

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΒΟΚΟΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (Α.Μ. 4360)

ΒΛΑΧΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ (Α.Μ.4541)

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Δρ. ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΠΑΤΡΑ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στα ψυκτικά ρευστά και τις αρνητικές επιπτώσεις που έχουν αυτά στο περιβάλλον.

Στην αρχή γίνεται αναφορά στα ψυκτικά ρευστά και εν συνεχεία αναφέρονται οι αρνητικές επιπτώσεις που επέρχονται στο περιβάλλον από την καθημερινή χρήση αυτών. Στόχος της εργασίας είναι η αφύπνιση πως πολιτών σχετικά με την καταστροφή που μπορεί να προκαλέσει η αλόγιστη χρήση των οικιακών συσκευών ψύξης και κλιματισμού στο περιβάλλον και κατ' επέκταση και στον ίδιο τον άνθρωπο.

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την Επιβλέπουσα Δρ. Καθηγήτρια κ. Μαρία Θεοδωροπούλου, πρωτίστως για την επιλογή του συγκεκριμένου θέματος διότι με την επιλογή αυτή μας έδωσε την ευκαιρία να αναπτύξουμε τους γνωστικούς μας ορίζοντες και να γίνουμε πιο υπεύθυνοι απέναντι στο περιβάλλον και την τεχνολογία καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφερε για την υλοποίηση της εργασίας αυτής, ευγνωμονώντας την για τον πολύτιμο χρόνο που η ίδια διέθεσε αλόγιστα προς το σκοπό αυτό.

Βλάχος Βασίλειος & Βόκολος Δημήτριος

Σεπτέμβριος 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την εργασία αυτή, παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις-επιπτώσεις από την χρήση κλιματιστικών μηχανημάτων και ψυγείων καθώς και τα μέτρα για την αντιμετώπιση τους με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος.

Στις σελίδες της μελέτης αυτής μπορούμε να αντλήσουμε χρήσιμες πληροφορίες για τα ψυκτικά ρευστά που χρησιμοποιούνται στα κλιματιστικά και τα ψυγεία και να μάθουμε ποια καταστρέφουν το περιβάλλον και ποια είναι φιλικά προς αυτό.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να δοθούν τα κατάλληλα εφόδια στους πολίτες-καταναλωτές ώστε να αλλάξουν την συμπεριφορά τους καθώς και τις επιλογές τους όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις από την χρήση των οικιακών συσκευών ψύξης και κλιματισμού με απώτερο σκοπό την προστασία του πλανήτη.

Ειδικότερα η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε έξι κεφάλαια, το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στην ψύξη και τη χρήση της και στη συνέχεια στη διαδικασία ψύξης σε μονοβάθμιο και διβάθμιο σύστημα ψύξης. Επίσης αναλύονται τα κύρια μέρη του ψυκτικού συγκροτήματος αρχίζοντας από τις κατηγορίες των συμπιεστών. Ακολουθεί ο υπολογισμός της απόδοσης του συμπιεστή. Στη συνέχεια κατατάσσουμε τους συμπυκνωτές σε κατηγορίες και αναλύουμε τα είδη των συμπυκνωτών. Κατόπιν εξετάζουμε τις εκτονωτικές βαλβίδες κατατάσσοντάς τις σε κατηγορίες ενώ αναλύουμε τους εξαμιστές και τα είδη αυτών. Στο τέλος του πρώτου κεφαλαίου ακολουθούν οι αντλίες θερμότητας και οι χρήσεις τους.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στα ψυκτικά ρευστά, τις ιδιότητες και τα είδη αυτών ενώ παρουσιάζονται σε συγκριτικό γράφημα οι θερμοκρασίες, η πίεση και η διαφορά ενθαλπίας των ψυκτικών μέσων.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος. Τέλος μελετάται με διαγράμματα η θερμοκρασία εξάτμισης και συμπύκνωσης καθώς και η επίδραση της απόδοσης του συμπιεστή.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το φαινόμενο και οι συνέπειες του θερμοκηπίου. Γίνεται αναλυτική αναφορά στην τρύπα του όζοντος καθώς και στην επίδραση των CFCs και το ρόλο που αυτοί παίζουν στην καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται στη μαγνητική ψύξη, η οποία αποτελεί αντιρρυπαντική μέθοδο ψύξης, καθώς και στη χρησιμοποίηση αυτής παραθέτοντας το σχετικό εντροπικό διάγραμμα διεργασίας μαγνητικής ψύξης

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο αναπτύσσονται με χρονολογική σειρά τα νομοθετικά πλαίσια και η περιβαλλοντική πολιτική επί των ψυκτικών μέσων. Αναλύουμε το πρωτόκολλο του Κιότο, την κύρωση αυτού από την Ελλάδα, τη συνθήκη του Μόντρεαλ, ενώ γίνεται αναφορά και στη Διεθνή Συνδιάσκεψη στην Κοπεγχάγη.

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΩΝ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΟΡΙΣΜΩΝ

P =Πίεση είναι η δύναμη που ασκείται ανά μονάδα επιφάνειας

$P_{atm.}$ =Ατμοσφαιρική πίεση: ατμοσφαιρική ή βαρομετρική πίεση ονομάζουμε την πίεση που ασκείται στην επιφάνεια των σωμάτων από το βάρος του αέρα της ατμόσφαιρας και συμβολίζεται με το $P_{atm.}$

Κενό ονομάζουμε κάθε πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής.

Απόλυτο κενό ονομάζουμε το χώρο από τον οποίο έχει αφαιρεθεί κάθε ίχνος αέρα και επομένως επικρατεί μηδενική πίεση.

Απόλυτη και μονομετρική πίεση είναι η πίεση της οποίας η μέτρηση αρχίζει από το απόλυτο κενό.

W =Έργο είναι το γινόμενο της δύναμης επί την απόσταση κατά την οποία μετατοπίζεται το σημείο εφαρμογής της. W (έργο)= F (δύναμη) \times l (απόσταση)

E = Ενέργεια καλείται η ικανότητα ενός σώματος να παράγει έργο.

P = Ισχύς είναι το παραγόμενο έργο στην μονάδα του χρόνου.

T = Θερμοκρασία ενός σώματος ονομάζεται το φυσικό μέγεθος το οποίο μας δείχνει πόσο ζεστό ή πόσο κρύο είναι το σώμα αυτό σε σχέση με κάποιο άλλο.

T_0 = Απόλυτο μηδέν θερμοκρασίας ονομάζεται η κατώτερη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να φτάσει ένα σώμα.

Απόλυτη θερμοκρασία καλείται η θερμοκρασία της οποίας η μέτρηση αρχίζει από το απόλυτο μηδέν, δηλαδή από τους $- 273^{\circ} C$.

Q = Θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας , η οποία μεταφέρεται πάντα από σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας σε άλλο σώμα μικρότερης θερμοκρασίας

όταν τα δύο σώματα βρίσκονται σε θερμική επαφή ενώ σε καμία περίπτωση δεν ισχύει το αντίστροφο δηλαδή δεν μπορεί να μεταφερθεί θερμότητα σε ένα σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας από σώμα με μικρότερη θερμοκρασία εκτός αν χρησιμοποιηθεί ειδική μηχανή.

Q_f = Ειδική θερμότητα ενός σώματος είναι το ποσό της θερμότητας που πρέπει να προστεθεί στη μονάδα μάζας του σώματος (1 kg) για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 1°C .

Τήξη ενός στερεού σώματος ονομάζεται το φαινόμενο της μεταβολής του σε υγρό με την προσθήκη θερμότητας.

Πήξη ενός υγρού ονομάζεται το φαινόμενο της μεταβολής του σε στερεό με την αφαίρεση θερμότητας.

Ατμοποίηση ή εξαέρωση ενός υγρού καλείται το φαινόμενο της μεταβολής του σε αέριο με την προσθήκη θερμότητας.

Συμπύκνωση ή υγροποίηση ονομάζεται η διαδικασία της μεταβολής ενός αερίου σε υγρό αφαιρώντας από τη μάζα του θερμότητα.

H = Ενθαλπία είναι το σύνολο της αισθητής και της λανθάνουσας θερμότητας που περιέχεται στη μονάδα ενός σώματος.

H_s = Ειδική ενθαλπία είναι το σύνολο της αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας που περιέχεται σε ένα κιλό μάζας ενός υλικού σώματος, συγκεκριμένης θερμοκρασίας και τη μετράμε σε Kcal/kg ή KJ/kg.

S = Εντροπία δεδομένης μάζας ενός υλικού, είναι το συνολικό ποσό θερμότητας που έχει προστεθεί στην υπ' όψη μάζα ανά βαθμό κέλβιν ώστε να φτάσει το υλικό στη θερμοδυναμική κατάσταση στην οποία εξετάζεται.

Κορεσμένος ατμός είναι ο ατμός που έχει θερμοκρασία ίση με τη θερμοκρασία ατμοποίησης, η οποία αντιστοιχεί στην επικρατούσα πίεση.

Κορεσμένο υγρό είναι το υγρό που έχει θερμοκρασία ίση με τη θερμοκρασία κορεσμού, η οποία αντιστοιχεί στην επικρατούσα πίεση.

Υπέρθερμος ατμός είναι ο ατμός, ο οποίος έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία ατμοποίησης που αντιστοιχεί στην επικρατούσα πίεση.

Υπόψυκτο υγρό είναι το υγρό το οποίο έχει θερμοκρασία μικρότερη από τη θερμοκρασία κορεσμού που αντιστοιχεί στην επικρατούσα πίεση (δεν περιέχεται ίχνος αερίου)

Ξηρός κορεσμένος ατμός είναι ο ατμός που έχει πίεση και θερμοκρασία ατμοποίησης και δεν περιέχει ίχνος σταγονιδίων υγρό.

Κ.Ψ.Α- q = Καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα είναι η θερμότητα που πραγματικά αφαιρείται από έναν ψυχόμενο χώρο, για κάθε (kg) ατμοποιημένου ψυκτικού υγρού.

С.Ο.Р.= Συντελεστής συμπεριφοράς ψυκτικής μονάδας ονομάζεται ο λόγος της θερμότητας που απορροφάται από τον εξαμιστή κατά τη φάση της ατμοποίησης προς τη μηχανική ενέργεια που προστίθεται κατά τη φάση της συμπίεσης.

