



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: Σεμρίν Χριστόφορος-Σαΐντ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Καλογήρου Ιωάννης

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ - 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρών τεύχος αποτελεί την πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στην πάροδο των σπουδών μου στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας. Το αντικείμενο της εργασίας είναι η πειραματική μελέτη και κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της αντλίας θερμότητας με δυνατότητα ανταλλαγής θερμότητας στον εξατμιστή και στον συμπυκνωτή είτε με νερό είτε με αέρα.

Θα ήθελα σε αυτήν την σημαντική στιγμή της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας με την σειρά μου να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Καλογήρου Ιωάννη για την επίβλεψη και την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος, τον κ. Ρωμαίο Αλέξανδρο για την καθοδήγηση του καθώς και τον κ. Μπαϊλό Ανδρέα για την τεχνική επίβλεψη. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τη οικογένεια μου για την συνεχή υποστήριξή τους ώστε να φτάσω σε αυτό το τελευταίο στάδιο της πραγματοποίησης της πτυχιακής μου.

Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραμορφωμένες. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδος.

Ο σπουδαστής
Σεμρίν Χριστόφορος-Σαΐντ

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στον ορισμό της αντλίας θερμότητας και γίνεται μια ανάλυση για κάθε στοιχείο που τη συνθέτει. Επίσης γίνεται μία αναφορά στα είδη της και σε επιπλέον μηχανισμούς όπως η αναστροφή ροής.

Από το δεύτερο μέχρι και το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται οι κατηγορίες των συμπιεστών, των συμπυκνωτών των ατμοποιητών και των εκτονωτικών διατάξεων καθώς και η ανάλυση αυτών.

Στην αρχή του έκτου κεφαλαίου παρουσιάζεται η πειραματική συσκευή, ο τρόπος λειτουργίας της, τα μέρη που την απαρτίζουν με συνοδεία εικόνων. Στην συνέχεια παρουσιάζεται η πειραματική διαδικασία και ο τρόπος συλλογής και επεξεργασίας των πειραματικών τιμών.

Τέλος διεξάγονται τα διαγράμματα του ψυκτικού κύκλου P-h για κάθε διαδικασία μέτρησης με συνοδεία πινάκων και αποτελεσμάτων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ.....	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iv
ΚΕΦΑΛΑΙΟ1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Ορισμός Αντλίας θερμότητας	1
1.2 Ο συμπιεστής	2
1.3 Ο συμπυκνωτής	3
1.4 Η εκτονωτική βαλβίδα	4
1.5 Ο εξαμιστής	5
1.6 Είδη Αντλίας θερμότητας	7
1.7 Αναστροφή κύκλου μέσω τετράοδης βαλβίδας.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ	9
2.1 Ανοιχτού τύπου συμπιεστές.....	9
2.2 Ημιαερμητικού τύπου συμπιεστές.....	10
2.3 Ερμητικού ή κλειστού τύπου συμπιεστές	10
2.4 Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι συμπιεστές.....	12
2.5 Φυγοκεντρικοί συμπιεστές	13
2.6 Περιστροφικοί συμπιεστές.....	14
2.6.1 Συμπιεστής έκκεντρου τυμπάνου με σταθερό σύρτη	14
2.6.2 Συμπιεστής περιστρεφόμενων πτερυγίων-συρτών	15
2.7 Σπειροειδείς συμπιεστές.....	15
2.8 Ελικοειδείς ή κοχλιωτοί συμπιεστές	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΩΝ.....	17
3.1 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές	17
3.1.1 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές φυσικής κυκλοφορίας αέρα	17
3.1.2 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα.....	18
3.2 Υδροψυκτοι συμπυκνωτές.....	18
3.2.1 Υδροψυκτοι συμπυκνωτές κελύφους-σωλήνων	19
3.2.2 Υδροψυκτοι συμπυκνωτές με δοχείο και σερπαντίνα.....	19
3.2.3 Υδροψυκτοι συμπυκνωτές διπλού σωλήνα αντιρροής.....	20
3.3 Εξαμιστικός συμπυκνωτής	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΤΜΟΠΟΙΗΤΩΝ.....	21
4.1 Αεροψυκτήρες	21
4.1.1 Ατμοποιητές φυσικής κυκλοφορίας.....	21
4.1.2 Ατμοποιητές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα	23
4.2 Εξαμιστές ψύξης υγρών	25

4.2.1 Εξατμιστές διπλών σωλήνων	25
4.2.2 Ατμοποιητές γυμνών σωλήνων	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5-ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ.....	30
5.1 Θερμοσταστική εκτονωτική βαλβίδα	30
5.2 Πιεζοστατική βαλβίδα εκτονώσεως	31
5.3 Θερμοηλεκτρική βαλβίδα εκτονώσεως	32
5.4 Βαλβίδα πλωτήρα υψηλής πίεσεως	33
5.5 Βαλβίδα πλωτήρα χαμηλής πίεσεως	34
5.6 Τριχοειδής σωλήνας.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ	36
6.1 Εισαγωγή-τρόπος λειτουργίας.....	36
6.2 Στοιχεία του μηχανήματος	37
6.3 Εικόνες των στοιχείων που απαρτίζουν την αντλία	38
6.3.1 Συμπιεστής	38
6.3.2 Συμπυκνωτής αέρα	39
6.3.3 Συμπυκνωτής νερού	40
6.3.4 Εξατμιστής αέρα	41
6.3.5 Εξατμιστής νερού	42
6.3.6 Εκτονωτική βαλβίδα πριν τον εξατμιστή αέρα	43
6.3.7 Εκτονωτική βαλβίδα πριν τον εξατμιστή νερού	44
6.3.8 Βοηθητικά εξαρτήματα.....	45
6.3.9 Κεντρικός διακόπτης	48
6.3.10 Πίνακας αυτοματισμού	49
6.4 Τρόπος λειτουργίας πρεσσοστατών	50
6.5 Περιγραφή διαδρομής για κάθε περίπτωση	51
6.5.1 ΑΕΡΑ-ΑΕΡΑ	51
6.5.2 ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ.....	52
6.5.3 ΝΕΡΟΥ-ΑΕΡΑ.....	53
6.5.4 ΝΕΡΟΥ-ΝΕΡΟΥ	54
6.6 Οδηγίες χρήσης για την ορθή λειτουργία της μηχανής	55
6.7 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	56
6.8 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	57
6.9 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ	59
6.10 Σύγκριση	79
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	80
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

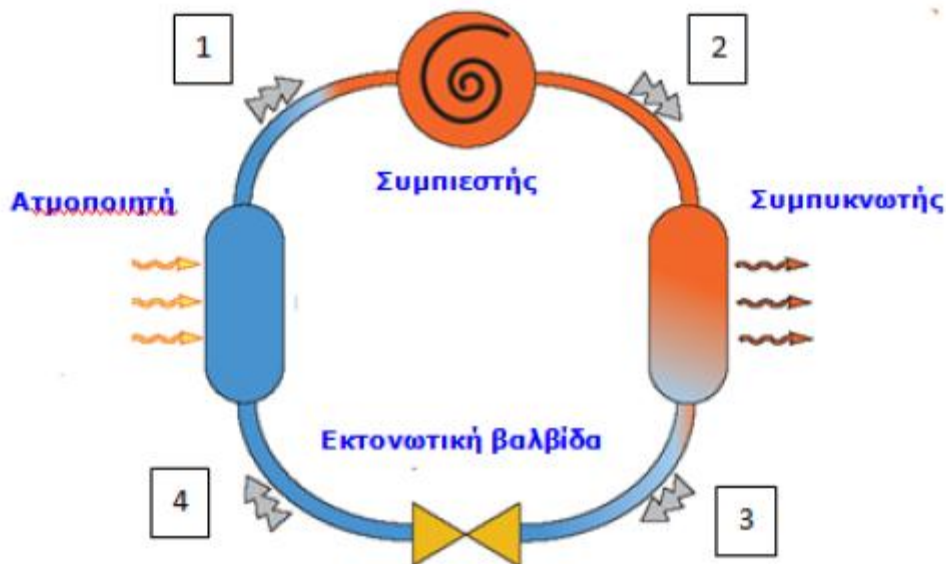
Ορισμός Αντλίας θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι ένα μηχάνημα που παράγει θέρμανση και ψύξη καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια. Βασίζει τη λειτουργία της στον ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμού. Αν μπορούσαμε να παρατηρήσουμε το εσωτερικό μιας αντλίας θερμότητας θα βλέπαμε σωληνώσεις μέσα στις οποίες κυκλοφορεί ψυκτικό ρευστό (Freon) . Η αντλία θερμότητας λειτουργεί ακριβώς με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο λειτουργεί και το γνωστό κλιματιστικό κατά διάρκεια του καλοκαιριού για να παράγει ψύξη. Ουσιαστικά ένα οικιακό κλιματιστικό είναι μια αντλία θερμότητας και η λειτουργία του βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο είτε λειτουργεί για θέρμανση είτε για ψύξη στο χώρο που έχει τοποθετηθεί με την διαφορά ότι το ψυκτικό ρευστό ρέει σε αντίθετη φορά στις σωληνώσεις του κλιματιστικού προφανώς με κάποιον μηχανισμό αναστροφής της πορείας του(π.χ τετράοδη βαλβίδα). Στην σημερινή εποχή προτιμάται η χρήση της με ποικίλες μορφές για την κάλυψη διάφορων ενεργειακών αναγκών όπως για θέρμανση και ψύξη σε σχέση με τις εγκαταστάσεις θέρμανσης με χρήση λέβητα πετρελαίου. Αυτό διότι παρόλο που το κόστος εγκατάστασης αντλίας θερμότητας όπως με συνδυασμό τερματικών μονάδων με ανεμιστήρα (fan coils) είναι σχετικά μεγαλύτερο έχει πολύ μικρότερο κόστος κατανάλωσης διότι η μοναδική κατανάλωση ουσιαστικά είναι το ρεύμα σε σχέση με την αυξανόμενη τιμή του πετρελαίου.

Τα κύρια εξαρτήματα του ψυκτικού κύκλου είναι τα εξής:

- Ο συμπιεστής
- Ο συμπυκνωτής
- Η εκτονωτική βαλβίδα
- Ο εξατμιστής (ή ατμοποιητής)

Στον ψυκτικό κύκλο υπάρχουν σωληνώσεις που συνδέουν τα 4 κύρια εξαρτήματα, εξαρτήματα αυτόματου ελέγχου καθώς και διάφορα βοηθητικά εξαρτήματα.(βλ. παρακάτω εικόνα)



ΕΙΚΟΝΑ 1.1 Ο ψυκτικός κύκλος

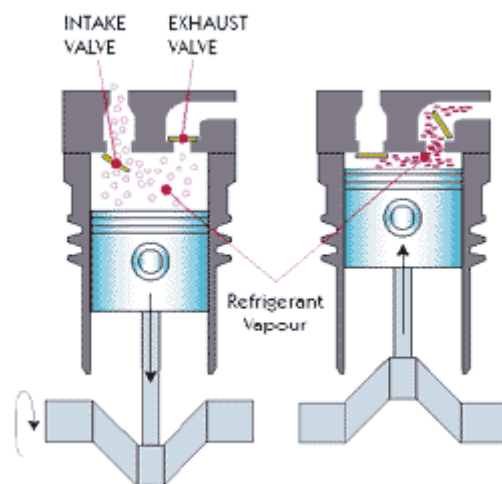
Η θέση των τεσσάρων βασικών εξαρτημάτων είναι συγκεκριμένη πάνω στο ψυκτικό κύκλο. Η σειρά της ροής του ψυκτικού ρευστού έχει ως εξής. Το ψυκτικό ρευστό πάντα μετά τον συμπιεστή εισέρχεται στον συμπυκνωτή, μετά τον συμπυκνωτή στην εκτονωτική βαλβίδα και μετά την εκτονωτική βαλβίδα στον εξατμιστή (ή ατμοποιητή). Έπειτα το ψυκτικό ρευστό οδηγείται πάλι στον συμπιεστή με αποτέλεσμα η διαδικασία αυτή να επαναλαμβάνεται συνεχώς (κυκλική διαδικασία).

Κάθε ένα από τα παραπάνω 4 εξαρτήματα αντιστοιχεί σε μια διεργασία φάση του ψυκτικού κύκλου όπως αναφέρονται παρακάτω:

1. Η φάση της συμπίεσης – κίνηση ψυκτικού ρευστού από σημείο 1 προς 2 (Εικόνα 1.2)
2. Η φάση της συμπύκνωσης – κίνηση ψυκτικού ρευστού από 2 σε 3 (Εικόνα 1.3)
3. Η φάση της εκτόνωσης – κίνηση ψυκτικού ρευστού από 3 σε 4 (Εικόνα 1.4)
4. Η φάση της ατμοποίησης – κίνηση ψυκτικού ρευστού από 4 σε 1 (Εικόνα 1.5)

1.2 Ο συμπιεστής

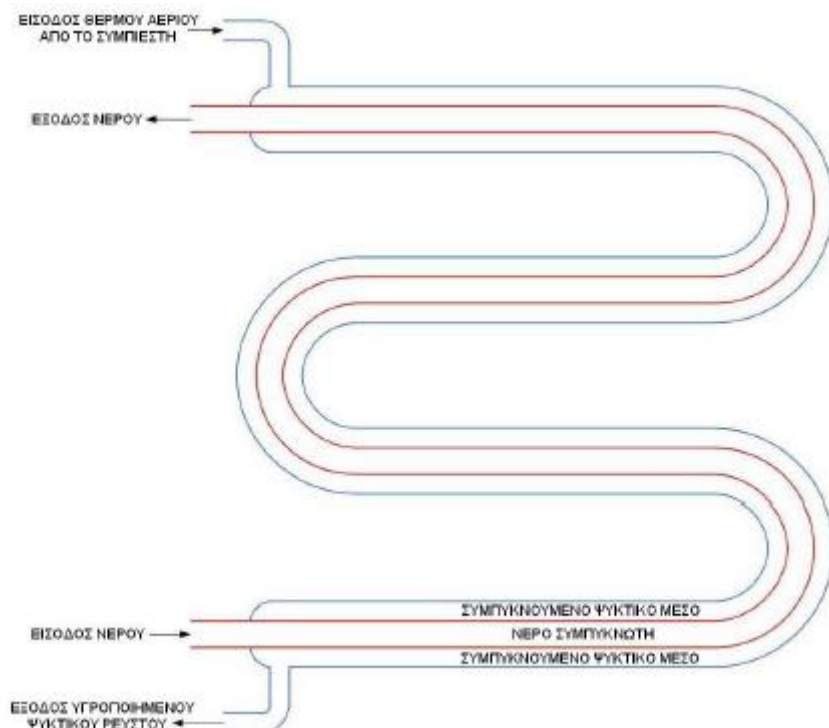
Ο συμπιεστής είναι αυτός που αναρροφά το ψυκτικό ρευστό από τον εξατμιστή το οποίο από ελαφρώς υπέρθερμο αέριο σε χαμηλή πίεση το συμπιέζει και το οδηγεί προς τον συμπυκνωτή σε μορφή υπέρθερμου αερίου υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Μετά την συμπίεση δηλαδή την αύξηση της πίεσης παράλληλα έχουμε και αύξηση θερμοκρασίας ενώ υπάρχει μια μείωση στον όγκο του ψυκτικού. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η διεργασία καταναλώνεται μηχανικό έργο δηλαδή ηλεκτρική ενέργεια. Ο συμπιεστής παρομοιάζεται πολλές φορές ως η καρδιά του ψυκτικού κυκλώματος γιατί σε αυτόν οφείλεται η ώθηση και η κίνηση του ρευστού όπως ακριβώς κάνει η καρδιά σε έναν ζωτικό οργανισμό.



ΕΙΚΟΝΑ 1.2 Ο συμπιεστής

1.3 Ο συμπυκνωτής

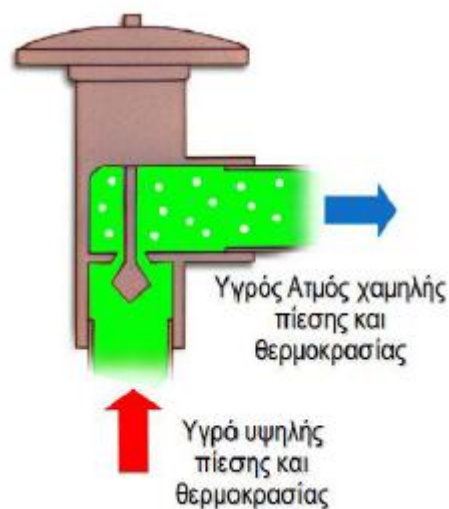
Το όνομα του συμπυκνωτή εκφράζει και τον ρόλο που έχει στον ψυκτικό κύκλο. Καθώς το υπέρθερμο αέριο υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας πορεύεται από την έξοδο του συμπιεστή (κατάθλιψη) διέρχεται από τον συμπυκνωτή (κίνηση 2 προς 3) όπου έρχεται σε επαφή με το χαμηλότερο σε θερμοκρασία επιθυμητό περιβάλλον που θέλουμε όπως τον αέρα ενός χώρου ή το κρύο νερό ενός δικτύου ύδρευσης. Αυτό έχει ως συνέπεια να αποβάλλει θερμότητα δηλαδή η ενέργεια να μεταδοθεί από το ψυκτικό στις σωληνώσεις και από τις σωληνώσεις στο κρύο περιβάλλον αφού όπως είναι γνωστό η θερμότητα αποβάλλεται από ένα υψηλότερο θερμοκρασιακό χώρο σε ένα χαμηλότερο. Έτσι η θερμοκρασία του χώρου θα αυξάνεται πετυχαίνοντας την θέρμανση του και η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού θα μειώνεται καθ'όλη την πορεία του μέσα στο συμπυκνωτή το οποίο προκαλεί την υγραποίηση του. Συνήθως υπάρχουν τρία στάδια του ψυκτικού ρευστού μέσα στον συμπυκνωτή. Το πρώτο στάδιο είναι η διαδρομή μέχρι το υπέρθερμο αέριο να γίνει κεκορεσμένος ατμός. Το δεύτερο στάδιο είναι η διαδρομή του μίγματος αερίου-υγρού μέχρι την φάση του κεκορεσμένου υγρού. Το τρίτο και τελευταίο στάδιο είναι η διαδρομή που ακολουθεί το ψυκτικό από υπέρθερμο αέριο υψηλής πίεσης σε υγρό στην τελική έξοδο του συμπυκνωτή στην υπόψυκτη ζώνη. Γενικότερα ο συμπυκνωτής είναι το στοιχείο θέρμανσης του ψυκτικού κύκλου. Παρακάτω βλέπουμε μια ενδεικτική εικόνα ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή ομοαξονικών σωλήνων.



ΕΙΚΟΝΑ 1.3 Συμπυκνωτής ομοαξονικών σωλήνων

1.4 Η εκτονωτική βαλβίδα

Στην φάση της εκτόνωσης ή στραγγαλισμού (βλέπε εικόνα, κίνηση από 3 σε 4) το συμπυκνωμένο ψυκτικό υγρό περνάει από μία εκτονωτική διάταξη κατά την οποία μειώνεται απότομα η πίεση και η θερμοκρασία του έχοντας πλέον την μορφή μείγματος αερίου και υγρού χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας υπερτερώντας φυσικά σε ποσοστό το υγρό. Ένας βασικός σκοπός της εκτονωτικής διάταξης είναι να προετοιμάσει το ψυκτικό υγρό να μπει σε μορφή μείγματος στον εξατμιστή ώστε να εξασφαλιστεί να βγει μετά από αυτόν όχι μόνο σαν κεκορεσμένο αέριο αλλά και με μικρή υπερθέρμανση αέριο χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας διότι μετά τον εξατμιστή δεν συνιστάται να υπάρχει καθόλου ποσότητα υγρής μορφής στον συμπιεστή γιατί θα προκύψουν πολλές φθορές των επιμέρους εξαρτημάτων ή ακόμα και η καταστροφή αυτών. Ο αδιαβατικός στραγγαλισμός αποδεικνύεται ότι είναι διαδικασία ισενθαλπική.

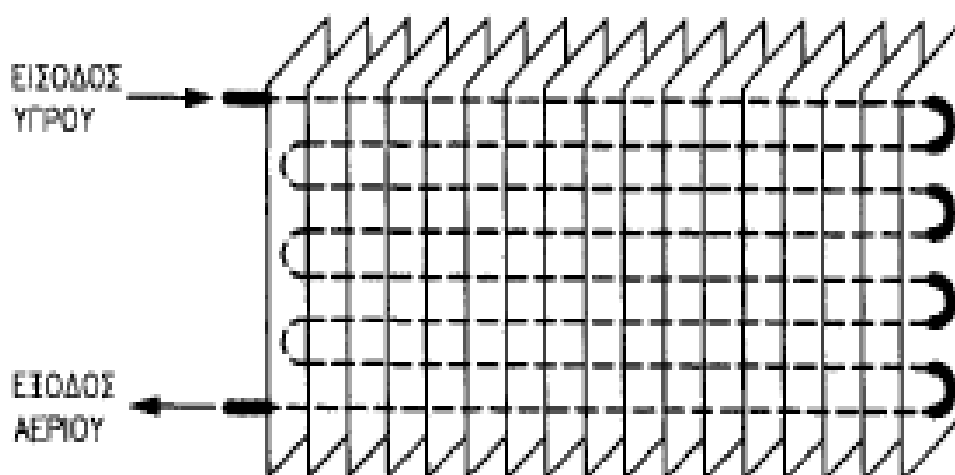


ΕΙΚΟΝΑ 1.4 Εκτονωτική διάταξη

1.5 Ο εξατμιστής

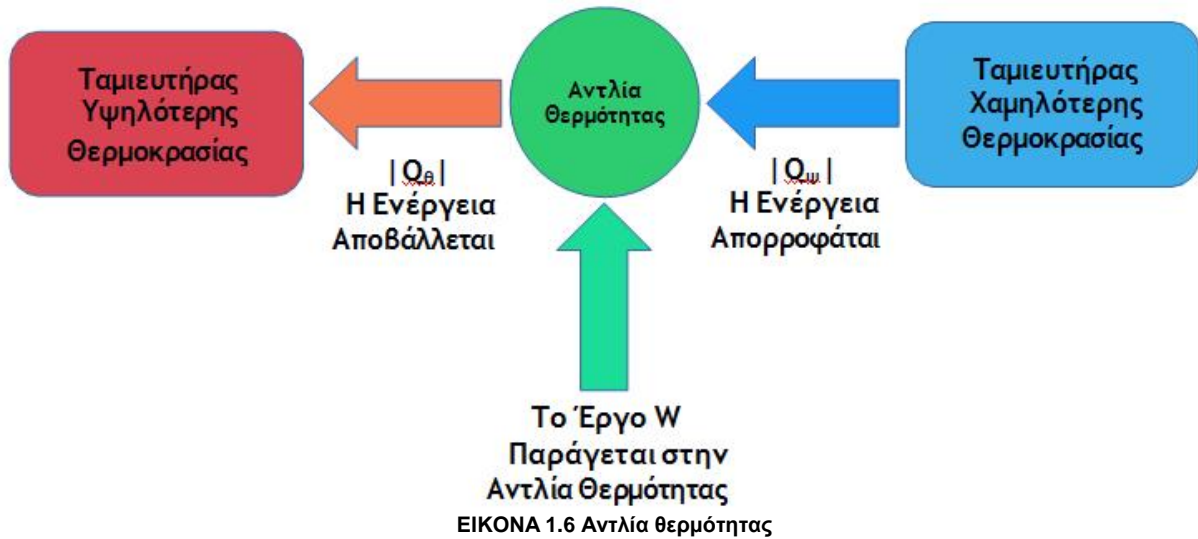
Ο ατμοποιητής (ή εξατμιστής) είναι το τμήμα στο οποίο εισέρχεται το ψυκτικό μέσο μετά από την εκτονωτική διάταξη σε μορφή μίγματος υγρού και αερίου. Είναι και αυτός ένας εναλλάκτης θερμότητας . Αυτό σημαίνει ότι καθώς το ψυκτικό μέσο περνάει από τις σωληνώσεις του ατμοποιητή λόγω της απότομης πτώσης θερμοκρασίας και πίεσης που έχει υποστεί από την εκτονωτική διάταξη τηρεί τις προϋποθέσεις ώστε να απορροφήσει θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον(αέρας ή νερό) με την προϋπόθεση ότι το περιβάλλον έχει μεγαλύτερο μέτρο θερμοκρασίας που είναι πολύ πιθανό γιατί το ψυκτικό μέσο πριν τον ατμοποιητή έχει αρνητικές τιμές θερμοκρασίας . Έτσι η θερμοκρασία του αυξάνεται με αποτέλεσμα να εξατμίζεται το μέσο αυτό και να ψύχει το περιβάλλον με το οποίο έρχεται σε επαφή είτε είναι νερό είτε αέρας. Χωρίζεται σε δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι από την είσοδο του εξατμιστή μέχρι να γίνει κεκορεσμένος ατμός. Και το δεύτερο στάδιο είναι από το σημείο που έγινε κεκορεσμένος ατμός μέχρι την έξοδο από την οποία το ψυκτικό υγρό θα εξέρχεται σε μορφή υπέρθερμου αερίου χαμηλής πίεσης.

Τέλος επιστρέφει πάλι στον συμπιεστή σε μορφή υπέρθερμου αερίου χαμηλής πίεσης και εισέρχεται στην αναρρόφησή του και επαναλαμβάνεται η κυκλική διαδικασία.



ΕΙΚΟΝΑ 1.5 Ο Εξατμιστής

Ουσιαστικά αυτός είναι ο σκοπός μιας ψυκτικής διάταξης δηλαδή η ψύξη του χώρου με την εξάτμιση του ψυκτικού. Γενικότερα μπορεί να πούμε ότι μεταφέρουμε θερμική ενέργεια από ένα χαμηλότερο σε θερμοκρασία χώρο σε άλλο με μεγαλύτερη θερμοκρασία κάτι που είναι αδύνατο να γίνει από μόνο του χωρίς να καταναλώσουμε ενέργεια πετυχαίνοντας την ψύξη του ενός χώρου και την θέρμανση του άλλου. Στην προκειμένη περίπτωση το έργο που καταναλώνεται είναι αυτό που χρησιμοποιεί ο συμπιεστής.



Η σχέση του ενεργειακού ισοζυγίου είναι

$$Q_H = Q_C + W$$

Οι βαθμοί απόδοσης για την θέρμανση και ψύξη είναι

$$COP_{θερμ.} = \frac{Q_H}{W}$$

$$COP_{ψυξ.} = \frac{Q_C}{W}$$

1.6 Είδη Αντλίας θερμότητας

Ανάλογα με το μέσο που συναλλάσσεται οι αντλίες θερμότητας χωρίζονται σε

- Αντλίες θερμότητας αέρος- αέρος Το εξωτερικό στοιχείο της αντλίας θερμότητας συναλλάσσεται με τον αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος ενώ το εσωτερικό στοιχείο με τον αέρα του εσωτερικού χώρου.
- Αντλίες θερμότητας αέρος-νερού. Το εξωτερικό στοιχείο της αντλίας θερμότητας συναλλάσσεται με τον αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος, ενώ το εσωτερικό στοιχείο συναλλάσσεται με το νερό που κυκλοφορεί στο υδραυλικό κύκλωμα της εσωτερικής εγκατάστασης ή αντίστροφα
- Αντλίες θερμότητας εδάφους-νερού ή γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Το εξωτερικό στοιχείο της αντλίας θερμότητας συναλλάσσεται με το έδαφος, ενώ το εσωτερικό στοιχείο συναλλάσσεται με το νερό που κυκλοφορεί στο υδραυλικό κύκλωμα της εσωτερικής εγκατάστασης.
- Αντλίες θερμότητας νερού-νερού. Και τα δύο στοιχεία αυτού του τύπου αντλίας θερμότητας συναλλάσσονται με το νερό αντί για αέρα.

