέριο.
- β) Στο δεύτερο στάδιο, γίνεται η συμπύκνωση του αερίου σε υγρό (υψηλής πίεσης). Στο στάδιο αυτό αποβάλλονται μεγάλα ποσά θερμότητας (λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης).
- γ) Στο τρίτο στάδιο, τέλος, το υγροποιημένο ψυκτικό μέσο ψύχεται λίγο ακόμα σε μία θερμοκρασία λίγο χαμηλότερη από τη θερμοκρασία συμπύκνωσης (υπόψυξη του υγρού).

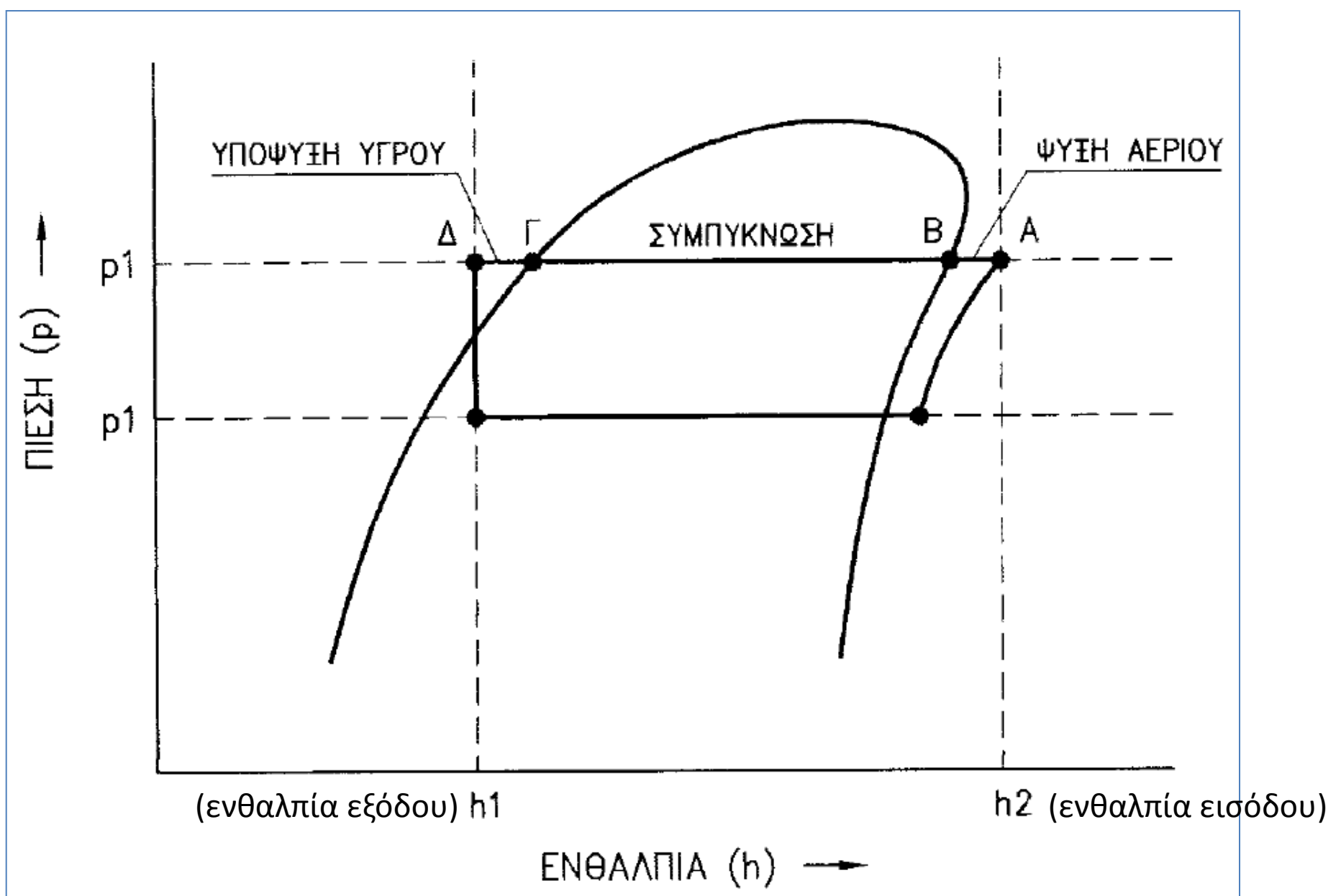
Η παραπάνω διαδικασία γίνεται σε σταθερή πίεση.

**υψηλή πίεση**

Η πίεση στην οποία λειτουργεί ο συμπυκνωτής εξαρτάται από:

- Το είδος του ψυκτικού μέσου που χρησιμοποιείται στην ψυκτική μηχανή.
- Τη θερμοκρασία στην οποία έχει σχεδιαστεί να λειτουργήσει ο συμπυκνωτής.





απόδοση (ικανότητα) του συμπυκνωτή  $h_2 - h_1$

## Είδη συμπυκνωτών

Ανάλογα με τον τρόπο πού ψύχονται (δηλαδή με τον τρόπο που αποβάλλουν τη θερμότητα) διακρίνονται:

- α) Σε **αερόψυκτους συμπυκνωτές**, που ψύχονται με κυκλοφορία αέρα.
- β) Σε **υδρόψυκτους συμπυκνωτές**, που ψύχονται με κυκλοφορία νερού.
- γ) Σε **εξατμιστικούς συμπυκνωτές**, που ψύχονται με ταυτόχρονη κυκλοφορία νερού και αέρα.

## Αερόψυκτοι συμπυκνωτές

ψύχονται με κυκλοφορία αέρα του περιβάλλοντος



Ο αέρας του περιβάλλοντος κυκλοφορεί γύρω από το συμπυκνωτή και επειδή είναι πιο ψυχρός από αυτόν, τον ψύχει, απάγοντας τη θερμότητα που πρέπει να αποβάλει ο συμπυκνωτής.



συναλλαγή θερμότητας μεταξύ του θερμού ψυκτικού μέσου και τού αέρα που κυκλοφορεί.



Τόσο καλύτερη η συναλλαγή θερμότητας όσο καλύτερη η επαφή αέρα – ψυκτικού μέσου



Τόσο καλύτερη η επαφή αέρα – ψυκτικού μέσου όσο μεγαλύτερη η επιφάνεια συναλλαγής



αερόψυκτος συμπυκνωτής κατασκευάζεται με πτερύγια (πτερυγιοφόρος)

Κυκλοφορία  
αέρα στο  
συμπυκνωτή

**φυσική κυκλοφορία**, Χωρίς χρήση ανεμιστήρα

**εξαναγκασμένη κυκλοφορία**

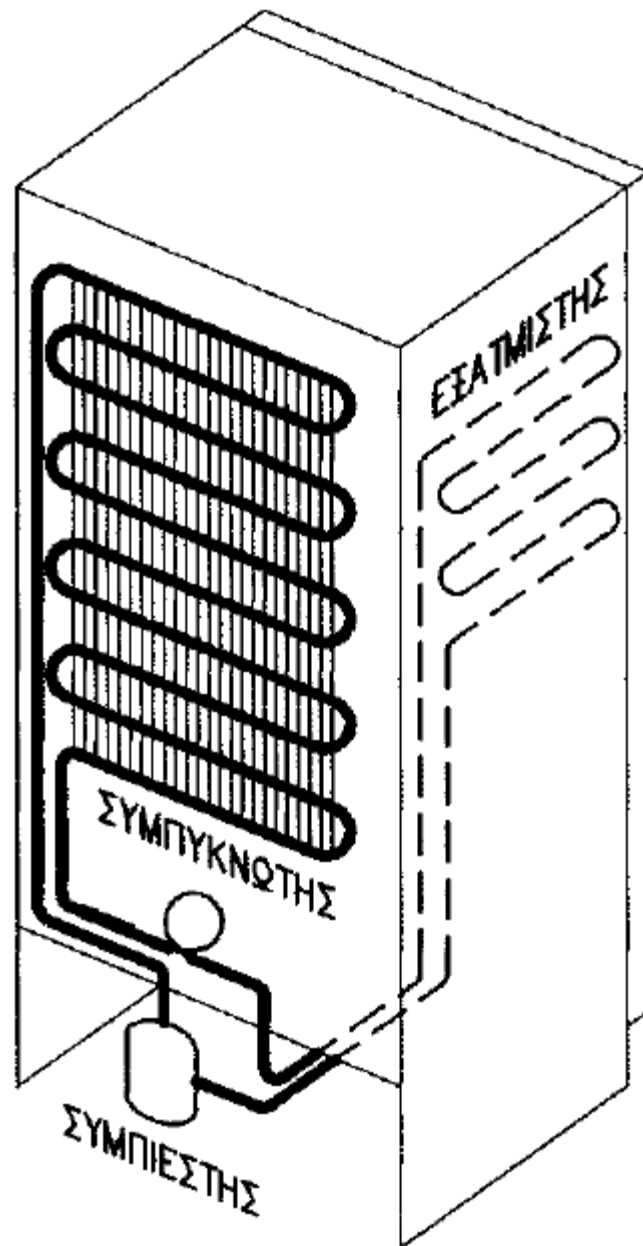
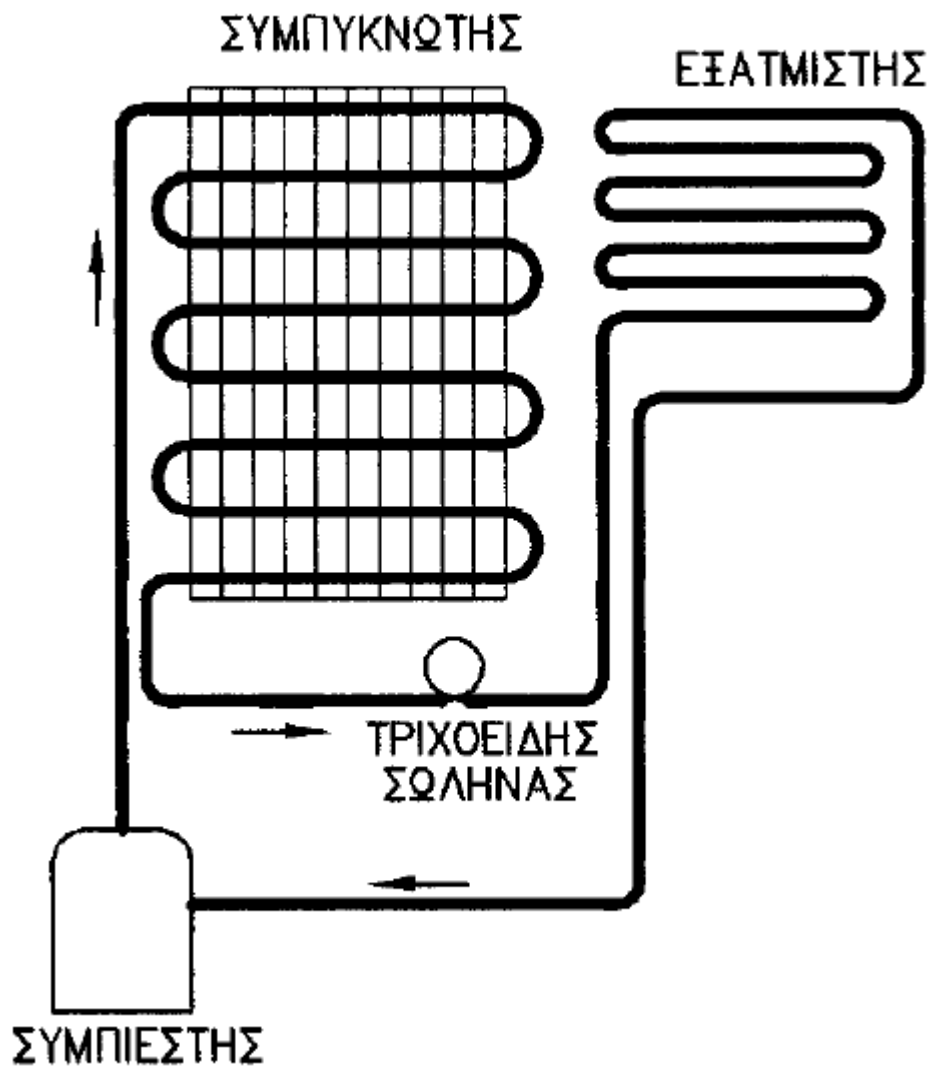
Με χρήση ανεμιστήρα /ων που  
εξαναγκάζουν τον αέρα να  
κυκλοφορήσει ανάμεσα στα  
πτερύγια

---

## Αερόψυκτοι συμπυκνωτές φυσικής κυκλοφορίας αέρα.

- είναι κατακόρυφοι
- έχουν τη μορφή μίας επίπεδης πλάκας (πλακοειδείς συμπυκνωτές) που αποτελείται από χάλκινο έλασμα πάνω στο οποίο έχει συγκολληθεί ένας χαλκοσωλήνας.
- άλλη μορφή του συμπυκνωτή αυτού κατασκευάζεται από χαλκοσωλήνα με συγκολλημένα σύρματα τα οποία λειτουργούν σαν πτερύγια.