Q_{ψ} = Ψυκτική ισχύς μιας ψυκτικής μονάδας καλείται το ποσό της θερμότητας που αφαιρείται από τον ψυχόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου.

$$Q_{\psi} (KW) = q(Kcal/kg \text{ ή } KJ/kg) * m (kg/h)$$

N= Μηχανική ισχύς ψυκτικής μονάδας είναι το μηχανικό έργο που δαπανάται κατά τη λειτουργία της στη μονάδα του χρόνου.

$$N (KW) = w (Kcal/kg \text{ ή } KJ/kg) * m (kg/h)$$

ODP (OZONE DEPLETION POTENTIAL)= Είναι δείκτης που είναι γνωστός ως δυναμικό καταστροφής όζοντος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Τι είναι το ψυκτικό ρευστό.....1

2. Η ζωή μετά το φρέον.....1

1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΨΥΞΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

1.1 Η ψύξη και η χρήση της.....3

1.2 Η διαδικασία ψύξης.....4

1.2.1 Απλές αρχές4

1.2.2 Μονοβάθμιο σύστημα ψύξης.....5

1.2.3 Διβάθμιο σύστημα ψύξης.....6

1.3 Κύρια μέρη ψυκτικού συγκροτήματος.....7

1.3.1 Συμπιεστές (θετικού εκτοπίσματος).....7

1.3.1.1 Κατηγορίες συμπιεστών.....8

1.3.1.2 Παλινδρομικοί συμπιεστές10

1.3.1.3 Περιστροφικοί συμπιεστές.....10

1.3.1.3. α. Συμπιεστές ελικοειδούς μορφής (Screw type).....11

1.3.1.3. β. Φυγοκεντρικοί συμπιεστές (Turbo compressors).....12

1.3.1.3. γ. Συμπιεστές περιστροφικού ανεμιστήρα.....12

1.3.1.3. δ. Σπειροειδείς συμπιεστές (Scroll).....	12
1.3.2 Απόδοση συμπιεστή και απόδοση συστήματος.....	13
1.3.3 Συμπυκνωτές.....	14
1.3.3.1 Γενικά.....	14
1.3.3.2 Κατάταξη συμπυκνωτών.....	14
1.3.3.3 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές.....	15
1.3.3.4 Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές.....	16
1.3.3.4 α. Είδη υδρόψυκτων συμπυκνωτών.....	16
1.3.3.5 Συμπυκνωτές εξαμιζόμενου τύπου.....	16
1.3.4 Εκτονωτικές βαλβίδες.....	17
1.3.4.1 Γενικά.....	17
1.3.4.2 Είδη εκτονωτικών Βαλβίδων.....	17
1.3.4.3 Τριχοειδής σωλήνας.....	17
1.3.4.4 Αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα.....	18
1.3.4.5 Θερμοεκτονωτική βαλβίδα.....	19
1.3.4.6 Εκτονωτική βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής πλευράς.....	20
1.3.4.7 Εκτονωτική βαλβίδα επίπλευσης υψηλής πλευράς.....	21
1.3.5 Εξαμιστές ή ψυκτικά στοιχεία.....	21
1.3.5.1 Στοιχεία ξηρής εκτόνωσης.....	22
1.3.5.2 Στοιχεία υπερχειλιστικά ή υγρής εκτόνωσης.....	22
1.3.5.3 Στοιχεία με γυμνές σωληνώσεις.....	23
1.3.5.4 Στοιχεία με πτερύγια.....	23
1.3.5.5 Στοιχεία τύπου πλάκας.....	23

1.3.5.6	Στοιχεία φυσικής κυκλοφορίας αέρα.....	24
1.3.5.7	Στοιχεία βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα.....	24
1.3.5.8	Στοιχεία βυθιζόμενου ή εμβαπτισμένου τύπου.....	25
1.3.5.8 α.	Σπειροειδή στοιχεία.....	25
1.3.5.8 β.	Εξατμιστές σωλήνα εντός κελύφους (CHILLERS).....	25
1.3.5.8 γ.	Εξατμιστές τύπου δεξαμενή.....	26
1.4	Αντλίες θερμότητας.....	26
1.4.1	Ορισμός.....	27
1.4.2	Αρχή λειτουργίας	27
1.4.3	Κύκλος για ψύξη χώρου.....	28
1.4.4	Κύκλος για θέρμανση χώρου.....	29.
1.4.5	Βαθμός απόδοσης	30
1.4.6	Εφαρμογές αντλιών θερμότητας.....	31
2.	ΕΙΔΗ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ – ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ- ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ- ΧΡΗΣΕΙΣ	
2. 1.	Ψυκτικά μέσα.....	33
2.1.1	Γενικά ιδιότητες ψυκτικών ρευστών.....	34
2.1.2	Ιδιότητες ψυκτικών ρευστών σε εγκαταστάσεις ψύξη	35
2.1.3	Είδη ψυκτικών ρευστών.....	36
2.1.3.1	Οι υδρογονάνθρακες σε συσκευές ψύξης και κλιματισμού.....	38
2.1.3.2	Οι σπουδαιότεροι χλωροφθοράνθρακες.....	39
2.1.3.3	Ψυκτικό μέσο R- 134 a.....	41

2.1.3.4 Ψυκτικό μέσο R -410 A.....	42
2.1.3.5 Ψυκτικό μέσο R -407 C.....	43
2.1.3.6 Ψυκτικό μέσο R -404 A.....	43
2.1.3.7 Η αμμωνία σε συσκευές ψύξης και κλιματισμού.....	44
2.1.3.8 Το διοξείδιο του άνθρακα σε συσκευές ψύξης και κλιματισμού.....	44
2.1.3.9 Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι υδρογονάνθρακες.....	44
2. 1.4 Χρήση HFCs σε άλλες εφαρμογες	48

3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ

3.1 Συντελεστής συμπεριφοράς.....	51
3.2 Πρωτογενείς παράμετροι.....	52
3.2 α. Ψυκτικά φορτία.....	52
3.2 β. Θερμοκρασία εξάτμισης.....	52
3.2 γ. Θερμοκρασία συμπίκνωσης.....	53
3.2 δ. Απόδοση του συμπιεστή.....	54
3.2 ε. Ισχύς βοηθητικού εξοπλισμού.....	54

4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

4.1. Επίδραση ανθρωπογενούς δραστηριότητας.....	55
4.1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	56
4.1.2 Μηχανισμός του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	57
4.1.3 Οι συνέπειες του θερμοκηπίου.....	59
4.1.4 Οι πρώτες ενδείξεις.....	60
4.1.5 Η τρύπα του Όζοντος.....	61

4.1.5.1 Η ιστορία του Όζοντος.....	63
4.1.5.2 Παραγωγή Όζοντος.....	64
4.2. Το χλώριο στην ατμόσφαιρα.....	72
4.2.1 Επίδραση των CFCs.....	72
5. ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΨΥΞΗΣ	
Μαγνητική ψύξη.....	74
6. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ & ΔΙΕΘΝΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΕΠΙ ΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ	
6.1. Συνθήκη του Μόντρεαλ.....	82
i) Φιλικά προς το περιβάλλον ψυκτικά μέσα.....	85
ii) Φυσικά ψυκτικά και εναλλακτικές τεχνικές ψύξης.....	85
6.2 Το πρωτόκολλο του Κιότο.....	86
6.3 Η συνδιάσκεψη στην Κοπεγχάγη.....	90
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	93
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	95

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ

Όλες οι ψυκτικές διατάξεις έχουν ως σκοπό την αφαίρεση θερμότητας από την μάζα ενός σώματος, ώστε να μειωθεί η θερμοκρασία του σε επιθυμητά επίπεδα. Ο υλικός φορέας των ψυκτικών διατάξεων, που παραλαμβάνει ποσά θερμότητας από θέσεις με χαμηλότερη θερμοκρασία, όπου είναι ανεπιθύμητα, και τα μεταφέρει σε θέσεις με υψηλότερη θερμοκρασία, όπου και τα απορρίπτει, καλείται ψυκτικό ρευστό.

2. Η ΖΩΗ ΜΕΤΑ ΤΟ ΦΡΕΟΝ

Δύο δεκαετίες πριν, η επιλογή του ψυκτικού μέσου για τις ανάγκες ψύξης-κλιματισμού ήταν απλή υπόθεση. Ουσίες αδρανείς, μη τοξικές και μη εύφλεκτες, όπως ήταν π.χ. οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs, γνωστοί και με την εμπορική ονομασία “φρέον”) κυριαρχούσαν στην αγορά. Η μακαριότητα αυτή ταραχτήκε όταν αποκαλύφθηκε ότι οι ουσίες αυτές καταστρέφουν το προστατευτικό στρώμα του όζοντος. Η βιομηχανία αντέδρασε προσπαθώντας να υποκαταστήσει τα CFCs με άλλες ουσίες, οι οποίες, είτε έβλαπταν λιγότερο το όζον (υδροχλωροφθοράνθρακες – HCFCs), είτε ήταν ασφαλείς για τη στιβάδα του όζοντος (υδροφθοράνθρακες - HFCs). Αν και η κίνηση αυτή έγινε για περιβαλλοντικούς λόγους, η βιομηχανία ψυκτικών εισήλθε σε ένα νέο φαύλο κύκλο, αφού οι νέες ψυκτικές ουσίες (όπως άλλωστε και οι παλαιότερες) συμβάλλουν –και μάλιστα σημαντικά- στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και στην αλλαγή του κλίματος του πλανήτη. Γι’ αυτό το λόγο, όλες οι προαναφερθείσες ουσίες τελούν υπό απαγόρευση, περιορισμούς ή ελέγχους από διεθνείς συμβάσεις και συγκεκριμένα από το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ για την προστασία της στιβάδας του όζοντος και το Πρωτόκολλο του Κιότο για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών.

Επιπλέον, νομοθετικές ρυθμίσεις σε περιφερειακό ή/και εθνικό επίπεδο βάζουν πλέον φραγμούς στην περαιτέρω ανάπτυξη αυτών των επιβλαβών για το περιβάλλον ουσιών. Υπάρχουν βέβαια και καλά νέα. Την ώρα που η πλειοψηφία της βιομηχανίας ψυκτικών αναζητούσε λύσεις μέσα στο στενό ορίζοντα των προϊόντων που ελέγχει (σχεδόν μονοπωλιακά θα λέγαμε), άλλες ουσίες και εφαρμογές, πραγματικά φιλικές προς το περιβάλλον, εισέβαλαν στην αγορά. Πρόκειται για τα λεγόμενα “φυσικά ψυκτικά” (όπως π.χ. οι υδρογονάνθρακες, οι οποίοι κάνουν μια θριαμβευτική επανεμφάνιση μετά την απόρριψή τους από την αγορά στις αρχές του 20ου αιώνα, η αμμωνία, το νερό, κλπ). Έτσι σήμερα, παρέχονται πλέον ασφαλή και επαρκή υποκατάστατα για όλες τις χρήσεις (ψύξη, κλιματισμό, αντλίες θερμότητας, διογκωτικά υλικά, προωθητικά αέρια, κλπ) όπου κυριάρχησαν επί δεκαετίες τα CFCs και στη συνέχεια τα HCFCs και τα HFCs.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όπως ενεργειακή κατανάλωση, βιομηχανία, μεταφορές, γεωργία, τουρισμός επιβαρύνουν το περιβάλλον. Η προστασία του απαιτεί κατάλληλο πολιτικό σχεδιασμό, ορθολογική διαχείριση ενέργειας και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.