Οι αντλίες θερμότητας αέρος-αέρος διακρίνονται σε

- Split unit - αντλία θερμότητας διαιρούμενου τύπου
- Multi Αντλίες θερμότητας- Αντλίες θερμότητας πολυδιαιρούμενου τύπου
- Συστήματα μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου (VRV ή VRF)

Οι αντλίες θερμότητας αέρος-νερού ανάλογα με τον τύπο κατασκευής τους διακρίνονται σε

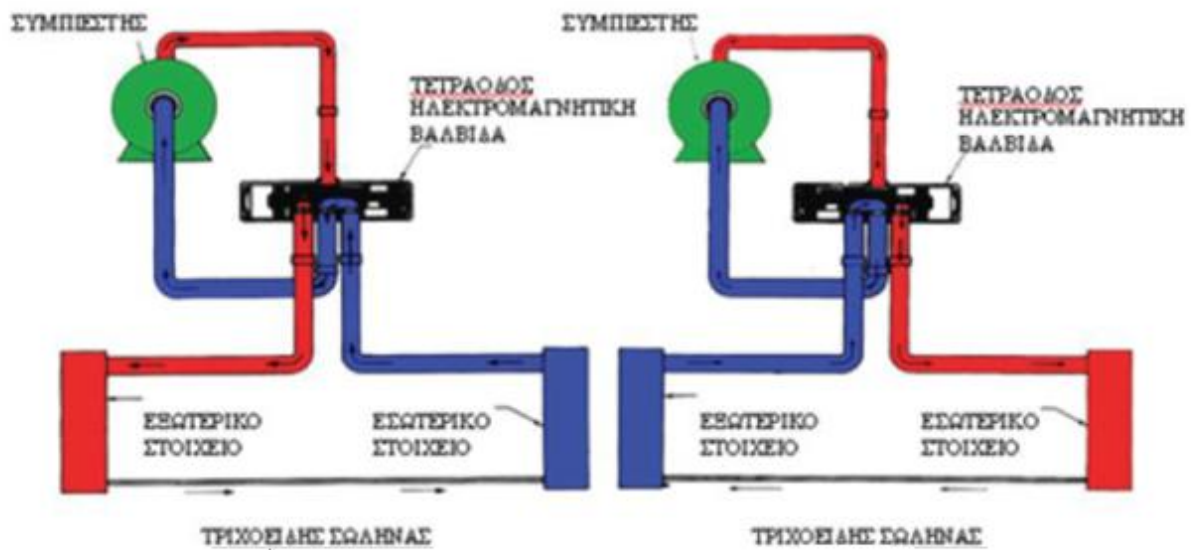
- Διαιρούμενου τύπου (split)
- Μονάδες ενιαίου τύπου (packaged)

Τέλος οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας διακρίνονται σε

- Γεωθερμικές αντλίες νερού-νερού όπου συναλλάσσονται με τα υπόγεια νερά.
- Γεωθερμικές αντλίες διαλύματος-νερού όπου ως πηγή χρησιμοποιείται η αποθηκευμένη ενέργεια του εδάφους.

1.7 Αναστροφή κύκλου μέσω τετράοδης βαλβίδας

Εφόσον σε μια αντλία θερμότητας ο συμπυκνωτής και ο ατμοποιητής λειτουργούν όπως οι εναλλάκτες θερμότητας είναι εφικτό να γίνει η εναλλαγή ρόλων μεταξύ αυτών. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση τετράοδης ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας η οποία με την αναστροφή της επιτυγχάνεται όχι μόνο η αλλαγή της πορείας αλλά και η σωστή κατεύθυνση του ψυκτικού μέσου σε οποιαδήποτε επιμέρους εξάρτημα σε οποιαδήποτε από τις δύο πιθανές περιπτώσεις.



ΕΙΚΟΝΑ 1.7 Αναστροφή κύκλου με χρήση τετράοδης ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας

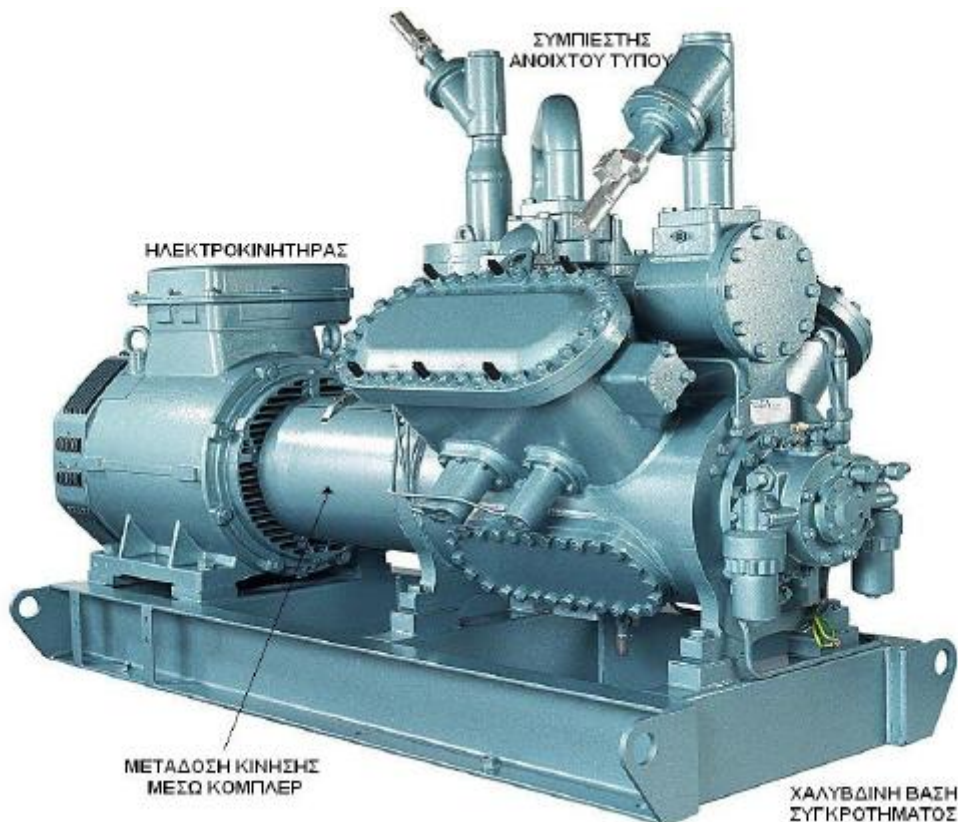
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ

Ανάλογα με την στεγανότητα τους, τον τρόπο που παίρνουν κίνηση και τον τρόπο επέμβασης στο εσωτερικό τους οι συμπιεστές διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- 1) Ανοιχτού τύπου –(Open type)
- 2) Ημιαερμητικού τύπου (Semi hermetic type)
- 3) Ερμητικού ή κλειστού τύπου (Hermetic or close type)

2.1 Ανοιχτού τύπου συμπιεστές

Σε αυτό το είδος των συμπιεστών η περιστρεφόμενη άτρακτός του, περνά το στεγανό περίβλημα για να συνδεθεί με τον κινητήρα. Η θέση στην οποία η άτρακτος διαπερνά στο συμπιεστή, έχει συνήθως ευαισθησία ως προς την στεγανότητα. Οι ανοιχτού τύπου συμπιεστές λόγω της απλής τους τεχνολογίας χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν σε όλες τις ψυκτικές εγκαταστάσεις. Αντίθετα στα σημερινά χρόνια χρησιμοποιούνται λιγότερο διότι εμφανίζουν αρκετά μειονεκτήματα σε σχέση με τους συμπιεστές νέα τεχνολογίας. Η κίνηση του άξονα οφείλεται σε σύστημα ιμάντων και τροχαλιών ή με σύστημα εύκαμπτου συνδέσμου (coupler) .



ΕΙΚΟΝΑ 2.1 Συγκρότημα ανοιχτού τύπου Συμπιεστή-Ηλεκτροκινητήρα

2.2 Ημιαερμητικού τύπου συμπιεστές

Οι ημιαερμητικοί συμπιεστές είναι στεγανοί. Όμως εάν είναι αναγκαίο μπορεί να αποσυναρμολογηθούν. Αυτό γίνεται γιατί το χυτό περίβλημα του συστήματος συμπιεστής-ηλεκτροκινητήρας, αποτελεί ένα συμπαγές σύνολο με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μπορεί να συντηρηθεί ο συμπιεστής. Επίσης ο ηλεκτροκινητήρας του συμπιεστή είναι εγκατεστημένος σε ειδικό χώρο μέσα στο χυτό του συμπιεστή ενώ ο άξονας του συμπιεστή αποτελεί συνέχεια του άξονα του ηλεκτροκινητήρα καθώς είναι μόνιμα συνδεδεμένος με αυτόν. Η μονάδα συμπιεστή-ηλεκτροκινητήρα είναι από χυτοσίδηρο και στερεώνεται σε μεταλλική βάση με κοχλίες για τον λόγο αυτό οι ερμητικού τύπου συμπιεστές έχουν μικρότερο βάρος από τους ημιαερμητικού τύπου.



ΕΙΚΟΝΑ 2.2 Παλινδρομικός ημιαερμητικός συμπιεστής

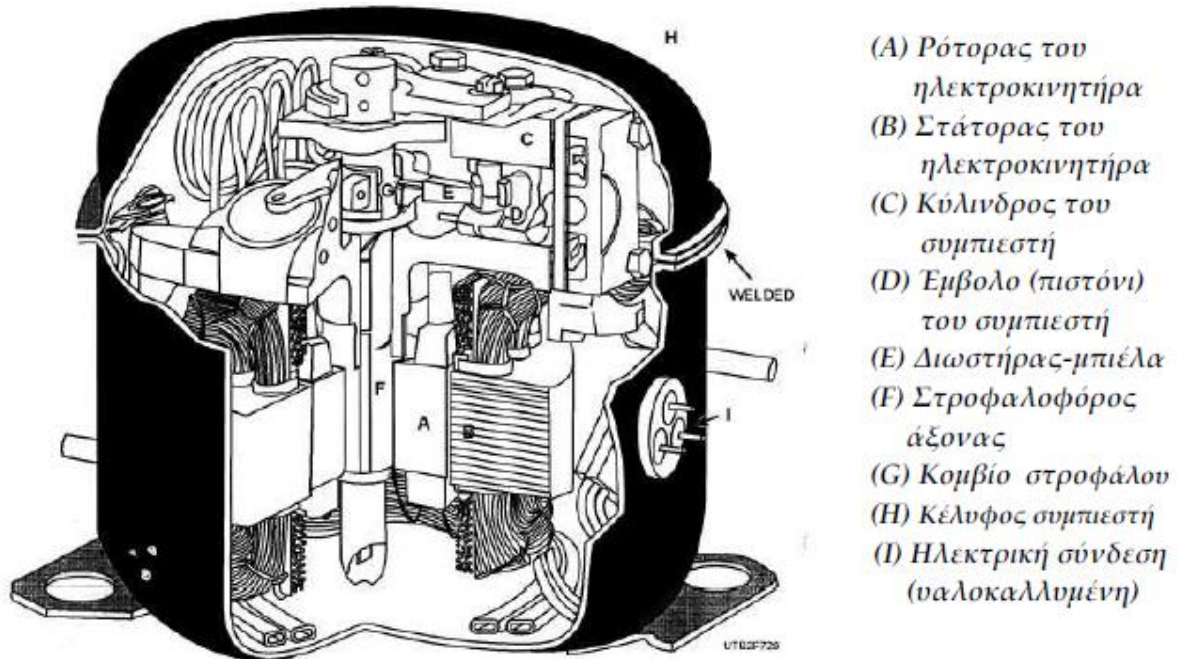
2.3 Ερμητικού ή κλειστού τύπου συμπιεστές

Στους ερμητικούς συμπιεστές, ο ηλεκτροκινητήρας και ο συμπιεστής βρίσκονται μέσα στο ίδιο στεγανό κέλυφος και έτσι δεν υπάρχει διαρροή ψυκτικού μέσου προς το περιβάλλον αφού το μεταλλικό περίβλημα που τους περιβάλλει είναι πλήρως ηλεκτροσυγκολλημένο ώστε να απομονώνεται και να σφραγίζεται ερμητικά.

Δεν υπάρχει πρόσβαση στο εσωτερικό του συγκροτήματος συμπιεστή-ηλεκτροκινητήρα. Για αυτό δεν μπορεί να γίνει συντήρηση χωρίς να κοπεί το περίβλημα για να ανοίξει. Έτσι η επισκευή τους παρόλο που μπορεί να είναι εφικτή δεν προτιμάται να γίνεται σε πολλές περιπτώσεις επειδή το κόστος επισκευής υπερβαίνει το κόστος αντικατάστασης του συμπιεστή με καινούργιο.

Ο άξονας των συμπιεστών αυτών αποτελεί συνέχεια του άξονα των ηλεκτροκινητήρων τους καθώς είναι μόνιμα συνδεδεμένοι σε ένα κομμάτι. Ειδικότερα στους παλινδρομικούς συμπιεστές τα έμβολα και οι διωστήρες λειτουργούν συνήθως οριζόντια υπό γωνία 90 μοιρών σε σχέση με το στροφαλοφόρο άξονα που κινείται μέσα και έξω. Οι ερμητικοί συμπιεστές περιστρέφονται από τον ενσωματωμένο ηλεκτροκινητήρα και έχουν σταθερό αριθμό στροφών, αφού ο αριθμός αυτός καθορίζεται από την συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος του δικτύου (50Hz) και από τον αριθμό ζευγών μαγνητικών πόλων του ηλεκτροκινητήρα. Οι συμπιεστές κλασματικής ισχύος έχουν διπολικούς κινητήρες και έτσι περιστρέφονται με ονομαστικό αριθμό στροφών 3000 rpm.

Στην επόμενη εικόνα φαίνεται ένας ο παλινδρομικός ερμητικός συμπιεστής



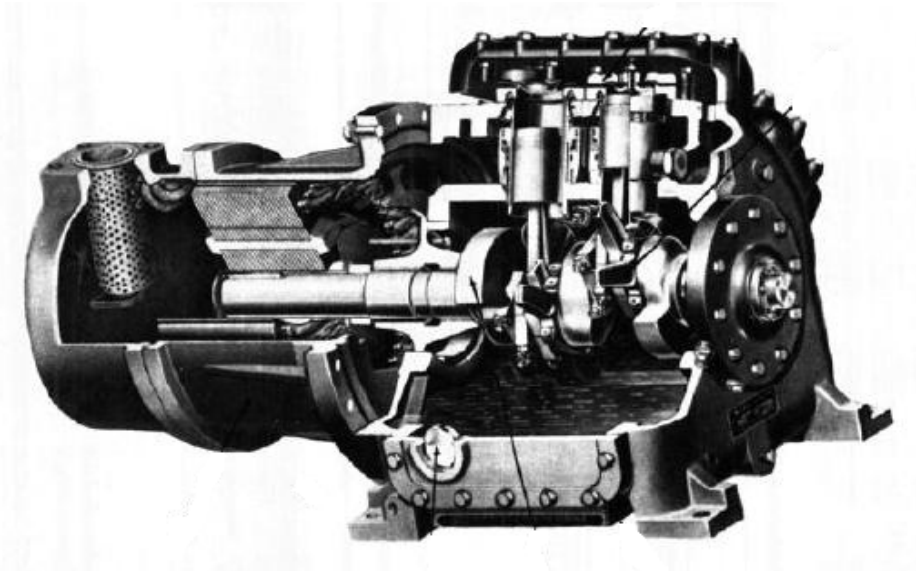
ΕΙΚΟΝΑ 2.3 Τομή ενός παλινδρομικού ερμητικού συμπιεστή

Ανάλογα με την αρχή λειτουργία τους οι συμπιεστές κατατάσσονται σε :

- 1) Παλινδρομικούς ή εμβολοφόρους συμπιεστές
- 2) Φυγοκεντρικούς συμπιεστές
- 3) Περιστροφικούς συμπιεστές
- 4) Σπειροειδείς συμπιεστές
- 5) Ελικοειδείς ή κοχλιωτοί συμπιεστές

2.4 Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι συμπιεστές

Μέσα στους εμβολοφόρους συμπιεστές το ψυκτικό μέσο συμπιέζεται μέσα σε έναν ή περισσότερους κυλίνδρους με τη βοήθεια ενός ή περισσοτέρων εμβόλων που παλινδρομούν. Είναι ο πιο κοινός τύπος συμπιεστή ψύξης και έχει χαμηλό κόστος. Χρησιμοποιούνται κυρίως για ψυκτικά μέσα με σχετικά μικρό ειδικό όγκο όπως R-12, R-22, R-502, R-134a αλλά και ψυκτικά μέσα με μεγάλο ειδικό όγκο όπως η αμμωνία.



ΕΙΚΟΝΑ 2.4 Τομή πολυκύλινδρου εμβολοφόρου συμπιεστή ημιεργμητικού τύπου

2.5 Φυγοκεντρικοί συμπιεστές

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές αποτελούνται από ένα ακίνητο κέλυφος και μία περιστρεφόμενη φτερωτή η οποία παίρνει κίνηση από έναν ηλεκτροκινητήρα μέσω συστήματος μετατροπής των στροφών με ελικοειδείς οδοντωτούς τροχούς. Το ψυκτικό μέσο εισέρχεται από το κέντρο του περιστρεφόμενου στροφείου και περνώντας μέσα από τα πτερύγια του εξέρχεται σε μορφή υπέρθερμου αερίου. Η αρχή λειτουργίας του συγκεκριμένου τύπου συμπιεστή βασίζεται στην μετατροπή της κινητικής ενέργειας περιστροφής, σε δυναμική κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης του ψυκτικού. Το ακίνητο κέλυφος του υποδέχεται το ψυκτικό μέσο το οποίο είναι σε μορφή ατμού όπου εξέρχεται από τη περιφέρεια του στροφείου. Μπορούν στους φυγοκεντρικούς συμπιεστές να υπάρχουν περισσότερα από ένα στροφεία και με διαφορετικές μορφές ανάλογα με την απαιτούμενη εγκατάσταση



ΕΙΚΟΝΑ 2.5 Υδροψυκτος φυγοκεντρικός ψύκτης νερού με μονοβάθμιο ημιερμητικό φυγοκεντρικό συμπιεστή

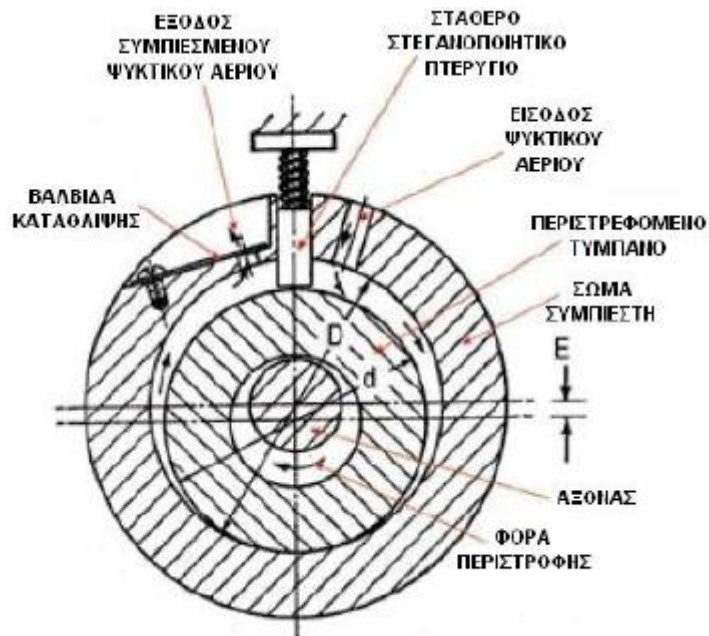
2.6 Περιστροφικοί συμπιεστές

Οι συμπιεστές αυτού του τύπου χρησιμοποιούν την περιστροφή ενός κυλινδρικού τυμπάνου με κατάλληλους σύρτες για να επιτύχουν την συμπίεση του ατμού του ψυκτικού μέσου. Λειτουργούν σύμφωνα με την αρχή της εκτοπίσεως, ακριβώς όπως οι εμβολοφόροι παλινδρομικοί. Χωρίζονται σε δύο επιμέρους τύπους:

- 1) Στον τύπο έκκεντρου τυμπάνου με σταθερό σύρτη
- 2) Στον τύπο περιστρεφόμενου σύρτη-πτερύγιου

2.6.1 Συμπιεστής έκκεντρου τυμπάνου με σταθερό σύρτη

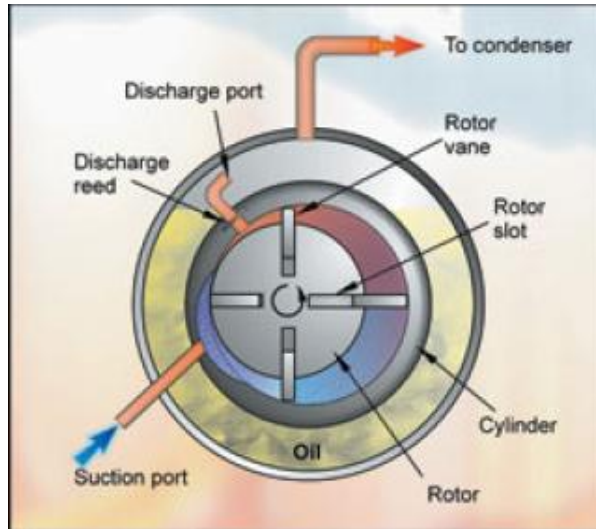
Αποτελείται από ένα σταθερό κυλινδρικό εξωτερικό σώμα, το εσωτερικό έκκεντρο περιστρεφόμενο τύμπανο, τον περιστρεφόμενο άξονα του συμπιεστή, τις βαλβίδες αναρρόφησης και κατάθλιψης και τον σταθερό στεγανοποιητικό σύρτη.



ΕΙΚΟΝΑ 2.6 Περιστροφικός συμπιεστής έκκεντρου τυμπάνου με σταθερό στεγανοποιητικό σύρτη

2.6.2 Συμπιεστής περιστρεφόμενων πτερυγίων-συρτών

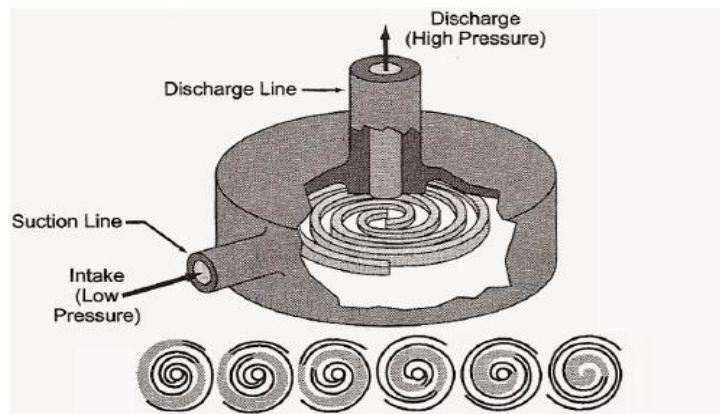
Οι συμπιεστές περιστρεφόμενων πτερυγίων χρησιμοποιούν μια σειρά από πτερύγια ή σύρτες τα οποία είναι συμμετρικά τοποθετημένα σε κατάλληλες εγκοπές στην περιφέρεια του τροφέα που κινείται έκκεντρα μέσα στον κοίλο κύλινδρο του σώματος του συμπιεστή και γύρω από τον άξονα περιστροφής του που παίρνει κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα.



ΕΙΚΟΝΑ 2.7 Αρχή λειτουργία συμπιεστή με περιστρεφόμενο τροφέα και 4 κινητά στεγανοποιητικά πτερύγια

2.7 Σπειροειδείς συμπιεστές

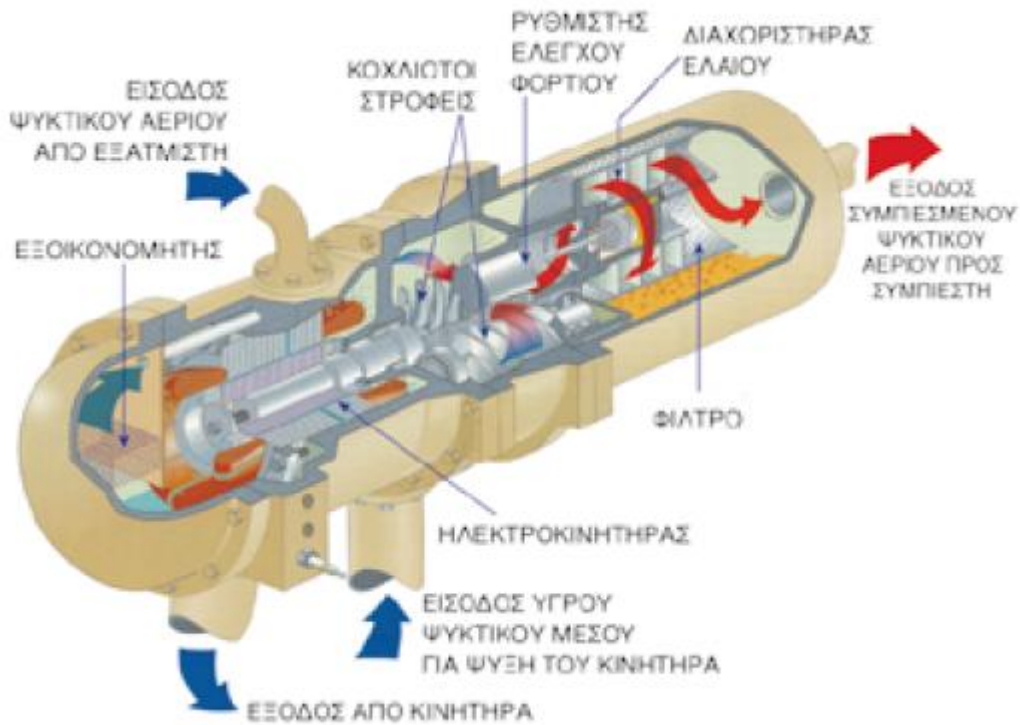
Οι σπειροειδείς συμπιεστές αποτελούνται από δύο τρισδιάστατες οριζόντιες σπειροειδείς πλάκες η μία μέσα στην άλλη. Ενώ η επάνω εκ των δύο παραμένει σταθερή, η κάτω πλάκα περιστρέφεται έκκεντρα με την βοήθεια κατάλληλου εξαρτήματος που παρεμβάλλεται μεταξύ αυτής και του ηλεκτροκινητήρα προσδίδοντας την κατάλληλη εκκεντρότητα που χρειάζεται για την επιτυχή συμπίεση του ψυκτικού μέσου.