# Λειτουργία

- Το υπέρθερμο ψυκτικό μέσο μπαίνει στο συμπυκνωτή από το επάνω μέρος και ψύχεται καθώς κινείται προς το κάτω μέρος του συμπυκνωτή που είναι και η έξοδος. Ο αέρας κυκλοφορεί από το κάτω μέρος προς τα επάνω, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Δημιουργείται δηλαδή μια αντίθετη ροή των δύο ρευστών (ψυκτικού μέσου και αέρα) με αποτέλεσμα την καλύτερη εναλλαγή θερμότητας

- Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ συμπυκνωτή και αέρα τόσο πιο έντονη είναι και η κυκλοφορία του αέρα, άρα τόσο περισσότερο αποδίδει ο συμπυκνωτής.

## Χρήσεις

Η πιο συνηθισμένη χρήση του αερόψυκτου συμπυκνωτή φυσικής κυκλοφορίας αέρα είναι στα οικιακά ψυγεία.

## Απόδοση (ικανότητα) συμπυκνωτή φυσικής κυκλοφορίας αέρα.

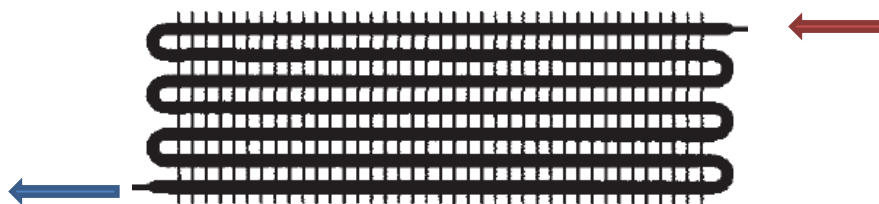
$$\dot{Q}_\Sigma = K \times A \times \Delta\theta$$

$\dot{Q}_\Sigma$	Η απόδοση (ικανότητα) του συμπυκνωτή	W
K	Συντελεστής που εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του συμπυκνωτή	W/m <sup>2</sup> ·°C
A	Η συνολική επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας του συμπυκνωτή	m <sup>2</sup>
$\Delta\theta$	Η μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ συμπυκνωτή και αέρα.	°C

Στην πράξη το K κυμαίνεται από 2 μέχρι 12 W/m<sup>2</sup>·°C.

↓  
Ανάλογα με τον κατασκευαστή και τη χρήση

Η θερμοκρασία του συμπυκνωτή είναι η θερμοκρασία συμπίκνωσης του υγρού ψυκτικού μέσου στην πίεση που διαμορφώνεται μέσα στο συμπυκνωτή (υψηλή πίεση).



Γιατί είναι από πάνω η εισαγωγή και από κάτω η εξαγωγή του ψυκτικού ρευστού;  
Το αντίστροφο γίνεται και γιατί;

Η θερμοκρασία του συμπυκνωτή δεν είναι ίδια σε όλη του την επιφάνεια.  
Στο επάνω μέρος είναι πιο υψηλή από ότι στο κάτω  
Το ίδιο και η θερμοκρασία του αέρα.

Επιφάνεια επαφής  
A

Με πτερύγια

Δύσκολος υπολογισμός

Πλακοειδής  
συμπυκνωτής

Απλό γεωμετρικό σχήμα

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ο πλακοειδής συμπυκνωτής ενός οικιακού ψυγείου έχει ύψος 1,25 m και πλάτος 0,60 m. Το ψυγείο λειτουργεί σε μία κουζίνα που η θερμοκρασία είναι 25 °C και η μέση θερμοκρασία του συμπυκνωτή είναι 45 °C. Αν ο συντελεστής K του συγκεκριμένου συμπυκνωτή είναι 10 W/m<sup>2</sup>·°C, πόση είναι η ικανότητά του;

- Η συνολική επιφάνεια του συμπυκνωτή είναι:  $2 \times 1,25 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} = 1,50 \text{ m}^2$
- Η μέση διαφορά θερμοκρασίας είναι:  $45 \text{ °C} - 25 \text{ °C} = 20 \text{ °C}$

Αρα η ικανότητα του συμπυκνωτή θα είναι:

$$\dot{Q}_{\Sigma} = 10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C} \times 1,50 \text{ m}^2 \times 20 \text{ °C} = 300 \text{ W}$$

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΙΚΝΩΤΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

- Απλή κατασκευή και μικρό κόστος
- Αθόρυβη λειτουργία
- Δεν καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια
- Λειτουργούν σχεδόν χωρίς βλάβες και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση.

## ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΙΚΝΩΤΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

- Μεγάλη επιφάνεια σε σχέση με την απόδοσή τους (καταλαμβάνουν πολύ χώρο)
- Μείωση της απόδοσης όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή
- Μικρή, γενικά, ικανότητα που περιορίζει τις χρήσεις τους.
- ★ **ΧΡΗΣΗ**: οικιακά ψυγεία – μικρές ψυκτικές εγκαταστάσεις

# Αερόψυκτοι συμπυκνωτές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα

## Κατασκευή:

- Ένας χακλωσωλήνας σε μορφή σερπαντίνας σε δυο ή περισσότερες στρώσεις (σειρές)
- Μια σειρά πτερυγίων (λεπτά φύλλα από χαλκό ή αλουμίνιο). Η σερπαντίνα διαπερνά τα πτερύγια. Το σύστημα αυτό λέγεται **στοιχείο**
- Ένας τουλάχιστον ανεμιστήρας
- Μια μεταλλική βάση όπου τοποθετούνται τα παραπάνω

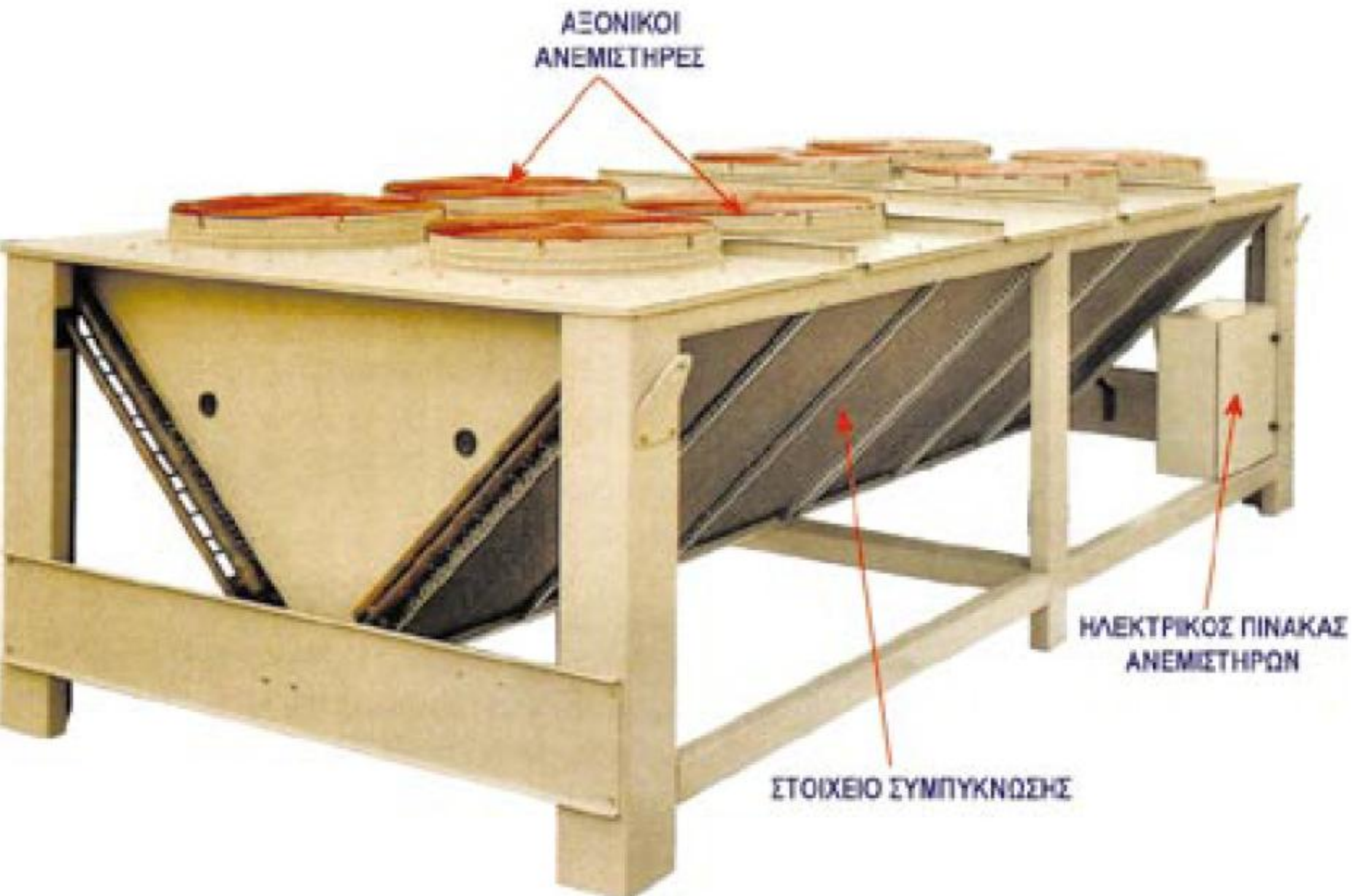
## Λειτουργία

Ο αέρας από τον ανεμιστήρα περνά ανάμεσα από το στοιχείο και παίρνει τη θερμότητα του ρευστού που κυκλοφορεί στη σερπαντίνα

## Παρατηρήσεις:

- Η σερπαντίνα του χαλκοσωλήνα με τα πτερύγια ονομάζεται **στοιχείο**. Η κατασκευή αυτή έχει και άλλες χρήσεις εκτός από τους συμπυκνωτές, γιατί έχει πολύ καλά χαρακτηριστικά στη συναλλαγή θερμότητας μεταξύ του ρευστού που κυκλοφορεί μέσα στο χαλκοσωλήνα (νερό, ατμός, λάδι κ.λπ.) και του αέρα που εξαναγκάζεται να κυκλοφορήσει ανάμεσα στα πτερύγια.
- Η ταχύτητα του αέρα που περνά μέσα από το στοιχείο του συμπυκνωτή είναι συνήθως 2,5 έως 5 m/s. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του αέρα που περνά από το στοιχείο, τόσο μεγαλύτερη είναι και η παροχή του, άρα τόσο περισσότερη θερμότητα μπορεί να απορροφήσει.





*Αερόψυκτος συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα*



*Αερόψυκτο ψυκτικό συγκρότημα κλιματισμού*

*Αερόψυκτος συμπυκνωτής επαγγελματικού ψυγείου*



# Απόδοση (ικανότητα) συμπυκνωτή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα

Απόδοση ή ικανότητα = ικανότητα αποβολής θερμότητας στο περιβάλλον

1. Βρίσκουμε την παροχή του αέρα:

$$\dot{V} = A \times u$$

$\dot{V}$  Η παροχή του αέρα  $m^3/s$

$A$  Η μετωπική επιφάνεια του στοιχείου  $m^2$

$u$  Η ταχύτητα του αέρα  $m/s$

2. Βρίσκουμε την απόδοση (ικανότητα) του συμπυκνωτή:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \times V \times \Delta\theta$$

$\dot{Q}_\Sigma$  Η απόδοση (ικανότητα) του συμπυκνωτή  $W$

$\dot{V}$  Η παροχή του αέρα  $m^3/h$

$\Delta\theta$  Η ανύψωση της θερμοκρασίας του αέρα μεταξύ εισόδου στο συμπύκνωτή και εξόδου από το συμπυκνωτή ( $\theta_{\text{εξόδου}} - \theta_{\text{εισόδου}}$ )  $^\circ C$

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Το ψυγείο ενός αυτοκινήτου έχει διαστάσεις 0,50 m ύψος και 0,60 m πλάτος. Ο αέρας από τον ανεμιστήρα, που περνά μέσα από το ψυγείο, έχει ταχύτητα 5 m/s. Πόση είναι η παροχή του αέρα;

- Η μετωπική επιφάνεια του ψυγείου είναι:

$$A = 0,50 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} = 0,30 \text{ m}^2$$

Αρα η παροχή του αέρα θα είναι:

$$\dot{V} = 0,30 \text{ m}^2 \times 5 \text{ m/s} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ή } 1,5 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s/h} = 5.400 \text{ m}^3/\text{h}$$

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Το στοιχείο του συμπυκνωτή ενός επαγγελματικού ψυγείου έχει διαστάσεις 0,30 m ύψος και 0,50 m πλάτος. Ο αέρας από τον ανεμιστήρα, που περνά μέσα από το στοιχείο, έχει ταχύτητα 4 m/s. Πόση είναι η ικανότητα του συμπυκνωτή αν η ανύψωση της θερμοκρασίας αέρα είναι 5 °C;

- Η επιφάνεια του στοιχείου είναι:  $0,30 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} = 0,15 \text{ m}^2$
- Η παροχή του αέρα είναι:  $0,15 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m/s} \times 3.600 \text{ s/h} = 2.160 \text{ m}^3/\text{h}$

Άρα, η ικανότητα του συμπιεστή θα είναι:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \times 2.160 \text{ m}^3/\text{h} \times 5 \text{ }^\circ\text{C} = 3.672 \text{ W}$$

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΙΚΝΩΤΩΝ ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

- Η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας είναι, σε σχέση με την ικανότητά τους, πολύ μικρή και επομένως έχουν μικρές διαστάσεις
- Έχουν αποδόσεις από λίγα kW μέχρι και 350 kW και επομένως είναι κατάλληλοι για πολλές εφαρμογές
- Η απόδοσή τους μπορεί να μεταβάλλεται με τη μεταβολή της παροχής του αέρα που περνά από το στοιχείο (π.χ. με μεταβολή της ταχύτητας περιστροφής του ανεμιστήρα). Έτσι μπορούν να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις της ψυκτικής εγκατάστασης που είναι τοποθετημένοι.

# ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΙΚΝΩΤΩΝ ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

- Πολύπλοκη κατασκευή, με χρήση ανεμιστήρα και υψηλό κόστος
- Θορυβώδης λειτουργία λόγω του ανεμιστήρα
- Κατανάλωση ενέργειας από τη λειτουργία του ανεμιστήρα.

## ★ ΧΡΗΣΕΙΣ:

- Σε μικρές και μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις (από μικρά κλιματιστικά δωματίου μέχρι κεντρικές εγκαταστάσεις κλιματισμού κτιρίων)
- Στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει διαθέσιμο νερό και αποκλείεται χρήση υδρόψυκτου συμπυκνωτή



# ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η συντήρηση αερόψυκτων συμπυκνωτών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας περιλαμβάνει:

- καθαρισμό του στοιχείου
- έλεγχο και συντήρηση του ανεμιστήρα
- έλεγχο της ηλεκτρικής εγκατάστασής τους

## ΒΛΑΒΕΣ

Η απόδοση (ικανότητα) των αερόψυκτων συμπυκνωτών ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Στις περιόδους μεγάλης ζέστης «γονατίζουν»

Συνηθισμένη βλάβη: κόβει από υψηλή πίεση

(δηλαδή η υψηλή πίεση αυξάνει λόγω μειωμένης ικανότητας δηλαδή λόγω μείωσης ικανότητας αποβολής θερμότητας στο περιβάλλον).

## Διαδικασία επιλογής αερόψυκτου συμπυκνωτή

1. Συγκεντρώνουμε ή υπολογίζουμε τα ακόλουθα στοιχεία επιλογής

- ▶ Απαιτούμενη ικανότητα (απόδοση) συμπυκνωτή σε kW. Εάν δεν είναι γνωστή, μπορούμε να την εκτιμήσουμε από το άθροισμα της ψυκτικής απόδοσης του συμπιεστή (ή του εξατμιστή) και της ηλεκτρικής ισχύος του κινητήρα του συμπιεστή.
- ▶ Είδος ψυκτικού μέσου που θα χρησιμοποιηθεί στην εγκατάσταση (R22, R134a, κ.λπ.)
- ▶ Μέγιστη θερμοκρασία συμπύκνωσης ( $\theta_{\text{συμ}}$ ), σε °C.
- ▶ Θερμοκρασία αέρα ( $\theta_a$ ) στη θέση λειτουργίας του συμπυκνωτή, σε °C.
- ▶ Πίνακες συμπυκνωτών, από κατασκευαστές, για το ψυκτικό μέσο που θα χρησιμοποιηθεί στην εγκατάσταση. Οι πίνακες μπορεί να είναι σε απλό τυπωμένο φυλλάδιο ή σε ηλεκτρονική μορφή.

2. Υπολογίζουμε τη διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta\theta$  που θα λειτουργήσει ο συμπυκνωτής, που είναι ίση με την θερμοκρασία συμπύκνωσης μείον τη θερμοκρασία αέρα ( $\Delta\theta = \theta_{\text{συμ}} - \theta_{\alpha}$ )
3. Βρίσκουμε τον πίνακα συμπυκνωτών που αντιστοιχεί στο ψυκτικό μέσο της εγκατάστασης και στη διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta\theta$
4. Επιλέγουμε το συμπυκνωτή που καλύπτει την απαιτούμενη απόδοση
5. Εάν οι πίνακες είναι σε ηλεκτρονική μορφή, γράφουμε στα αντίστοιχα τετράγωνα (όπως μας υποδεικνύει το πρόγραμμα επιλογής) το είδος του ψυκτικού μέσου, τη διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta\theta$  και την απαιτούμενη απόδοση του συμπυκνωτή. Το ηλεκτρονικό πρόγραμμα κάνει την επιλογή του πιο κατάλληλου, για την περίπτωση, συμπυκνωτή.

## **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ** επιλογής αερόψυκτου συμπυκνωτή

Να επιλεγεί ο κατάλληλος αερόψυκτος συμπυκνωτής για μια εγκατάσταση κλιματισμού, ψυκτικής ικανότητας 80 kW. Ο συμπιεστής της εγκατάστασης έχει ηλεκτρική ισχύ 27 kW. Η εγκατάσταση θα λειτουργήσει με ψυκτικό μέσο R134a, σε μια περιοχή με εξωτερική θερμοκρασία 35 °C. Δίνεται η θερμοκρασία συμπύκνωσης του R134a ίση με 50 °C.

### **Επιλογή**

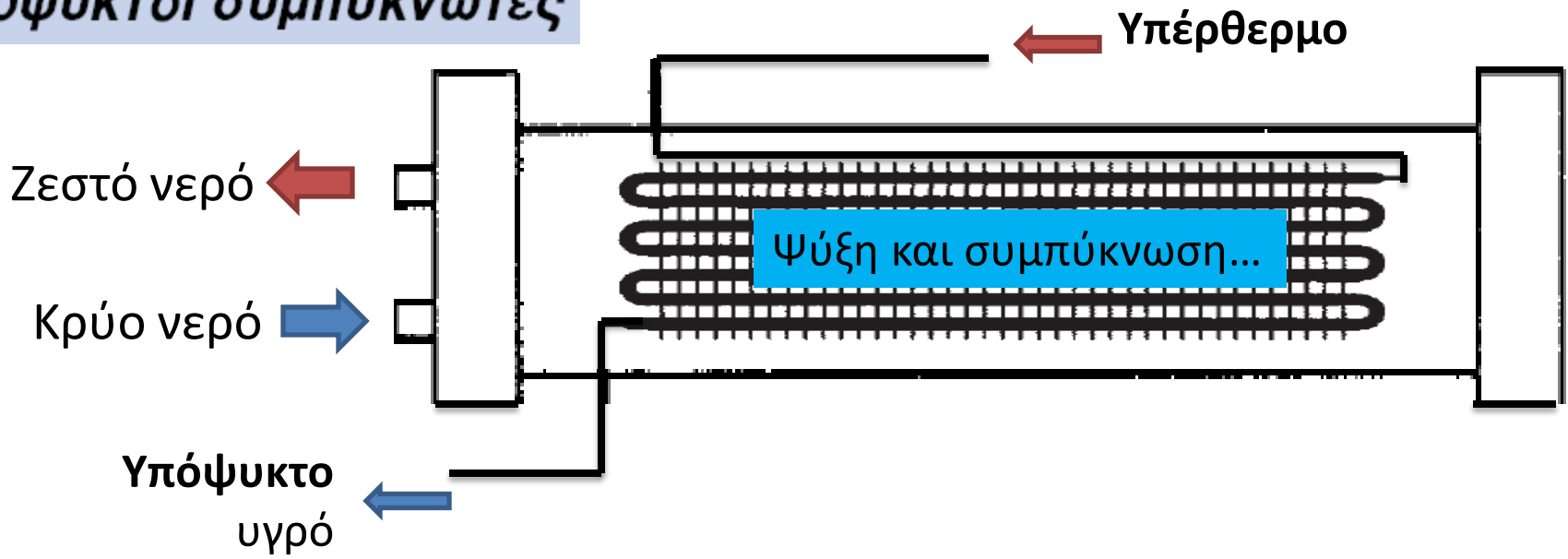
1. Απαιτούμενη ικανότητα συμπυκνωτή:  $\dot{Q}_\Sigma = 80 \text{ kW} + 27 \text{ kW} = 107 \text{ kW}$
2. Ψυκτικό μέσο: R134a
3. Διαφορά θερμοκρασίας:  $\Delta\theta = 50 \text{ }^\circ\text{C} - 35 \text{ }^\circ\text{C} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

4. Ανατρέχουμε στον πίνακα επιλογής (βλέπε εικόνα 3.7.) για ψυκτικό μέσο R134a και  $\Delta\theta = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  και επιλέγουμε τον συμπυκνωτή RAUE 205, ικανότητας 111 kW, που καλύπτει την απαιτούμενη ικανότητα (107 kW).

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΩΝ – R134a – $\Delta\theta = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΩΝ – R134a – $\Delta\theta = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$				
ΤΥΠΟΣ	ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (kW)	ΨΥΚΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (m)	ΒΑΡΟΣ (kg)
RAUE 102	57	1	2,50x0,95x1,82	730
RAUE 103	70	1	2,50x0,95x1,82	800
RAUE 104	87	1	2,50x0,95x2,07	915
RAUE 205	111	2	2,50x0,95x2,07	1210
REUE 206	147	2	2,50x1,85x1,82	1400
RAUE 207	175	2	2,50x1,85x2,07	1630

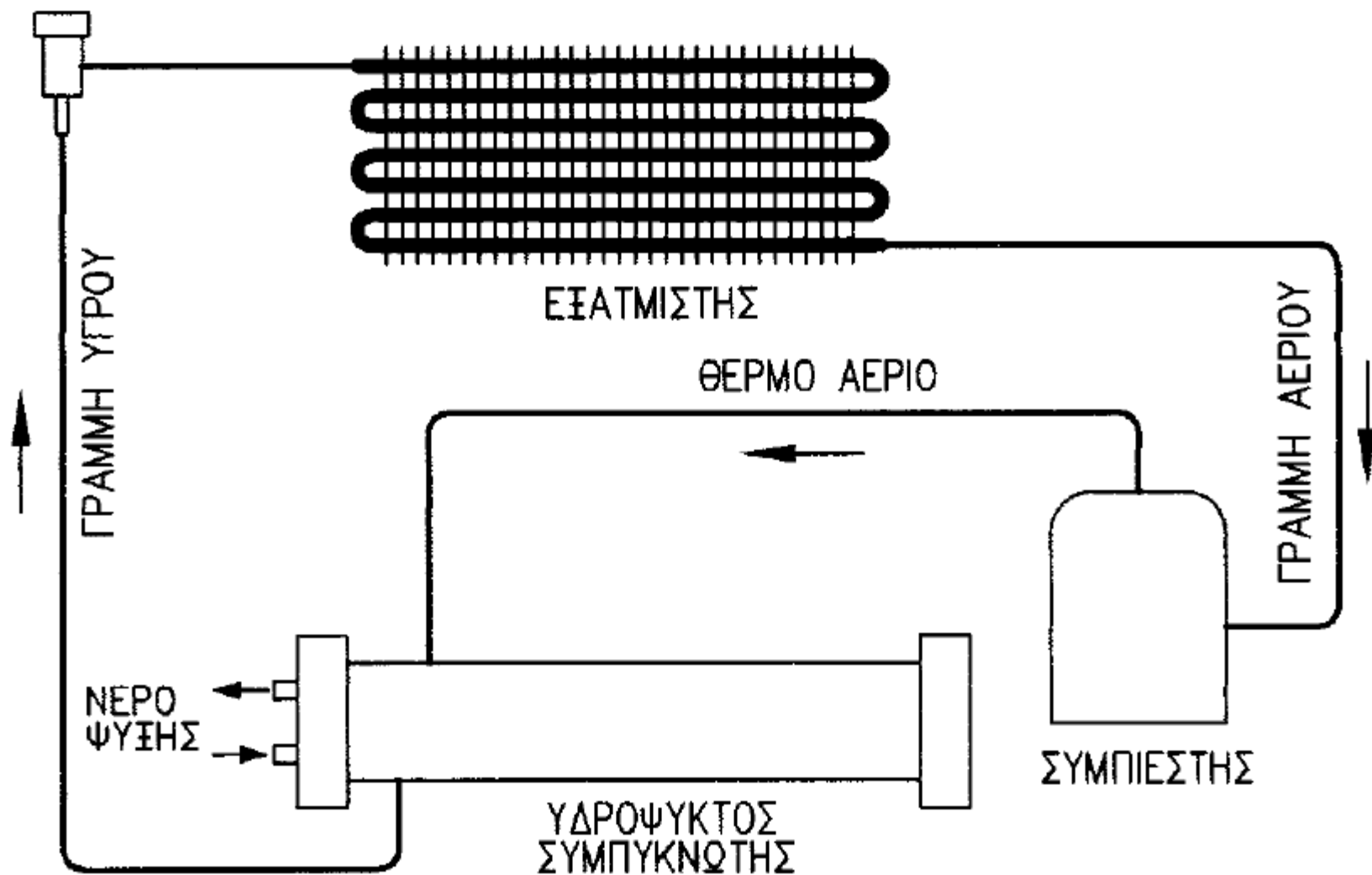
# Υδροψυκτοι συμπυκνωτές



Οι υδροψυκτοι συμπυκνωτές ψύχονται με κυκλοφορία νερού. Δηλαδή το νερό απάγει τη θερμότητα και προκαλεί τη συμπύκνωση του ψυκτικού μέσου.