Είναι σε όλους γνωστή η καταστροφή του **στρατοσφαιρικού όζοντος** και η εντατικοποίηση **του φαινομένου του θερμοκηπίου** που οδηγούν στην κλιματική αλλαγή.

1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΨΥΞΗΣ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Τα συστήματα ψύξης εγκαθίστανται για να παράγουν ή να διατηρούν τη θερμοκρασία ενός χώρου ή υλικού σε σταθερή χαμηλή θερμοκρασία. Με λίγα λόγια, δημιουργούμε ψύξη με την αφαίρεση θερμότητας από το ψυχόμενο χώρο. Η επιλογή όμως των ψυκτικών συστημάτων τις περισσότερες φορές γίνεται με μόνο κριτήριο την απαιτούμενη ψυκτική ικανότητα, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η απόδοση και το κόστος ψύξης. Έρευνες έχουν δείξει ότι ένα ποσοστό 25% μπορεί να εξοικονομηθεί πάρα πολύ εύκολα. Η αποδοτική λειτουργία ενός ψυκτικού συστήματος είναι αναμφίβολα συνδυασμένη με το σκοπό της αγοράς του, το σχεδιασμό του, την εγκατάσταση και τη χρήση του. Για να γίνει αντιληπτό τι σημαίνει αποδοτική λειτουργία θα πρέπει να κατανοήσουμε την βασική λειτουργία του ψυκτικού συστήματος τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του. Όπως, επιπλέον θα πρέπει να κατανοήσουμε τα διάφορα τμήματα του ψυκτικού συστήματος και τους συγκεκριμένους τύπους αυτών των τμημάτων. Παρακάτω εξηγούνται οι επιμέρους παράμετροι λειτουργίας και η συνολική λειτουργία του συστήματος ψύξης.

1.1 Η ΨΥΞΗ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ

Η ψύξη σήμερα κυρίως χρησιμοποιείται για την διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών σύμφωνα με τις απαιτήσεις βιομηχανικών διαδικασιών ή για την διατήρηση θερμοκρασιών άνεσης στους χώρους κατοικίας και εργασίας.

Η χρήση της κρίνεται επίσης αναγκαία για την συντήρηση τροφίμων - ποτών για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ελαχιστοποιώντας συγχρόνως την υποβάθμιση της ποιότητάς τους.

Πριν προχωρήσει κανείς στην αγορά και λειτουργία ενός ψυκτικού μηχανήματος πρέπει να αναρωτηθεί **αν χρειάζεται ψύξη**. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να διατηρηθεί ή να παραχθεί ψύξη χρησιμοποιώντας την από φυσικούς πόρους παρεχόμενη ψύξη ή δροσισμό, όπως για παράδειγμα η χρήση:

- Των πύργων ψύξης που μπορούν να ψύχουν το νερό στους 30°C (T) και ακόμη χαμηλότερα και τις πιο ζεστές μέρες του καλοκαιριού.
- Του αερισμού με προϋποθέσεις ή η χρήση του νυχτερινού αερισμού κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών.
- Του νερού από πηγάδια μικρού βάθους γεωτρήσεων ή πηγών που συνήθως είναι στους 10°C (T) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Της μόνωσης που πλέον θεωρείται αναγκαία διότι λειτουργεί το ίδιο καλά στο να διατηρεί τη ζητούμενη θερμοκρασία εντός όσο και εκτός του χώρου που μας ενδιαφέρει.
- Εξωτερικών σκιάστρων (πατζούρια, ρολά) για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας συνήθως τους καλοκαιρινούς μήνες, κλπ.

1.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΨΥΞΗΣ

Υπάρχουν πολλές διατάξεις παραγωγής ψύξης, όμως μία έχει σχεδόν επικρατήσει, αυτή με μηχανική συμπίεση. Στη χώρα μας η ψύξη γίνεται ως επί το πλείστον με μηχανική συμπίεση ατμού και εφαρμόζεται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις ισχύος 40W έως 17,5MW ανά μονάδα. Βεβαίως για να λειτουργήσουν απαιτείται μηχανική ενέργεια ώστε να τεθεί σε κίνηση ο συμπιεστής. Υπάρχουν βεβαίως και άλλες ψυκτικές διατάξεις, συμπεριλαμβανομένου και του κύκλου ψύξης με απορρόφηση, στις οποίες δεν υπάρχει συμπιεστής αλλά μία πηγή θερμότητας (συνήθως υγραέριο). Οι διατάξεις αυτές δεν έχουν επικρατήσει λόγω υψηλού λειτουργικού κόστους σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

1.2.1 Απλές αρχές

Οι διατάξεις συμπίεσης ατμού και συγκεκριμένα οι αντλίες θερμότητας και οι υπόλοιπες ψυκτικές εγκαταστάσεις λειτουργούν με βάση την αρχή ότι τα καθαρά υγρά εξατμίζονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες και σε διαφορετικές πιέσεις – οι υψηλές πιέσεις δίνουν υψηλά σημεία βρασμού - και κατά τον βρασμό απορροφούν λανθάνουσα θερμότητα από το περιβάλλον τους.

Αντίστροφα, κατά την μετατροπή ατμού σε υγρό (συμπύκνωση) εκλύεται θερμότητα. Εάν η εξάτμιση μπορεί να λάβει χώρα σε μια δεδομένη πίεση και η συμπύκνωση σε άλλη τότε η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί από ένα επίπεδο σε άλλο. Στην ψύξη θέλουμε να μεταφέρουμε θερμότητα από κάποια χαμηλή (ψυχρή) θερμοκρασία σε μία υψηλότερη. Ο ατμός που παράγεται από το υγρό που βράζει σε χαμηλή πίεση πρέπει να συμπιεστεί σε υψηλότερη πίεση έτσι ώστε να μπορεί να συμπυκνωθεί σε υψηλότερη θερμοκρασία. Αυτή η συμπίεση ατμού απαιτεί μηχανική ενέργεια και όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των θερμοκρασιών υγροποίησης και εξάτμισης τόσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς που απαιτείται από τον συμπιεστή για την ίδια ποσότητα ψύξης.

1.2.2 Μονοβάθμιο σύστημα ψύξης

Η ενέργεια απορροφάται από το ψυκτικό μέσο στον εναλλάκτη θερμότητας γνωστό ως *εξατμιστής*. Αυτή η ενέργεια προέρχεται από το προς ψύξη υλικό που είναι -νερό, αέρας, αλατόνερο ή οτιδήποτε άλλο. Ο *συμπιεστής* ο οποίος κινείται συνήθως από έναν ηλεκτρικό κινητήρα αυξάνει την πίεση και συνεπώς την θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου. Ο συμπιεσμένος ατμός τότε ψύχεται κι υγροποιείται μέσα στον εναλλάκτη θερμότητας τον αποκαλούμενο *συμπυκνωτή* και αποβάλλει την λανθάνουσα θερμότητα του, συνήθως στον περιβάλλοντα αέρα ή το νερό. Το υγροποιημένο ψυκτικό μέσο τότε περνά από την υψηλή πίεση μέσω *εκτονωτικής βαλβίδας* (στραγγαλιστικού μηχανισμού) σε χαμηλή πίεση και πάλι πίσω στον εξατμιστή. Ο κύκλος τώρα μόλις συμπληρώνεται. Το ψυκτικό μέσο μπαίνει στον συμπιεστή με χαμηλή πίεση και σε μία θερμοκρασία μερικών βαθμών υψηλότερη από το σημείο βρασμού στην ίδια πίεση. Αυτή η διαφορά θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντική για την λειτουργική απόδοση των συστημάτων. Μέσα στον συμπιεστή το ψυκτικό αέριο αυξάνει τόσο τη θερμοκρασία όσο και τη πίεση του. Για τον ίδιο βαθμό συμπίεσης ένας λιγότερο αποδοτικός συμπιεστής θα χρησιμοποιήσει περισσότερη ισχύ και θα παρέχει θερμότερο αέριο. Το αέριο από τον συμπιεστή πηγαίνει στον συμπυκνωτή. Το αέριο πρώτα κρυώνει από

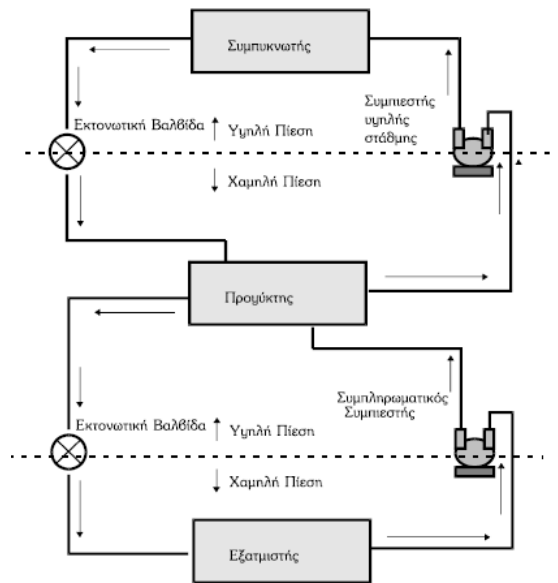
την θερμοκρασία κατάθλιψης του συμπιεστή στην θερμοκρασία κορεσμού συμπύκνωσης αποδίδοντας την *αισθητή θερμότητα*.

Το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας που μεταφέρεται (λανθάνουσα θερμότητα) στον συμπυκνωτή εμφανίζεται όταν το ψυκτικό μέσο μετατρέπεται από αέριο σε υγρό. Το υγρό μπορεί στη συνέχεια να "υποψυχθεί" σε μία θερμοκρασία κάτω από την θερμοκρασία συμπύκνωσης. Συνήθως η υπόψυξη μέσα στον συμπυκνωτή είναι μόνο μερικούς βαθμούς. Ο συμπυκνωτής είναι κάτι ανάλογο προς ένα εναλλάκτη ατμού μέσα στον οποίο ο καυτός ατμός υγροποιείται αποβάλλοντας την λανθάνουσα του θερμότητα. Έτσι, λοιπόν εάν παρομοιάσουμε το συμπυκνωτή με εναλλάκτη ατμού τότε η εκτονωτική βαλβίδα είναι η ατμοπαγίδα. Όταν το υγρό ψυκτικό μέσο περνά από την ψηλή στη χαμηλή πίεση μέρος από το υγρό σχηματίζει ένα μίγμα από υγρό και ατμό χαμηλής θερμοκρασίας. Συνεχίζοντας το μηχανικό ανάλογο με το κύκλωμα ατμού ο εξατμιστής είναι ο λέβητας όπου το υγρό ψυκτικό μέσο εξατμίζεται σε σταθερή θερμοκρασία. Ο ψυκτικός ατμός επιστρέφει τότε στον αναρροφητικό συμπιεστή και έτσι ολοκληρώνεται το κύκλωμα.