ΕΙΚΟΝΑ 2.8 Σχηματική απεικόνιση ενός σπειροειδούς συμπιεστή

2.8 Ελικοειδείς ή κοχλιωτοί συμπιεστές

Στους συμπιεστές αυτούς η συμπίεση του ψυκτικού μέσου γίνεται με περιστρεφόμενα μέρη που φέρουν ατέρμονες κοχλίες με πτερύγια. Αποτελούνται από κυλινδρικής μορφής περίβλημα και η κίνηση των στροφένων γίνεται μέσω ηλεκτροκινητήρα και τη βοήθεια συστήματος οδοντωτών τροχών. Η λειτουργία τους βασίζεται στην αρχή της εκτοπίσεως. Το ψυκτικό μέσο αναγκάζεται να συμπιεσθεί ωθούμενο από τους συζευγμένους αντίθετα περιστρεφόμενους κοχλίες



ΕΙΚΟΝΑ 2.9 Μονάδα ημιαυτοματικού κοχλιωτού συμπιεστή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΩΝ

Οι συμπυκνωτές διακρίνονται στα ακόλουθα είδη:

- 1) Στους αερόψυκτους συμπυκνωτές
- 2) Στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές
- 3) Στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές

3.1 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές

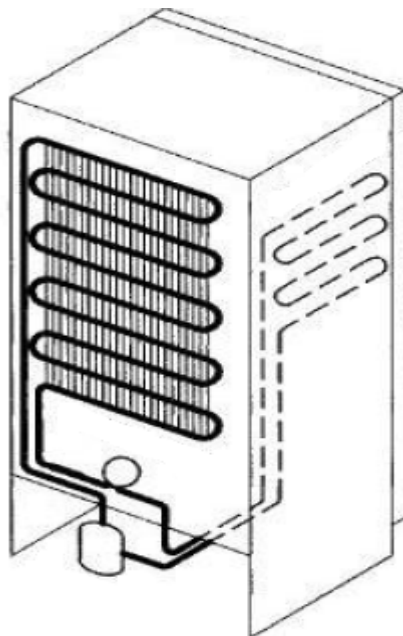
Είναι συμπυκνωτές όπου ψύχονται με την κυκλοφορία του αέρα του περιβάλλοντος. Το ψυκτικό μέσο που κυκλοφορεί μέσα στις σωληνώσεις είναι μεγαλύτερης θερμοκρασίας από τον αέρα που κυκλοφορεί γύρω από τον συμπυκνωτή με αποτέλεσμα να μεταδίδεται θερμότητα από αυτό στο πιο κρύο περιβάλλον αρά και ψύχεται. Για να είναι πιο αποτελεσματικός ένας συμπυκνωτής κατασκευάζεται με πτερύγια στα οποία εισέρχεται ο αέρας και τον ψύχει.

Ανάλογα με τον τρόπο που κυκλοφορεί ο αέρας χωρίζονται σε:

- α) Αερόψυκτους συμπυκνωτές με φυσική κυκλοφορία αέρα
- β) Αερόψυκτους συμπυκνωτές με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα

3.1.1 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές φυσικής κυκλοφορίας αέρα

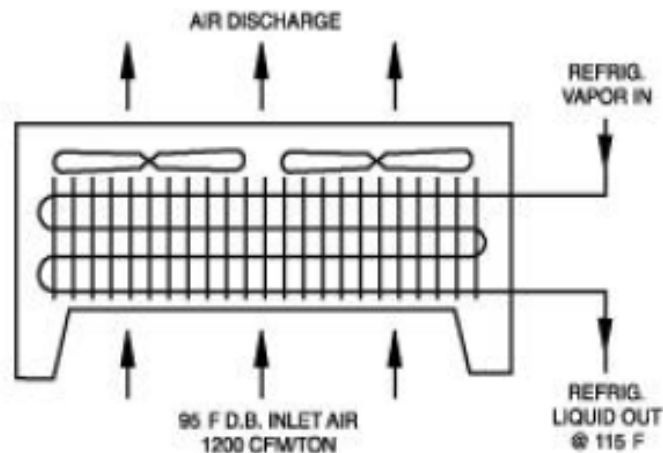
Συνήθως ο τρόπος τοποθέτησής τους είναι κατακόρυφος και έχουν την μορφή μιας πλάκας που αποτελείται έλασμα χάλκινου υλικού το οποίο παίζει το ρόλο των πτερυγίων πάνω στο οποίο έχει γίνει τοποθέτηση χαλκοσωλήνα. Η πιο συνηθής χρήση τους είναι στα οικιακά ψυγεία.



ΕΙΚΟΝΑ 3.1 Συμπυκνωτής φυσικής κυκλοφορίας αέρα(οικιακό ψυγείο)

3.1.2 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα

Σε αυτούς τους τύπους των συμπυκνωτών η κυκλοφορία του αέρα επιτυγχάνεται με την χρήση ενός ή περισσότερων ανεμιστήρων. Κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη και περιλαμβάνουν ένα πτερυγιοφόρο χαλκοσωλήνα και έναν τουλάχιστον ανεμιστήρα που ωθεί τον αέρα μέσα από τα πτερύγια. Το εύρος εφαρμογών επεκτείνεται από μικρές έως και πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις. Η μορφή του χαλκοσωλήνα έχει την μορφή σερπαντίνας ενώ τα προσαρμοσμένα πτερύγια κατασκευάζονται από αλουμίνιο ή χαλκό.



ΕΙΚΟΝΑ 3.2 Αρχή λειτουργίας ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα

3.2 Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές

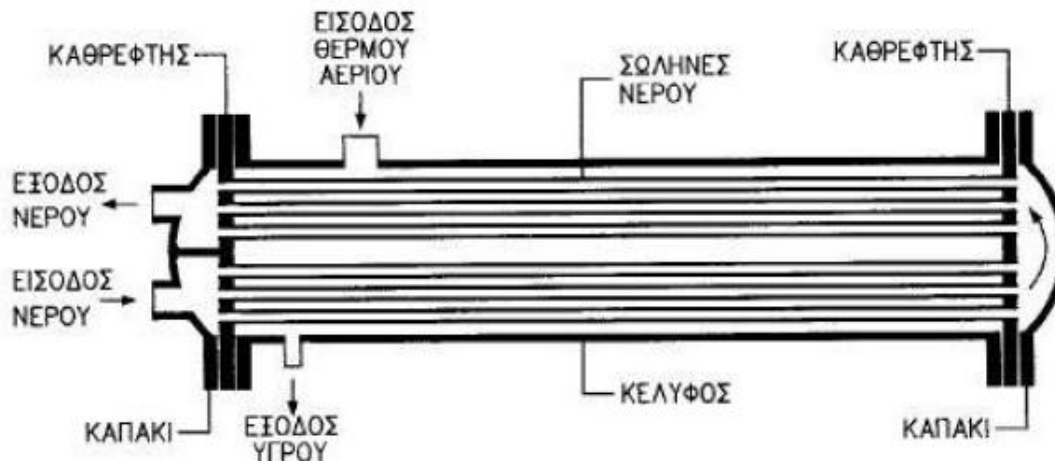
Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές έρχονται σε επαφή με το νερό για να αποβάλουν θερμότητα αντί με τον αέρα. Σε μικρές εγκαταστάσεις το νερό του συμπυκνωτή μπορεί μετά την απαγωγή της θερμότητας που κάνει να αποχετεύεται και να χάνεται. Αυτά τα συστήματα συμπύκνωσης ονομάζονται ανοιχτά. Αντιθέτως σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις που υπάρχει μεγάλη κατανάλωση νερού είναι αναγκαία η ανακυκλοφορία και επαναχρησιμοποίησή του που γίνεται μέσω κάποιων επιπλέον συμπυκνωτικών μηχανημάτων. Αυτά τα μηχανήματα ονομάζονται πύργοι ψύξης και το σύστημα ανακυκλοφορίας κλειστό σύστημα.

Οι κυριότερες κατηγορίες αυτών είναι:

- 1) Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές κελύφους-σωλήνων
- 2) Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές με δοχείο και σερπαντίνα
- 3) Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές διπλού σωλήνα αντιρροής

3.2.1 Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές κελύφους-σωλήνων

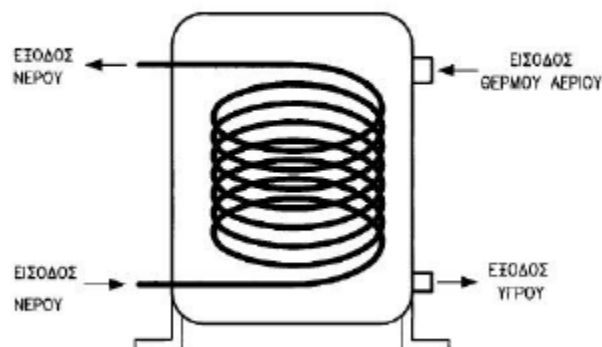
Η πλειοψηφία των υδρόψυκτων συμπυκνωτών είναι αυτής της μορφής για όλα τα ψυκτικά μέσα από μικρού έως και μεγάλο μεγέθους ψυκτικών εγκαταστάσεων. Το ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί στο κέλυφος και το νερό ψύξης μέσα στους σωλήνες. Οι ευθύγραμμοι σωλήνες του συμπυκνωτή καταλήγουν σε δύο πλάκες στα άκρα του κελύφους που ονομάζονται καθρέφτες.



ΕΙΚΟΝΑ 3.3 Υδρόψυκτος συμπυκνωτής κελύφους-σωλήνων

3.2.2 Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές με δοχείο και σερπαντίνα

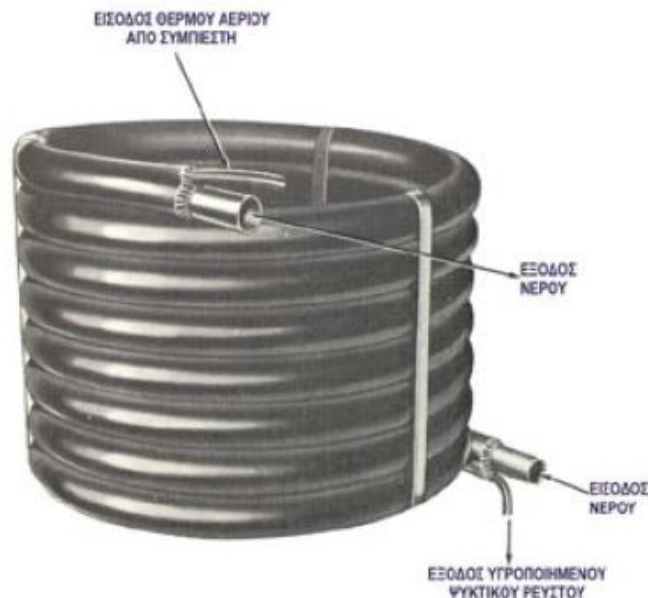
Οι συμπυκνωτές του είδους αυτού αποτελούνται από ένα δοχείο μέσα στο οποίο έχει τοποθετηθεί σερπαντίνα από χαλκοσωλήνα. Το ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί έξω από τη σερπαντίνα γεμίζοντας όλο το δοχείο. Η είσοδος του αερίου είναι από το πάνω μέρος του δοχείου και η έξοδος από κάτω ενώ η είσοδος του νερού από κάτω και η έξοδος από πάνω



ΕΙΚΟΝΑ 3.4 Υδρόψυκτος συμπυκνωτής δοχείου σερπαντίνας

3.2.3 Υδροψυκτοι συμπυκνωτές διπλού σωλήνα αντιρροής

Είναι σωλήνες ο ένας μέσα στον άλλον παράλληλοι μεταξύ τους. Στον εξωτερικό σωλήνα κυκλοφορεί το ψυκτικό μέσο ενώ στον εσωτερικό το νερό ψύξης και η ροή μεταξύ τους είναι αντίθετη για αυτό και ονομάζονται αντιρροής.

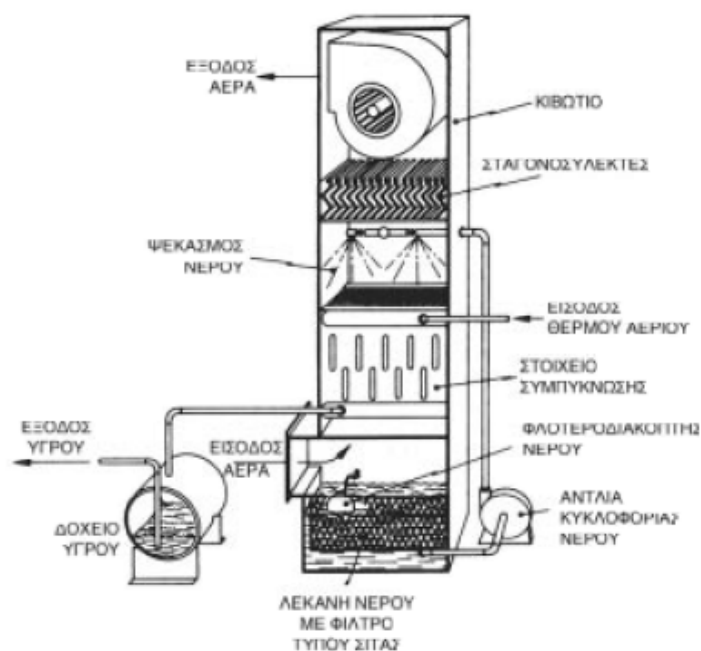


ΕΙΚΟΝΑ 3.5 Υδροψυκτος συμπυκνωτής διπλής αντιρροής

3.3 Εξατμιστικοί συμπυκνωτές

Αυτοί οι συμπυκνωτές χρησιμοποιούν σε συνδυασμό νερό και αέρα για την ψύξη του ψυκτικού. Ένα χαρακτηριστικό τους που είναι σε αντίθεση με τους προηγούμενους συμπυκνωτές είναι ότι το νερό εξατμίζεται. Έτσι λοιπόν ο αέρας προσάγεται παράλληλα με το νερό ώστε να παρασύρει καθώς θερμαίνεται τους υδρατμούς του νερού βοηθώντας έτσι στην εξαέρωση. Το ψυκτικό μέσο καθώς αποβάλλει θερμότητα συμπυκνώνεται ενώ ταυτόχρονα εξατμίζεται το νερό το οποίο ψεκάζεται από πάνω σε μορφή σταγόνων.

Υπάρχουν τουλάχιστον δύο τύποι. Τύπου αναρροφήσεως και τύπου καταθλίψεως. Και στους δύο το νερό που δεν εξατμίζεται από αυτό που ψεκάζεται όπως αναφέρεται προηγουμένως ανακυκλοφορεί μέσω κάποιας αντλίας. Η ποσότητα νερού που εξατμίζεται συμπληρώνεται συνεχώς από το δίκτυο με τη βοήθεια μιας διατάξεως βαλβίδα-πλωτήρα για να διατηρείται η στάθμη το νερού σταθερή.



ΕΙΚΟΝΑ 3.6 Εξατμιστικός συμπυκνωτής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΤΜΟΠΟΙΗΤΩΝ

Οι ατμοποιητές ή αλλιώς εξατμιστές χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Στους εξατμιστές που ψύχουν αέρα (αεροψυκτήρες) και στους εξατμιστές που ψύχουν υγρά.

4.1 Αεροψυκτήρες

Επιπλέον με παρόμοιο τρόπο κατηγοριοποίησης των αερόψυκτων συμπυκνωτών χωρίζονται οι ατμοποιητές που ψύχουν αέρα σε φυσικής κυκλοφορίας και σε εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

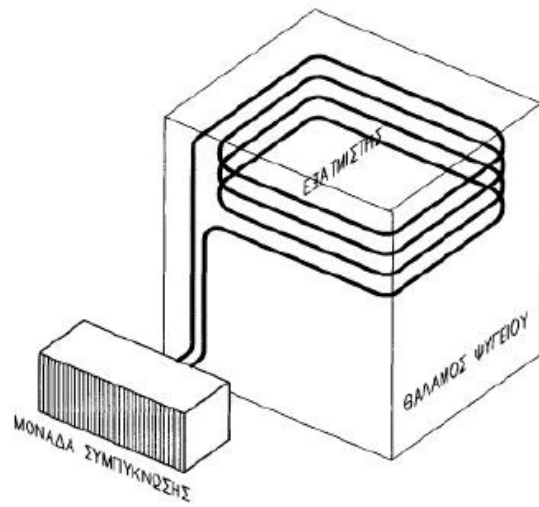
4.1.1 Ατμοποιητές φυσικής κυκλοφορίας

Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται χωρίς ανεμιστήρα αλλά με φυσικό τρόπο. Επειδή ο αέρας που περιβάλλει το ψυκτικό στοιχείο (με την προϋπόθεση ότι είναι τοποθετημένο στο πάνω μέρος) ψύχεται αποκτά μεγαλύτερο ειδικό βάρος και κινείται προς τα κάτω που αυτό έχει ως συνέπεια να σπρώχνει τα πιο θερμά μόρια του αέρα που βρίσκονται στο κάτω μέρος του ψυκτικού θαλάμου (οικιακού ψυγείου). Έπειτα τα θερμά μόρια ανέρχονται δημιουργώντας κατά κάποιον τρόπο μια φυσική συνεχή κυκλοφορία του αέρα.

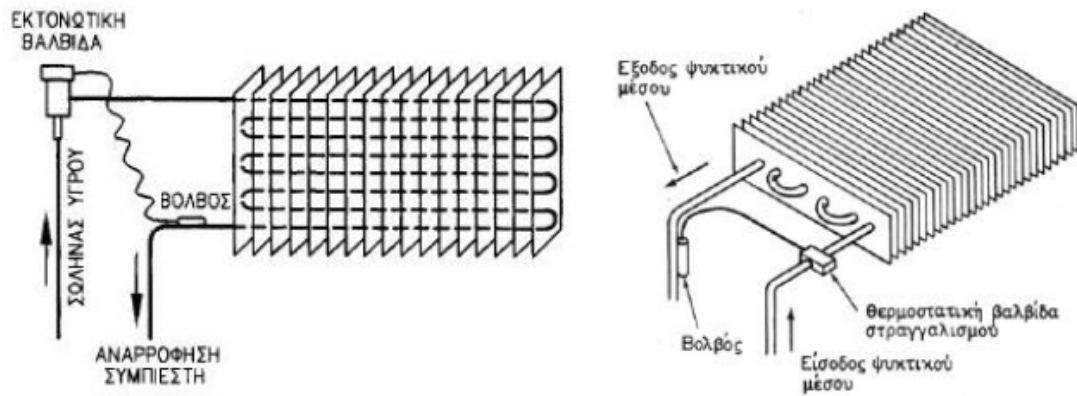
Οι ατμοποιητές φυσικής κυκλοφορίας χωρίζονται ανάλογα με το σχήμα σε

- 1) σωληνωτούς εξατμιστές
- 2) πτερυγιοφόρους εξατμιστές
- 3) πλακοειδείς εξατμιστές

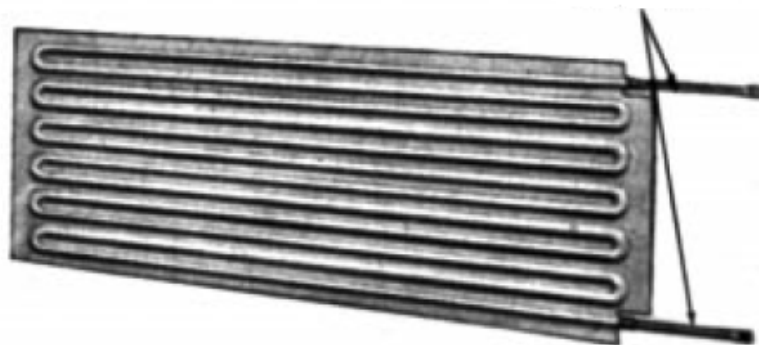
Στις επόμενες σελίδες παρατίθενται εικόνες για κάθε ένα από αυτά τα είδη.



ΕΙΚΟΝΑ 4.1 Σωληνωτός εξατμιστής



ΕΙΚΟΝΑ 4.2 Πτερυγιοφόροι εξατμιστές



ΕΙΚΟΝΑ 4.3 Πλακοειδής εξατμιστής

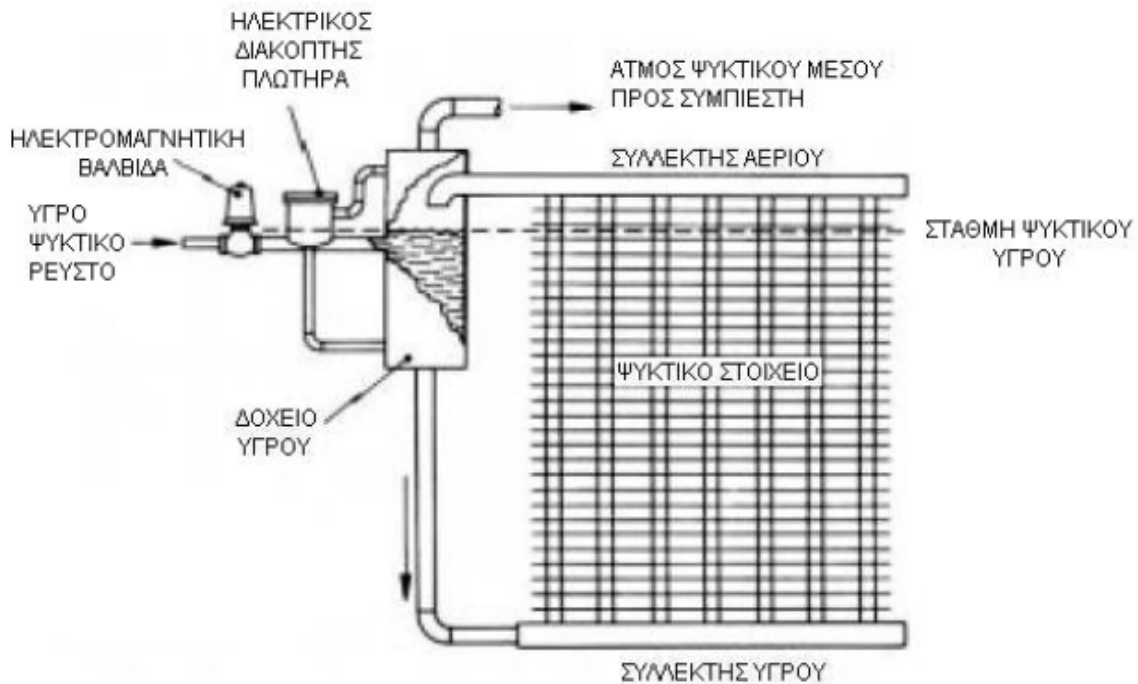
4.1.2 Ατμοποιητές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα

Η κυκλοφορία του αέρα που διαπερνά αυτούς τους ατμοποιητές επιτυγχάνεται με την χρήση ενός ή περισσότερων ανεμιστήρων. Στην κατασκευή τους περιλαμβάνεται ένας πτερυγιοφόρος σωλήνας και τουλάχιστον ένας ανεμιστήρας που φυσά τον αέρα στα πτερύγια του εξαμιστή. Το είδος αυτό ονομάζεται στοιχείο απευθείας εκτόνωσης.

Ανάλογα με τον τρόπο εισόδου του ψυκτικού σε αυτό το στοιχείο όταν συνδέεται με το υπόλοιπο ψυκτικό σύστημα χαρακτηρίζεται ως στοιχείο κατακλυζόμενου τύπου (flooded type coil) αν μπαίνει το μέσο κατευθείαν μέσω μιας βαλβίδας με πλωτήρα και εάν μπαίνει κατευθείαν μέσω μια εκτονωτικής βαλβίδας στοιχείο ξηρής εκτόνωσης (dry expansion coil).

4.1.2.1 Κατακλυζόμενου τύπου ατμοποιητές

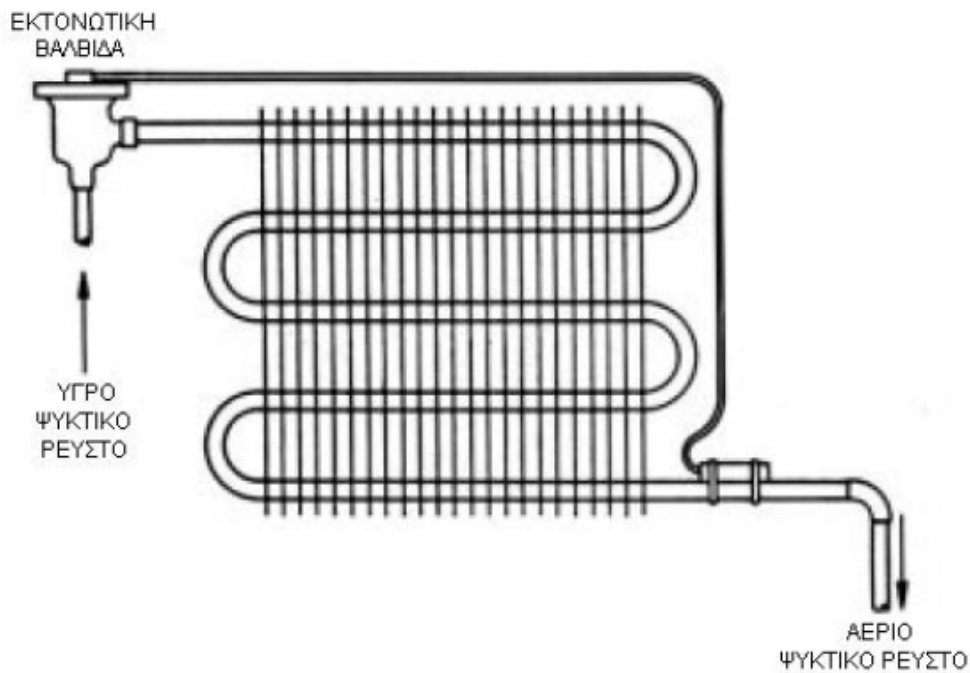
Στην περίπτωση του κατακλυζόμενου τύπου όσο το ψυκτικό υγρό εξατμίζεται τόσο περισσότερο υγρό διοχετεύεται στο στοιχείο από τη βαλβίδα με πλωτήρα με αποτέλεσμα η στάθμη του υγρού να διατηρείται σταθερή όπου το επίπεδο της καθορίζεται από την βαλβίδα. Η φράση «κατακλυζόμενος» οφείλεται στο ότι το επίπεδο στάθμης είναι σε σημείο ώστε η εσωτερική επιφάνεια του εξαμιστή να είναι γεμάτη με υγρό (κατακλυζόμενη).



ΕΙΚΟΝΑ 4.4 Κατακλυζόμενου τύπου εξαμιστή

4.1.2.2 Στοιχεία ξηρής εκτόνωσης

Τα στοιχεία ξηρής εκτόνωσης χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε σχέση με του κατακλυζόμενου τύπου γιατί απαιτούν λιγότερο φορτίο ψυκτικού υγρού. Το ψυκτικό διοχετεύεται στο στοιχείο μέσω μια εκτονωτικής διάταξης ,πιο συχνότερα από μια θερμοεκτονωτική βαλβίδα η οποία μετρά την θερμοκρασία στην έξοδο του εξατμιστή και επιτρέπει συγκεκριμένη δίοδο ψυκτικού έτσι ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία του αερίου στην τιμή που έχει προκαθοριστεί. Ουσιαστικά στην έξοδο του εξατμιστή εξέρχεται ως ελαφρά υπέρθερμο λόγω της προηγούμενης επίδρασης που έχει υποστεί από την εκτονωτική.