- Ανοιχτό σύστημα** → το θερμό νερό οδηγείται στην αποχέτευση και χάνεται (Υδροψυκτοι συμπυκνωτές ανοιχτού τύπου)  
μικρές εγκαταστάσεις
- Κλειστό σύστημα** → **στον πύργο ψύξης** το θερμό νερό οδηγείται ψύχεται για να ξαναχρησιμοποιηθεί (Υδροψυκτοι συμπυκνωτές κλειστού τύπου)  
μεγάλες εγκαταστάσεις

ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ  
ΒΑΛΒΙΔΑ



Διάγραμμα υδρόψυκτης ψυκτικής μηχανής

● διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου του νερού ψύξης 5,5 °C

● απαιτούμενη παροχή νερού ψύξης  
(για διαφορά θερμοκρασίας 5,5 °C)

156 (Lt/h) / kW  
ικανότητας συμπυκνωτή

## ΠΡΟΣΟΧΗ!!

Αν η διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου του νερού δεν είναι 5,5 °C αλλά κάποια άλλη (την ονομάζουμε  $\Delta\theta_N$ ), τότε η παροχή διορθώνεται με πολλαπλασιασμό επί το κλάσμα  $5,5/\Delta\theta_N$ .

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Πόση πρέπει να είναι η παροχή νερού ψύξης σε ένα συμπυκνωτή ικανότητας 60 kW, αν η διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου είναι 5,5 °C;

**Απάντηση:**  $60 \text{ kW} \times 156 \text{ (Lit/h)/kW} = 9.360 \text{ Lit/h}$  ή  $9,36 \text{ m}^3/\text{h}$ .



## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

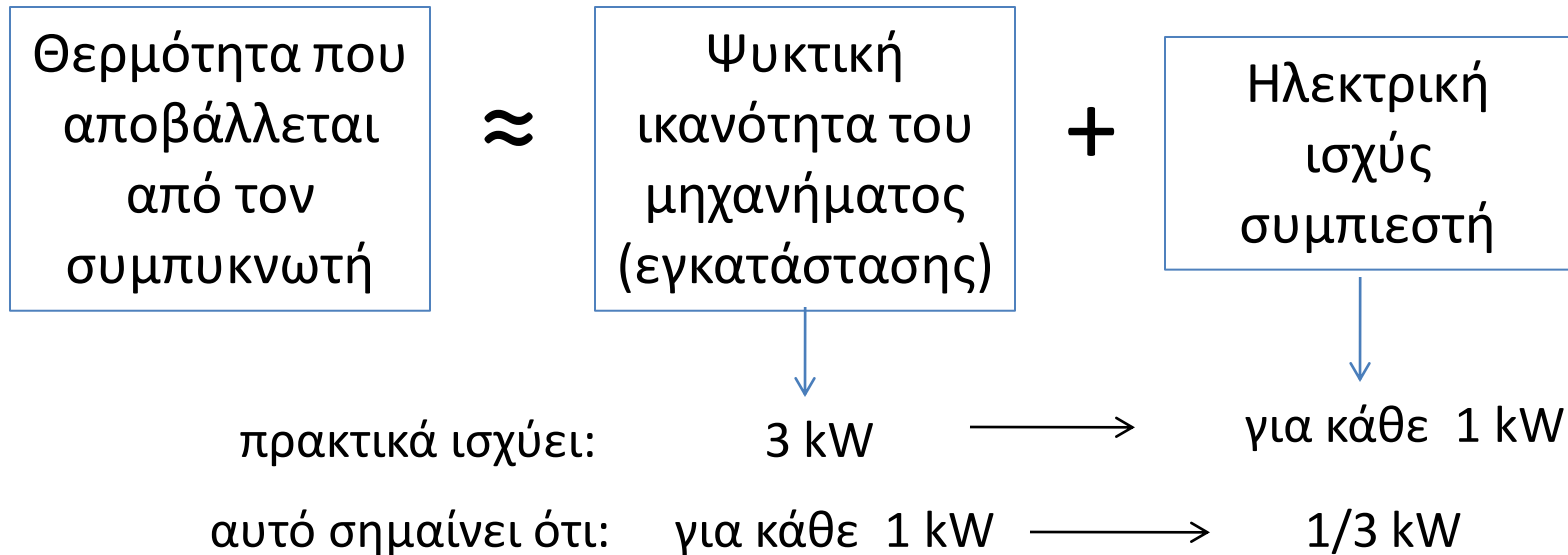
Πόση πρέπει να είναι η παροχή νερού ψύξης στον συμπυκνωτή του παραπάνω παραδείγματος, αν η διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου του νερού είναι 5 °C;

**Απάντηση:**  $9.360 \text{ Lit/h} \times 5,5/5 = 10.296 \text{ Lit/h}$  ή  $10,3 \text{ m}^3/\text{h}$  (περίπου).



$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ Lt}$$

# Πρακτικοί υπολογισμοί... (αν δεν γνωρίζουμε στοιχεία συμπιεστή και εγκατάστασης)



Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο συμπυκνωτής μίας ψυκτικής εγκατάστασης θα αποβάλλει στο περιβάλλον θερμότητα ίση με  $(1 + 1/3) = 4/3$  της ψυκτικής ισχύος της εγκατάστασης.


Άρα:

Παροχή νερού ψύξης συμπυκνωτή (για διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta\theta : 5,5^\circ \text{C}$ ) =  
=  $4/3 * 156 (\text{Lt/h})/\text{kW} = \mathbf{208 (\text{Lt/h})/\text{kW}}$

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Πόση πρέπει να είναι η παροχή νερού ψύξης του συμπυκνωτή μίας κλιματιστικής εγκατάστασης, ψυκτικής ικανότητας 50 kW, αν η διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου του νερού είναι 5,5 °C;

**Απάντηση:**  $50 \text{ kW} \times 208 \text{ Lit/h.kW} = 10.400 \text{ Lit/h}$  ή  $10,4 \text{ m}^3/\text{h}$



$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ Lt}$

## Μείωση ικανότητας (συναλλαγής θερμότητας) στον συμπυκνωτή

- Κατά τη λειτουργία ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή, νερό και μάλιστα θερμό, κυκλοφορεί μέσα σε σωλήνωση. Αυτό προκαλεί την επικάθιση αλάτων στα εσωτερικά τοιχώματα του σωλήνα.



άλατα:δυσκολεύουν την κυκλοφορία του νερού μέσα από τον σωλήνα και ελαττώνουν την ικανότητα συναλλαγής θερμότητας. Είναι μάλιστα τόσο μεγαλύτερη η επικάθιση αλάτων, όσο πιο σκληρό είναι το νερό.



Μείωση απόδοσης συμπυκνωτή

### Αντιμετώπιση:

- Τακτική συντήρηση και καθαρισμός των σωληνώσεων νερού του συμπυκνωτή. Η κατασκευή του συμπυκνωτή είναι τέτοια που να διευκολύνεται ο καθαρισμός του.
- Σε περιπτώσεις ψυκτικών εγκαταστάσεων που το νερό είναι πολύ σκληρό (περιέχει δηλαδή πολλά άλατα ασβεστίου) προβλέπεται εγκατάσταση συσκευής αποσκλήρυνσης.

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΙΚΝΩΤΩΝ

- Κατασκευάζονται σε οποιοδήποτε μέγεθος χωρίς περιορισμό, ενώ αυτό δεν είναι δυνατό με τους αερόψυκτους συμπυκνωτές.
- Η απόδοσή τους δεν επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (εφόσον η θερμοκρασία του νερού που χρησιμοποιείται δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος).
- Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές θέλουν, εν γένει, χαμηλότερη θερμοκρασία συμπύκνωσης από τους αερόψυκτους. Άρα για την ίδια ισχύ και την ίδια θερμοκρασία εξάτμισης χρειάζονται μικρότερο κινητήρα (δηλ. μικρότερη κατανάλωση ρεύματος).

## ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΙΚΝΩΤΩΝ

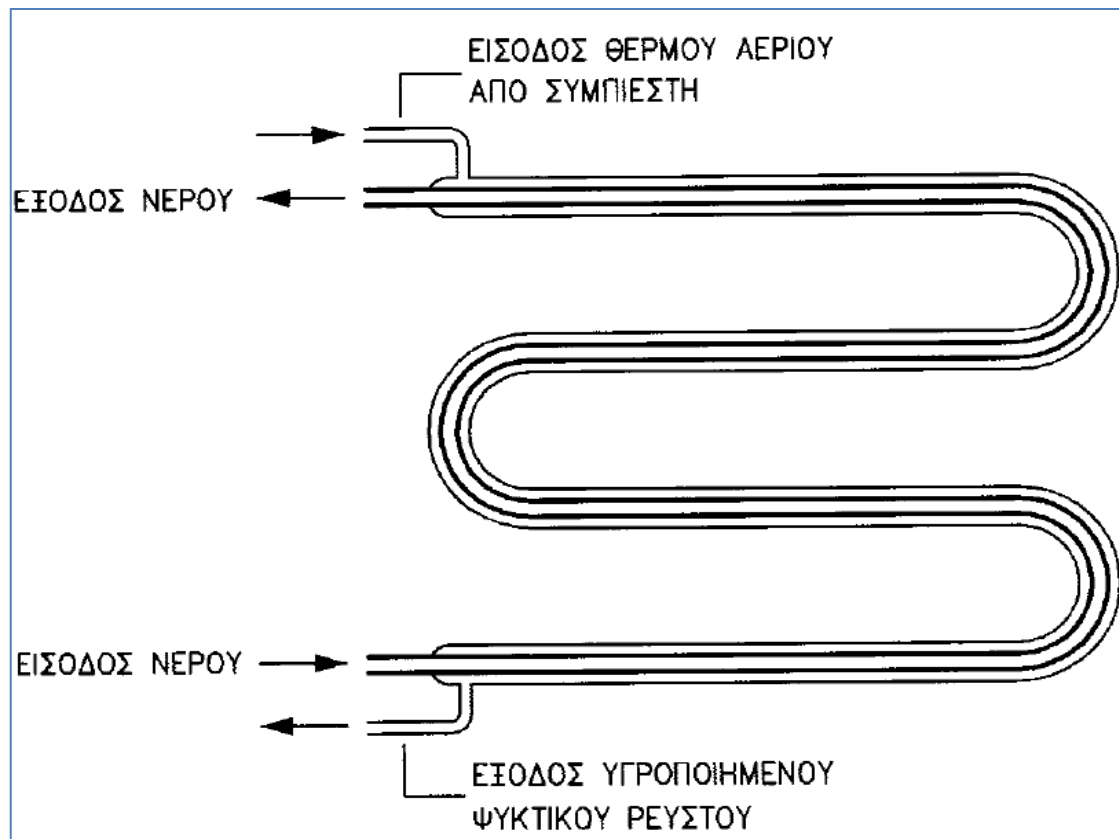
- Για την λειτουργία τους χρειάζεται νερό, που πολλές φορές δεν υπάρχει στη θέση εγκατάστασης της ψυκτικής μηχανής.
- Το κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο κόστος των αερόψυκτων συμπυκνωτών.