1.2.3 Διβάθμιο σύστημα ψύξης

Το πλέον διαδεδομένο σύστημα ψύξης στη βιομηχανία είναι αυτό του μονοβάθμιου κύκλου και λειτουργεί, όπως περιγράφεται πιο πάνω. Όμως, για μεγάλες εφαρμογές και θερμοκρασίες κάτω από -20°C χρησιμοποιούνται τα συστήματα ψύξης δύο και τριών φάσεων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται καλύτερη απόδοση. Βέβαια υπάρχουν και άλλες διατάξεις (π.χ. κύκλος απορρόφησης, θερμοσυφωνικά συστήματα, και άλλα) οι οποίες είναι εφαρμόσιμες κατά περίπτωση.

Η σχηματική διάταξη διβάθμιου κύκλου εμφανίζεται στο Σχήμα 1:



Σχήμα 1. Σχηματική διάταξη διβάθμιου ψυκτικού κυκλώματος

1.3 ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

1.3.1. Συμπιεστές (Θετικού Εκτοπίσματος)

Το σπουδαιότερο τμήμα του ψυκτικού συγκροτήματος με την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση είναι ο συμπιεστής. Οι συμπιεστές είναι μηχανικές διατάξεις που αντλούν τον ψυκτικό ατμό από τον εξατμιστή, αυξάνοντας την πίεση του και κινούν το ψυκτικό μέσο στο κύκλωμα. Η αύξηση της πίεσης επιτυγχάνεται με τη μείωση του όγκου του χώρου συμπίεσης με κάποιο μηχανικό τρόπο.

1.3.1.1 Κατηγορίες Συμπιεστών

Ανάλογα με το είδος του μηχανισμού που εφαρμόζεται χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Σε παλινδρομικούς ή εμβολοφόρους
2. Σε περιστροφικούς

Μια άλλη κατάταξη των συμπιεστών γίνεται ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής του ζεύγους ηλεκτροκινητήρα και συμπιεστή. Χωρίζονται:

α) σε ανοικτού τύπου

β) σε ημιερμητικούς και

γ) σε ερμητικούς

1. *Ανοικτού τύπου* είναι αυτοί που ο κινητήρας (ηλεκτρικός ή άλλος) είναι ξεχωριστός από τον συμπιεστή. Η κίνηση μεταδίδεται μέσω καταλλήλου συνδέσμου (π.χ. τροχαλίες, μεταλλικό κόμπλερ κλπ.).

2. *Ημιερμητικού τύπου* συμπιεστές είναι αυτοί που ο ρότορας του ηλεκτροκινητήρα και ο άξονας ή στρόφαλος του συμπιεστή είναι κοινός. Το αέριο ψυκτικό μέσο διέρχεται μέσα από το σώμα του ηλεκτροκινητήρα. (Εικόνα 1).

3. *Ερμητικού τύπου* συμπιεστές είναι αυτοί που κινητήρας και συμπιεστής είναι μέσα σε κοινό κλειστό περίβλημα.



Εικόνα 1 . Ημιερμητικού τύπου Συμπιεστής



Εικόνα 2 . Ερμητικού τύπου Συμπιεστής

Μπορούμε επίσης να διακρίνουμε τους συμπιεστές ανάλογα με τη στιβαρότητα κατασκευής, τη χρήση για την οποία προορίζονται και το κόστος κατασκευής σε:

1. *Ελαφρού τύπου*: μικροί, ερμητικού τύπου
2. *Εμπορικού τύπου ή μέσου*: ημιερμητικοί μέσης απόδοσης, κατάλληλοι για ψυγεία καταστημάτων επίσης ανοικτού τύπου χωρίς αντικαθιστόμενα χιτώνια.
3. *Βιομηχανικού τύπου*: μέσης και μεγάλης απόδοσης, με αντικαθιστόμενα χιτώνια, με μεγάλη αντοχή σε μακροχρόνια και συνεχή χρήση.

1.3.1.2 Παλινδρομικοί Συμπιεστές

Είναι ο πλέον κοινός τύπος συμπιεστή. Συνίσταται από 1 έως 16 κυλίνδρους. Ένας μικρός παλινδρομικός συμπιεστής απορροφά λιγότερο από 10kW, ένας μεσαίου μεγέθους 10-50kW και τέλος ένας μεγάλου μεγέθους με πολλαπλούς κυλίνδρους από 50kW και πάνω. Οι πιο σύγχρονοι είναι οι παλινδρομικοί και είναι σχετικά πολύστροφοι <1800 rpm. Η ταχύτητα περιστροφής έχει περιορισμένο εύρος γιατί με την αύξηση της πάνω από κάποια τιμή μειώνεται η ροή του ψυκτικού μέσου (ατμοποιημένου) μέσω των βαλβίδων (επιτρεπόμενα όρια 60m/s στο R-717, 46m/s στο R12 και R22).

Οι πιο συνηθισμένοι παλινδρομικοί συμπιεστές, διακρίνονται ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας τους σε:

1. Μονοβάθμιους (Single): μπορούν να πετύχουν θερμοκρασίες αναρρόφησης έως - 45.5°C (T), με θερμοκρασία συμπύκνωσης 35°C (T) και χρήση ψυκτικού μέσου R-502.
2. Χαμηλής βαθμίδας (Booster): λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες κυρίως με ψυκτικό μέσο R22 και R-717 (-65°C με R22 και -54°C με R717).
3. Διβάθμιους συμπιεστές: πετυχαίνουν θερμοκρασίες χαμηλές έως -62°C με χρήση R22. Ο διβάθμιος συμπιεστής πετυχαίνει την χαμηλή και υψηλή βαθμίδα ενός διβάθμιου κύκλου μέσα σε ένα κέλυφος και με τον ίδιο κινητήρα. Ορισμένοι κύλινδροι χρησιμοποιούνται για τη χαμηλή βαθμίδα, οι δε υπόλοιποι για την υψηλή.

1.3.1.3 Περιστροφικοί Συμπιεστές

Τους συμπιεστές όπου ο μηχανισμός συμπίεσης του αερίου ακολουθεί περιστροφική ή κυκλική μορφής κίνηση τους χαρακτηρίζουμε σαν περιστροφικούς συμπιεστές.

Διακρίνουμε τα εξής είδη:

Μικρής δυναμικότητας περιστροφικοί συμπιεστές : Είναι μικρού μεγέθους συμπιεστές και χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό. Έχουν σχετικά μικρή

στάθμη θορύβου και ελάχιστους κραδασμούς. Ταχύτητα περιστροφής 2950 έως 3450 rpm.

Κατασκευάζονται σε δύο τύπους:

Μεγάλης δυναμικότητας περιστροφικοί συμπιεστές : Χρησιμοποιούνται κυρίως σε χαμηλή βαθμίδα (Booster) ψυκτικού κυκλώματος για θερμοκρασίες - 87°C (T) έως -20°C (T) με μεγάλες παροχές ψυκτικού μέσου έως 6000m³/h και ιπποδυνάμεις έως 600 HP.

1.3.1.3. α. Συμπιεστές Ελικοειδούς Μορφής (Screw Type)

Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

α. Με μονή έλικα:

Εφαρμόστηκαν μετά το 1960 στον κλιματισμό και τη βιομηχανική ψύξη. Αποτελούνται από ένα κοχλία (ρότορα) και ένα ζευγάρι τροχών αστεροειδούς μορφής. Ο κεντρικός κοχλίας έχει έξι (6) ελικοειδείς προεξοχές και οι δύο τροχοί από έντεκα (11) δόντια, που βρίσκονται σε δύο αντίθετες πλευρές από τον κεντρικό κοχλία. Κατά την συνεχή περιστροφή του κοχλία και των αστεροειδών τροχών διακρίνουμε τρεις φάσεις: Αναρρόφηση, Συμπίεση, Κατάθλιψη.

β. Με δίδυμη έλικα (Screw Type):

Οι συμπιεστές με δίδυμη έλικα αναπτύχθηκαν μετά το 1930. Στη βιομηχανία ψύχους εφαρμόστηκαν μετά την ανάπτυξη της μεθόδου εκτόξευσης λιπαντικού, το 1950. Αποτελείται από δύο κοχλίες ελικοειδούς μορφής, που περιστρέφει ο ένας τον άλλο και το κέλυφός τους. Συνήθως οι δύο κοχλίες έχουν ίδια διάμετρο. Η συμπίεση γίνεται σε τέσσερις φάσεις: Αναρρόφηση-Μεταφορά -Συμπίεση-Κατάθλιψη. Οι ιπποδυνάμεις των κινητήρων των κοχλιωτών συμπιεστών κυμαίνονται μεταξύ 20 και 1500 HP. Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποδοτική και αξιόπιστη λειτουργία των κοχλιωτών συμπιεστών είναι η σωστή και αδιάκοπη λειτουργία του κυκλώματος κυκλοφορίας, εκτόξευσης, ανάκτησης και ψύξης του λιπαντικού. Στους δίδυμους κοχλιωτούς συμπιεστές υπάρχει μηχανισμός για συνεχή μεταβολή

του φορτίου συνήθως από 10% έως 100%. Το μηχανισμό μεταβολής του φορτίου κινεί ένα έμβολο που μετακινείται με τη βοήθεια της πίεσης του λιπαντικού.

1.3.1.3.β. Φυγοκεντρικοί συμπιεστές (Turbocompressors)

Έχουν εφαρμογή στην βιομηχανική ψύξη και τον κλιματισμό κυρίως όπου απαιτούνται μεγάλες παροχές ψυκτικού μέσου έως και 50000 m³/h. Οι ταχύτητες περιστροφής κυμαίνονται από 1800 έως 90000 rpm και οι θερμοκρασία αναρρόφησης τους από - 100°C (T) έως +10°C (T). Ο λόγος συμπίεσης κυμαίνεται μεταξύ 2 και 30. Εργάζονται με όλα τα ψυκτικά μέσα.

1.3.1.3.γ. Συμπιεστές περιστροφικού ανεμιστήρα (Rotary Vane)

Ο συμπιεστής αυτού του τύπου αποτελείται από έναν άξονα που φέρει ακτινικά πτερύγια ο οποίος περιστρέφεται μέσα στο κέλυφος του ρότορα. Καθώς περιστρέφεται ο άξονας, ο όγκος του παγιδευμένου αερίου μειώνεται το αέριο συμπιέζεται και τελικά εκτονώνεται από την θυρίδα εξόδου. Το εύρος μεγέθους των συγκεκριμένων συμπιεστών κυμαίνεται από 1kW - 400kW.

1.3.1.3.δ. Σπειροειδείς συμπιεστές (Scroll)

Και οι σπειροειδείς συμπιεστές είναι περιστροφικού τύπου με θετικό εκτόπισμα. Χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε μικρές συσκευές κλιματιστικών αντλιών θερμότητας (5 - 35kW) και συστήματα κλιματιστικών αυτοκινήτων.