ΕΙΚΟΝΑ 4.5 Στοιχείο ξηρής εκτόνωσης(dry expansion coil)

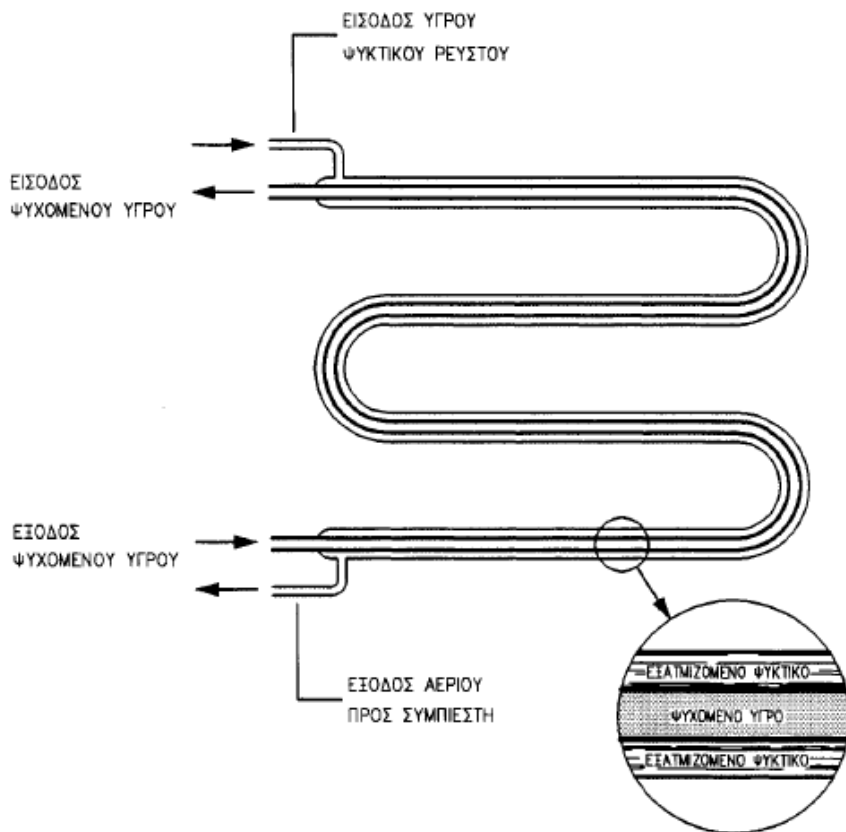
4.2 Εξατμιστές ψύξης υγρών

Οι κυριότερες μορφές εξατμιστών ψύξης υγρού είναι

- 1) Εξατμιστές διπλών σωλήνων
- 2) Εξατμιστές γυμνών σωλήνων
- 3) Εξατμιστές με κέλυφος και σωλήνες

4.2.1 Εξατμιστές διπλών σωλήνων

Ο τρόπος κατασκευής τους είναι παρόμοιος με αυτόν των υδρόψυκτων συμπυκνωτών διπλής αντιρροής. Αποτελούνται από δύο σωλήνες όπου ο ένας είναι μέσα στον άλλον. Στο εσωτερικό σωλήνα κυκλοφορεί (αυτός με την μικρότερη διάμετρο) το υγρό που θα ψυχθεί και στον εξωτερικό σωλήνα (με την μεγαλύτερη διάμετρο) το ψυκτικό μέσο.



ΕΙΚΟΝΑ 4.6 Εξατμιστής διπλών ομοαξονικών σωλήνων

4.2.2 Ατμοποιητές γυμνών σωλήνων

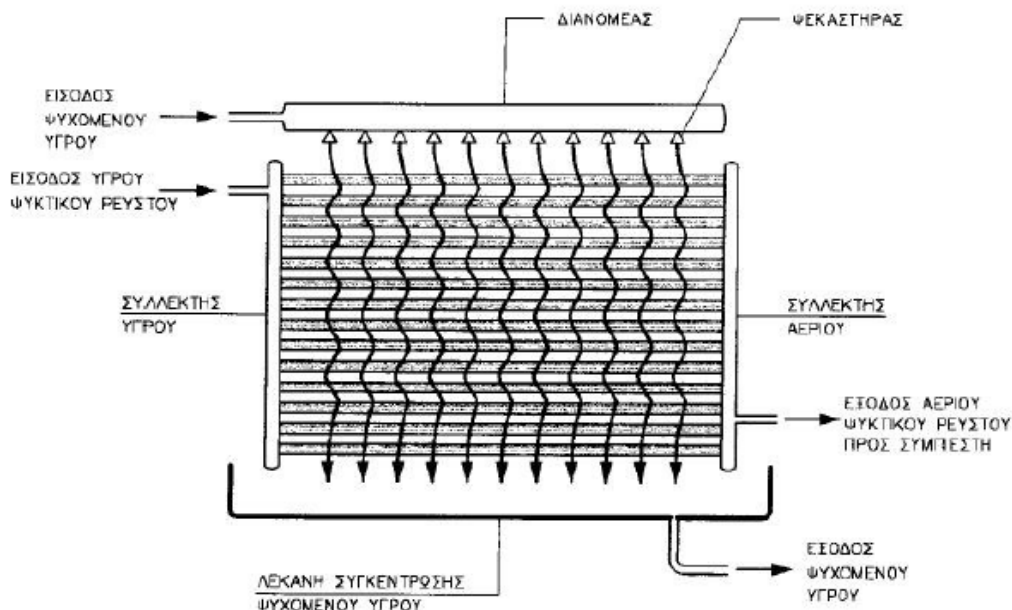
Κατασκευάζονται από χαλκοσωλήνες που έχουν τη μορφή σερπαντίνας σε μία ή περισσότερες στρώσεις. Το ψυκτικό υγρό εξατμίζεται στο εσωτερικό των σωλήνων ενώ το ψυχόμενο υγρό περιβάλλει τους σωλήνες.

Χωρίζονται στις τρεις επιμέρους κατηγορίες

- 1) Επίπεδοι ατμοποιητές γυμνών σωλήνων
- 2) Ατμοποιητές γυμνών σωλήνων μέσα σε δεξαμενές
- 3) Ατμοποιητές γυμνού σωλήνα που περιβάλλουν δοχεία

4.2.2.1 Επίπεδοι ατμοποιητές γυμνών σωλήνων

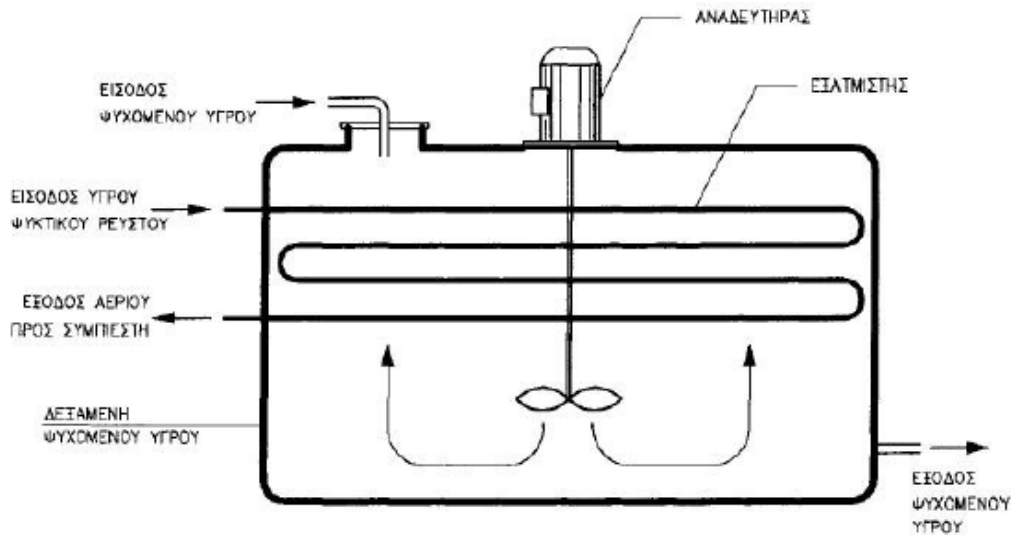
Αποτελείται από παράλληλους χάλκινους σωλήνες οι οποίοι καταλήγουν σε δύο συλλέκτες. Έχουν κυρίως βιομηχανική χρήση και πιο συγκεκριμένα στα τρόφιμα. Το ψυχόμενο υγρό ψεκάζεται στο επάνω μέρος και ρέει στην επιφάνεια του ατμοποιητή. Στο κάτω μέρος υπάρχει μια λεκάνη η οποία συλλέγει το υγρό και το απομακρύνει.



ΕΙΚΟΝΑ 4.7 Επίπεδος εξατμιστής γυμνών σωλήνων

4.2.2.2 Ατμοποιητές γυμνών σωλήνων μέσα σε δεξαμενές

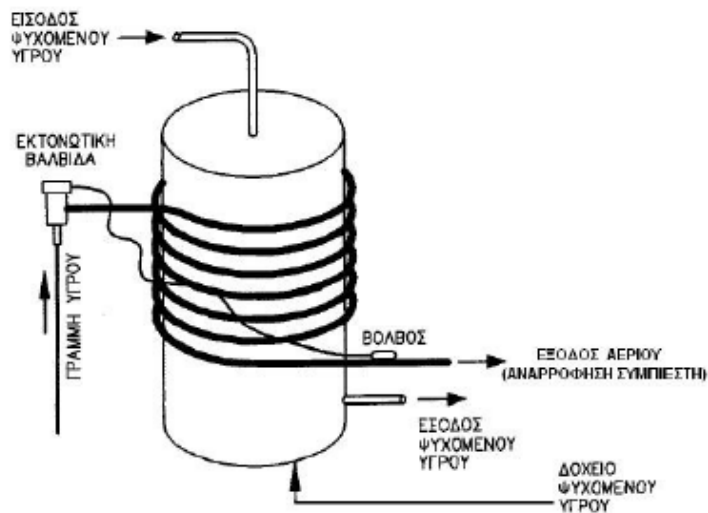
Αποτελούνται από ένα σωλήνα κατάλληλου σχήματος ο οποίος τοποθετείται συνήθως σε μια κλειστή δεξαμενή. Εάν ο σωλήνας είναι χάλκινος χρησιμοποιείται ψυκτικό ρευστό φρέον ενώ αν είναι χαλύβδινος χρησιμοποιείται αμμωνία. Το είδος της δεξαμενής συνδέεται αντίστοιχα και με το είδος του ψυχόμενου υγρού. Στο εσωτερικό της δεξαμενής τοποθετείται ένας αναδευτήρας για να δώσει την κατάλληλη ταχύτητα στο ψυχόμενο υγρό η τιμή της οποίας εξαρτάται από το είδος του ψυχόμενου υγρού.



ΕΙΚΟΝΑ 4.8 Εξατμιστής γυμνών σωλήνων μέσα σε δεξαμενή

4.2.2.3 Ατμοποιητές γυμνού σωλήνα που περιβάλλουν δοχεία

Αποτελούνται από ένα γυμνό σωλήνα συνήθως χάλκινου υλικού ο οποίος περιβάλλει ένα δοχείο. Έχουν πολλές βιομηχανικές εφαρμογές κυρίως σε περιπτώσεις που μια διαρροή ψυκτικού μπορεί να φέρει καταστροφή στα προϊόντα.



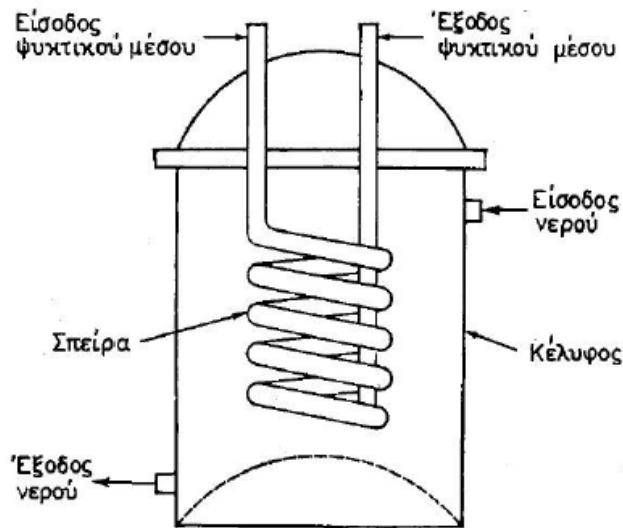
ΕΙΚΟΝΑ 4.9 Εξατμιστής που περιβάλλει δοχείο

4.2.3 Ατμοποιητές με κέλυφος και σωλήνες

Οι ατμοποιητές αυτού του είδους αποτελούνται από ένα δοχείο (κέλυφος) μέσα στο οποίο έχουν τοποθετηθεί σωλήνες. Χωρίζονται σε δύο επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με τη μορφή των σωλήνων. Στους ατμοποιητές με κέλυφος και σπειροειδή σωλήνα και στους πολυαυλωτούς.

4.2.3.1 Ατμοποιητές με κέλυφος και σπειροειδή σωλήνα

Το ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί μέσα στο σωλήνα της σπείρας και το ψυχόμενο υγρό έξω από αυτήν. Χρησιμοποιούνται για μικρές εγκαταστάσεις και λειτουργούν σχεδόν πάντα με θερμοστατικές βαλβίδες εκτονώσεως. Το εξωτερικό κέλυφος μονώνεται για να περιοριστούν οι απώλειες και η εμφάνιση στην ψυχρή επιφάνεια συμπυκνωμάτων.



ΕΙΚΟΝΑ 4.10 Εξατμιστής με κέλυφος και σπειροειδή σωλήνα

4.2.3.2 Πολυαυλωτοί ατμοποιητές

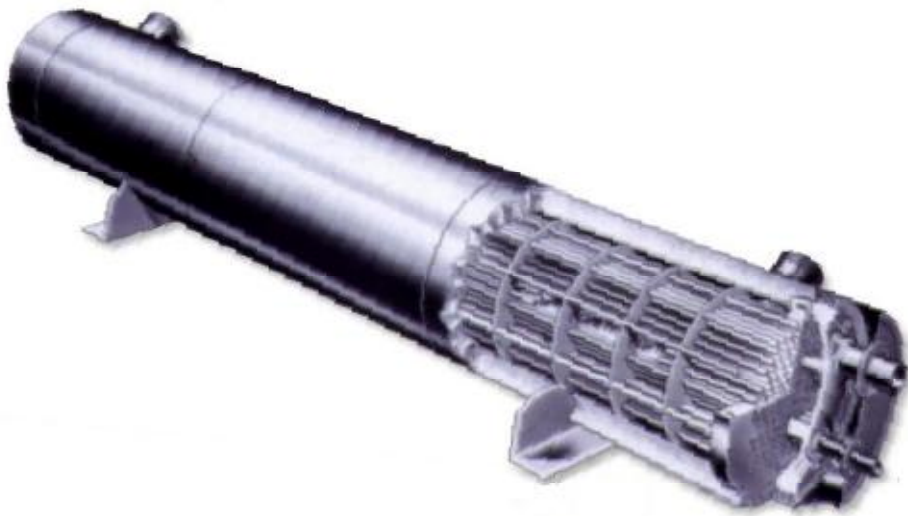
Γενικότερα αυτοί οι ατμοποιητές αποτελούνται από το κυλινδρικό κέλυφος μέσα στο οποίο έχουν τοποθετηθεί οι σωλήνες (αυλοί). Κύρια εφαρμογή τους υπάρχει στα ψυκτικά συγκροτήματα κλιματισμού. Οι δύο διαφορετικού τύπου κατασκευής αυτών είναι παρόμοιοι με τους ατμοποιητές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας και είναι οι εξής. Ο κατακλυζόμενος τύπος ατμοποιητή και ο ξηρός τύπος.

Κατακλυζόμενοι πολυαυλωτοί τύποι

Οι κατακλυζόμενοι ατμοποιητές περιέχουν σωλήνες στους οποίους κυκλοφορεί το νερό για να ψυχθεί. Το εξατμιζόμενο υγρό κατακλύζει ένα μεγάλο ποσοστό των σωληνώσεων. Για αύξηση της απόδοσής του εξατμιστή τοποθετούνται πτερύγια

Ξηροί πολυαυλωτοί τύποι

Σε αυτούς τους τύπους το υγρό ψυκτικό ρευστό εξατμίζεται μέσα στους σωλήνες ενώ το νερό κυκλοφορεί στο κέλυφος του εξατμιστή.



ΕΙΚΟΝΑ 4.11 Πολυαυλωτός εξατμιστής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5-ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ

Σκοπός των εκτονωτικών διατάξεων είναι να στραγγαλίζουν την πίεση του ψυκτικού υγρού και μείωση της θερμοκρασίας της εισόδου στον ατμοποιητή αλλά και να ρυθμίζουν την παροχή της μάζας του ψυκτικού ώστε οι κλάδοι υψηλής και χαμηλής πίεσης να διατηρούν σταθερή ποσότητα ψυκτικού ο καθένας.

Κυρίως προηγούνται οι εξής τρεις παρακάτω ενέργειες στην εκτονωτική διάταξη ενός ψυκτικού κύκλου για να επιτευχθεί αυτό:

- 1) Μέτρηση του ελεγχόμενου μεγέθους όπως η μέτρηση της θερμοκρασίας της υπερθερμάνσεως στην έξοδο του ατμοποιητή
- 2) Σύγκριση της πραγματικής τιμής υπερθέρμανσης και της επιθυμητής και εύρεση της διαφοράς των δύο.
- 3) Εντολή από τον ρυθμιστή ώστε να κινηθεί η βαλβίδα αναλόγως μέχρι που θα μηδενιστεί ή φτάσει πιο κοντά στο μηδέν η διαφορά της πραγματικής και επιθυμητής τιμής.

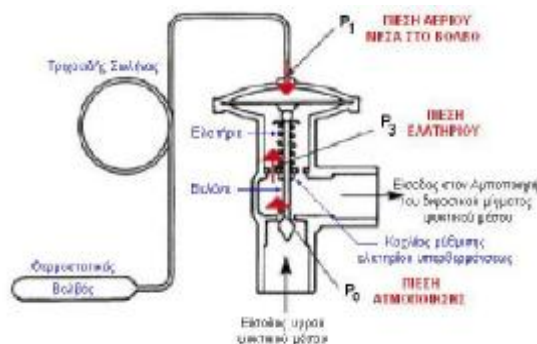
Είναι δηλαδή συστήματα αυτόματου ελέγχου.

Οι εκτονωτικές βαλβίδες κατηγοριοποιούνται ως εξής :

- a) Θερμοστατική βαλβίδα εκτονώσεως
- b) Πιεζοστατική βαλβίδα εκτονώσεως
- c) Θερμοηλεκτρική βαλβίδα εκτονώσεως
- d) Βαλβίδα πλωτήρα υψηλής πίεσεως
- e) Βαλβίδα πλωτήρα χαμηλής πίεσεως
- f) Τριχοειδής σωλήνας

5.1 Θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα

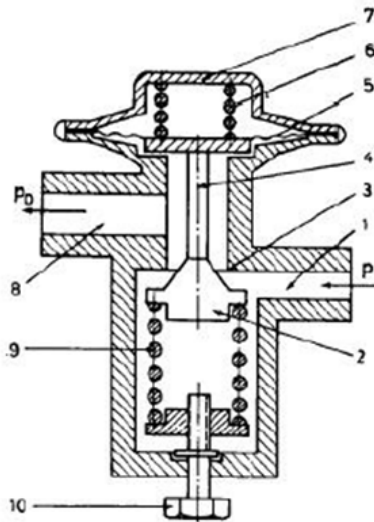
Η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα είναι από τους πιο γνωστούς τύπους εκτονωτικής διάταξης. Το ελεγχόμενο μέγεθος είναι η θερμοκρασία υπερθέρμανσης του αέριου στην έξοδο του εξατμιστή. Η θερμοκρασία αυτή επιδρά επάνω σε ένα βολβό που έχει το ίδιο ή διαφορετικό ψυκτικό. Στην συνέχεια ο βολβός με την πίεση του μετακινεί το στέλεχος της βαλβίδας για να ρυθμιστεί η παροχή του ψυκτικού μέσου προς το στοιχείο του εξατμιστή. Ο βολβός εφόσον είναι στην έξοδο του εξατμιστή και το κύριο σώμα της εκτονωτικής διάταξης βρίσκεται στην είσοδο συνδέονται μέσω κάποιου τριχοειδής σωλήνα.



ΕΙΚΟΝΑ 5.1 Θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα

5.2 Πιεζοστατική βαλβίδα εκτονώσεως

Οι πιεζοστατικές εκτονώσεως λειτουργούν με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρούν σταθερή πίεση ατμοποίησης στον εξατμιστή. Η πίεση στη μεμβράνη σε αυτές τις βαλβίδες ασκείται από ένα ελατήριο που βρίσκεται στο χώρο πάνω από την μεμβράνη. Στον χώρο-θάλαμο αυτό υπάρχει αέριο που η αλλαγή της πίεσης του εξαρτάται από την κίνηση της μεμβράνης η οποία ανεβοκατεβαίνει με αποτέλεσμα να αλλάζει και η ρύθμιση προεντάσεως του ελατηρίου. Όπως και τις θερμοστατικές βαλβίδες το άθροισμα της πίεσης του ρυθμιζόμενου ελατηρίου και της πίεσης ατμοποίησης αντισταθμίζει τη πίεση του από το πάνω μέρος της μεμβράνης(η πίεση του προτεταμένου ελατηρίου).



ΕΙΚΟΝΑ 5.2 Πιεζοστατική βαλβίδα εκτονώσεως

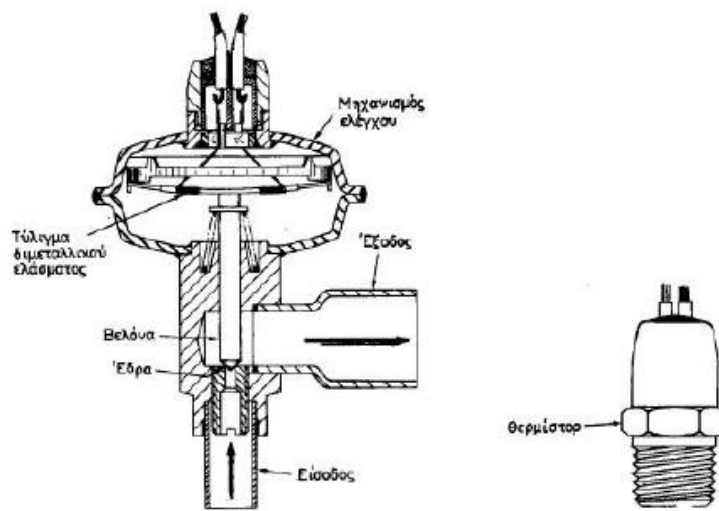
5.3 Θερμοηλεκτρική βαλβίδα εκτονώσεως

Η αρχή λειτουργίας τους είναι ίδια με των θερμοστατικών με την διαφορά ότι η μέτρηση της θερμοκρασίας του υπέρθερμου αέριου γίνεται ηλεκτρικά και η εντολή για το άνοιγμα ή κλείσιμο της βαλβίδας δίνεται με ηλεκτρικό σήμα.

Τα μέρη που αποτελείται είναι

- 1) Το αισθητήριο θερμοκρασίας
- 2) Η διμεταλλική ηλεκτρική βαλβίδα εκτονώσεως
- 3) Ο μετασχηματιστής τροφοδοτήσεως

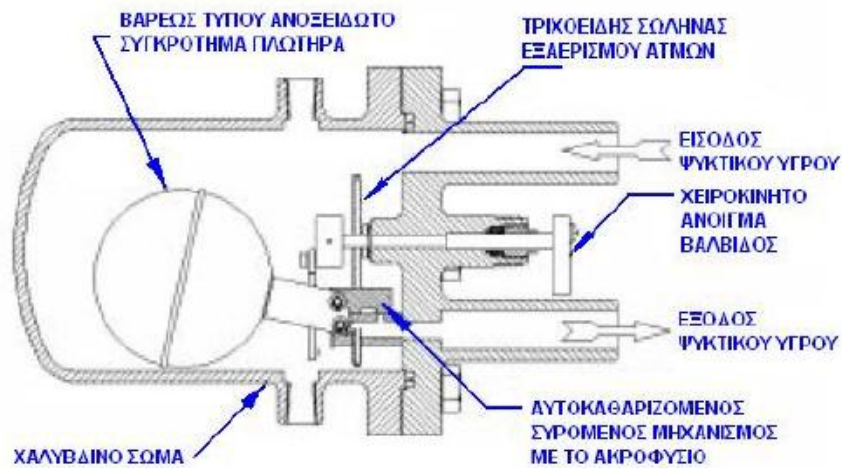
Το αισθητήριο της θερμοκρασίας που είναι ένα θερμίστορ (ημιαγωγός με ηλεκτρική αντίσταση που έχει αρνητικό συντελεστή θερμοκρασίας). Στα θερμίστορ γίνεται το αντίθετο από αυτό που γίνεται στα συνηθισμένα υλικά δηλαδή όσο αυξάνει η θερμοκρασία τους η αντίσταση μικραίνει. Όπως και ο θερμοστατικός βολβός έτσι και ο αισθητήρας αυτός τοποθετείται στο τέλος του εξατμιστή.



ΕΙΚΟΝΑ 5.3 Θερμοηλεκτρική βαλβίδα (αριστερά) και θερμίστορ (δεξιά)

5.4 Βαλβίδα πλωτήρα υψηλής πίεσως

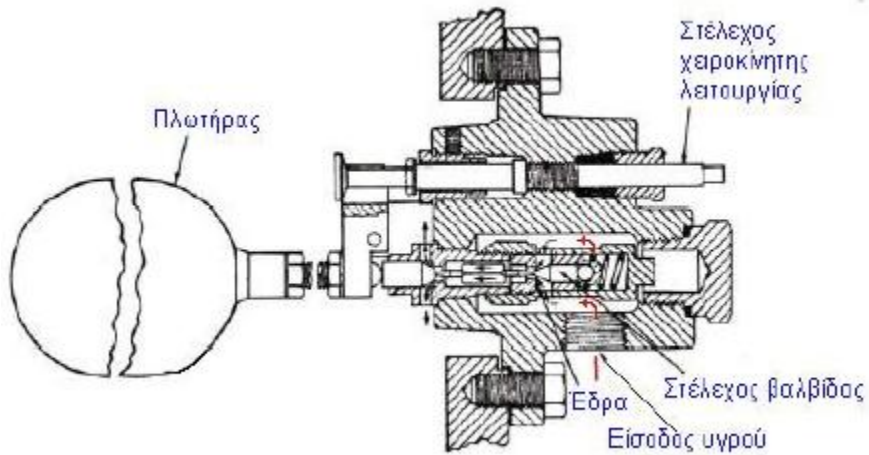
Αυτή η εκτονωτική βαλβίδα κάνει έλεγχο και διατηρεί το ύψος της στάθμης του υγρού ψυκτικού στον συμπυκνωτή σταθερό. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η παροχή του ψυκτικού μέσου από το συμπυκνωτή στον εξατμιστή να είναι ίση προς την παροχή του συμπιεστή. Η διατήρηση της στάθμης του ψυκτικού στον εξατμιστή εξασφαλίζεται έμμεσα από την σταθερή στάθμη στον συμπυκνωτή. Το συγκρότημα της βαλβίδας αποτελείται από το σύστημα του πλωτήρα με τη βαλβίδα καθώς και τον σωλήνα σύνδεσης με τον εξατμιστή. Η τοποθέτηση του συστήματος πλωτήρα-βαλβίδα γίνεται στην έξοδο του συμπυκνωτή.



ΕΙΚΟΝΑ 5.4 Βαλβίδα πλωτήρα υψηλής πίεσως

5.5 Βαλβίδα πλωτήρα χαμηλής πίεσης

Αυτές οι βαλβίδες έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας με τις υψηλής με την διαφορά ότι εδώ ελέγχουν την στάθμη του υγρού ψυκτικού υγρού στον εξατμιστή ανοιγοκλείνοντας τη βαλβίδα προσαγωγής σε αυτό. Αυτός ο τύπος εκτονωτικής διάταξης επιτρέπει τη χρήση παράλληλων στοιχείων εξαίτησης όπου τροφοδοτούνται από τον θάλαμο του πλωτήρα.



ΕΙΚΟΝΑ 5.5 Βαλβίδα πλωτήρα χαμηλής πίεσης

5.6 Τριχοειδής σωλήνας

Ο πιο απλός τρόπος στραγγαλισμού απ' όσους αναλύθηκαν επιτυγχάνεται με την χρήση του τριχοειδή σωλήνα. Η επιλογή διαμέτρου και μήκους εξαρτώνται από το είδος του ψυκτικού μέσου που θέλουμε , τη διαφορά πίεσης του συμπυκνωτή και εξατμιστή αλλά και από την ψυκτική του ισχύ.