## ΕΙΔΗ ΥΔΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΙΚΝΩΤΩΝ

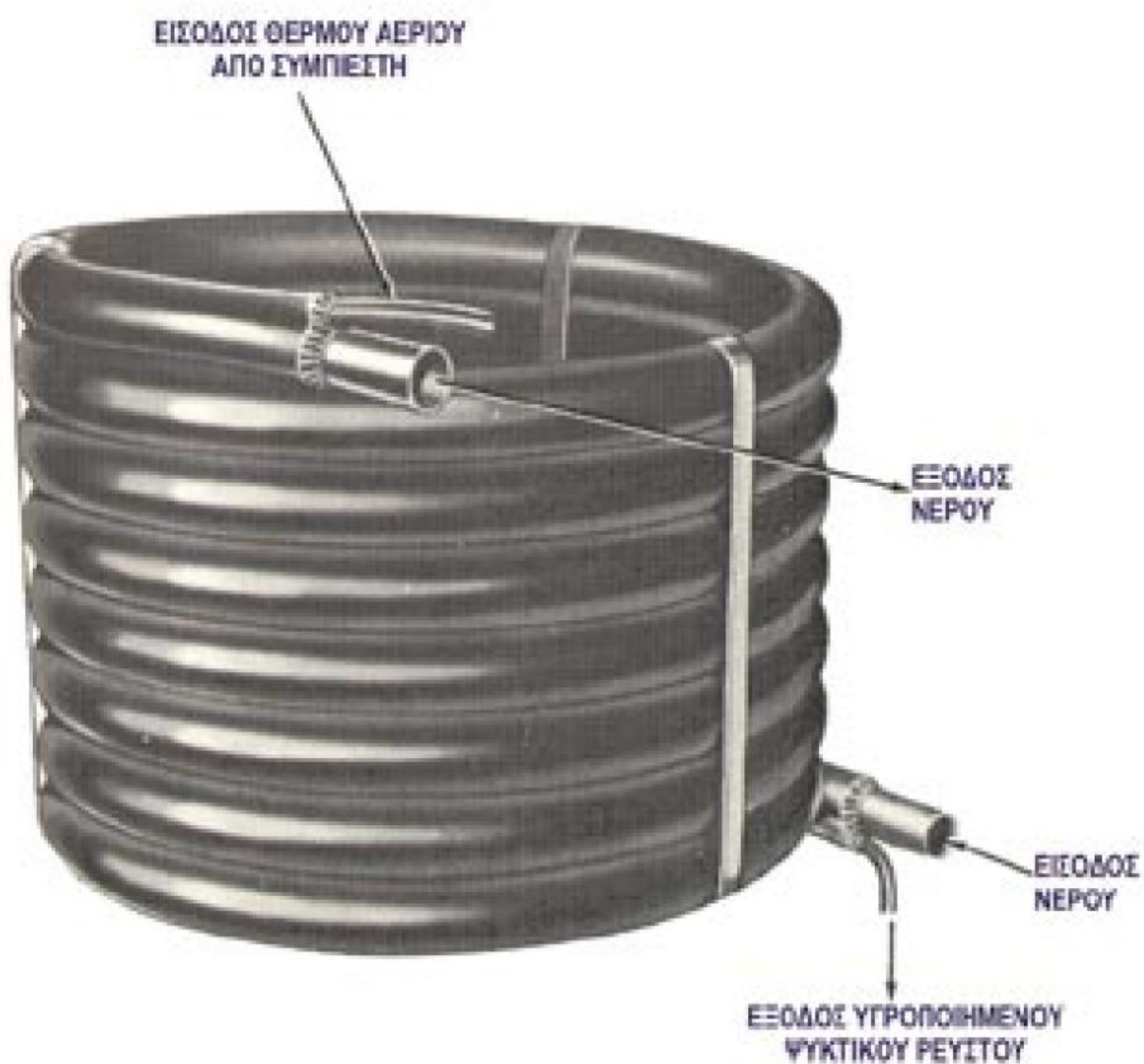
- Συμπυκνωτές σωληνωτοί, διπλού τοιχώματος.
- Συμπυκνωτές με δοχείο και σερπαντίνα.
- Συμπυκνωτές κελύφους – σωλήνων.

## Συμπυκνωτές διπλού σωλήνα.

● Ο συμπυκνωτής αυτός, από την μορφή του και τον τρόπο κατασκευής του, ονομάζεται και “συμπυκνωτής με σωλήνα μέσα σε σωλήνα”. Στον εσωτερικό σωλήνα του συμπυκνωτή κυκλοφορεί το νερό ψύξης και στον εξωτερικό το ψυκτικό υγρό.



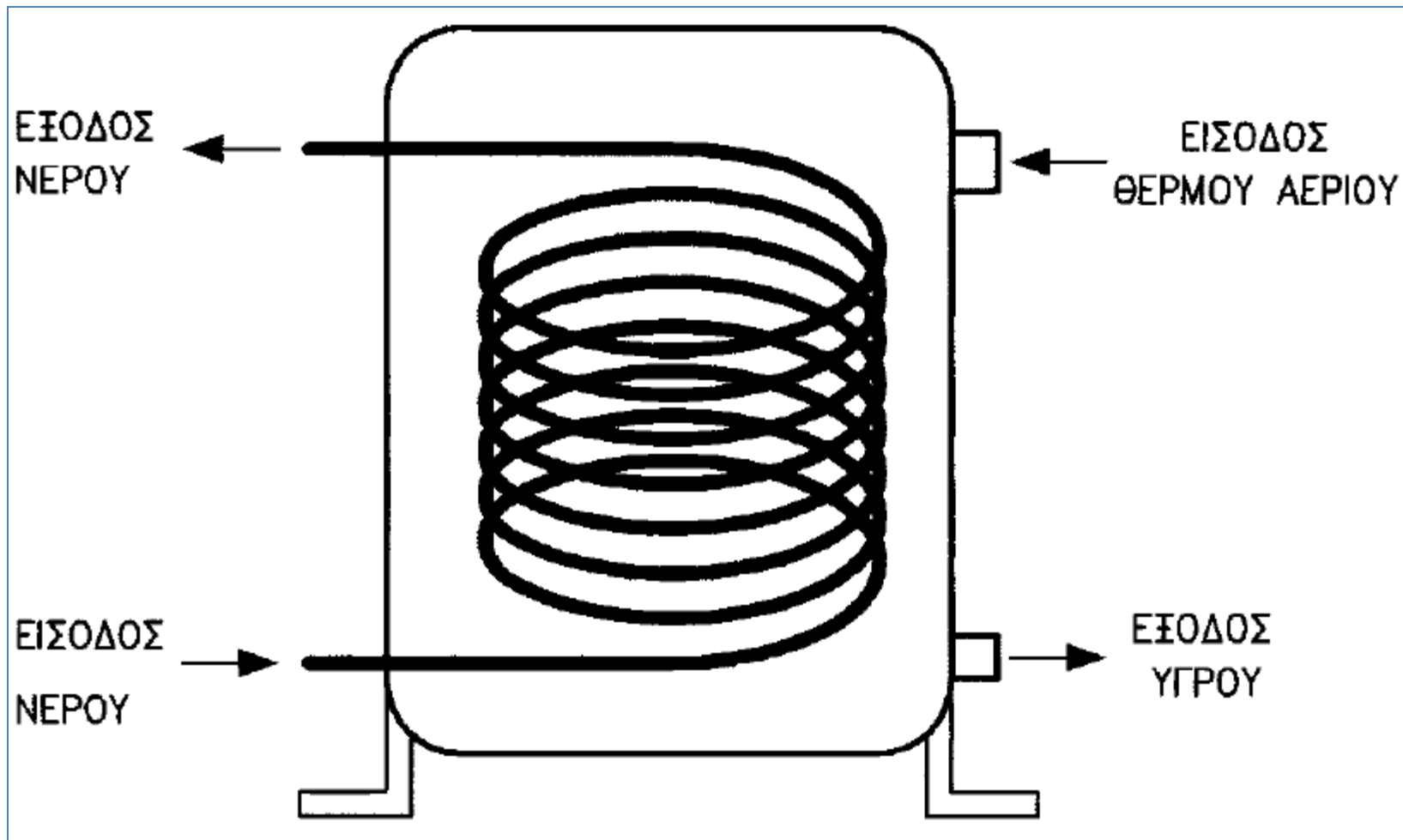
● Η ροή του νερού είναι αντίθετη από τη ροή του ψυκτικού μέσου, για να διευκολύνεται η εναλλαγή θερμότητας και να αυξάνεται η απόδοση του συμπυκνωτή.



Οι συμπυκνωτές του τύπου αυτού χρησιμοποιούνται σε μικρές ψυκτικές μηχανές. Η εξωτερική μορφή τους διαμορφώνεται έτσι που να διευκολύνει την τοποθέτησή τους μέσα στην ψυκτική μηχανή.



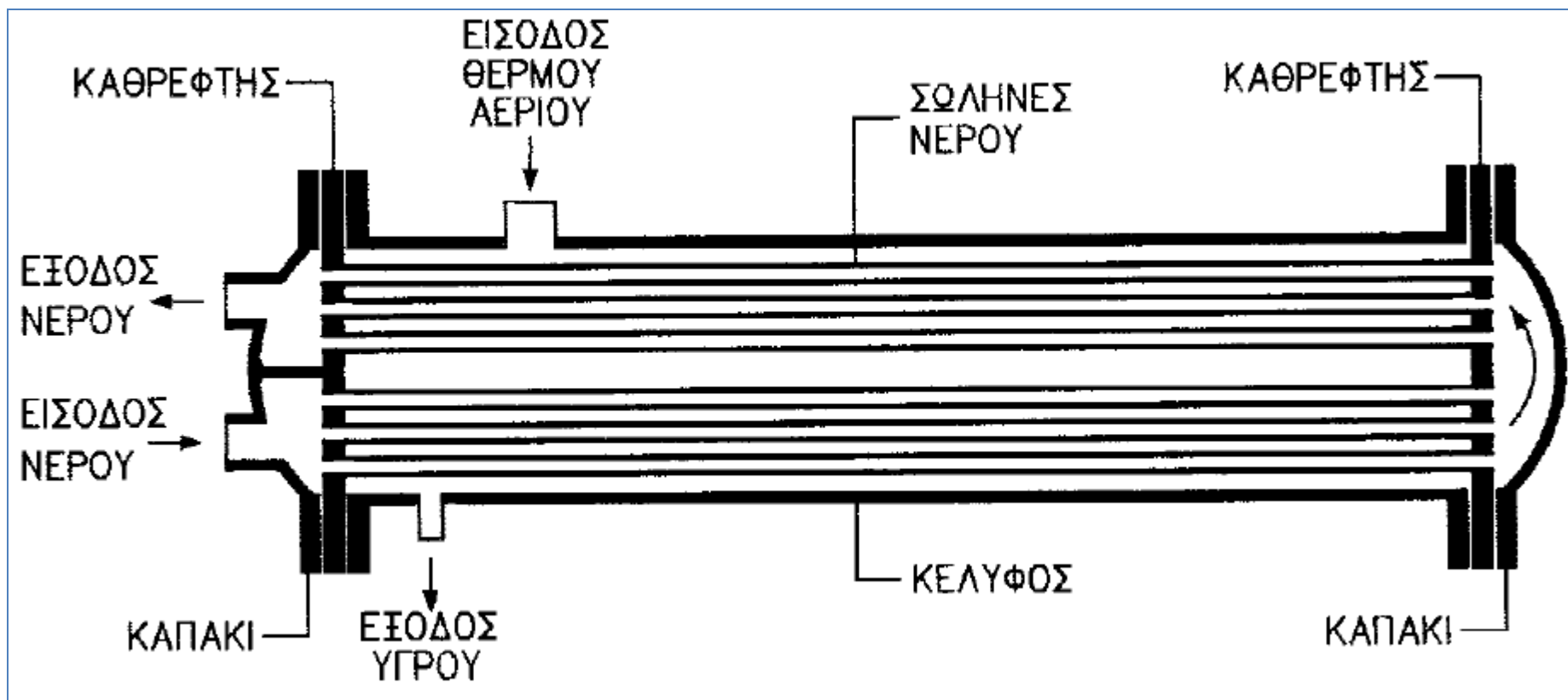
## Συμπυκνωτές με δοχείο και σερπαντίνα



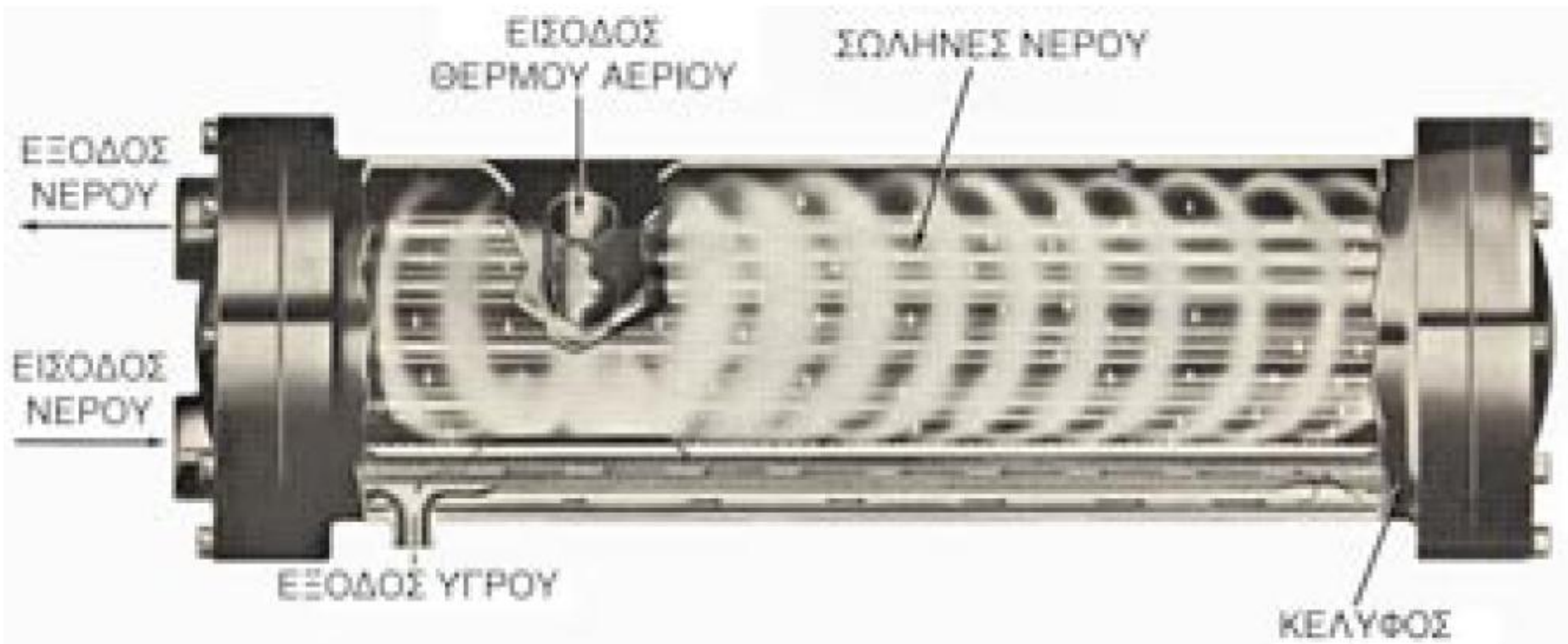
Οι συμπυκνωτές του είδους αυτού αποτελούνται από ένα δοχείο μέσα στο οποίο έχει τοποθετηθεί μία σερπαντίνα από χαλκοσωλήνα

Χρήση: μικρού και μεσαίου μεγέθους ψυκτικές μηχανές

## Συμπυκνωτές με κέλυφος και σωλήνες



Οι συμπυκνωτές αυτού του είδους είναι οι πιο διαδεδομένοι σε μεσαίου και μεγάλου μεγέθους ψυκτικές μηχανές.