Το σπειροειδές είναι ανοικτό σπείρωμα υποστηριζόμενο σε μια επίπεδη πλάκα. Η σπειροειδής διάταξη αποτελείται από δύο σπειροειδή: Το ένα είναι σταθερό και το άλλο, είναι τοποθετημένο σε σχέση με το σταθερό κατά γωνία 180°, κινούμενο γύρω από το σταθερό σημείο του σταθερού (παράλληλη μετατόπιση).

Καθώς το κινούμενο μετατοπίζεται παράλληλα, το αέριο εισέρχεται στο μεταξύ διάστημα των σπειροειδών και συγκεκριμένα στα άκρα της διάταξης. Καθώς το αέριο κινείται εσωτερικά, ο όγκος του κενού μειώνεται και το αέριο συμπιέζεται. Τέλος η θυρίδα εκτόνωσης ανοίγει και το αέριο εκτονώνεται. Ο σπειροειδής συμπιεστής έχει σταθερή σχέση συμπίεσης. Η σχέση συμπίεσης ρυθμίζεται από τον αριθμό των τυλιγμάτων του ανοικτού σπειρώματος και την θέση των θυρίδων αναρρόφησης και εκτόνωσης. Οι σπειροειδείς συμπιεστές είναι κατά 10% πιο αποδοτικοί από όλους του περιστροφικούς που χρησιμοποιούνται σήμερα στις κλιματιστικές μονάδες.

1.3.2 Απόδοση Συμπιεστή και Απόδοση Συστήματος

Είναι πολύ βασικό να αποδίδεται σωστά η διαφορά μεταξύ της απόδοσης του συμπιεστή και εκείνης του συστήματος ψύξης. Η παράμετρος της απόδοσης συγχέεται συχνά για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητο να δωθεί ξεκάθαρα η σχέση τους. Η απόδοση συμπιεστή συχνά παρουσιάζεται από τους κατασκευαστές είτε υπό μορφή διαγράμματος (Διάγραμμα 3) είτε από πίνακες απόδοσης και ισχύος για την περιοχή θερμοκρασιών συμπύκνωσης και εξάτμισης.

Όταν λοιπόν μιλάμε για απόδοση του ψυκτικού συστήματος εννοούμε την ένδειξη της ενεργειακής απόδοσης ολόκληρου του ψυκτικού κύκλου. Συνήθως την εκφράζουμε με τον συντελεστή συμπεριφοράς (COP).

Ο συντελεστή συμπεριφοράς (COP) ενός ψυκτικού συγκροτήματος επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες :

- Το ψυκτικό μέσο
- Τη διάταξη του κύκλου
- Τις θερμοκρασίες συμπύκνωσης και εξάτμισης
- Την απόδοση του συμπιεστή
- Τη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον βοηθητικό εξοπλισμό.

Κάθε ένας από τους παραπάνω παράγοντες έχει μια συγκεκριμένη επίδραση στο COP και οπωσδήποτε στην συνολική ενεργειακή απόδοση. Για παράδειγμα, μείωση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης κατά 1ο C μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή κατανάλωση του συμπιεστή κατά 3%.

Η ουσιαστική παρατήρηση που γίνεται άμεσα αντιληπτή είναι ότι η απόδοση του συμπιεστή είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση του συμπιεστή και κατ' επέκταση το συντελεστή συμπεριφοράς του συστήματος ψύξης.

1.3.3 Συμπυκνωτές

1.3.3.1 Γενικά

Ο συμπυκνωτής είναι ένα από τα βασικότερα εξαρτήματα οποιασδήποτε ψυκτικής εγκατάστασης, όπου εισερχόμενο το υπέρθερμο ψυκτικό αέριο υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης εντός του αποβάλλει θερμότητα προς το μέσο συμπύκνωσης (νερό, αέρας ή και τα δύο) και συμπυκνώνεται.

Μπορούμε να πούμε ότι ο συμπυκνωτής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, όπου εναλλάσσεται θερμότητα, μεταξύ ψυκτικού αερίου και μέσου συμπύκνωσης.

Η επιφάνεια του συμπυκνωτή θα πρέπει να είναι κατά 25% μεγαλύτερη από την επιφάνεια του εξατμιστή για να μπορέσει να αποβληθεί όλη η απορροφηθείσα θερμότητα από το ψυκτικό ρευστό κατά τον κύκλο ψύξης. Διότι το ψυκτικό ρευστό κατά το κύκλο ψύξης απορροφά θερμότητα:

1. Εντός του εξατμιστή (όταν εξατμίζεται)
2. Εντός του συμπιεστή (όταν συμπιέζεται)
3. Εντός της γραμμής αναρρόφησης (όταν το μήκος της είναι κάπως μεγάλο και δεν είναι επαρκώς μονωμένη).

1.3.3.2 Κατάταξη Συμπυκνωτών

Οι συμπυκνωτές διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ως προς το χρησιμοποιούμενο μέσο συμπύκνωσης του ψυκτικού αερίου.

Στους Αερόψυκτους

Στους Υδρόψυκτους

Στους Ατμοποίησης ή Εξατμιζόμενου Τύπου

1.3.3.3 Αερόψυκτοι Συμπυκνωτές

Αερόψυκτοι λέγονται οι συμπυκνωτές εκείνοι οι οποίοι χρησιμοποιούν σαν μέσο συμπύκνωσης τον ατμοσφαιρικό αέρα του περιβάλλοντος.

Η κυκλοφορία του αέρα ψύξης στους αερόψυκτους συμπυκνωτές γίνεται κατά δύο τρόπους:

α) Με *φυσική κυκλοφορία* όπου ο αέρας ψύξης κυκλοφορεί ελεύθερα λόγω της βαρύτητας τους

β) Με *βεβιασμένη κυκλοφορία* όπου ο αέρας κυκλοφορεί μέσω ανεμιστήρα. Ο αριθμός των σειρών των σωλήνων ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή μπορεί να είναι από μία (1) έως (8).

Στις πρώτες σειρές των σωλήνων ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή ο αέρας απορροφά μεγαλύτερο ποσό θερμότητας από το ψυκτικό αέριο σε σύγκριση με τις τελευταίες σωληνώσεις όπου απορροφά λιγότερο ποσό θερμότητας επειδή η θερμοκρασία του έχει ήδη ανυψωθεί κατά τη διαδρομή του.

1.3.3.4 Υδρόψυκτοι Συμπυκνωτές

Υδρόψυκτοι καλούνται οι συμπυκνωτές οι οποίοι χρησιμοποιούν σα μέσο συμπύκνωσης του ψυκτικού αερίου, το νερό. Ειδικές εφαρμογές με αυξημένα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας είναι η χρήση του νερού από γεωθερμικά πηγάδια, λίμνες, ποτάμια, θάλασσα όπου η θερμοκρασία του νερού είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου το αποτέλεσμα είναι η σημαντική αύξηση του COP.

Το χρησιμοποιούμενο νερό για τη συμπύκνωση του θερμού αερίου μέσα στο συμπυκνωτή μπορεί να χρησιμοποιείται είτε μια μόνο φορά και στη συνέχεια να πηγαίνει προς την αποχέτευση είτε να χρησιμοποιείται και πάλι αφού προηγουμένως ψυχθεί στον πύργο ψύξης.

Η λειτουργία του υδρόψυκτου συμπυκνωτή είναι όμοια με εκείνη του αερόψυκτου, δηλαδή στις πρώτες σωληνώσεις αποβάλλεται η θερμότητα

υπερθέρμανσης, στη συνέχεια αρχίζει η συμπύκνωση και τέλος το ψυκτικό υγρό γίνεται υπόψυκτο στις τελευταίες σωληνώσεις του.

1.3.3.4.α. Είδη Υδρόψυκτων Συμπυκνωτών

Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές από πλευράς κατασκευής διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες

1. Συμπυκνωτές με διπλές σωληνώσεις Double Tube (ο ένας σωλήνας εντός του άλλου σωλήνα)
2. Συμπυκνωτές με κέλυφος και στοιχείο Shell & Coil (σπειροειδής σωλήνας εντός κελύφους)
3. Συμπυκνωτές με κέλυφος και σωληνώσεις Shell & Tube (επιμήκειες σωλήνες εντός κελύφους)

1.3.3.5 Συμπυκνωτές Εξατμιζόμενου Τύπου

Οι συμπυκνωτές αυτού του τύπου χρησιμοποιούν ως μέσο συμπύκνωσης το νερό και τον αέρα ταυτόχρονα. Το μεν νερό αντλείται με την βοήθεια κυκλοφορητή από την δεξαμενή όπου βρίσκεται στο κατώτατο μέρος του συμπυκνωτή και τροφοδοτείται από το δίκτυο παροχής (πόλεως ή άλλης πηγής). Η θερμότητα η οποία αποβάλλεται από το ψυκτικό αέριο προς το μέσο συμπύκνωσης (νερό και αέρας) είναι *αισθητή και λανθάνουσα*.

Όμως, για να προκληθεί η εξάτμιση του νερού, θα πρέπει ο εισερχόμενος αέρας να έχει χαμηλή θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, δηλαδή να είναι όσο το δυνατό ξερός, διότι ο αέρας διερχόμενος δια μέσου των σωληνώσεων του συμπυκνωτή θερμαίνεται, και υγραίνεται με συνέπεια να μην υπάρχουν πλέον άλλα περιθώρια.

1.3.4 Εκτονωτικές Βαλβίδες

1.3.4.1 Γενικά

Η εκτονωτική βαλβίδα είναι εκείνο το βασικό εξάρτημα κάθε ψυκτικής εγκατάστασης που με την συνεργασία του συμβάλλει :

1. Στον έλεγχο της ακριβούς ποσότητας του διερχόμενου ψυκτικού ώστε ο εξατμιστής να μη παρουσιάζει έλλειψη ή υπερχειλίση ψυκτικού. Το αποτέλεσμα είναι η μονάδα να εργάζεται με τη μέγιστη της απόδοση και χωρίς να υπερφορτίζεται.
2. Προκαλώντας την εκτόνωση του υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού, μειώνοντας την πίεση και την θερμοκρασία του σε επίπεδα λειτουργίας του εξατμιστή.

1.3.4.2 Είδη Εκτονωτικών Βαλβίδων

Τα είδη των χρησιμοποιούμενων εκτονωτικών βαλβίδων είναι 5:

1. Ο τριχοειδής σωλήνας
2. Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα ή βαλβίδα σταθερής πίεσης
3. Η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα ή θερμοεκτονωτική βαλβίδα ή βαλβίδα σταθερής υπερθέρμανσης
4. Η βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής πλευράς
5. Η βαλβίδα επίπλευσης υψηλής πλευράς

1.3.4.3 Τριχοειδής Σωλήνας

Ο τριχοειδής σωλήνας είναι μια εκτονωτική βαλβίδα η οποία χρησιμοποιείται αποκλειστικά στις μικρές ψυκτικές εγκαταστάσεις, όπως π.χ. στα οικιακά ψυγεία, στις κλιματιστικές συσκευές δωματίου, καθώς επίσης και στις μικρές επαγγελματικές μονάδες.