Σε αυτήν την διάταξη για οποιοδήποτε καθορισμένη πτώση πίεσης η ποσότητα του ψυκτικού μέσου που θα περάσει μέσα από τον τριχοειδή εξαρτώνται από το μήκος και την διάμετρο του σωλήνα. Για αυτό τον λόγο λειτουργεί αποδοτικά μόνο σε μια καθορισμένη περιοχή λειτουργίας και δεν έχει την ικανότητα προσαρμογής που έχει η θερμοστατική βαλβίδα.



ΕΙΚΟΝΑ 5.6 Τριχοειδής σωλήνας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ

6.1 Εισαγωγή-τρόπος λειτουργίας

Η αντλία θερμότητας στην οποία πραγματοποιήθηκαν πειραματικές μετρήσεις φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Φωτογραφική απεικόνιση της αντλίας θερμότητας

Η συγκεκριμένη αντλία θερμότητας έχει την δυνατότητα να λειτουργεί με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους. Αυτό επιτυγχάνεται από τον τρόπο που έχουν συνδεθεί τα επιμέρους εξαρτήματα μέσα από τις σωληνώσεις του ψυκτικού κυκλώματος σε συνδυασμό με τον αυτοματισμό που έχει υλοποιηθεί.

Όπως φαίνεται στο κέντρο της βάσης διακρίνεται ο συμπιεστής. Στην αριστερή πλευρά έχουμε τους συμπυκνωτές αέρα (πάνω αριστερά) και νερού (κάτω αριστερά) και αντίστοιχα στην άλλη πλευρά φαίνονται οι εξατμιστές αέρα και νερού (πάνω και κάτω δεξιά αντίστοιχα).

Στον πίνακα που ακολουθεί δείχνονται οι λειτουργίες του :

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	ΕΞΑΤΜΙΣΗ
Πρόγραμμα 1	Αέρας	Αέρας
Πρόγραμμα 2	Αέρας	Νερό
Πρόγραμμα 3	Νερό	Αέρας
Πρόγραμμα 4	Νερό	Νερό

6.2 Στοιχεία του μηχανήματος

Τα επιμέρους μέρη που αποτελείται είναι τα εξής :

1. Τον συμπιεστή ο οποίος είναι στο κέντρο της βάσης όπως προαναφέρθηκε.
2. Τον συμπυκνωτή νερού (κάτω αριστερά)
3. Τον συμπυκνωτή αέρα (πάνω δεξιά)
4. Τον εξατμιστή νερού (κάτω αριστερά)
5. Τον εξατμιστή αέρα (πάνω αριστερά)
6. Το ψυκτικό κύκλωμα που συνδέει όλα τα παραπάνω
7. Την ηλεκτρική εγκατάσταση
8. Την οθόνη
9. Τον πίνακα αυτοματισμού με τα τέσσερα πλήκτρα που αντιστοιχούν για κάθε είδος λειτουργίας.
10. Τον κεντρικό διακόπτη που θέτει σε λειτουργία την συσκευή ON/OFF
11. Λυχνίες Led
12. Το δίκτυο παροχής νερού
13. Το δίκτυο εκρών νερού (αποχετευτικό σύστημα)το οποίο περιλαμβάνεται και στο πίσω μέρος του μηχανήματος

Τα επιμέρους εξαρτήματα που βρίσκονται στο ψυκτικό κύκλωμα είναι τα εξής:

1. Μανόμετρα υψηλής (αριστερά) και χαμηλής πίεσης (δεξιά)
2. Πρεσοστάτες υψηλής(αριστερά) και χαμηλής πίεσης (δεξιά)
3. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες
4. Βαλβίδες αντεπιστροφής
5. Φίλτρο/ αφυγραντήρας
6. Γυαλάκι ροής νερού
7. Υδρόμετρα

Τέλος έχουμε δυο παροχές νερού αριστερά και δεξιά όπου τροφοδοτούν με νερό τα δοχεία έτσι ώστε η πορεία του νερού να κατευθύνεται από τις κάτω σωληνώσεις των δοχείων στο πίσω αποχετευτικό δίκτυο της συσκευής.

Στη συνέχεια θα κάνουμε επιπρόσθετη ανάλυση των επιμέρους τμημάτων συνοδεύοντας τις αναλύσεις μας με διευκρινιστικές εικόνες.

6.3 Εικόνες των στοιχείων που απαρτίζουν την αντλία

6.3.1 Συμπιεστής

Ο συμπιεστής είναι μάρκας Embraco-Aspera και μοντέλο NE6187Z με ισχύ περίπου 1/3 hP. Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ υπάρχουν αναλυτικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά από την εταιρεία για τον συγκεκριμένο μοντέλο



ΕΙΚΟΝΑ 6.1 Συμπιεστής

6.3.2 Συμπυκνωτής αέρα

Ο συμπυκνωτής αέρα που βρίσκεται πάνω αριστερά είναι κατάλληλα επιλεγμένος ώστε να έχει την ικανότητα να αποβάλλει τα φορτία του προαναφερόμενου συμπιεστή. Αποτελείται από το πλέγμα με τα ανοίγματα ,τις μέσα σωληνώσεις του συμπυκνωτή που φυσικά στην αρχή και στο τέλος τους είναι συνδεδεμένα με το ψυκτικό κύκλο το ηλεκτρικό μοτέρ του ανεμιστήρα. Υπάρχει και ένας διακόπτης στον ανεμιστήρα όπου τον ενεργοποιεί ή τον απενεργοποιεί.



ΕΙΚΟΝΑ 6.2 Συμπυκνωτής αέρα

6.3.3 Συμπυκνωτής νερού

Ο συμπυκνωτής νερού που βρίσκεται κάτω αριστερά είναι διπλού σωλήνα αντιρροής. Είναι δύο παράλληλοι σωλήνες ο ένας (ο μικρότερος σε διάμετρο) στο εσωτερικό του άλλου (ο μεγαλύτερος σε διάμετρο). Ακολουθούν και οι δύο την ίδια πορεία παράλληλα σε σπειροειδή μορφή. Στον μικρότερο σωλήνα ρέει το ψυκτικό μέσο και στον μεγαλύτερο το νερό. Η παροχή του νερού μπορεί να ρυθμιστεί κατάλληλα από την βρύση αλλά και να μετρηθεί από το υδρόμετρο. Δεν πρέπει να παραλείψουμε ότι η φορά της ροής του ψυκτικού είναι αντίθετη σε σχέση με την φορά του νερού για αυτό και χαρακτηρίζεται σαν συμπυκνωτής αντιρροής.



ΕΙΚΟΝΑ 6.3 Συμπυκνωτής νερού

6.3.4 Εξατμιστής αέρα

Ο εξατμιστής αέρα ο οποίος έχει τοποθετηθεί πάνω αριστερά είναι τύπου εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα προφανώς για μεγαλύτερο ψυκτικό αποτέλεσμα σε σχέση με έναν φυσικής κυκλοφορίας.



ΕΙΚΟΝΑ 6.4 Εξατμιστής αέρα

6.3.5 Εξατμιστής νερού

Ο εξατμιστής νερού βρίσκεται κάτω δεξιά του μηχανήματος είναι του τύπου δοχείο δεξαμενής με σερπαντίνα. Φαίνεται ότι υπάρχει μια μόνωση στα τοιχώματα της έτσι ώστε να αποφευχθεί η υγρασία αλλά υπάρχει και μόνωση και στις σωληνώσεις της εξόδου του εξατμιστή . Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως για τον συμπυκνωτή νερού έτσι και εδώ μπορούμε να ρυθμίσουμε την παροχή του νερού αλλά και την μέτρησή της από το υδρόμετρο που έχει τοποθετηθεί.



ΕΙΚΟΝΑ 6.5 Εξατμιστής νερού

6.3.6 Εκτονωτική βαλβίδα πριν τον εξατμιστή αέρα

Εδώ φαίνεται με περισσότερη ευκρίνεια η εκτονωτική διάταξη δηλαδή η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα της εταιρείας Danfoss που είναι στο εσωτερικό το πλαισίου του εξατμιστή αέρα και συνδεδεμένο στην αρχή της διάταξης των σωληνώσεων.



ΕΙΚΟΝΑ 6.6 Εκτονωτική διάταξη πριν τον εξατμιστή αέρα

6.3.7 Εκτονωτική βαλβίδα πριν τον εξατμιστή νερού

Παρόμοια και στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η τοποθέτηση της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας στον εξατμιστή νερού.



ΕΙΚΟΝΑ 6.7 Εκτονωτική διάταξη πριν τον εξατμιστή νερού

6.3.8 Βοηθητικά εξαρτήματα

Στην αριστερή πλευρά της μηχανής διακρίνονται οι δύο ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, το υδρόμετρο του συμπυκνωτή νερού, το μανόμετρο και ο πρεσσοστάτης χαμηλής πίεσης. (βλ. εικόνα κάτω)



ΕΙΚΟΝΑ 6.8 Αριστερή πλευρά μηχανήματος

Αντίστοιχα και στην δεξιά πλευρά της υψηλής πίεσης (βλ. εικόνα κάτω)



ΕΙΚΟΝΑ 6.9 Δεξιά πλευρά μηχανήματος

6.3.8.1 Φίλτρο γραμμής

Στο κέντρο της πάνω πλευράς έχει τοποθετηθεί ένα φίλτρο/αφυγρανήρας το οποίο συνδέεται με το ψυκτικό κύκλωμα. Και στις τέσσερις περιπτώσεις το ψυκτικό μέσο σίγουρα θα περάσει από το φίλτρο γραμμής. Σκοπός όλου αυτού ο καθαρισμός (φιλτράρισμα) από τυχόν ακάθαρτες ουσίες και η απορρόφηση της υγρασίας



ΕΙΚΟΝΑ 6.10 Φίλτρο γραμμής

6.3.8.2 Βαλβίδες αντεπιστροφής και γυαλιά ροής νερού

Στο κύκλωμα της υπάρχουν 4 βαλβίδες αντεπιστροφής(2 αριστερά και 2 δεξιά) και 2 γυαλιά ροής υγρού το ένα μετά τους συμπυκνωτές και το άλλο μετά τους εξατμιστές. Οι βαλβίδες αντεπιστροφής της δεξιάς πλευράς δεν φαίνονται διότι είναι μονωμένες.



ΕΙΚΟΝΑ 6.11 Βαλβίδα αντεπιστροφής(πάνω) και γυαλί ροής νερού(κάτω)

6.3.8.3 Υδρόμετρα

Υπάρχουν δύο υδρόμετρα. Ο ένας είναι για την παροχή νερού στο συμπυκνωτή νερού και ο άλλος για την παροχή στον εξατμιστή νερού αντίστοιχα. Για να βρεθεί η παροχή του νερού μετράμε με χρονόμετρο τον χρόνο που χρειάζεται για να κάνει το κόκκινο βέλος(βλ παρακάτω εικόνα) μια πλήρη περιστροφή που σημαίνει για τον συγκεκριμένο τύπο υδρόμετρου η μια περιστροφή αντιστοιχεί σε ένα λίτρο νερού.



ΕΙΚΟΝΑ 6.12 Υδρόμετρο

6.3.9 Κεντρικός διακόπτης

Ο κεντρικός διακόπτης ανάλογα με την θέση του ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί το μηχάνημα. Εάν έχει κατεύθυνση προς τα πάνω απενεργοποιείται η μηχανή. Εάν έχει κατεύθυνση προς τα δεξιά η μηχανή ενεργοποιείται.



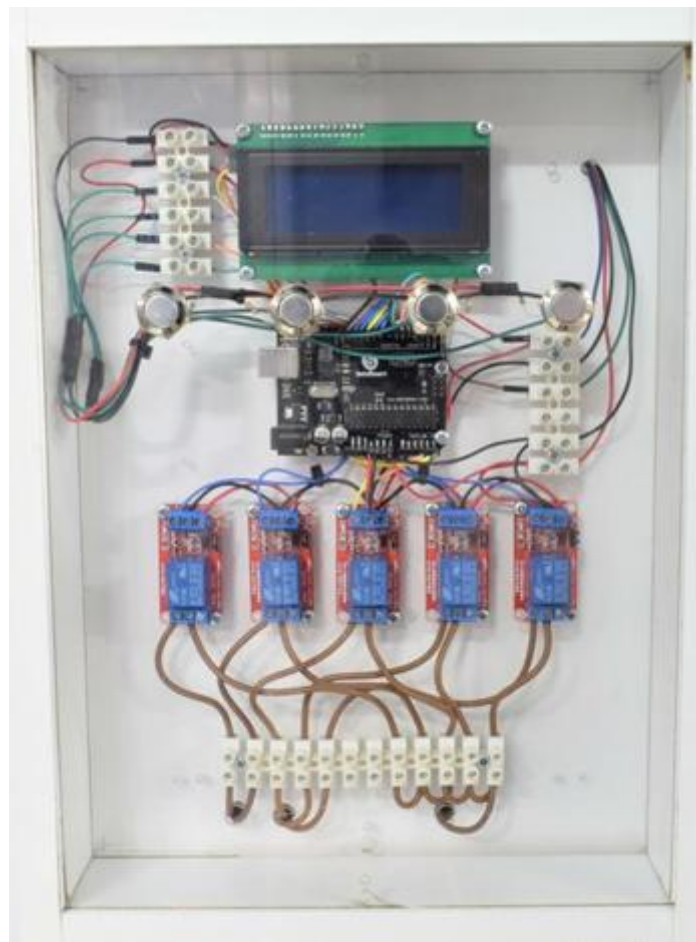
ΕΙΚΟΝΑ 6.13 Κεντρικός διακόπτης

6.3.10 Πίνακας αυτοματισμού

Ο πίνακας αυτοματισμού με την οθόνη. Εσωτερικά βλέπουμε στο κέντρο την πλακέτα Arduino, πάνω από αυτήν την οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD) ,5 ηλεκτρονόμους , τα καλώδια και τρεις κλεμοσειρές.

Κάθε ένα από τα τέσσερα πλήκτρα που είναι μπροστά ενεργοποιούν το εξής :

- A. Το πρώτο από τα αριστερά το πρόγραμμα Αέρα-Νερού
- B. Το δεύτερο από τα αριστερά το πρόγραμμα Αέρα-Νερού
- C. Το τρίτο από τα αριστερά το πρόγραμμα Νερού-Αέρα
- D. Το τέταρτο από τα αριστερά το πρόγραμμα Νερού-Νερού



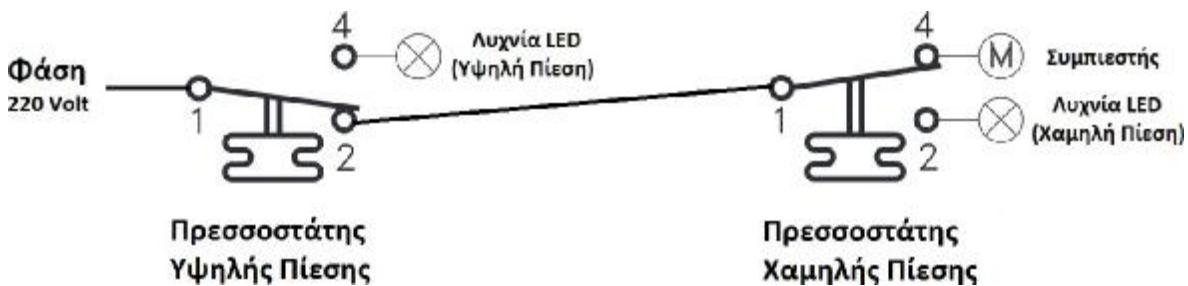
ΕΙΚΟΝΑ 6.14 Πίνακας αυτοματισμού

6.4 Τρόπος λειτουργίας πρεσσοστατών

Για κάθε ένα από τα τέσσερα διαφορετικά προγράμματα είτε από αέρα σε αέρα είτε από νερό σε νερό είτε από νερό σε αέρα είτε από νερό σε νερό ανοίγουν αλλά και κλείνουν οι κατάλληλες ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες έτσι ώστε το ψυκτικό μέσο να ακολουθήσει την διαδρομή η οποία αντιπροσωπεύει την επιλογή που θέλαμε. Παράλληλα ενεργοποιούνται αναλόγως τι επιλέξαμε οι διακόπτες του ανεμιστήρα και οι λυχνίες Led των ανοιχτών ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων και των ενεργοποιημένων ανεμιστήρων.

Επίσης οι λυχνίες του πρεσσοστάτη υψηλής και χαμηλής πίεσης ενεργοποιούνται και στα τέσσερα προγράμματα στην περίπτωση που δεν τηρούνται τα όρια πίεσης που έχουμε θέσει στο κάθε ένα από αυτά με αποτέλεσμα να σταματάει η λειτουργία του συμπιεστή και ουσιαστικά του μηχανήματος

Στην επαφή 1 γίνεται συνδεσμολογία της φάσης η οποία όταν ο πρεσσοστάτης Υψηλής βρίσκεται σε επιθυμητές πιέσεις συνδέεται με την επαφή 2. Η επαφή 2 είναι συνδεδεμένη με την επαφή 1 του Πρεσσοστάτη Χαμηλής. Όταν η Πίεση ανέβει τότε ο Πρεσσοστάτης Υψηλής ανοίγει και γίνεται σύνδεση της επαφής 1 με την 4 όπου ανάβει η κόκκινη Λυχνία LED για την ένδειξη της Υψηλής Πίεσης και γίνεται διακοπή λειτουργίας του Συμπιεστή.



ΕΙΚΟΝΑ 6.15 Αρχή λειτουργίας και συνδεσμολογία πρεσσοστατών με λυχνίες υψηλής και χαμηλής.

6.5 Περιγραφή διαδρομής για κάθε περίπτωση

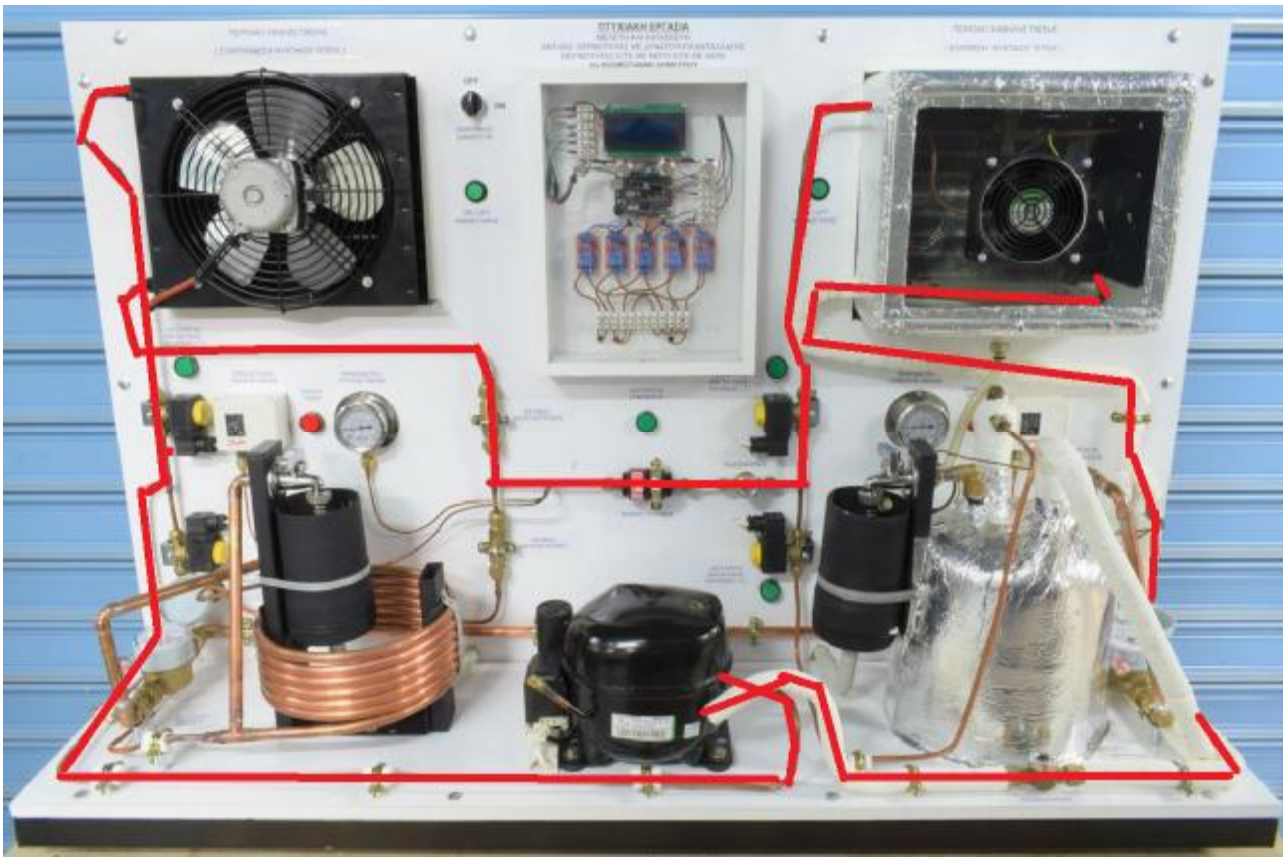
6.5.1 ΑΕΡΑ-ΑΕΡΑ

Ενεργοποιείται με τον πρώτο διακόπτη από αριστερά

Επίσης ενεργοποιούνται οι λυχνίες Led του ανεμιστήρα του εξατμιστή και του συμπυκνωτή αέρα καθώς και οι λυχνίες της πάνω αριστερά και πάνω δεξιά ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας.

Η διαδρομή του ψυκτικού μέσου είναι η εξής

Κατάθλιψη συμπιεστή -> σωληνώσεις-> Πάνω αριστερά ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα->σωληνώσεις-> είσοδος συμπυκνωτή αέρα-> σωληνώσεις συμπυκνωτή αέρα->έξοδος συμπυκνωτή -> σωληνώσεις -> πάνω αριστερή βαλβίδα αντεπιστροφής -> φίλτρο γραμμής -> πάνω δεξιά ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα -> σωληνώσεις->εκτονωτική βαλβίδα -> είσοδος εξατμιστή αέρα -> σωληνώσεις εξατμιστή αέρα -> έξοδος εξατμιστή αέρα -> σωληνώσεις-> βαλβίδα αντεπιστροφής πάνω δεξιά(δεν είναι εμφανής λόγω μονωσης) -> σωληνώσεις -> αναρρόφηση συμπιεστή

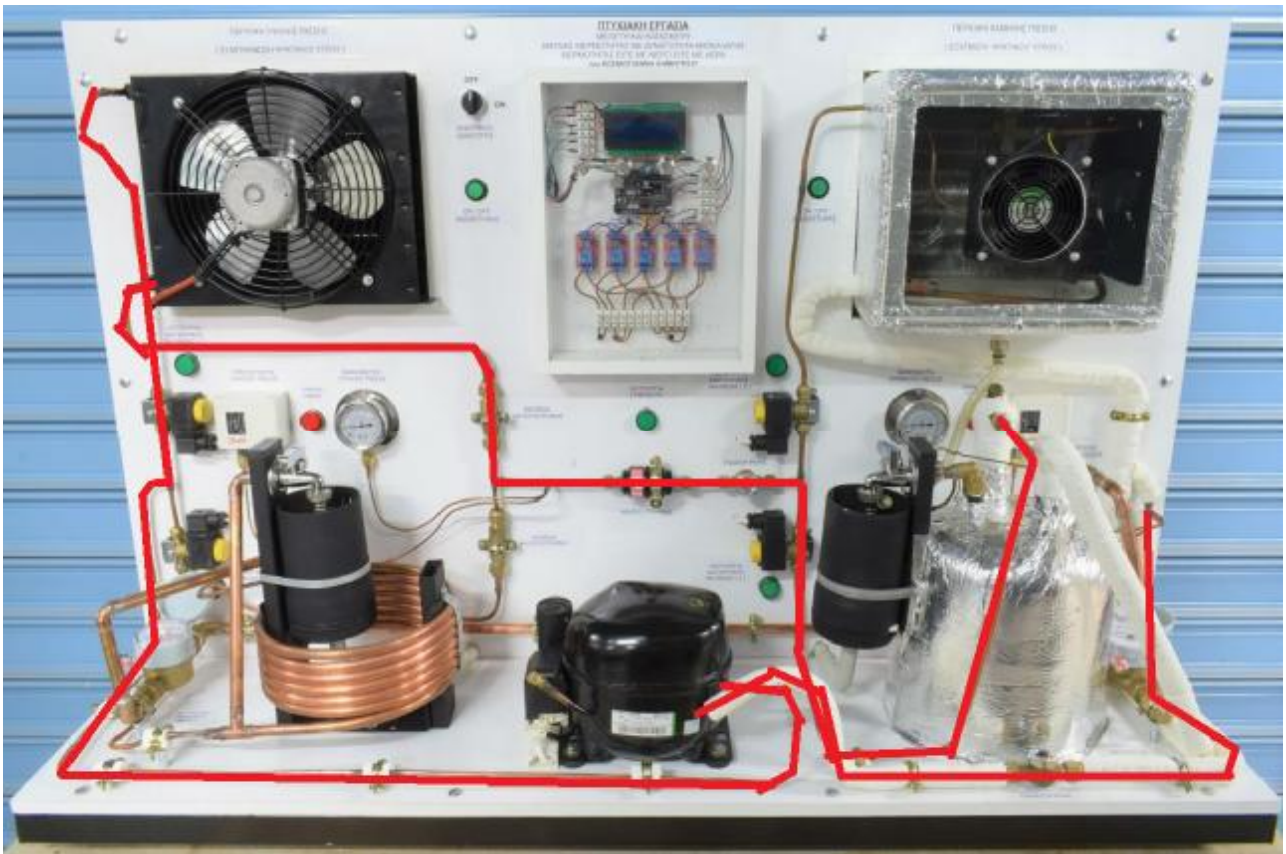


ΕΙΚΟΝΑ 6.16 Διαδρομή ψυκτικού με κόκκινη γραμμή για πρόγραμμα αέρα-αέρα

6.5.2 ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ

Ενεργοποιείται με τον δεύτερο διακόπτη από αριστερά
Επίσης ενεργοποιούνται οι λυχνίες Led του ανεμιστήρα του συμπυκνωτή αέρα καθώς και οι λυχνίες της πάνω αριστερά και κάτω δεξιά ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας.
Η διαδρομή του ψυκτικού μέσου είναι η εξής

Κατάθλιψη συμπιεστή -> σωληνώσεις-> Πάνω αριστερά ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα->σωληνώσεις-> είσοδος συμπυκνωτή αέρα-> σωληνώσεις συμπυκνωτή αέρα->έξοδος συμπυκνωτή -> σωληνώσεις -> πάνω αριστερή βαλβίδα αντεπιστροφής -> φίλτρο γραμμής -> κάτω δεξιά ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα -> σωληνώσεις-> εκτονωτική βαλβίδα -> είσοδος εξατμιστή νερού -> σωληνώσεις εξατμιστή νερού -> έξοδος εξατμιστή νερού -> σωληνώσεις-> βαλβίδα αντεπιστροφής κάτω δεξιά(δεν είναι εμφανής λόγω μονωσης) -> σωληνώσεις -> αναρρόφηση συμπιεστή



ΕΙΚΟΝΑ 6.17 Διαδρομή ψυκτικού με κόκκινη γραμμή για πρόγραμμα αέρα-νερού

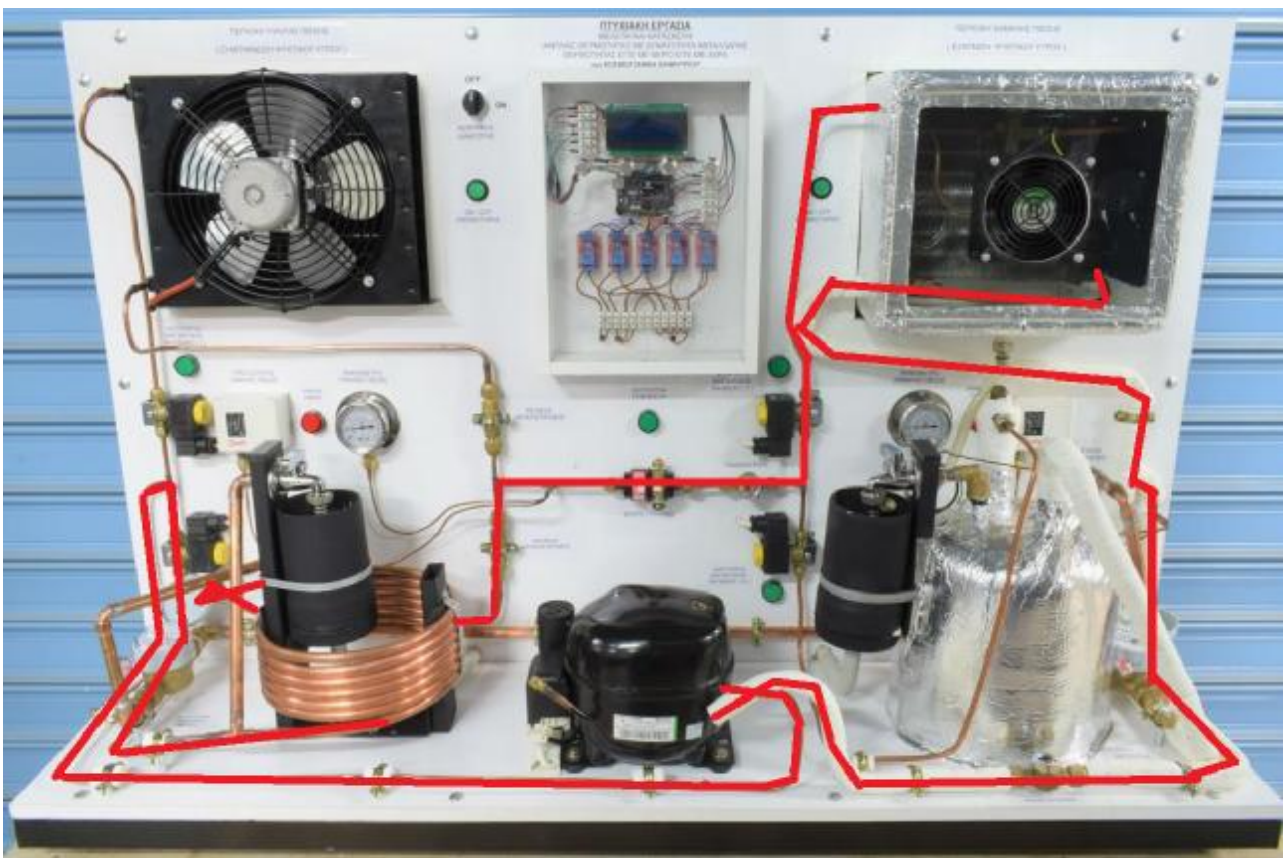
6.5.3 ΝΕΡΟΥ-ΑΕΡΑ

Ενεργοποιείται με τον τρίτο διακόπτη από αριστερά

Επίσης ενεργοποιούνται Led του ανεμιστήρα του αέρα καθώς και οι λυχνίες της κάτω αριστερά και πάνω δεξιά ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας.