## Εξατμιστικοί συμπυκνωτές

- χρησιμοποιούν για τη ψύξη τους συνδυασμό νερού και αέρα.

Βρέχουμε το χέρι μας: → Κρυώνει

Βρέχουμε το χέρι μας σε ρεύμα αέρα



Κρυώνει περισσότερο



Κρυώνει λιγότερο

### Εξήγηση:

Το νερό στο χέρι μας εξατμίζεται (στεγνώνει).

Για να γίνει αυτό το νερό παίρνει θερμότητα από το χέρι μας.

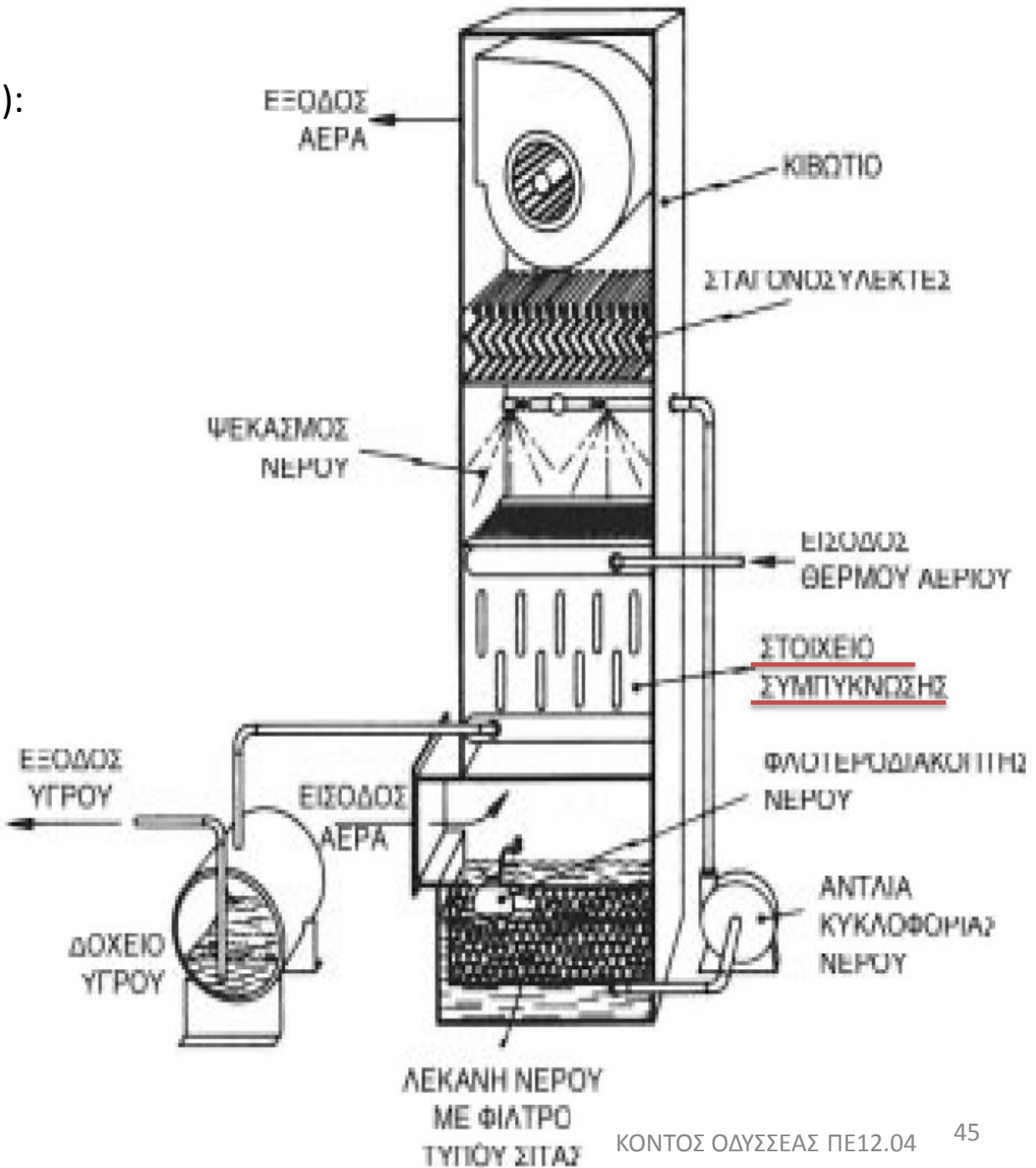
Έτσι το χέρι μας κρυώνει

- Το φαινόμενο αυτό εκμεταλλεύονται οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές για να ψύχονται. Τοποθετούνται δηλαδή σε ένα κιβώτιο, μέσα στο οποίο δημιουργείται ένα ρεύμα αέρα και ταυτόχρονα καταβρέχονται με νερό. Το νερό εξατμίζεται πάνω στο συμπυκνωτή και τον ψύχει.

# ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

(περιγράψτε τι κάνει το καθένα):

- Κιβώτιο από γαλβανισμένη λαμαρίνα
- Στοιχείο συμπύκνωσης (πτερύγια – σερπαντίνα)
- Λεκάνη
- Σωλήνας με ακροφύσια (ή ψεκαστήρες, ή μπεκ)
- Αντλία νερού
- Πλωτήρας ή φλοτέρ
- Ανεμιστήρας



## Περιγραφή κατασκευής

Οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές αποτελούνται από ένα κιβώτιο κατασκευασμένο από γαλβανισμένη λαμαρίνα, με μία σερπαντίνα από χαλκωλήνα. Μέσα στη σερπαντίνα κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό. Στο κάτω μέρος του κιβωτίου υπάρχει μία λεκάνη στην οποία συγκεντρώνεται το νερό. Στο επάνω μέρος υπάρχει ένας σωλήνας με ακροφύσια (μπέκ). Μία αντλία αναρροφά νερό από τη λεκάνη και το ψεκάζει από τα μπεκ πάνω στη σερπαντίνα. Ένας ανεμιστήρας, κατάλληλα προσαρμοσμένος στο κιβώτιο, δημιουργεί ένα ρεύμα αέρα με αντίθετη ροή από το νερό



- Για να στεγνώσουν τα πλυμένα ρούχα, τα απλώνουμε στον ήλιο. Αν φυσά και λίγος αέρας, τότε τα ρούχα στεγνώνουν πιο γρήγορα.
- Αν η ημέρα είναι βροχερή (**υγρός αέρας**) και απλώσουμε τα ρούχα (σε σημείο που δεν βρέχονται) ακόμα κι αν φυσά, τα ρούχα στεγνώνουν ΔΥΣΚΟΛΑ

Γιατί;

όσο πιο ξηρός  
είναι ο αέρας  
(περιέχει δηλαδή λιγότερη υγρασία)



τόσο πιο  
γρήγορα και εύκολα  
εξατμίζεται το νερό  
(μέσα στον αέρα)

- Άρα, στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές, που χρησιμοποιούν το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού για την ψύξη τους, η απόδοση μεταβάλλεται ανάλογα με την υγρασία του αέρα.

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

● Οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές καταναλώνουν νερό κατά τη λειτουργία τους. Το νερό καταναλώνεται πρώτον από την εξατμηση, δεύτερον γιατί το ρεύμα του αέρα παρασύρει σταγόνες νερού που χάνονται και τρίτον γιατί πρέπει η λεκάνη συγκέντρωσης του νερού να υπερχειλίζει ώστε να απομακρύνονται τα άλατα και οι σκόνες από την επιφάνεια του νερού.

● συνηθισμένη κατανάλωση νερού σε εξατμιστικούς συμπυκνωτές

5 Lit/h για κάθε kW ψύξης [5 (Lit/h)/kW]

Π.χ. εξατμιστικός συμπυκνωτής ικανότητας 100 kW  
καταναλώνει νερό  $100 \text{ kW} \times 5 \text{ (Lit/h)/kW} = 500 \text{ Lit/h.}$



- Για να περιορίσουμε την κατανάλωση νερού, που παρασύρεται από τον αέρα, τοποθετούμε κατάλληλα πτερύγια, σαν εμπόδια, στη ροή του αέρα.



### **σταγονοσυλλέκτες**

Οι σταγόνες νερού που φτάνουν στους σταγονοσυλλέκτες, χτυπούν στα πτερύγια και κατρακυλούν πίσω στη λεκάνη του νερού.

- Οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές έχουν πολύ καλή απόδοση σε σχέση με το μέγεθός τους και κατασκευάζονται σε όλα τα μεγέθη. Κατά την εγκατάστασή τους, πρέπει να τοποθετούνται σε μέρος που να διευκολύνεται η ροή του αέρα και ταυτόχρονα να μην ενοχλούν από το ρεύμα του υγρού αέρα που βγαίνει από το επάνω μέρος τους.

## ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΩΝ

- Η συντήρηση των εξατμιστικών συμπυκνωτών είναι πολύ σημαντική. Το ρεύμα του υγρού αέρα που κυκλοφορεί μέσα στο κιβώτιο και το νερό προκαλούν διαβρώσεις.

➔ Όλα τα μέρη που έρχονται σε επαφή με το νερό πρέπει να καθαρίζονται με αντιδιαβρωτικά υλικά σε τακτικά χρονικά διαστήματα

- Αποθέσεις αλάτων:  
γίνονται στα περύγια του συμπυκνωτή, στις σωληνώσεις και στη λεκάνη.

➔ Ο καθαρισμός των αλάτων γίνεται με χημικά διαλύματα (χημικός καθαρισμός)