1.3.4.4 Αυτόματη Εκτονωτική Βαλβίδα

Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα όπως και κάθε άλλη εκτονωτική εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

Πρώτο, ρυθμίζει την απαιτούμενη ποσότητα του ψυκτικού υγρού, η οποία πρέπει να εισέλθει μέσα στον εξατμιστή, ανάλογα με το υπάρχον θερμικό φορτίο μέσα στο θάλαμο ψύξης.

Δεύτερο, προκαλώντας την εκτόνωση του ψυκτικού υγρού που βρίσκεται σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία, μειώνοντας δηλαδή την υψηλή πίεση και θερμοκρασία, στα επίπεδα πίεσης και θερμοκρασίας του εξατμιστή.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

Η ρύθμιση της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας είναι πρακτική και εύκολη. Οι συνθήκες λειτουργίας της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας είναι σχεδόν σταθερές και δεν επηρεάζονται από άλλους παράγοντες όπως συμβαίνει με τις άλλες εκτονωτικές βαλβίδες, (θέση και κατάσταση βολβού θερμοεκτονωτικής).

Μειονεκτήματα

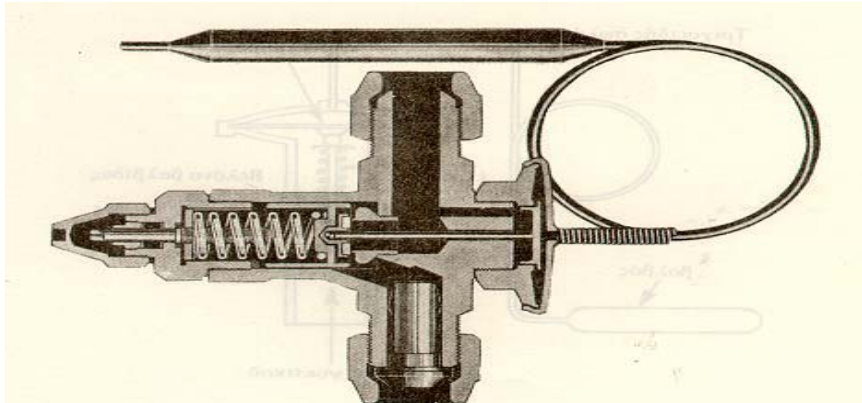
Όταν αυξάνεται το φορτίο θερμότητας αντί να στείλει περισσότερο ψυκτικό υγρό μέσα στον εξατμιστή προς αντιμετώπιση του, επιτρέπει λιγότερο ψυκτικό να εισέλθει, με συνέπεια να εξατμιστεί και να μειώνεται η ψυκτική ικανότητα.

Όταν ελαττώνεται το φορτίο θερμότητας του ψυκτικού θαλάμου, αντί να περιορίσει την εισερχόμενη ποσότητα μέσα στον εξατμιστή επιτρέπει μεγαλύτερη της επιτρεπόμενη ποσότητας να εισέλθει με αποτέλεσμα την υπερχειλίση.

Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα όπως και ο τριχοειδής σωλήνας δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου τον συμπίεστη ελέγχει *πρεσσοστάτης*, παρά μόνον με *θερμοστάτη*.

Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα χρησιμοποιείται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου το φορτίο θερμότητας είναι μικρό και σταθερό π.χ. συντηρητές παγωτών και ψύκτες νερού.

1.3.4.5 Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα



Σχήμα 2 . Θερμοεκτονωτική βαλβίδα

Η θερμοεκτονωτική βαλβίδα είναι ακριβώς η ίδια με κάθε άλλη εκτονωτική βαλβίδα. Η κατασκευή της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας κατέστη αναγκαία λόγω των παρουσιαζομένων μειονεκτημάτων των άλλων εκτονωτικών βαλβίδων.

Η χρήση της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας είναι ευρεία τόσο στις ψυκτικές εγκαταστάσεις βιομηχανία - εμπόριο, όσο και στον κλιματισμό, με εξαίρεση τα κλιματιστικά δωματίων που έχουν τριχοειδή σωλήνα.

Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας είναι ο τριχοειδής σωλήνας και ο βολβός.

Η αρχή λειτουργίας της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας στηρίζεται επί της διαφοράς των πιέσεων του βολβού της αφ' ενός και των πιέσεων στοιχείου και ρυθμιστικού ελατηρίου αφ' ετέρου.

Όμως ο έλεγχος της κανονικής λειτουργίας της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας εξασφαλίζεται από τη διαφορά των θερμοκρασιών εξάτμισης ψυκτικού υγρού και θερμοκρασίας ψυκτικού αερίου στη θέση τοποθέτησεως του βολβού, δηλαδή από την υπερθέρμανση.

Η θερμοεκτονωτική βαλβίδα δεν λειτουργεί βάσει μιας εκ των προτέρων καθορισμένης σταθερής πίεσης (όπως στην αυτόματη εκτονωτική), αλλά βάσει μιας προκαθορισμένης σταθερής υπερθέρμανσης. Γι αυτό τον λόγο ονομάζεται και βαλβίδα σταθερής υπερθέρμανσης. Καθ' όλο το χρονικό διάστημα που λειτουργεί ο συμπιεστής και το στοιχείο αφαιρεί θερμότητα από

τον ψυχόμενο χώρο, η θερμοεκτονωτική βαλβίδα περιορίζει συνεχώς την ποσότητα του εισερχόμενου υγρού εντός του στοιχείου. *Ακριβώς το αντίθετο της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας.*

Όταν αυξάνεται το φορτίο θερμότητας εντός του ψυχόμενου χώρου, τότε η θερμοεκτονωτική βαλβίδα στέλνει περισσότερο υγρό για να καλύψει τη νέα απαίτηση, ενώ αντίθετα όταν ελαττώνεται το φορτίο περιορίζει την εισερχόμενη ποσότητα εντός του εξατμιστή.

1.3.4.6 Εκτονωτική Βαλβίδα Επίπλευσης Χαμηλής Πλευράς

Η εκτονωτική βαλβίδα επιπλεύσεως χαμηλής σκοπό έχει να διατηρεί μία σταθερή στάθμη ψυκτικού εντός του εξατμιστή όπου και είναι τοποθετημένη. Αποτελείται από ένα μεταλλικό πλωτήρα (χάλκινο) ο οποίος είναι συνδεδεμένος με το μοχλικό σύστημα κινήσεως της βελόνας η οποία κινείται αντίθετα προς τον πλωτήρα. Έτσι όσο λειτουργεί ο συμπιεστής και απορροφά τους ψυκτικούς ατμούς από το στοιχείο και η στάθμη του υγρού κατέρχεται, τόσο ο πλωτήρας κατέρχεται για να ανέλθει η βελόνα και να επιτρέψει την είσοδο νέας ποσότητας ψυκτικού διατηρώντας έτσι τη στάθμη του υγρού εντός του στοιχείου σταθερή. Η βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής χρησιμοποιήθηκε παλιότερα στα οικιακά ψυγεία, σήμερα δεν χρησιμοποιείται.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

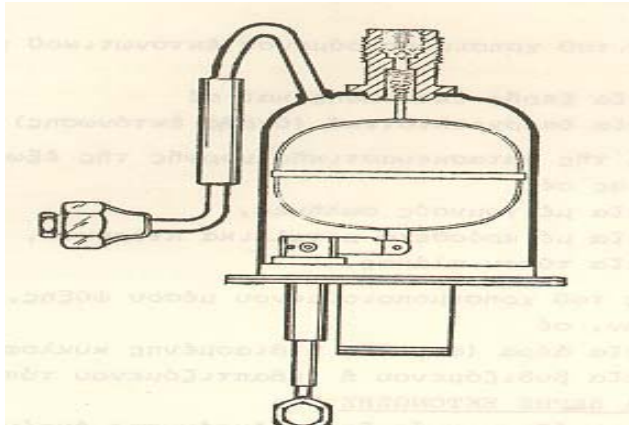
Πλεονεκτήματα

1. Κατά την παύση λειτουργίας του συμπιεστή οι πιέσεις χαμηλής και υψηλής εξισώνονται, πράγμα που καθιστά την εκκίνηση του συμπιεστή περισσότερο εύκολη και φυσικά δεν τον υπερφορτίζει.
2. Η φόρτιση της ψυκτικής μονάδας με ψυκτικό δεν είναι κρίσιμη, υπάρχουν περιθώρια ως προς το ακριβές βάρος.

Μειονεκτήματα

1. Η ψυκτική μονάδα πρέπει να είναι οριζοντιωμένη (αλφαδιασμένη) για να μπορεί να λειτουργεί η βαλβίδα.
2. Η αυξημένη παρουσία ψυκτελαίου στην επιφάνεια του ψυκτικού μέσα στον εξατμιστή δημιουργεί ανωμαλίες στη λειτουργία της βαλβίδας.

1.3.4.7 Εκτονωτική Βαλβίδα Επίπλευσης Υψηλής Πλευράς



Σχήμα 3 . Εκτονωτική βαλβίδα επίπλευσης υψηλής πλευράς

Η κατασκευή της βαλβίδας αυτού του τύπου είναι σχεδόν όμοια, με την βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής πλευράς. Η διαφορά είναι στη θέση όπου είναι τοποθετημένη και στο αντίστροφο της κίνησης πλωτήρα και βελόνας βαλβίδας. Κατά τη διακοπή λειτουργίας του συμπιεστή η στάθμη του υγρού κατέρχεται και η βαλβίδα κλείνει. Η βαλβίδα αυτή χρησιμοποιήθηκε σε ψυκτικές εγκαταστάσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η φόρτιση της μονάδας με ψυκτικό είναι κρίσιμη, διότι όταν πληρωθεί με μεγαλύτερη της επιτρεπόμενης ποσότητας υγρού, τότε θα υπερχειλίσει το στοιχείο και με αυτό τον τρόπο θα μειωθεί η ψυκτική ικανότητα του εξατμιστή. Τέλος τόσο η βαλβίδα με πλωτήρα στη χαμηλή, όσο και στη υψηλή χρησιμοποιούνται στις μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις αμμωνίας.

1.3.5 Εξατμιστές ή Ψυκτικά Στοιχεία

Ο εξατμιστής ή ψυκτικό στοιχείο είναι εκείνο το βασικό εξάρτημα κάθε ψυκτικής εγκατάστασης μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η εξάτμιση του ψυκτικού υγρού (ψυκτικό μέσο).

Λόγω των ποικίλων απαιτήσεων στις εφαρμογές της ψύξης και προς αντιμετώπιση τους οι εξατμιστές κατασκευάζονται και λειτουργούν κατά διάφορους τρόπους.