Η διαδρομή του ψυκτικού μέσου είναι η εξής

Κατάθλιψη συμπιεστή -> σωληνώσεις-> Κάτω αριστερά ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα->σωληνώσεις-> είσοδος συμπυκνωτή νερού-> σωληνώσεις συμπυκνωτή νερού->έξοδος συμπυκνωτή νερού-> σωληνώσεις -> κάτω αριστερά βαλβίδα αντεπιστροφής -> φίλτρο γραμμής -> πάνω δεξιά ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα -> σωληνώσεις->εκτονωτική βαλβίδα -> είσοδος εξατμιστή αέρα -> σωληνώσεις εξατμιστή αέρα -> έξοδος εξατμιστή αέρα-> σωληνώσεις-> βαλβίδα αντεπιστροφής πάνω δεξιά(δεν είναι εμφανής λόγω μονωσης) -> σωληνώσεις -> αναρρόφηση συμπιεστή



ΕΙΚΟΝΑ 6.18 Διαδρομή ψυκτικού με κόκκινη γραμμή για πρόγραμμα νερού-αέρα

6.5.4 ΝΕΡΟΥ-ΝΕΡΟΥ

Ενεργοποιείται με τον τέταρτο διακόπτη από αριστερά
Επίσης ενεργοποιούνται οι λυχνίες Led κάτω αριστερά κάτω δεξιά ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας.
Καμία λυχνία ανεμιστήρων δεν είναι ενεργοποιημένη.
Η διαδρομή του ψυκτικού μέσου είναι η εξής

Κατάθλιψη συμπιεστή -> σωληνώσεις-> Κάτω αριστερά ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα->σωληνώσεις-> είσοδος συμπυκνωτή νερού-> σωληνώσεις συμπυκνωτή νερού->έξοδος συμπυκνωτή νερού -> σωληνώσεις -> κάτω αριστερή βαλβίδα αντεπιστροφής -> φίλτρο γραμμής -> κάτω δεξιά ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα -> σωληνώσεις->εκτονωτική βαλβίδα -> είσοδος εξατμιστή νερού -> σωληνώσεις εξατμιστή νερού -> έξοδος εξατμιστή νερού -> σωληνώσεις-> βαλβίδα αντεπιστροφής κάτω δεξιά(δεν είναι εμφανής λόγω μονωσης) -> σωληνώσεις -> αναρρόφηση συμπιεστή



ΕΙΚΟΝΑ 6.18 Διαδρομή ψυκτικού με κόκκινη γραμμή για πρόγραμμα νερού νερού

6.6 Οδηγίες χρήσης για την ορθή λειτουργία της μηχανής

Πριν γίνει σύνδεση ή αποσύνδεση του μηχανήματος από το δίκτυο παροχής ρεύματος επιβάλλεται ο κεντρικός διακόπτης να βρίσκεται στην θέση OFF.

Η σύνδεση να γίνεται πάντα σε παροχή τάσης AC 220 Volt χωρίς να παραλείπεται ο έλεγχος της γείωσης της πρίζας.

Είναι αναγκαία η χρήση λάστιχο παροχής νερού το οποίο θα συνδεθεί στο κεντρικό σωλήνα ο οποίος βρίσκεται στο πίσω μέρος της μηχανής.

Προτιμάται η χρήση λάστιχου στεγανοποίησης για αποφυγή διαρροής.

Για να γίνει αποσύνδεση της παροχής του νερού πρέπει πρώτα να γίνει διακοπή της κεντρικής παροχής. Μετά πρέπει να ανοιχτούν οι βρύσες ώστε να φύγει όλο το νερό που έχει απομείνει στο δίκτυο. Έπειτα ακολουθεί η αποσύνδεση του λάστιχου από το μηχάνημα και τέλος γίνεται καθαρισμός από τυχόν υπολείμματα νερού.

Για να γίνει χρήση του αποχετευτικού συστήματος γίνεται απλώς μια επέκταση του σωλήνα αποχέτευσης που βρίσκεται στο πίσω μέρος της μηχανής μέχρι να συνδεθεί με ένα κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο ανάλογα με τον χώρο που έχει εγκατασταθεί η μηχανή.

Επιβάλλεται στην απεγκατάσταση να τηρείται η σειρά προτεραιότητας. Πρώτα απεγκατάσταση δικτύου ύδρευσης και έπειτα απεγκατάσταση επιπρόσθετου δικτύου αποχέτευσης(επέκταση δικτύου)

Η Εκκίνηση και Διακοπή λειτουργίας του Μηχανήματος γίνεται από τον Κεντρικό Διακόπτη. Να σημειωθεί ότι υπάρχει πιθανότητα κάποιες φορές η Εκκίνηση να μην γίνει σωστά με αποτέλεσμα να πρέπει να γυρίσει ξανά ο Διακόπτης στη θέση OFF και στη συνέχεια πάλι στην ON.

Η επιλογή των Προγραμμάτων Λειτουργίας γίνεται μετά την εμφάνιση του μηνύματος εκκίνησης. Η επιλογή γίνεται με τους διακόπτες που βρίσκονται επάνω στον πίνακα του αυτοματισμού.

Οι εναλλαγές των προγραμμάτων μπορούν να γίνουν με οποιαδήποτε σειρά. Ο χρόνος μεταπήδησης από το ένα πρόγραμμα στο επόμενο γίνεται σε διάστημα 25 δευτερολέπτων και αυτό για να γίνεται ομαλή εξισορρόπηση στις πιέσεις του Ψυκτικού

6.7 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Αφού η πειραματική συσκευή εγκαταστάθηκε επιτυχώς τηρώντας τις παραπάνω προδιαγραφές ξεκίνησε η πειραματική διαδικασία.

Για κάθε κύκλο μετρήσεων καταγράφηκαν σε φυλλάδιο οι τιμές των θερμοκρασιών εξόδου σε κάθε επιμέρους εξάρτημα του αντίστοιχου ψυκτικού κύκλου για κάθε πρόγραμμα λειτουργίας της μηχανής αλλά και την πίεση στο υψηλό και χαμηλό μέρος.

Επίσης όπου ήταν αναγκαίο καταγράφηκαν και οι τιμές θερμοκρασίας του αέρα στην πλευρά του συμπυκνωτή αέρα και εξατμιστή αέρα εφόσον ήταν σε λειτουργία αλλά και οι τιμές θερμοκρασίας του νερού στην έξοδο του συμπυκνωτή και εξατμιστή νερού αντίστοιχα .

Για την μέτρηση των θερμοκρασιών χρησιμοποιήθηκαν θερμοζεύγη .

Η θέση τοποθέτησής τους έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να χρειαστούμε όσο το δυνατόν λιγότερα .

Συνολικά ο ελάχιστος αριθμός που απαιτείται είναι 7 θερμοζεύγη.

Ένα θερμοζεύγος για την έξοδο του συμπιεστή

Ένα θερμοζεύγος για την κοινή έξοδο των συμπυκνωτών αέρα και νερού(πριν το φίλτρο γραμμής)

Ένα θερμοζεύγος μετά την θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα πριν τον εξατμιστή αέρα

Ένα θερμοζεύγος μετά την θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα πριν τον εξατμιστή νερού.

Ένα θερμοζεύγος για την κοινή έξοδο των εξατμιστών αέρα και νερού (λίγο πιο πριν από την αναρρόφηση του συμπιεστή ή μετά τις δύο βαλβίδες αντεπιστροφής της δεξιάς πλευράς οι οποίες δεν είναι φανερές επειδή επικαλύπτονται από μόνωση.

Ένα θερμοζεύγος για την έξοδο του νερού του συμπυκνωτή νερού (τοποθετήθηκε στην έξοδο της αντίστοιχης βρύσης)

Ένα θερμοζεύγος για την έξοδο του νερού του εξατμιστή νερού (τοποθετήθηκε στην έξοδο της αντίστοιχης βρύσης)

Οι μετρήσεις θερμοκρασίας περιβάλλοντος αέρα και του νερού δικτύου ύδρευσης πάρθηκαν μια φορά.

Επισημάνεται ότι

Στο πρόγραμμα 1 ΑΕΡΑ-ΑΕΡΑ καταγράφηκε μόνο ένας κύκλος μετρήσεων

Στο πρόγραμμα 2 ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ καταγράφηκαν τρεις κύκλοι μετρήσεων

Στο πρόγραμμα 3 ΝΕΡΟΥ-ΑΕΡΑ καταγράφηκαν τέσσερις κύκλοι μετρήσεων

Στο πρόγραμμα 4 ΝΕΡΟΥ-ΝΕΡΟΥ καταγράφηκαν δύο κύκλοι μετρήσεων

Συνολικά 10 κύκλοι μετρήσεων

Οι μονάδες μέτρησης των τιμών της θερμοκρασίας είναι σε βαθμούς Celsius και της πίεσης σε psig.

Στο πρόγραμμα 2 ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ μεταβάλλαμε κάθε φορά την παροχή στον εξατμιστή νερού και καταγράψαμε τις αναγκαίες τιμές

Αντίστοιχα στο πρόγραμμα 3 ΝΕΡΟΥ-ΑΕΡΑ μεταβάλλαμε κάθε φορά την παροχή στον συμπυκνωτή νερού και καταγράψαμε τις αναγκαίες τιμές

Στο πρόγραμμα 3 μεταβάλλαμε τις δύο παροχές με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν ίδιο μέτρο παροχής κάθε φορά.

6.8 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Μετά την συλλογή των αναγκαίων τιμών για κάθε ένα από τους 10 κύκλους μετρήσεων δημιουργήθηκε ένα αρχείο Excel στο οποίο υπάρχουν 10 φύλλα εργασίας (ένα για κάθε κύκλο) για να περαστούν μέσα οι τιμές που είχαμε σημειώσει στο φυλλάδιο και να επεξεργαστούν έτσι ώστε μετά να χρησιμοποιηθούν ώστε να υπολογίσουμε τις υπερθερμάνσεις για το σημείο 1 και 2 αλλά και την υπόψυξη στο σημείο 3 με την βοήθεια του “refrigerant calculator” για R22 του προγράμματος Coolpack από το οποίο μπορούμε να υπολογίσουμε με βάση την πίεση την αντίστοιχη θερμοκρασία κορεσμού υψηλής και χαμηλής. Γνωρίζοντας αυτά στην συνέχεια με το excel υπολογίζαμε την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των θερμοκρασιών που καταχωρήσαμε για τα σημεία 1 2 και 3 και της αντίστοιχης θερμοκρασίας κορεσμού της πίεσης που αντιστοιχεί για κάθε ένα από αυτά τα σημεία. Η διαφορά αυτή προφανώς θα είναι η υπερθέρμανση για τα σημεία 1 και 2 και η υπόψυξη για το σημείο 3.

Τα φύλλα εργασίας που κατασκευάστηκαν είναι τα εξής:

- 1 φύλλο εργασίας για τον αέρα-αέρα
- 3 φύλλα εργασίας για αέρα-νερού
- 4 φύλλα εργασίας για νερού-αέρα
- 2 φύλλα εργασίας για νερού-νερού

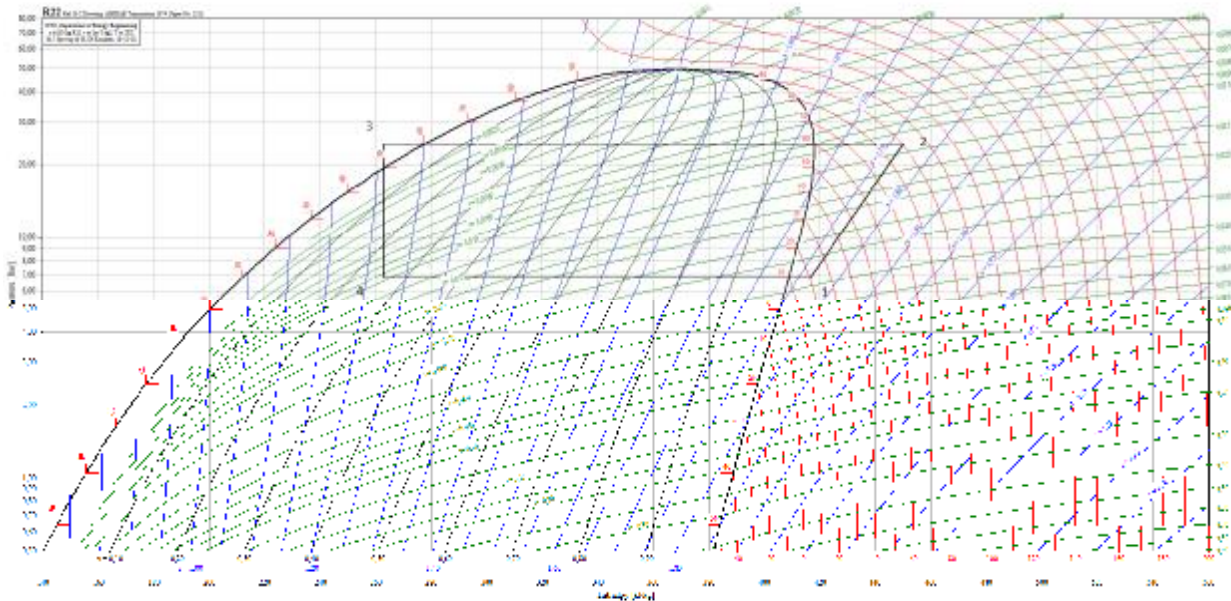
Επίσης σε κάθε ένα φύλλο εργασίας οι τιμές των πιέσεων υψηλής και χαμηλής μετατράπηκαν από psig(μανομετρικό) σε bar απόλυτο.

Σκοπός όλων αυτών είναι να χρησιμοποιηθούν οι τιμές της υπερθέρμανσης του σημείου 1 και της υπόψυξης στο σημείο 3 αλλά και οι θερμοκρασίες κορεσμού υψηλής και χαμηλής στο επιμέρους πρόγραμμα Refrigeration Utilities του Coolpack για ψυκτικό μέσο R22 ώστε να κατασκευάσουμε τον ψυκτικό κύκλο σε Log(p)-h διάγραμμα για επιλεγμένο ισεντροπικό βαθμό απόδοσης ίσο με 0,7.

Έπειτα από τις ιδιότητες του προγράμματος για το ψυκτικό κύκλο που κατασκευάσαμε κάθε φορά συλλέξαμε επιπλέον δεδομένα όπως συγκεκριμένες θερμοδυναμικές ιδιότητες για κάθε σημείο. Στην συνέχεια από αυτά τα δεδομένα περάστηκαν στο αντίστοιχο φύλλο του excel ότι θερμοδυναμικές ιδιότητες υπήρχαν για κάθε σημείο και από αυτές υπολογίστηκαν επιπλέον χαρακτηριστικά όπως ο βαθμός απόδοσης ψύξης COP_ψ και βαθμός απόδοσης θέρμανσης COP_θ. Οι υπόλοιπες θερμοδυναμικές ιδιότητες όπως ο ειδικός όγκος στο σημείο 4 και η εντροπία στο σημείο 4 και 3 βρέθηκαν από το διάγραμμα Log(p)-h για R22 του Coolpack μεταβάλλοντας τις συντεταγμένες του κέρσορα μέχρι να εντοπίσουμε το σημείο που θέλουμε κάθε φορά. Δεν πρέπει να παραλειφθεί ότι οι θερμοδυναμικές ιδιότητες των σημείων 2 και 4 είναι για τις διορθωμένες τιμές της θερμοκρασίας από το Coolpack επειδή ο ψυκτικός κύκλος που σχεδιάζεται είναι πραγματικός δηλαδή ισοβαρές μεταβολές από το σημείο 4 στο 1 και από το σημείο 3 στο 2.

Τέλος υπολογίστηκε η θερμική και ψυκτική ισχύς του συμπυκνωτή και εξατμιστή νερού γνωρίζοντας την παροχή που ρυθμίσαμε κάθε φορά και την θερμοκρασιακή διαφορά της εισόδου και εξόδου των στοιχείων αυτών σύμφωνα με την σχέση $Q=m \cdot c_p \cdot \Delta T$.

Το παρόν διάγραμμα P-h κατασκευάστηκε ενδεικτικά για να επεξηγηθούν οι θέσεις των σημείων.



ΣΧΗΜΑ 6.1 Ενδεικτικό διάγραμμα

ΣΗΜΕΙΟ 1-Πριν τον συμπίεστή ή μετά τον εξαμιστή

ΣΗΜΕΙΟ 2-Πριν τον συμπυκνωτή ή μετά τον συμπίεστή

ΣΗΜΕΙΟ 3-Πριν την εκτονωτική ή μετά τον συμπυκνωτή

ΣΗΜΕΙΟ 4-Πριν τον εξαμιστή ή μετά την εκτονωτική

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα

Η σχέση υπολογισμού για το έργο συμπίεσης είναι

$$W = \dot{m} \times (h_2 - h_1)$$

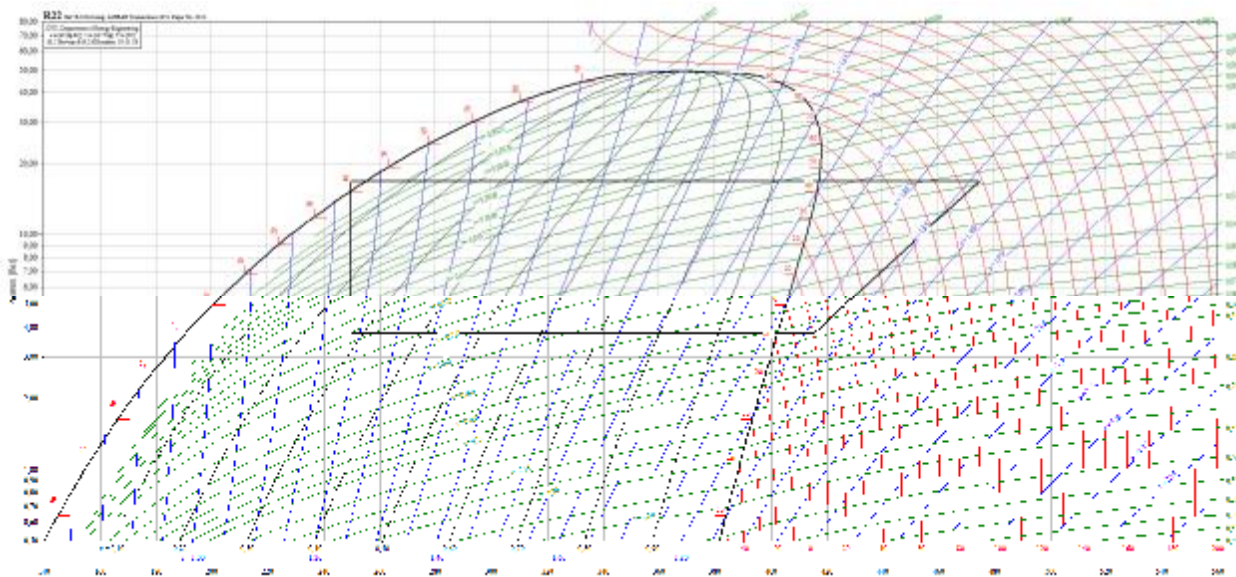
Η σχέση υπολογισμού για τον Cop θέρμανσης και της ψύξης αντίστοιχα

$$COP_{\theta\epsilon\rho\mu} = \frac{\dot{m} \times (h_2 - h_3)}{\dot{m} \times (h_2 - h_1)} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} \quad COP_{\psi\upsilon\chi\eta} = \frac{\dot{m} \times (h_1 - h_4)}{\dot{m} \times (h_2 - h_1)} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

Όπου τα h είναι οι ενθαλπίες των αντίστοιχων σημείων του διαγράμματος.

6.9 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

ΑΕΡΑ-ΑΕΡΑ



ΣΧΗΜΑ 6.2 Διάγραμμα P-h αέρα-αέρα

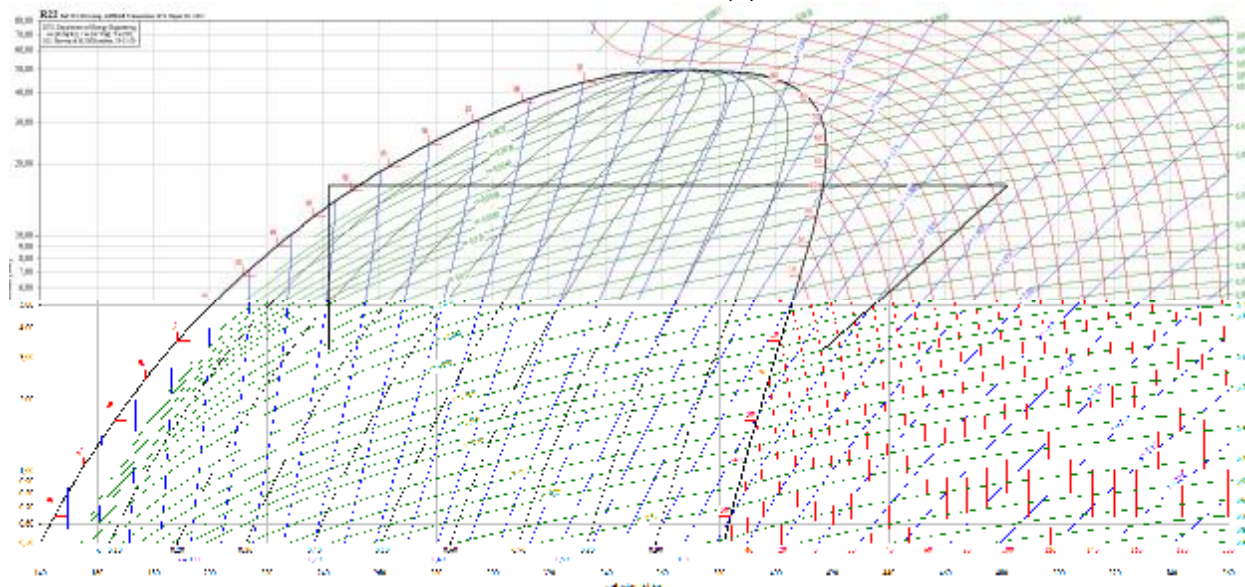
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝ ΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ (CELSIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,7712	10,5000	18,7200	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	415,2 170	0,06 74	1,81 16	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ2	16,8712	101,8000	57,8400	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	474,5 750	0,01 93	1,85 96	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ3	16,8712	40,2000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	3,7600	249,9 390	NA	1,16 60	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ4	3,7712	-5,5000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	249,9 390	0,02 08	1,19 00	0,2808

ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(ψsig)μανομετρικο	40,0000
P2(ψsig)μανομετρικο	230,0000
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,7712
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	16,8712
Τνερουεισοδου(Celsius)	
Τνερουεξοδου(Celsius)-συμπυκνωτη	
Τνερουεξοδου(Celsius)-εξατμιστή	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P1	-8,2200
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P2	43,9600
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22,0000
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	8,0000
Θερμοκρασια συμπυκνωτη αερα	29,0000
βαθμος ισεντροπικης αποδοσης για συμπιεστη NE6187Z	

COP θ	3,7844
COP ψ	2,7844

Διορθωμενη θερμοκρασια από coolpack	T(Celsius)
σημιο 2	108,6420
σημιο4	-8,2200

ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ(1)



ΣΧΗΜΑ 6.3 Διάγραμμα P-h αέρα-νερού(1)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝ ΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ(CE LSIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,2196	11,0000	23,6700	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	416,5 660	0,08 00	1,83 06	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ2	16,1817	118,0000	75,7800	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	482,0 670	0,02 09	1,88 26	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ3	16,1817	34,2000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	8,0200	242,0 610	NA	1,14 30	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ4	3,2196	-7,5000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	242,0 610	0,02 25	1,16 40	0,2635