## μονάδα συμπύκνωσης

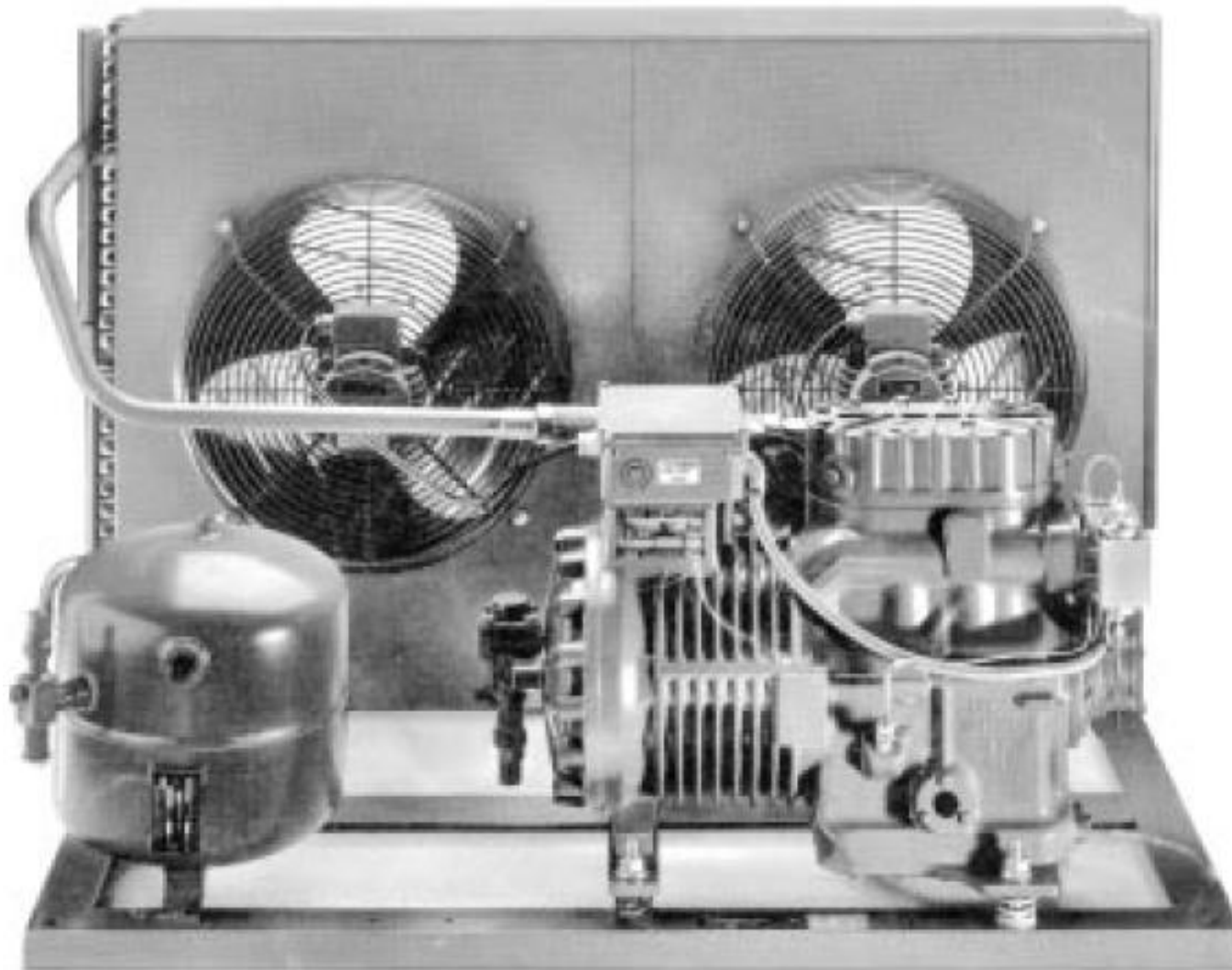


συνδυασμός του συμπυκνωτή και του συμπιεστή μίας ψυκτικής μηχανής σε κοινή βάση

Συμπυκνωτής: αερόψυκτος ή υδρόψυκτος  Μονάδα συμπύκνωσης: αερόψυκτη ή υδρόψυκτη

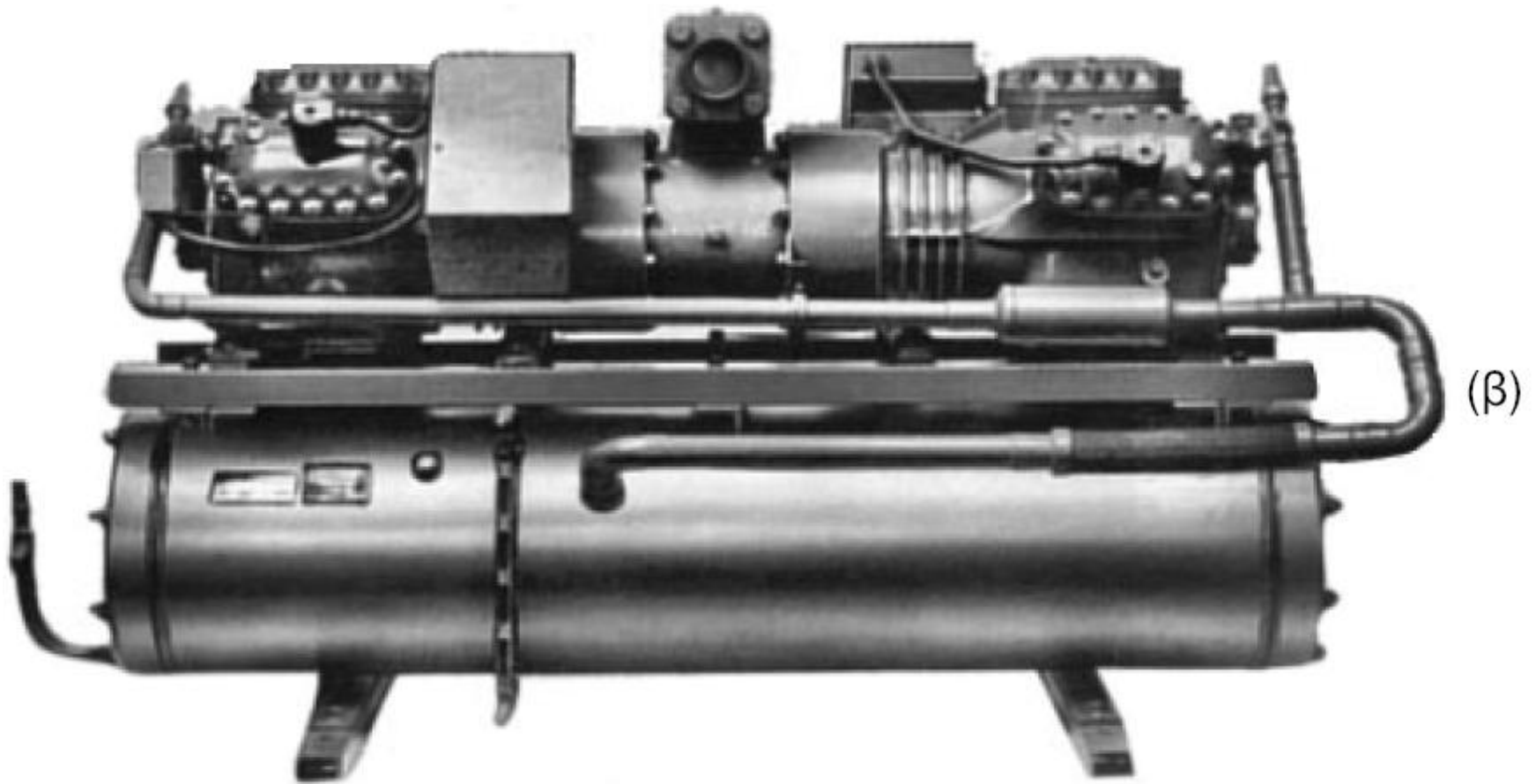
Η μονάδα συμπύκνωσης κάνει πολύ θόρυβο. Άρα τοποθετείται πάντα σε εξωτερικό χώρο και μακριά από εργαζόμενα άτομα ( πχ ταράτσα)

Στις πολύ γνωστές σε όλους μας μικρές κλιματιστικές συσκευές διαιρούμενου τύπου (SPLIT), το εξωτερικό τμήμα είναι ακριβώς μία μονάδα συμπύκνωσης.



(a)

Αερόψυκτη μονάδα συμπύκνωσης

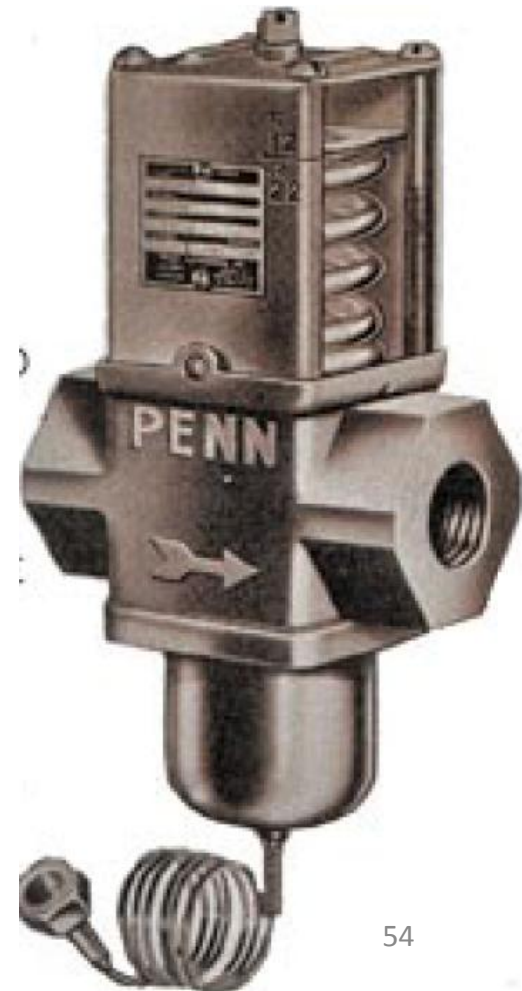
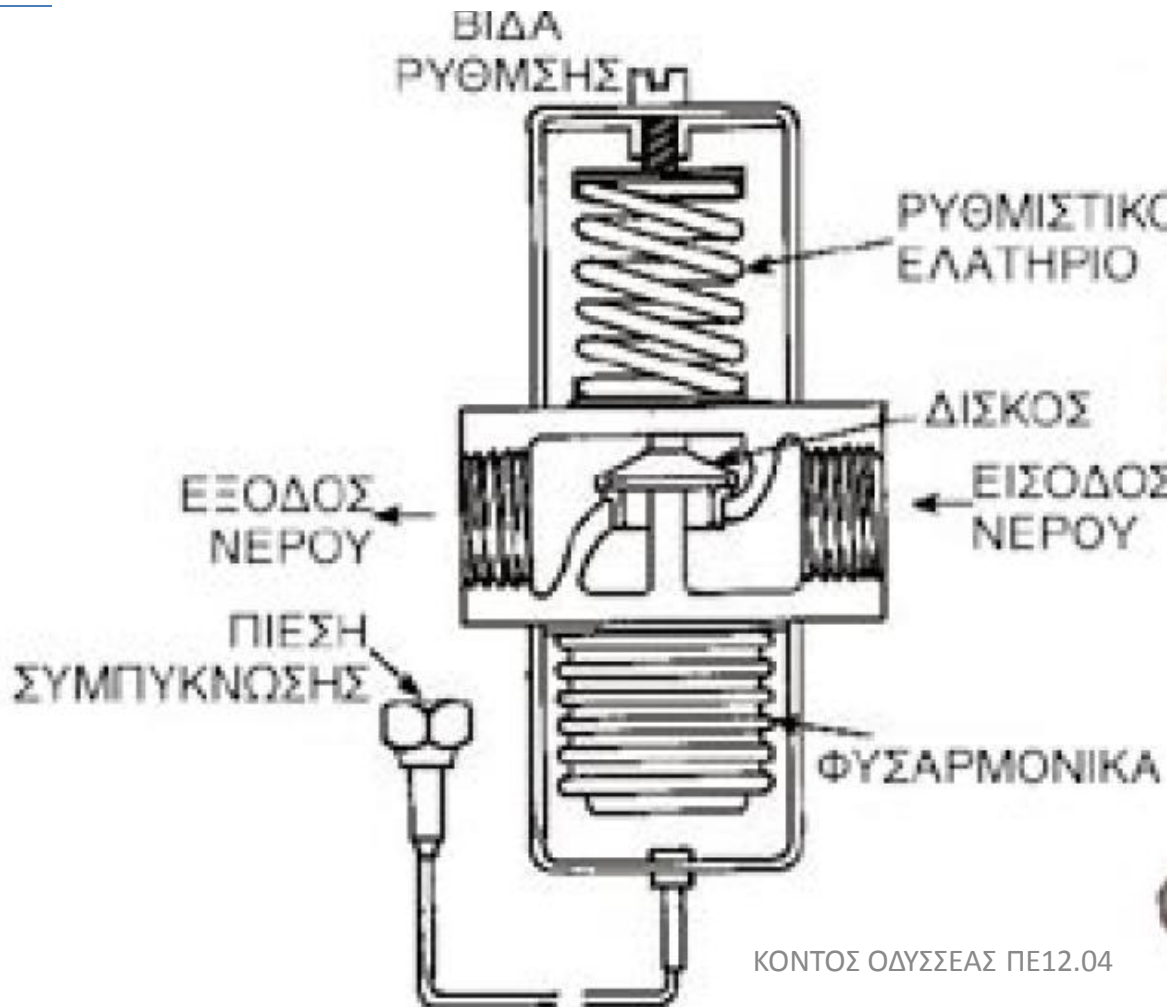


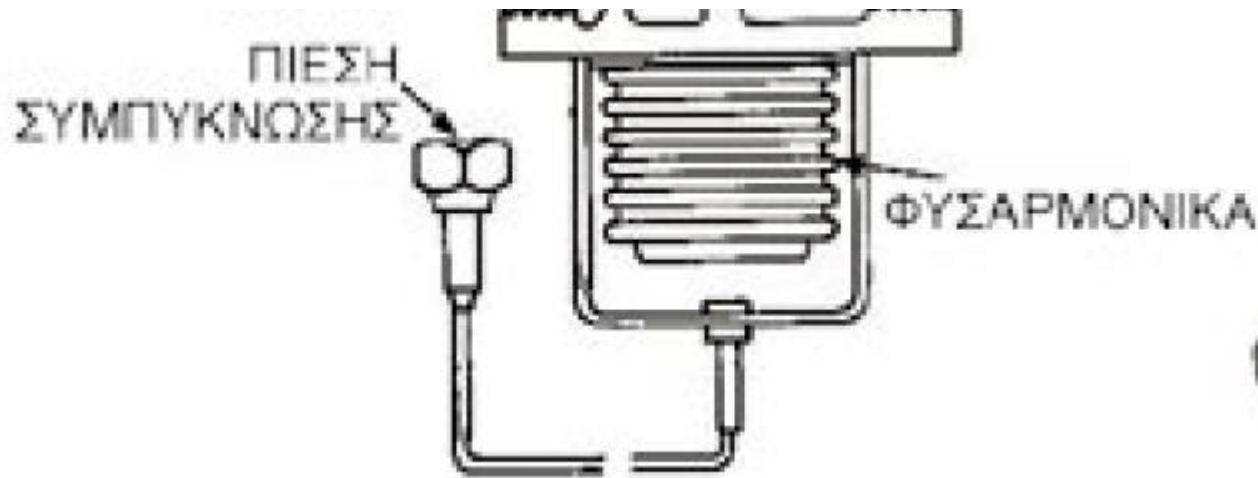
Υδροψυκτη μονάδα συμπύκνωσης

# Εξοικονόμηση νερού σε ανοικτού τύπου υδρόψυκτους συμπυκνωτές

Το νερό είναι πολύτιμο! Δεν πρέπει να χάνεται!