Έτσι τους εξατμιστές τους κατατάσσουμε στις εξής βασικές κατηγορίες:

1. Αναλόγως του χρησιμοποιούμενου εκτονωτικού μέσου (βαλβίδας) σε:
 - Στοιχεία ξηρής εκτόνωσης και σε
 - Στοιχεία υπερχειλιστικά (υγρής εκτόνωσης)
2. Αναλόγως της κατασκευαστικής μορφής της εσωτερικής τους επιφάνειας σε:
 - Στοιχεία με γυμνούς σωλήνες,
 - Στοιχεία με πρόσθετα μεταλλικά πτερύγια
 - Στοιχεία τύπου πλάκας
3. Αναλόγως του χρησιμοποιούμενου μέσου ψύξης, χώρου και προϊόντων, σε:
 - Στοιχεία αέρα (φυσικής ή βιασμένης κυκλοφορίας)
 - Στοιχεία βυθιζόμενου ή εμβαπτιζόμενου τύπου.

1.3.5.1 Στοιχεία Ξηρής Εκτόνωσης

Ονομάζουμε Εξατμιστές ξηρής εκτόνωσης εκείνους που λειτουργούν με τις παρακάτω εκτονωτικές βαλβίδες: θερμοεκτονωτική, αυτόματη εκτονωτική και τριχοειδή σωλήνα. Τα στοιχεία ξηρής εκτόνωσης χρησιμοποιούνται ευρέως στην εμπορική ψύξη. Η επιτρεπόμενη πτώση πίεσης πρέπει να είναι τέτοιου μεγέθους ώστε να μη μειώνεται η ταχύτητα του ψυκτικού κάτω του ορίου κατά το οποίο να συσσωρεύεται το ψυκτέλαιο εντός του εξατμιστή και να μειώνει τη ψυκτική του ικανότητα λόγω ατελούς εξάτμισης του υγρού.

1.3.5.2 Στοιχεία Υπερχειλιστικά ή Υγρής Εκτόνωσης

Υπερχειλιστικά ή υγρής εκτόνωσης στοιχεία καλούμε εκείνα τα οποία χρησιμοποιούν ως εκτονωτικά μέσα τις βαλβίδες επιπλεύσεως χαμηλής και υψηλής πλευράς. Τα στοιχεία υγρής εκτόνώσεως είναι πάντοτε γεμάτα με ψυκτικό υγρό ανεξάρτητα από το εκάστοτε φορτίο του ψυκτικού θαλάμου η δε στάθμη του ελέγχεται από ένα πλωτήρα (όπως έχουμε αναφέρει προγενέστερα).

1.3.5.3 Στοιχεία Με Γυμνές Σωληνώσεις

Τα στοιχεία με γυμνές σωληνώσεις είναι ένα μεταλλικό συγκρότημα αποτελούμενο από χάλκινους σωλήνες διαφόρων διαμέτρων εάν κυκλοφορεί εντός του Freon ή από χαλυβδοσωλήνες, εάν κυκλοφορεί αμμωνία, διότι όπως γνωρίζουμε η αμμωνία διαβρώνει το χαλκό.

1.3.5.4 Στοιχεία Με Πτερύγια

Επειδή οι εξατμιστές ξηράς εκτόνωσης, οι οποίοι σήμερα κυριαρχούν στην εμπορική ψύξη, είχαν μικρή απόδοση με τους γυμνούς σωλήνες σκέφθηκαν να τους αυξήσουν την ενεργό επιφάνεια τους, βέβαια χωρίς να αυξήσουν το μήκος και την διάμετρο των σωληνώσεων, επειδή θα ήταν οικονομικά ασύμφοροι.

Έτσι τοποθετώντας επάνω στους γυμνούς σωλήνες του στοιχείου μεταλλικά πτερύγια, αυξάνεται η επιφάνεια με αποτέλεσμα η ψυκτική ικανότητα τους να βελτιώνεται αισθητά. Οι εξατμιστές με πτερύγια μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για θερμοκρασία κάτω των 0°C (T) λόγω των λειτουργούντων αυτομάτων συστημάτων αποψύξεως.

1.3.5.5 Στοιχεία Τύπου Πλάκας

Τα στοιχεία αυτού του τύπου παρουσιάζονται σε δύο μορφές:

- α) στα στοιχεία εύτηκτης πλάκας και
- β) στα στοιχεία πλάκας. Τα στοιχεία εύτηκτης πλάκας αποτελούνται από τον κυρίως σωλήνα εντός του οποίου κυκλοφορεί το ψυκτικό υγρό και από τα μεταλλικά φύλλα τα οποία κατάλληλα διαμορφωμένα συγκολλούνται για να αποτελέσουν ένα στεγανό διαμέρισμα. Τα στοιχεία ευτήκτου πλάκας χρησιμοποιήθηκαν ευρέως σε ψυκτικές εγκαταστάσεις χαμηλών θερμοκρασιών και ειδικότερα σε αυτοκίνητα ψυγεία και αυτοκίνητα συντηρήσεως και μεταφοράς παγωτών. Τα στοιχεία τύπου πλάκας

αποτελούνται από δύο φύλλα αλουμινίου τα οποία έχουν κατάλληλα πρεσαριστεί και στη συνέχεια συγκολληθεί. Τα στοιχεία τύπου πλάκας έχουν χαμηλό κόστος και ευκολία στον καθαρισμό τους (εξωτερικά). Χρησιμοποιούνται στα οικιακά ψυγεία.

1.3.5.6 Στοιχεία Φυσικής Κυκλοφορίας Αέρα

Τα στοιχεία φυσικής κυκλοφορίας χρησιμοποιούνται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου δεν απαιτείται υψηλή ταχύτητα αέρα και υψηλή αφύγρανση των ψυχωμένων προϊόντων. Τέτοιες ψυκτικές εγκαταστάσεις είναι:

1. τα οικιακά ψυγεία
2. τα διάφορα ψυγεία-βιτρίνες όπου η θερμοκρασία είναι κάτω των 32°C (T) και
3. οι μεγάλες αποθήκες συντηρήσεως και αποθηκεύσεως τροφίμων τα οποία δεν χρειάζονται μεγάλη αφύγρανση.

Η κυκλοφορία του αέρα στα στοιχεία επηρεάζεται άμεσα από την θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ στοιχείων και χώρου ψύξεως, δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας, τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το ποσόν του κυκλοφορούντος αέρα πάνω από το στοιχείο. Όμως η κυκλοφορία του αέρα εξαρτάται και από το μέγεθος το σχήμα και τη θέση τοποθέτησης του στοιχείου.

1.3.5.7 Στοιχεία Βεβιασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Τα στοιχεία βεβιασμένης κυκλοφορίας του αέρα εργάζονται με εκτονωτικές βαλβίδες (όχι με πλωτήρες) και αποτελούνται από σειρές χάλκινων σωληνώσεων επί των οποίων είναι τοποθετημένα τα πτερύγια για την αύξηση της επιφάνειας μεταφοράς της θερμότητας.

1.3.5.8 Στοιχεία Βυθιζόμενου ή Εμβαπτισμένου Τύπου

Στους εξατμιστές εμβαπτισμένου τύπου το μέσο μεταφοράς της θερμότητας προς τον εξατμιστή είναι υγρό. Είτε νερό είτε άλμη. Τα στοιχεία αυτού του τύπου επειδή χρησιμοποιούνται σα μέσο μεταφοράς της θερμότητας προς το στοιχείο υγρό, έχουν το πλεονέκτημα ότι η απόδοσή τους είναι κατά 50 έως 100 φορές μεγαλύτερη της απόδοσης των στοιχείων με αέρα. Τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα στοιχεία βυθιζόμενου τύπου είναι τα κάτωθι:

1. Σπειροειδείς εξατμιστές
2. Εξατμιστές σωλήνων εντός κελύφους (chillers)
3. Εξατμιστές τύπου δεξαμενής

1.3.5.8.α. Σπειροειδή Στοιχεία

Ο σπειροειδής εξατμιστής αποτελείται από ένα μεταλλικό κέλυφος μέσα στο οποίο υπάρχει ένα γυμνό σπειροειδές στοιχείο το οποίο συνήθως είναι ξηράς εκτόνωσης, όπου μέσα στο σπειροειδή εξατμιστή κυκλοφορεί το ψυκτικό και γύρω του το προς ψύξη υγρό. Χρησιμοποιείται εκτεταμένα στους ψύκτες πόσιμου νερού και γενικά παγωμένων ποτών, όπου η θερμοκρασία τους κυμαίνεται γύρω στους 4° C (T).

1.3.5.8.β.. Εξατμιστές Σωλήνων Εντός Κελύφους (CHILLERS)

Όπως και οι σπειροειδείς εξατμιστές έτσι και οι εξατμιστές αυτού του τύπου είναι ξηράς και υγράς εκτόνωσης με συνέπεια στην πρώτη περίπτωση το προς ψύξη νερό να περνά εκτός των σωλήνων, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η εκτόνωση γίνεται γύρω στους σωλήνες και μέσα στο κέλυφος και η κυκλοφορία του νερού μέσα στους σωλήνες.

Το κέλυφος των εξατμιστών αυτού του τύπου είναι χαλύβδινο διαμέτρου από 8" έως 60" και έχει επαρκή θερμομόνωση. Μέσα στο κέλυφος υπάρχουν

παράλληλοι σωλήνες χάλκινοι (αν κυκλοφορεί μέσα τους Freon) ή χαλύβδινοι αν κυκλοφορεί αμμωνία.

Οι εξαμιστές ξερής εκτόνωσης χρησιμοποιούνται στις μικρές και μέσες ψυκτικές εγκαταστάσεις (2-280 ψυκτικοί τόνοι) ενώ οι εξαμιστές υγρής εκτονώσεως χρησιμοποιούνται στις μέσες και μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις.