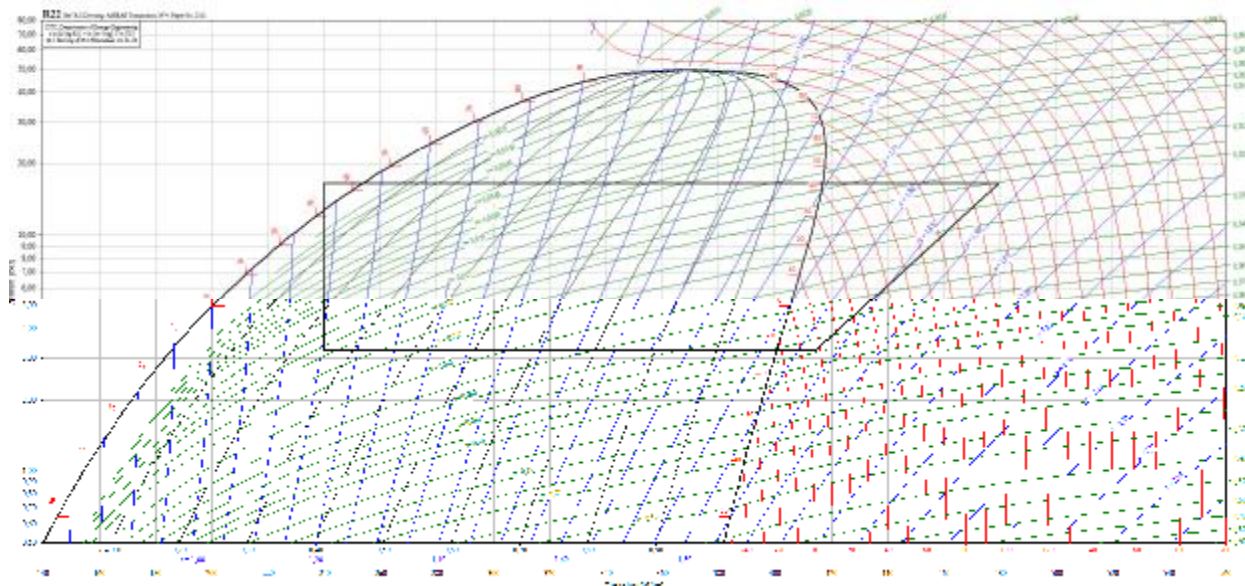
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(psig)μανομετρικο	32,0000
P2(psig)μανομετρικο	220,0000
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,2196
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	16,1817
Τνερουμεισοδου(Celsius)	21,0000
Τνερουμεξοδου(Celsius)-συμπυκνωτη	
Τνερουμεξοδου(Celsius)-εξατμιστη	10,2000
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούήατμού) ΓΙΑ P1	-12,6700
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούήατμού) ΓΙΑ P2	42,2200
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22,0000
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	
Θερμοκρασια συμπυκνωτη αερα	28,5000
βαθμος ισεντροπικης αποδοσης για συμπιεστη NE6187Z	

COP θ	3,6642
COP ψ	2,6642
Qc (εξατμιστή νερού)	0,49KW

Διορθωμενη θερμοκρασια από coolrack	
σημιο 2	116,8220
σημιο4	-12,6700

m-ΜΑΖΙΚΙ ΠΑΡΟΧΗ(l/s)	0,0108
t(second)	93,0000

ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ(2)



ΣΧΗΜΑ 6.4 Διάγραμμα P-h αέρα-νερού(2)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝ ΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ(CE LSIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,2196	7,4000	20,0700	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	414,1 120	0,07 87	1,82 19	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ2	16,5265	120,0000	76,9000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	479,5 040	0,02 02	1,87 41	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ3	16,5265	32,6000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	10,5000	239,9 900	NA	1,13 60	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ4	3,2196	-8,6000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	239,9 900	0,02 19	1,15 60	0,2539

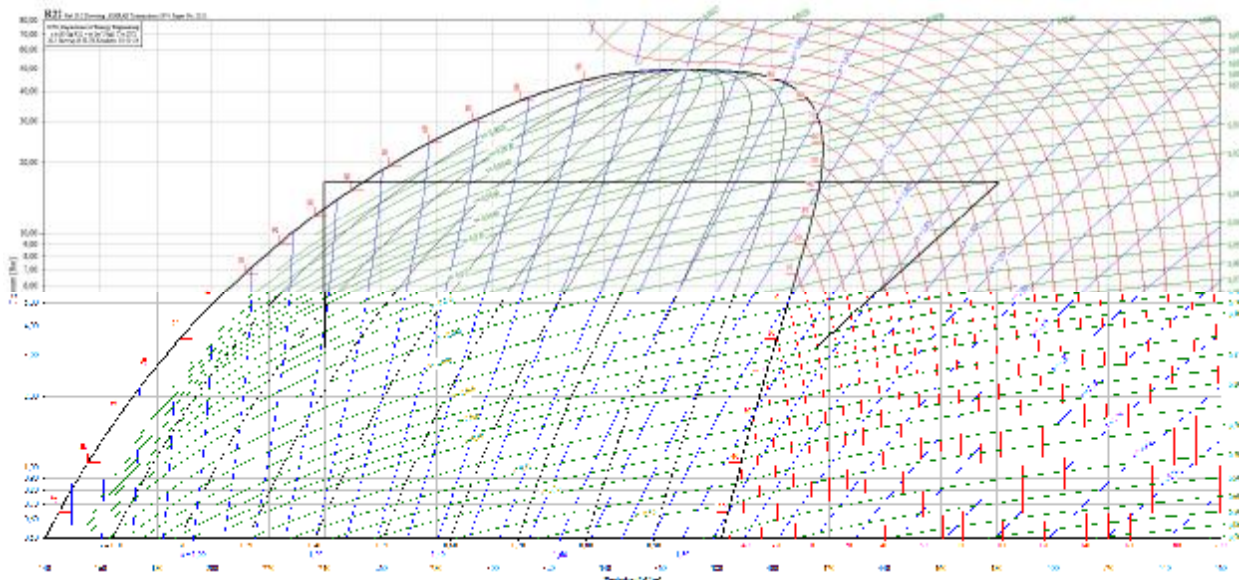
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(ψsig)μανομετρικο	32,0000
P2(ψsig)μανομετρικο	225,0000
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,2196
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	16,5265
Τνερουεισοδου(Celsius)	21,0000
Τνερουεξοδου(Celsius)-συμπυκνωτη	
Τνερουεξοδου(Celsius)-εξατμιστή	10,8000
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρουήατμού) ΓΙΑ P1	-12,6700
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρουήατμού) ΓΙΑ P2	43,1000
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22,0000
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	
Θερμοκρασια συμπυκνωτη αερα	29,0000
βαθμος ισεντροπικης αποδοσης για συμπιεστη NE6187Z	

COP θ	3,6627
COP ψ	2,6627
Qc (εξατμιστή νερού)	0,6KW

Διορθωμένη θερμοκρασία από coolrack	
σημείο 2	114,1270
σημείο4	-12,6700

m-ΜΑΖΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ(l/s)	0,0139
t(second)	72,0000

ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ(3)



ΣΧΗΜΑ 6.4 Διάγραμμα P-h αέρα-νερού(3)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑ ΝΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ(CEL SIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,2196	8,9000	21,5700	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	415,1 340	0,079 2	1,82 55	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ2	16,5265	124,7000	81,6000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	480,9 600	0,020 3	1,87 79	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ3	16,5265	32,7000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	10,4000	240,1 200	NA	1,13 60	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ4	3,2196	-8,9000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	240,1 200	0,021 9	1,15 60	0,2545

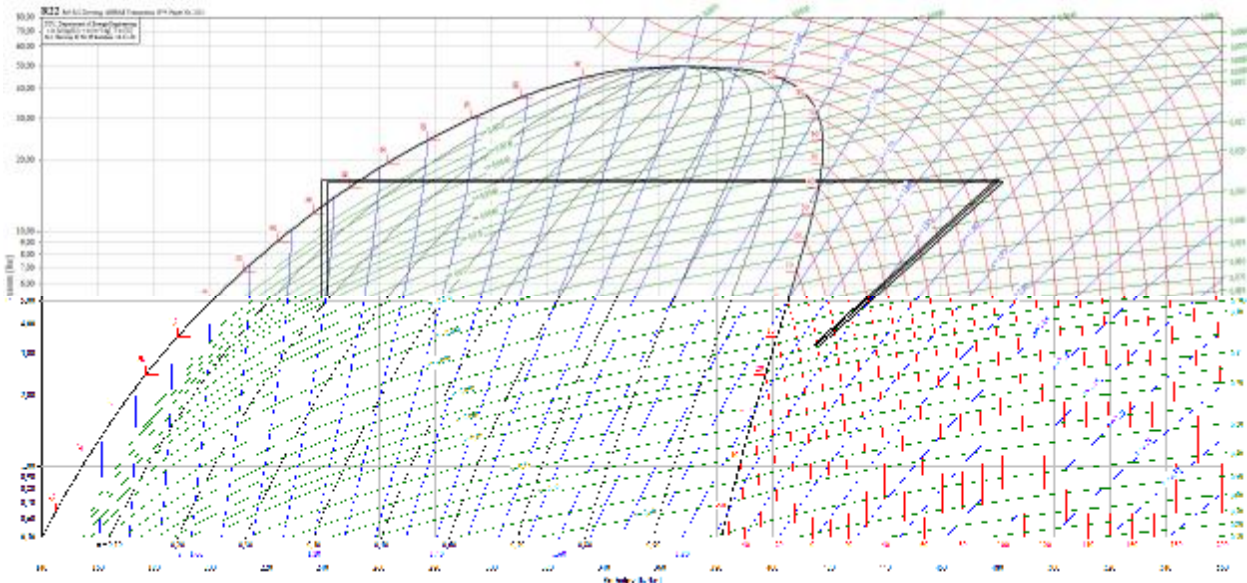
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(psig)μανομετρικο	32,0000
P2(psig)μανομετρικο	225,0000
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,2196
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	16,5265
Τνερουεισοδου(Celsius)	21,0000
Τνερουεξοδου(Celsius)-συμπκνωτη	
Τνερουεξοδου(Celsius)-εξατμιστη	15,3000
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγροήατμού) ΓΙΑ P1	-12,6700
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγροήατμού) ΓΙΑ P2	43,1000
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22,0000
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	
Θερμοκρασια συμπκνωτη αερα	29,2000
βαθμος ισεντροπικης αποδοσης για συμπιεστη NE6187Z	

COP θ	3,6587
COP ψ	2,6587
Qc (εξατμιστή νερού)	0,65KW

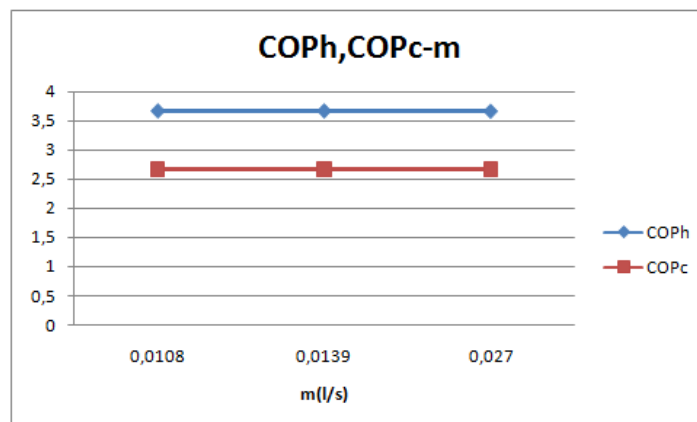
Διορθωμένη θερμοκρασία από coolpack	
σημείο 2	115,8610
σημείο4	-12,6700

m-ΜΑΖΙΚΙ ΠΑΡΟΧΗ(l/s)	0,0270
t(second)	37,0000

ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ ΟΛΑ ΜΑΖΙ

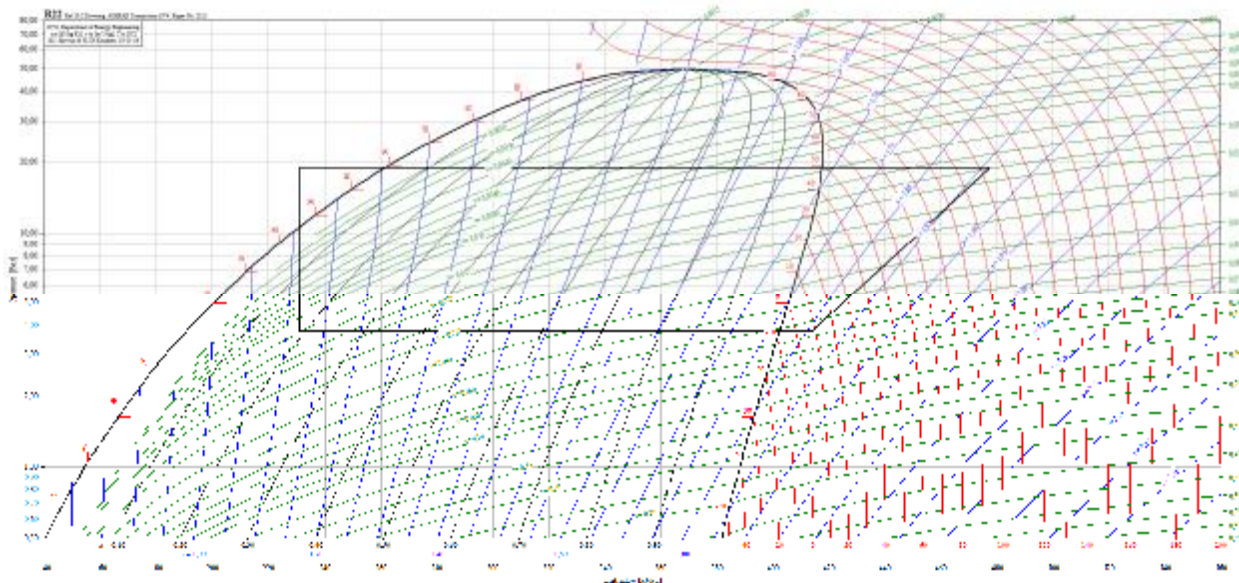


ΣΧΗΜΑ 6.5 Διάγραμμα P-h αέρα-νερού (όλα)



ΣΧΗΜΑ 6.6 Βαθμοί απόδοσης αέρα-νερού συναρτήσει παροχής εξατμιστή νερού

ΝΕΡΟΥ-ΑΕΡΑ(1)



ΣΧΗΜΑ 6.7 Διάγραμμα P-h νερού-αέρα(1)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝ ΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ(CE LSIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,7712	8,4000	16,6200	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	413,7 620	0,06 67	1,80 64	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ2	18,9396	120,0000	71,1000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	477,4 560	0,01 73	1,85 72	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ3	18,9396	25,6000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	23,3000	231,0 660	NA	1,10 06	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ4	3,7712	-7,4000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	231,0 660	0,01 58	1,11 90	0,1917

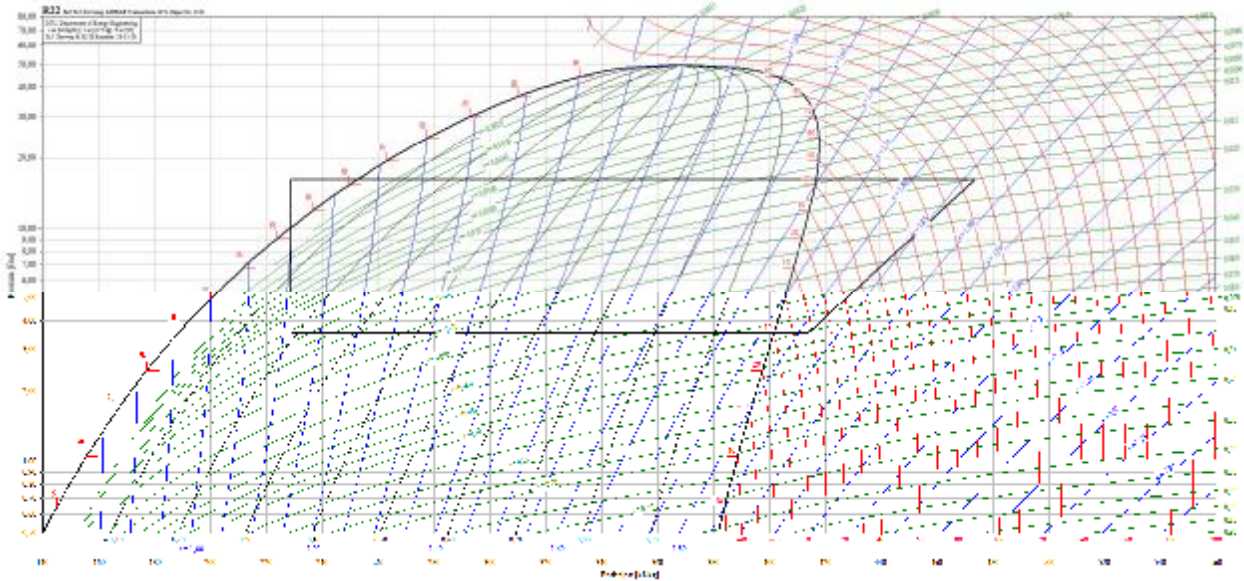
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(psig)μανομετρικο	40,0000
P2(psig)μανομετρικο	260,0000
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,7712
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	18,9396
Τνερουμεισοδου(Celsius)	21,0000
Τνερουμεξοδου(Celsius)-συμπυκνωτη	46,0000
Τνερουμεξοδου(Celsius)-εξατμιστή	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P1	-8,2200
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P2	48,9000
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22,0000
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	8,1
Θερμοκρασια συμπυκνωτη αερα	
βαθμος ισεντροπικης αποδοσης για συμπιεστη NE6187Z	

COP θ	3,8683
COP ψ	2,8683
Q _H (συμπυκνωτή νερού)	1,165KW

Διορθωμενη θερμοκρασια από coolrack	
σημειο 2	114,2900
σημειο4	-8,2200

m-ΜΑΖΙΚΙ ΠΑΡΟΧΗ(l/s)	0,011111111
t(second)	90

ΝΕΡΟΥ-ΑΕΡΑ(2)



ΣΧΗΜΑ 6.8 Διάγραμμα P-h νερού-αέρα(2)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ(CELSIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,5643	8,0000	17,8300	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	413,8760	0,0708	1,8119	δεν υπαρχει
ΣΗΜΕΙΟ2	16,1817	122,0000	79,7800	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	473,5450	0,0201	1,8604	δεν υπαρχει
ΣΗΜΕΙΟ3	16,1817	24,0000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	18,2200	229,0550	NA	1,1010	δεν υπαρχει
ΣΗΜΕΙΟ4	3,5643	-7,4000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	229,0550	0,0161	1,1110	0,1891

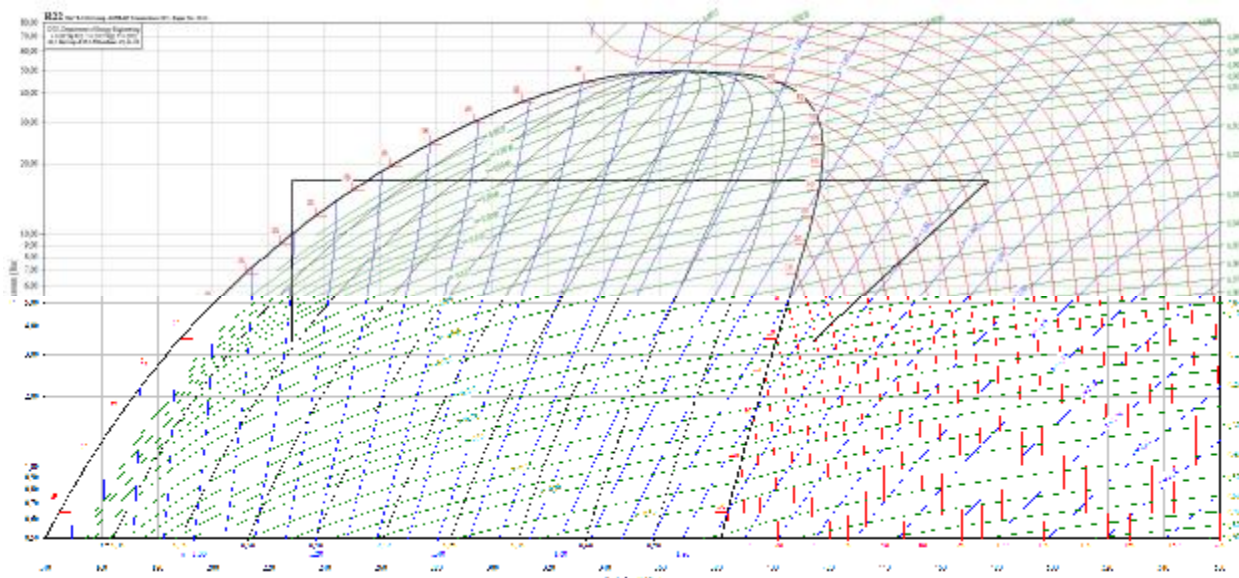
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(psig)μανομετρικο	37,0000
P2(psig)μανομετρικο	220,0000
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,5643
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	16,1817
Tνερουμεσοδου(Celsius)	21,0000
Tνερουμεξοδου(Celsius)-συμπκνωτη	38,0000
Tνερουμεξοδου(Celsius)-εξατμιστη	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P1	-9,8300
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P2	42,2200
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22,0000
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	8,0
Θερμοκρασια συμπκνωτη αερα	
βαθμος ισεντροπικης αποδοσης για συμπιεστη NE6187Z	

COP θ	4,0974
COP ψ	3,0974
Q _H (συμπυκνωτή νερού)	1,17KW

Διορθωμενη θερμοκρασια από coolpack	
σημειο 2	106,6450
σημειο4	-9,8300

m-ΜΑΖΙΚΙ ΠΑΡΟΧΗ(l/s)	0,016393443
t(second)	61

ΝΕΡΟΥ-ΑΕΡΑ(3)



ΣΧΗΜΑ 6.9 Διάγραμμα P-h νερού-αέρα(3)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ(CELSIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,426415048	7,8	18,74	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	413,998	0,073787	1,8159	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ2	14,80276456	121,6	77,64	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	477,318	0,019562	1,8667	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ3	14,80276456	23,3	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	20,66	228,178	NA	1,1	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ4	3,426415048	-7,3	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	228,178	0,01681	1,108	0,190927796

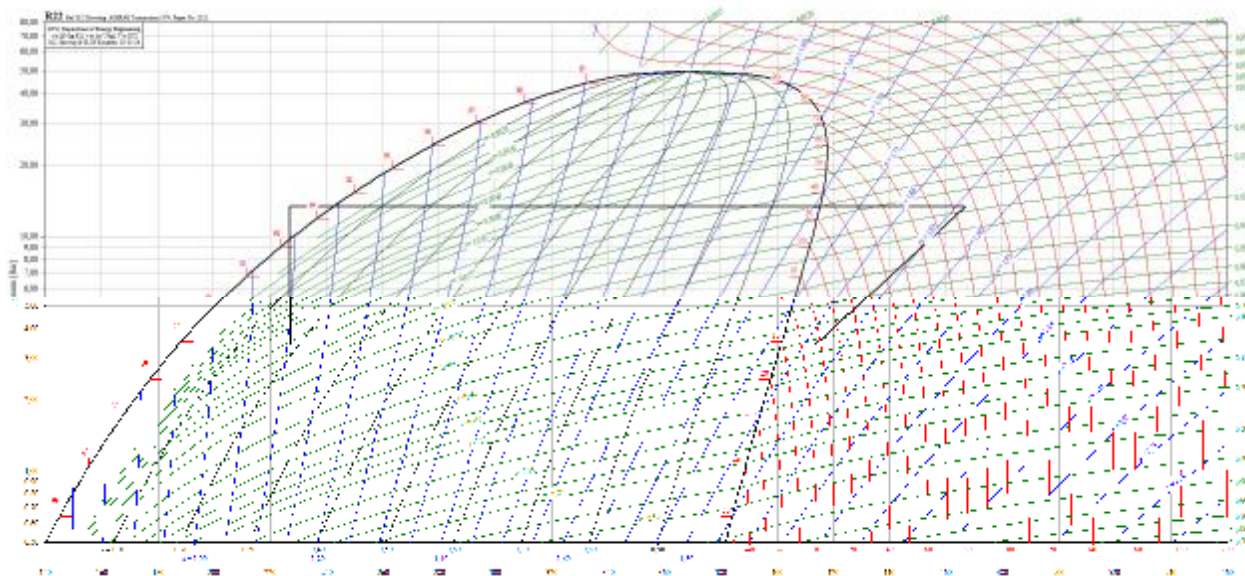
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(psig)μανομετρικο	35
P2(psig)μανομετρικο	200
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,426415048
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	14,80276456
Τνερουμεισοδου(Celsius)	21
Τνερουμεξοδου(Celsius)-συμπκνωτη	38,56
Τνερουμεξοδου(Celsius)-εξατμιστη	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P1	-10,94
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P2	43,96
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	7,7
Θερμοκρασια συμπκνωτη αερα	
βαθμος ισεντροπικης αποδοσης για συμπειστη NE6187Z	

COP θ	3,935
COP ψ	2,935
Q $_H$ (συμπυκνωτή νερού)	1,87KW

Διορθωμένη θερμοκρασία από coolpack	
σημείο 2	111,895
σημείο4	-10,94

m-ΜΑΖΙΚΙ ΠΑΡΟΧΗ(l/s)	0,025342119
t(second)	39,46

ΝΕΡΟΥ-ΑΕΡΑ(4)



ΣΧΗΜΑ 6.10 Διάγραμμα P-h νερού-αέρα(4)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝ ΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ(CELSIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,4264	7,2000	18,1400	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	413,5 870	0,07 36	1,81 44	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ2	13,4238	118,7000	84,0600	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	467,0 440	0,02 38	1,85 91	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ3	13,4238	22,5000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	12,1400	227,1 790	NA	1,09 50	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ4	3,4264	-7,2000	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	227,1 790	0,01 65	1,10 50	0,1863

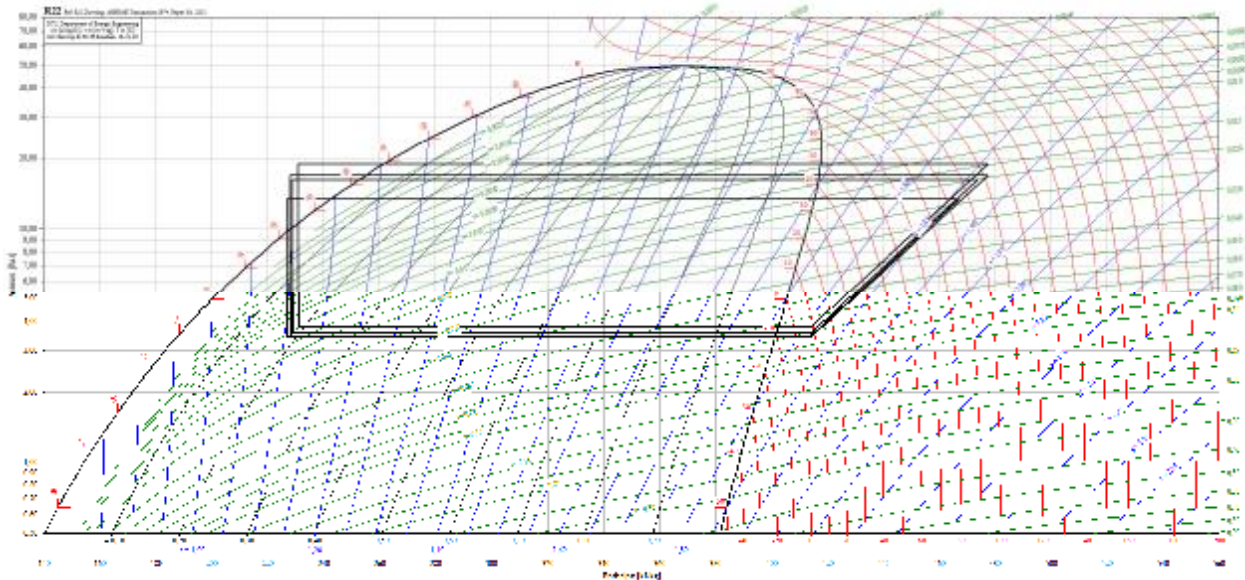
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(ρsig)μανομετρικο	35
P2(ρsig)μανομετρικο	180
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,426415048
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	13,4238131
Τνερουμεισοδου(Celsius)	21
Τνερουμεξοδου(Celsius)-συμπυκνωτη	28,3
Τνερουμεξοδου(Celsius)-εξατμιστή	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρουήατμού) ΓΙΑ P1	-10,94
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρουήατμού) ΓΙΑ P2	34,64
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	6,8
Θερμοκρασια συμπυκνωτη αερα	
βαθμος ισεντροπικης αποδοσης για συμπιεστη NE6187Z	