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται μία ειδική ρυθμιστική βαλβίδα νερού που τοποθετείται στη γραμμή εισόδου του νερού στο συμπυκνωτή.





Στην κάτω πλευρά της βαλβίδας υπάρχει μία μεταλλική φυσαρμόνικα (φυσούνα). Ο χώρος της φυσαρμόνικας συνδέεται με ένα τριχοειδή σωλήνα με την έξοδο του συμπιεστή. Συμπιεσμένο αέριο από το συμπιεστή πιέζει τη φυσαρμόνικα η οποία ανασηκώνει το δίσκο της βαλβίδας και αυξάνει την παροχή του νερού.

## Πως λειτουργεί...

Όσο πιο θερμό είναι το αέριο τόσο μεγαλύτερη είναι η πίεση του και τόσο περισσότερο νερό πρέπει να περάσει από τον συμπυκνωτή για να τον ψύξει.



Αυτό ακριβώς συμβαίνει: η φουσαρμόνικα πιέζεται περισσότερο (αφού το ψυκτικό αέριο έχει μεγαλύτερη πίεση), σηκώνει πιο πολύ το δίσκο και έχουμε πιο πολύ παροχή νερού



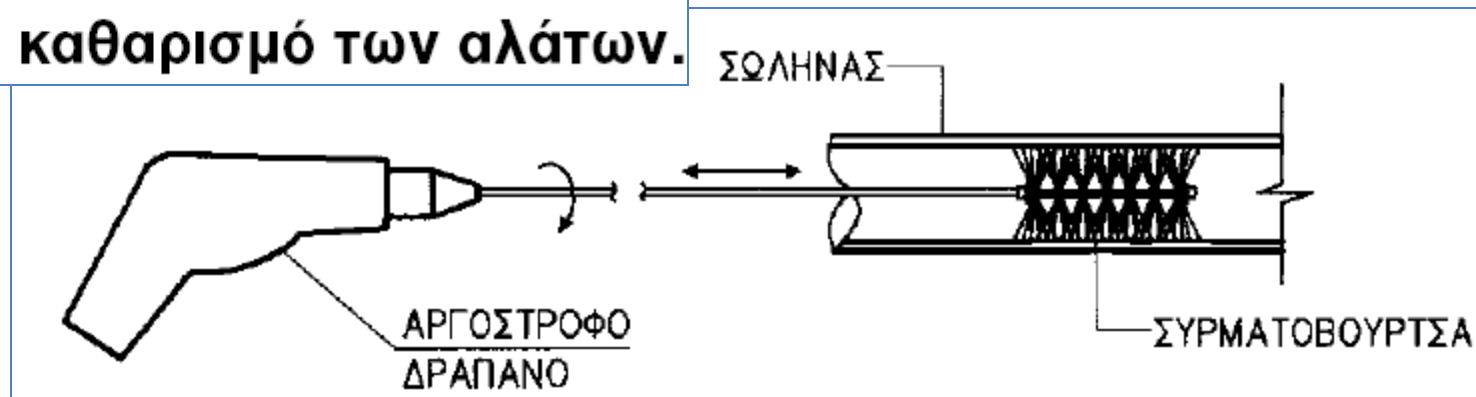
Όταν ανοίξει περισσότερο η βαλβίδα:  
η θερμοκρασία του αερίου μειώνεται, λόγω ψύξης.  
Άρα: μειώνεται η πίεση και η βαλβίδα κλείνει όσο χρειάζεται.

● Με τη λειτουργία αυτή, που γίνεται συνέχεια, η πίεση και η θερμοκρασία διατηρούνται στις σωστές τιμές και ταυτόχρονα καταναλώνεται ακριβώς το νερό που χρειάζεται, χωρίς σπατάλη.



Για να διατηρηθεί ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής σε καλή κατάσταση, χωρίς μείωση της απόδοσής του, πρέπει να συντηρείται τακτικά. Η συντήρηση ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή περιλαμβάνει:

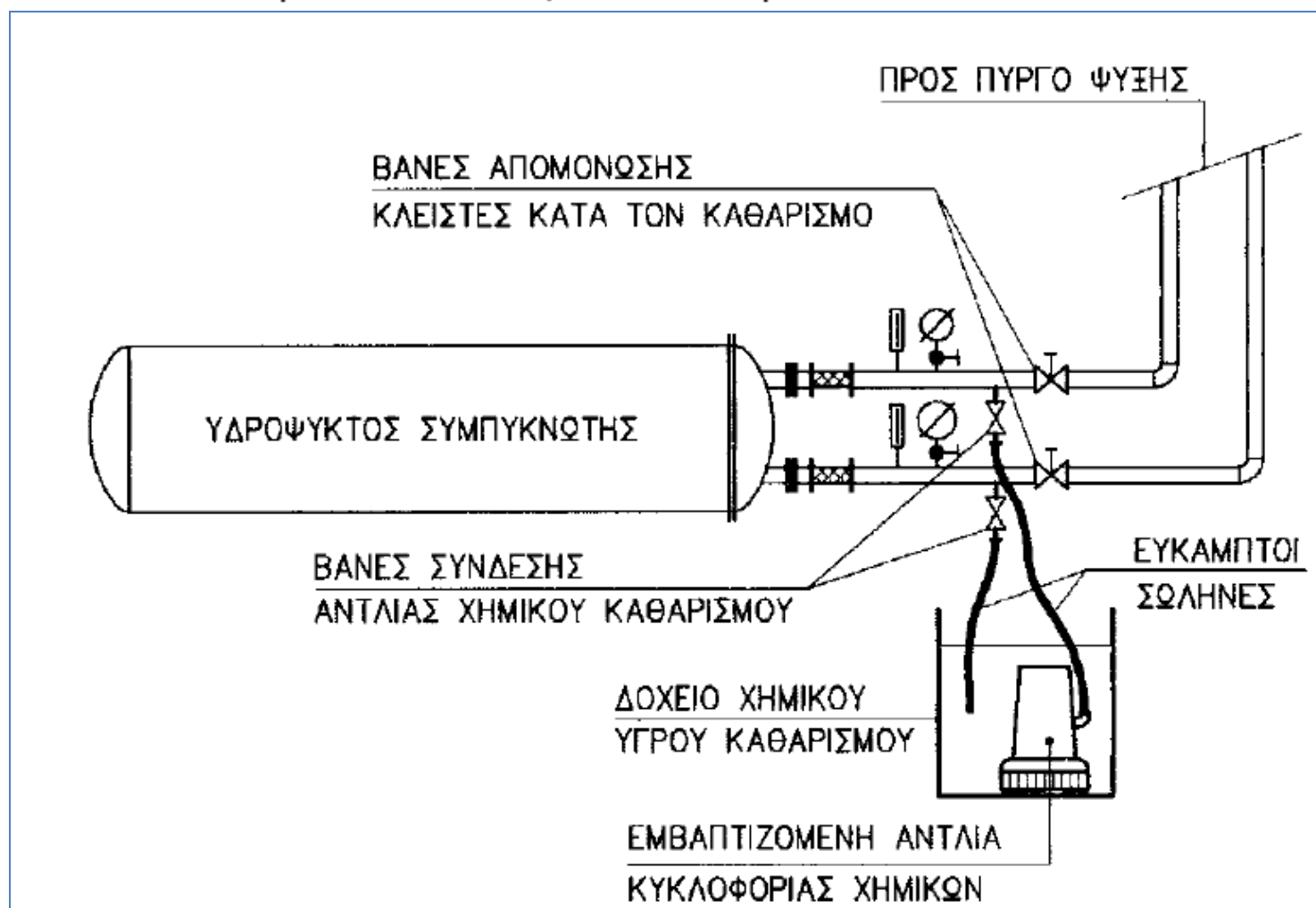
## 1. Μηχανικό καθαρισμό των αλάτων.



Για το μηχανικό καθαρισμό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα ηλεκτρικό **αργόστροφο** δράπανο. Στο τσοκ του δραπάνου προσαρμόζεται το εύκαμπτο στέλεχος με τη συρματοβούρτσα. Έτσι ο καθαρισμός γίνεται πιο εύκολα και πιο σωστά. Κατά το μηχανικό καθαρισμό καλό είναι να ρίχνουμε στο εσωτερικό του σωλήνα νερό (π.χ. με ένα λάστιχο) για να διευκολύνεται η απομάκρυνση των αλάτων. Τέλος, μετά από τη μηχανική επεξεργασία του σωλήνα (ξύσιμο των αλάτων με τη συρματοβούρτσα) ο σωλήνας πλένεται με νερό.

## 2. Χημικός καθαρισμός των αλάτων.

Ο χημικός καθαρισμός γίνεται με ειδικά υγρά που υπάρχουν στο εμπόριο. Τα υγρά χημικού καθαρισμού διαλύουν τα άλατα και καθαρίζουν το εσωτερικό των σωλήνων του συμπυκνωτή.



Για το χημικό καθαρισμό ενός συμπυκνωτή χρησιμοποιείται ένα δοχείο στο οποίο διαλύουμε το υγρό καθαρισμού, **σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή**. Στο δοχείο τοποθετείται μια μικρή κατάλληλη αντλία η οποία συνδέεται με πλαστικούς εύκαμπτους σωλήνες με το συμπυκνωτή. Η αντλία κυκλοφορεί το υγρό καθαρισμού μέσα στους σωλήνες του συμπυκνωτή. Το υγρό διαλύει και απομακρύνει τα άλατα. Στη συνέχεια, μετά τη χημική επεξεργασία, ο συμπυκνωτής πλένεται καλά, με κυκλοφορία καθαρού νερού. Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές έχουν, συνήθως, κατάλληλες βάνες για τη σύνδεση των σωλήνων του χημικού καθαρισμού

## ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΧΗΜΙΚΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ

- Ο χημικός καθαρισμός πρέπει να γίνεται με πολύ μεγάλη προσοχή και **να λαμβάνονται όλα τα μέτρα προφύλαξης που αναγράφονται στη συσκευασία του υγρού.**
- Ο συμπυκνωτής πρέπει να απομονώνεται από το εξωτερικό δίκτυο νερού με κλείσιμο των βανών του δικτύου, όπως φαίνεται στο εικόνα 3.16, γιατί το υγρό καθαρισμού μπορεί να προκαλέσει διαβρώσεις στους σωλήνες.
- Πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλες αντλίες (π.χ. πλαστικές) και σωλήνες σύνδεσης που να αντέχουν στο υγρό καθαρισμού.

- Τα υγρά καθαρισμού δεν πρέπει να παραμένουν μέσα στο συμπυκνωτή περισσότερο από 10 ώρες.
- Πρέπει **να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες χρήσης και εφαρμογής** του υγρού καθαρισμού.
- Μετά την ολοκλήρωση του καθαρισμού ο συμπυκνωτής πρέπει να πλένεται πολύ καλά, με κυκλοφορία καθαρού νερού, για να φύγει όλο το υγρό καθαρισμού

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1) Ποιος είναι ο ρόλος του συμπυκνωτή σε μία ψυκτική μηχανή;
- 2) Τι ποσά θερμότητας μεταφέρονται στον συμπυκνωτή;
- 3) Σε τι κατάσταση είναι το ψυκτικό ρευστό όταν φθάνει στο συμπυκνωτή;
- 4) Σε τι κατάσταση είναι στο ψυκτικό ρευστό στην έξοδο του από τον συμπυκνωτή;
- 5) Από τι εξαρτάται η πίεση στην οποία λειτουργεί ο συμπυκνωτής;
- 6) Ποια είναι τα βασικά είδη των συμπυκνωτών;
- 7) Σε ποια είδη διακρίνονται οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές;
- 8) Ποια είναι η κύρια χρήση των συμπυκνωτών φυσικής κυκλοφορίας αέρα;
- 9) Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των συμπυκνωτών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έναντι των συμπυκνωτών φυσικής κυκλοφορίας αέρα;

- 10) Πού χρησιμοποιούνται οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα;
- 11) Ποια είναι τα είδη των υδρόψυκτων συμπυκνωτών;
- 12) Ποιους υδρόψυκτους συμπυκνωτές ονομάζουμε «ανοικτού κυκλώματος» και ποιους «κλειστού κυκλώματος»;
- 13) Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των υδρόψυκτων συμπυκνωτών έναντι των αερόψυκτων;
- 14) Τι χρησιμοποιείται για την ψύξη των εξατμιστικών συμπυκνωτών;
- 15) Γιατί οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές καταναλώνουν νερό κατά την λειτουργία τους;
- 16) Με ποια διάταξη περιορίζουμε την απώλεια σταγόνων νερού που παρασύρονται από τον αέρα στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές;
- 17) Τι ονομάζουμε μονάδα συμπύκνωσης;

- 18) Πώς περιορίζεται η κατανάλωση νερού στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές ανοικτού κυκλώματος;
- 19) Με τι τρόπο μπορούμε να περιορίσουμε τον σχηματισμό αλάτων στους σωλήνες νερού των υδρόψυκτων συμπυκνωτών;
- 20) Ποιες μεθόδους χρησιμοποιούμε για τον καθαρισμό των υδρόψυκτων συμπυκνωτών από τα άλατα;