COP _θ	4,487
COP _ψ	3,487
Q _H (συμπυκνωτή νερού)	1,27KW

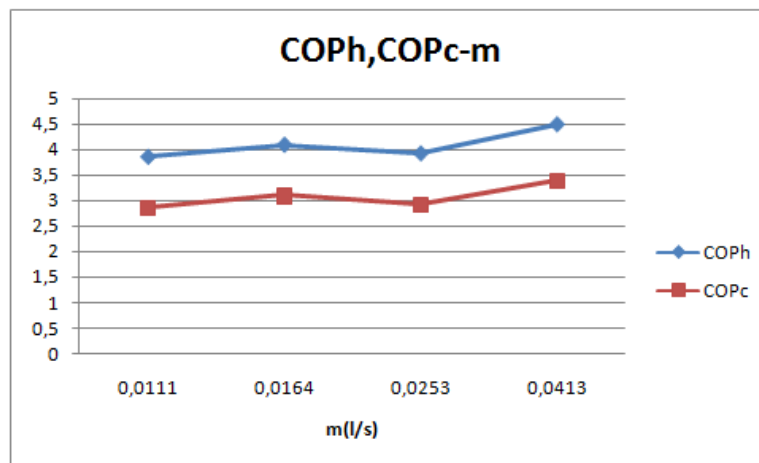
Διορθωμένη θερμοκρασια από coolrack	
σημειο 2	95,548
σημειο4	-10,94

m-ΜΑΖΙΚΙ ΠΑΡΟΧΗ(l/s)	0,041322314
t(second)	24,2

ΝΕΡΟΥ-ΑΕΡΑ(ΟΛΑ ΜΑΖΙ)

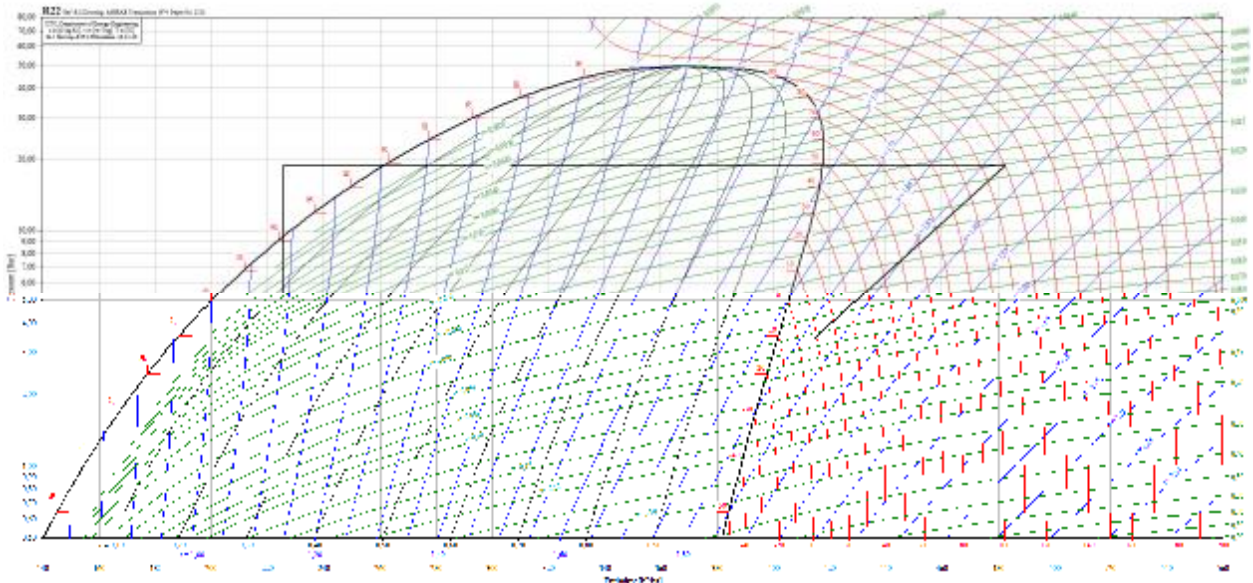


ΣΧΗΜΑ 6.11 Διάγραμμα P-h νερού-αέρα(όλα)



ΣΧΗΜΑ 6.12 Βαθμοί απόδοσης αέρα-νερού συναρτήσει παροχής συμπυκνωτή νερού

ΝΕΡΟΥ-ΝΕΡΟΥ(1)



ΣΧΗΜΑ 6.13 Διάγραμμα P-h νερού-νερού(1)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑ ΝΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ(C ELSIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,426415048	8,2	19,14	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	414, 272	0,07 391 g	1,8 169	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ2	18,93961893	93,3	44,4	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	482, 708	0,01 772	1,8 707	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ3	18,93961893	21,5	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	27,4	225, 933	NA	1,0 9	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ4	3,426415048	-6,5	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	225, 933	0,01 626	1,1 01	0,1804 29293

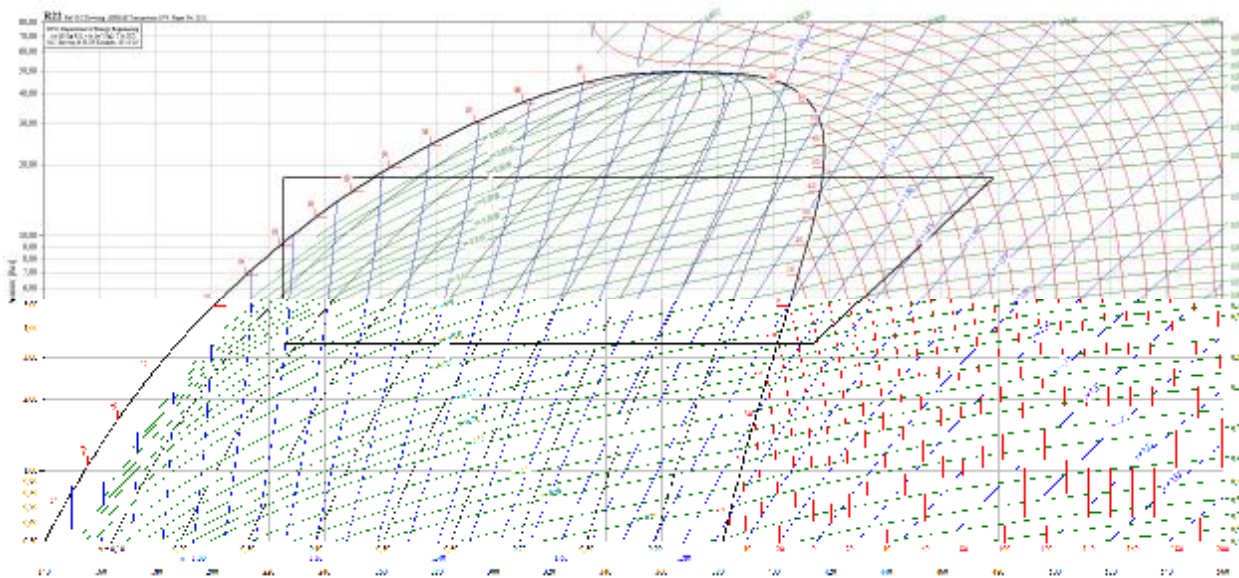
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(psig)μανομετρικο	35
P2(psig)μανομετρικο	260
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,426415048
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	18,93961893
Τνερουεισοδου(Celsius)	21
Τνερουεξοδου(Celsius)-συμπυκνωτη	33
Τνερουεξοδου(Celsius)-εξατμιστή	14,5
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P1	-10,94
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούατμού) ΓΙΑ P2	48,9
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	
Θερμοκρασια συμπυκνωτη αερα	
βαθμος ισηντροπικης αποδοσης για συμπιεστη NE6187Z	

COP θ	3,752
COP ψ	2,752
Q _H (συμπυκνωτή νερού)	1,04KW
Q _c (εξατμιστή νερού)	0,56KW

Διορθωμενη θερμοκρασια από coolpack	
σημειο 2	120,42
σημειο4	-10,94

m-ΜΑΖΙΚΙ ΠΑΡΟΧΗ(l/s)	0,020703934
t(second)	48,3

ΝΕΡΟΥ-ΝΕΡΟΥ (2)



ΣΧΗΜΑ 6.14 Διάγραμμα P-h νερού-νερού(2)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	P(bar)	T(Celsius)	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑ ΝΣΗ(CELSIUS)	ΥΠΟΨΥΞΗ(C ELSIUS)	h	v	s	x
ΣΗΜΕΙΟ1	3,426415048	7	17,94	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	413, 45	0,07 352 4	1,8 139	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ2	17,56066747	101	55,34	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	478, 266	0,01 882 4	1,8 657	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ3	17,56066747	21	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	24,66	225, 311	NA	1,0 88	δεν υπαρχ
ΣΗΜΕΙΟ4	3,426415048	-7,5	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ	225, 311	0,15 91	1,0 98	0,1775 20576

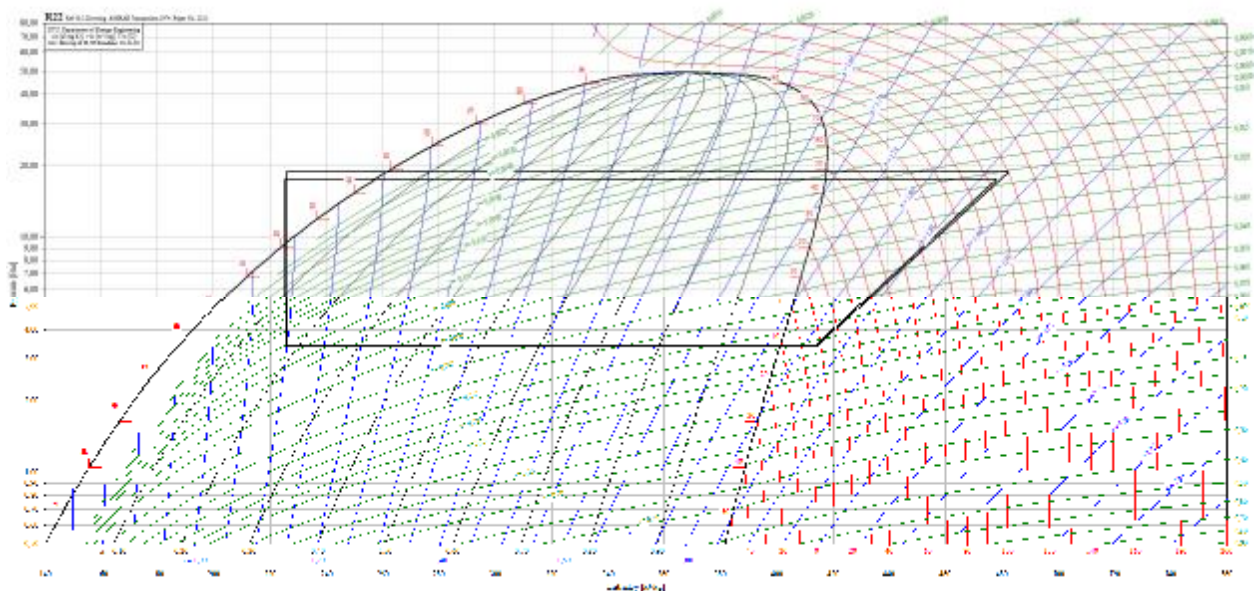
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
P1(psig)μανομετρικο	35
P2(psig)μανομετρικο	240
P1(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	3,426415048
P2(bar)μετατροπη απολυτο σε bar	17,56066747
Τνερουεισοδου(Celsius)	21
Τνερουεξοδου(Celsius)-συμπκνωτη	27,2
Τνερουεξοδου(Celsius)-εξατμιστή	12
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούήατμού) ΓΙΑ P1	-10,94
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ(Υγρούήατμού) ΓΙΑ P2	45,66
Ταεραπεριβαλλοντος(Celsius)	22
Θερμοκρασια εξατμιστη αερα	
Θερμοκρασια συμπκνωτη αερα	
βαθμος ισεντροπικης αποδοσης για συμπιεστη NE6187Z	

COP _θ	3,902
COP _ψ	2,902
Q _H (συμπυκνωτή νερού)	1,12KW
Q _c (εξατμιστή νερού)	1,63KW

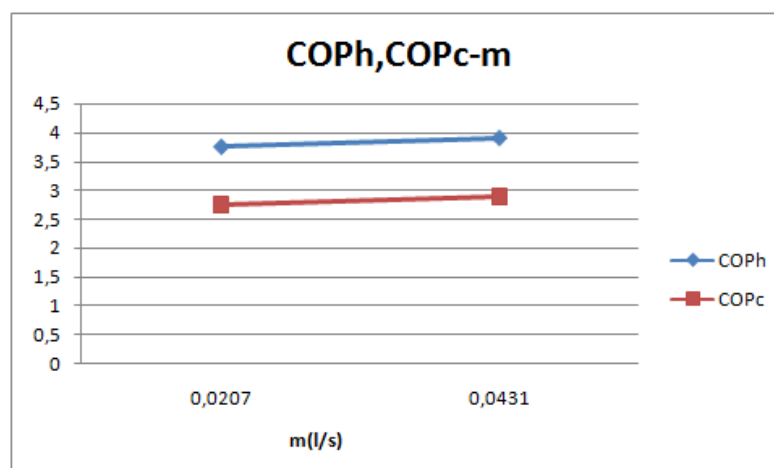
Διορθωμένη θερμοκρασία από coolpack	
σημείο 2	113,763
σημείο4	-10,94

m-ΜΑΖΙΚΙ ΠΑΡΟΧΗ(l/s)	0,043103448
t(second)	23,2

ΝΕΡΟΥ-ΝΕΡΟΥ (ΟΛΑ ΜΑΖΙ)



ΣΧΗΜΑ 6.15 Διάγραμμα P-h νερού-νερού(όλα)



ΣΧΗΜΑ 6.16 Βαθμοί απόδοσης αέρα-νερού συναρτήσει κοινής παροχής εξατμιστή νερού

6.10 Σύγκριση

Από όλους τους ψυκτικούς κύκλους που αναλύθηκαν προηγουμένως μέγιστο βαθμό απόδοσης θέρμανσης έχει ο νερού-αερα4 με $COP_{\theta}=4,49$ και μέγιστο βαθμό απόδοσης ψύξης έχει πάλι ο νερού-αερα4 με $COP_{\psi}=3,48$

Παρακάτω παρατίθενται η λίστα των ψυκτικών κύκλων κατά αύξουσα τιμή COP_{θ} και COP_{ψ}

1. αέρα-νερού3 $COP_{\theta}=3,6587$
2. αέρα-νερού2 $COP_{\theta}=3,6627$
3. αέρα-νερού1 $COP_{\theta}=3,6642$
4. νερού-νερού1 $COP_{\theta}=3,75$
5. αέρα-αέρα $COP_{\theta}=3,784$
6. νερού-αέρα1 $COP_{\theta}=3,86$
7. νερού-νερού2 $COP_{\theta}=3,90$
8. νερού-αέρα3 $COP_{\theta}=3,93$
9. νερού-αέρα2 $COP_{\theta}=4,097$
10. νερού-αέρα4 $COP_{\theta}=4,48$

1. αέρα-νερού3 $COP_{\psi}=2,6587$
2. αέρα-νερού2 $COP_{\psi}=3,6627$
3. αέρα-νερού 1 $COP_{\psi}=2,6642$
4. νερού-νερού1 $COP_{\psi}=2,752$
5. αέρα-αέρα $COP_{\psi}=2,78$
6. νερού-αέρα1 $COP_{\psi}=2,86$
7. νερού-νερού2 $COP_{\psi}=2,90$
8. νερού-αέρα3 $COP_{\psi}=2,93$
9. νερού-αέρα2 $COP_{\psi}=3,097$
10. νερού-αέρα4 $COP_{\psi}=3,48$

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την εκπόνηση και συγγραφή της πτυχιακής εργασίας έγινε η θεωρητική κατανόηση της αντλίας θερμότητας καθώς και η ανάλυση ξεχωριστά των επιμέρους συστατικών μερών από τα οποία απαρτίζεται.

Στα επόμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε στις κατηγορίες αυτών και έγινε μια σχετική ανάλυση της δομής και του τρόπου λειτουργίας τους.

Στο τελευταίο κεφάλαιο που αποτελεί το πειραματικό μέρος παρουσιάζεται η αντλία θερμότητας του εργαστηρίου στην οποία έγινε η πειραματική διερεύνηση. Πραγματοποιήθηκε μια σειρά μετρήσεων για αέρα-αέρα, τρεις σειρές μετρήσεων για αέρα-νερού με σταθερό COP ψύξης και θέρμανσης καθώς μεταβλήθηκε η παροχή του εξατμιστή νερού, τέσσερις σειρές μετρήσεων για νερού-αέρα όπου για παροχή 0,0413(l/s) του συμπυκνωτή νερού έχουμε μέγιστα COP και δύο σειρές μετρήσεων για νερού-νερού όπου για κοινή παροχή 0,0431(l/s) του συμπυκνωτή και εξατμιστή νερού έχουμε μέγιστα COP.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην παρούσα εργασία η σχεδίαση των ψυκτικών κύκλων έγινε με την χρήση του προγράμματος Coolpack και ειδικότερα με το υποπρόγραμμα Refrigeration utilities σε διαγράμματα Log(p)-h για R22. Πέρα από το χρονικό διάστημα που αφιερώθηκε για την εκμάθηση του προγράμματος ήταν αναγκαίο να βρεθεί ο κατάλληλος μηχανισμός καταχώρησης των πειραματικών τιμών ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος και να βελτιωθεί η ακρίβεια της κατασκευής των ψυκτικών κύκλων. Έπειτα αφού σχεδιάσθηκαν συνολικά παρατηρήθηκε ο τρόπος μετατόπισης αυτών στο διάγραμμα καθώς μεταβαλλόταν η παροχή για κάθε αντίστοιχο πρόγραμμα λειτουργίας. Τα διαγράμματα συνοδεύτηκαν από πίνακες που περιλαμβάνουν τους βαθμούς απόδοσης θέρμανσης και ψύξης του εκάστοτε ψυκτικού κύκλου καθώς και τις θερμοδυναμικές ιδιότητες του κάθε σημείου τα οποία υπολογίστηκαν. με την βοήθεια του προγράμματος Excel στο οποίο δημιουργήθηκε ένα μοτίβο φύλλου εργασίας για να γίνει περαιτέρω επεξεργασία των πειραματικών τιμών μας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ

COMPRESSOR DEFINITION

Designation	NE 6187Z
Nominal Voltage/Frequency	220-240 V 50 Hz
Engineering Number	261FA51

A - APPLICATION / LIMIT WORKING CONDITIONS

1 Type	Hermetic reciprocating compressor		
2 Refrigerant	R-134a		
3 Nominal voltage and frequency	220-240/50	[V / Hz]	
4 Application type	High Back Pressure (Commercial Compressors)		
4.1 Evaporating temperature range	-15°C to 10°C	(5°F to 50°F)	
5 Motor type	CSIR		
6 Starting torque	HST - High starting torque		
7 Expansion device	Capillary tube or Expansion valve		
8 Compressor cooling		Operating voltage range	
		50 Hz	60 Hz
8.1 LBP (32°C Ambient temperature)	-	-	-
8.2 LBP (43°C Ambient temperature)	-	-	-
8.3 HBP (32°C Ambient temperature)	-	-	-
8.4 HBP (43°C Ambient temperature)	-	-	-
9 Maximum condensing pressures/temperature			
Operating (gauge)	16.2	[kgf/cm ²] (230 psig)	/ °C - °F
Peak (gauge)	20.6	[kgf/cm ²] (293 psig)	/ °C - °F
10 Maximum winding temperature	130	[°C]	

B - MECHANICAL DATA

1 Commercial designation	1/3	[hp]
2 Displacement	12.11	[cm ³] (0.739 cu.in)
Bore [mm]	27.775	
Stroke [mm]	20.000	
3 Lubricant	350	[ml] (11.84 fl.oz.)
charge		
Lubricants approved	ESTER / ISO22	
Lubricants type/viscosity	10.45	[kg] (23.04 lb.)
4 Weight (with oil charge)		
5 Nitrogen charge	0.2 to 0.3	[kgf/cm ²] (2.84 to 4.27 psig)

C - ELECTRICAL DATA

1 Nominal Voltage/Frequency/Number of Phases	220-240 V 50 Hz 1 ~ (Single phase)	
2 Starting device type	Current Relay	
2.1 Starting device	MTRP-0029	
3 Start capacitor	53-64(330)	[μF(VAC minimum)]
4 Run capacitor	-	[μF(VAC minimum)]
5 Motor protection	T0660/G5	
6 Start winding resistance	31.30	[Ω at 25°C (77°F)] +/- 8%
7 Run winding resistance	6.60	[Ω at 25°C (77°F)] +/- 8%
8 LRA - Locked rotor amperage (50 Hz)	-	[A] - Measured according to UL 984
9 FLA - Full load amperage L/MBP (50Hz)	-	[A] - Measured according to UL 984
10 FLA - Full Load Amperage HBP (50 Hz)	2.87	[A] - Measured according to UL 984
11 Approval boards certification	IMQ	

D - PERFORMANCE - CHECK POINT DATA

TEST CONDITIONS: @220V50Hz			ASHRAEHBP46 Fan		Evaporating temperature (Condensing temperature		7.2°C (44.96°F) 54.4°C (129.92°F))	
Cooling capacity +/- 5%			Power consumption +/- 5%	Current consumption +/- 5%	Gas flow rate +/- 5%	EFFICIENCY RATE +/- 7%		
[Btu/h]	[kcal/h]	[W]	[W]	[A]	[kg/h]	[Btu/Wh]	[kcal/Wh]	[W/W]
3726	939	1092	520	3.00	24.16	7.17	1.81	2.10

E - PERFORMANCE - CURVES

TEST CONDITIONS: @220V50Hz			ASHRAE46 Fan		(Condensing temperature 35°C (+95°F))					
Evaporating temperature		Cooling capacity +/- 5%			Power consumption +/- 5%	Current consumption +/- 5%	Gas flow rate +/- 5%	EFFICIENCY RATE +/- 7%		
°C	(°F)	[Btu/h]	[kcal/h]	[W]	[W]	[A]	[kg/h]	[Btu/Wh]	[kcal/Wh]	[W/W]
-15	(+5)	1797	453	527	284	2.38	9.72	6.32	1.59	1.85
-10	(+14)	2304	581	675	314	2.36	12.50	7.34	1.85	2.15
-5	(+23)	2917	735	855	346	2.39	15.89	8.44	2.13	2.47
0	(+32)	3636	916	1066	379	2.48	19.90	9.60	2.42	2.81
+5	(+41)	4463	1125	1308	413	2.61	24.55	10.80	2.72	3.16
+10	(+50)	5396	1360	1581	449	2.79	29.88	12.02	3.03	3.52

TEST CONDITIONS: @220V50Hz			ASHRAE46 Fan		(Condensing temperature 45°C (+113°F))					
Evaporating temperature		Cooling capacity +/- 5%			Power consumption +/- 5%	Current consumption +/- 5%	Gas flow rate +/- 5%	EFFICIENCY RATE +/- 7%		
°C	(°F)	[Btu/h]	[kcal/h]	[W]	[W]	[A]	[kg/h]	[Btu/Wh]	[kcal/Wh]	[W/W]
-15	(+5)	1553	391	455	291	2.37	9.07	5.35	1.35	1.57
-10	(+14)	2006	506	588	327	2.39	11.76	6.13	1.55	1.80
-5	(+23)	2556	644	749	366	2.46	15.05	6.97	1.76	2.04
0	(+32)	3203	807	939	408	2.58	18.95	7.84	1.98	2.30
+5	(+41)	3947	995	1157	453	2.75	23.49	8.71	2.20	2.55
+10	(+50)	4788	1207	1403	501	2.97	28.69	9.57	2.41	2.80

TEST CONDITIONS: @220V50Hz			ASHRAE46 Fan		(Condensing temperature 55°C (+131°F))					
Evaporating temperature		Cooling capacity +/- 5%			Power consumption +/- 5%	Current consumption +/- 5%	Gas flow rate +/- 5%	EFFICIENCY RATE +/- 7%		
°C	(°F)	[Btu/h]	[kcal/h]	[W]	[W]	[A]	[kg/h]	[Btu/Wh]	[kcal/Wh]	[W/W]
-15	(+5)	1299	327	381	298	2.35	8.28	4.35	1.10	1.28
-10	(+14)	1696	427	497	340	2.41	10.85	4.99	1.26	1.46
-5	(+23)	2180	549	639	387	2.52	14.00	5.64	1.42	1.65
0	(+32)	2751	693	806	438	2.68	17.77	6.28	1.58	1.84
+5	(+41)	3409	859	999	494	2.89	22.16	6.91	1.74	2.02
+10	(+50)	4154	1047	1217	555	3.15	27.21	7.48	1.88	2.19

F - EXTERNAL CHARACTERISTICS

1 Base plate	European Standard		
2 Tray holder	No		
3 Connectors			
3.1 SUCTION	8.1+0.10/+0.00	[mm]	(0.319"+0.004"/+0.000")
3.1.1 Material	Copper		
3.1.2 Shape	Slanted 42°		
3.2 DISCHARGE	6.1+0.10/+0.00	[mm]	(0.240"+0.004"/+0.000")
3.2.1 Material	Copper		
3.2.2 Shape	Straight		
3.3 PROCESS	6.1+0.10/+0.00	[mm]	(0.240"+0.004"/+0.000")
3.3.1 Material	Copper		
3.3.2 Shape	Slanted 42°		
3.4 Oil cooler (Copper)	No	[mm]	
3.5 Connector sealing	Rubber Plugs		

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- «Μελέτη και κατασκευή αντλίας θερμότητας με δυνατότητα ανταλλαγής θερμότητας είτε με νερό είτε με αέρα», Κοσμογιάννης Δημήτριος, Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, Τμήμα μηχανολόγων μηχανικών, Πάτρα 2017
- «Υπολογιστική προσομείωση λειτουργίας αντλίας θερμότητας», Φώτιος Χ. Σπύρου, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα μηχανολόγων μηχανικών βιομηχανίας
- Εργαστηριακές σημειώσεις Θέρμανσης-Ψύξης –Κλιματισμού II, Καλογήρου Ιωάννης, Τμήμα μηχανολόγων μηχανικών
- Θέρμανση Κλιματισμός, Α και Β τόμος, Β.Η Σελλούντος, ΤεκΔΟΤΙΚΗ ΣΕΛΚΑ- 4Μ
- Θερμοδυναμική και προχωρημένη θερμοδυναμική, Απόστολος Πολυζάκης, heat cool power
- Μεταφορά Μάζας και Θερμότητας, Yunus A.Cengel, Afshin J. Ghajar, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ
- Ήπιες Μορφές Ενέργειας II, Ηλιακή Μηχανική, Σ.Ν. Καπλάνης, Εκδόσεις ΙΩΝ
- Εγχειρίδιο Ψύξης & Κλιματισμού, Κυριάκος Ψαράς, Νίκος Λεωνίδα