1.3.5.8.γ.. Εξαμιστές Τύπου Δεξαμενής

Ο εξαμιστής αυτού του τύπου αποτελείται από μια χαλύβδινη δεξαμενή μέσα στην οποία είναι τοποθετημένο ένα γυμνό σπειροειδές στοιχείο. Η δεξαμενή είναι πλήρης υγρού (άλμης ή νερού) το οποίο εισέρχεται από το άνω μέρος και εξέρχεται από το κάτω μέρος. Εντός του σπειροειδούς στοιχείου κυκλοφορεί το ψυκτικό, είτε Freon είτε αμμωνία και εκτονούνται. Οι εξαμιστές αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται συνήθως στις παγολεκάνες των παγοποιείων

1.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

1.4.1 Ορισμός

Η αντλία θερμότητας είναι συσκευή που έχει την δυνατότητα εναλλαγής λειτουργίας στον κύκλο ψύξης ενός συστήματος έτσι ώστε να δίνει άλλοτε ζεστό και άλλοτε κρύο αέρα ή άλλο μέσο μεταφοράς θερμότητας ή ψύχους, ανάλογα πάντα με τις κλιματιστικές ανάγκες του χώρου. Ως γνωστών, η θερμότητα έχει φυσική ροή από καταστάσεις υψηλότερων θερμοκρασιών σε αντίστοιχες χαμηλότερων. Το σύστημα αυτό όμως, έχει την ικανότητα να μεταφέρει τη θερμότητα αντίθετα προς τη φυσική ροή, δηλαδή 'αντλεί' θερμότητα και για αυτό ονομάζεται έτσι. Συγκεκριμένα το καλοκαίρι αφαιρεί θερμότητα από έναν κλιματιζόμενο χώρο και την αποβάλλει στο περιβάλλον, οπότε ψύχεται ο κλιματιζόμενος χώρος, ενώ το χειμώνα αφαιρεί θερμότητα από το περιβάλλον και την αποβάλλει μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο και τον θερμαίνει. Η αντλία θερμότητας είναι ένα φθινό σύστημα θέρμανσης

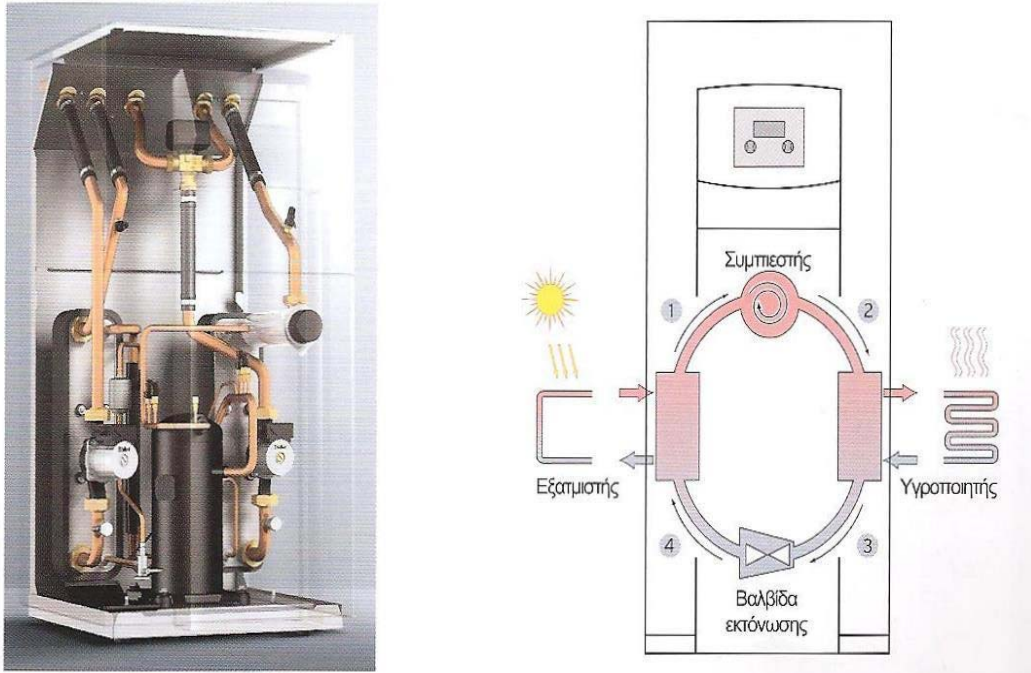
συγκρινόμενη με τη θέρμανση που δίνουν οι ηλεκτρικοί θερμοσυσσωρευτές , τα αερόθερμα και γενικά τα ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα.

1.4.2 Αρχή Λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας της είναι η ίδια που εφαρμόζεται και στα ψυγεία ή τις κλιματιστικές συσκευές. Η αντλία θερμότητας έχει την ικανότητα με κατάλληλο χειρισμό να μεταφέρει θερμότητα από ένα χώρο A προς ένα χώρο B(ψύξη χώρου) , ή αντίστροφα από το χώρο B προς τον χώρο A (θέρμανση του χώρου A).

Τα βασικά μέρη που αποτελείται μια αντλία θερμότητας είναι:

1. Το τμήμα συμπιεστή-συμπυκνωτή, που απορρίπτει θερμότητα στο περιβάλλον.
2. Το τμήμα ανεμιστήρα-ατμοποιητή, που απορροφά θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο ή το περιβάλλον
3. Ο μηχανισμός αντιστροφής, που αποτελείται από μία τετράοδη βαλβίδα, η οποία μετατρέπει τον ψυκτικό κύκλο, σε 'θερμαντικό' και αντίστροφα.
4. Οι αυτοματισμοί για τον έλεγχο και την λειτουργία του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης.
5. Η συμπληρωματική ηλεκτρική αντίσταση, που αυξάνει τη θερμική απόδοση του συστήματος, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ μικρή.

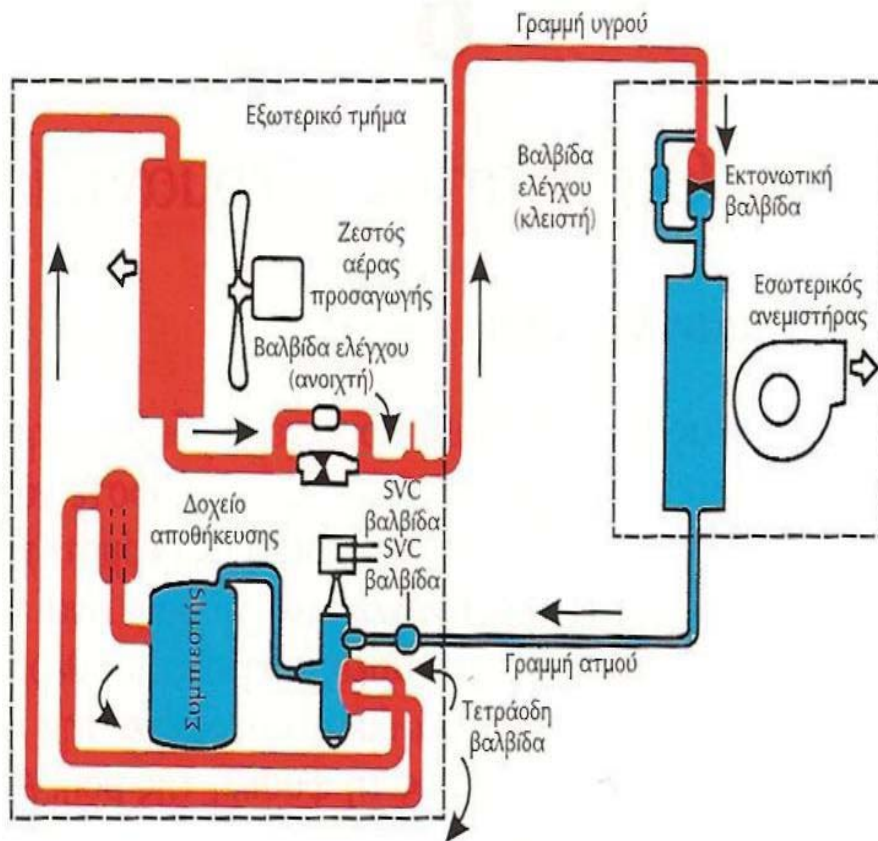


Εικόνα 3. Αντλία θερμότητας και σχηματικό διάγραμμα αυτής

1.4.3 Κύκλος για ψύξη χώρου

Την μελέτη του κύκλου για ψύξη την ξεκινάμε από τη στιγμή που το ψυκτικό υγρό εισέρχεται στον ατμοποιητή.

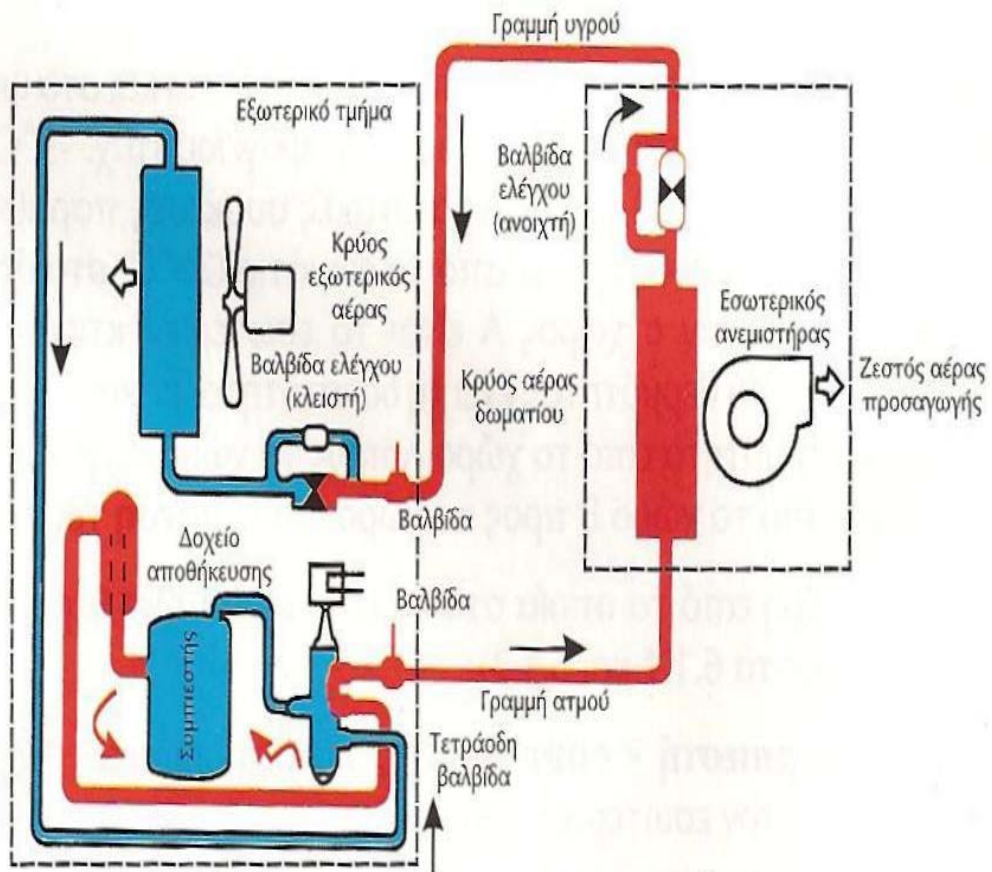
- Η είσοδος του ψυκτικού ρευστού στον ατμοποιητή ελέγχεται από την άεργη εκτονωτική-στραγγαλιστική διάταξη (βαλβίδα). Η διάταξη αυτή ελαττώνει την πίεση του υγρού, το οποίο ατμοποιείται σε χαμηλή θερμοκρασία. Κατά την ατμοποίηση, ποσά θερμότητας προσδίδονται σε αέριο, το οποίο αποκτά υψηλή πίεση και θερμοκρασία στο συμπιεστή.
- Το συμπιεσμένο αέριο φθάνει στο συμπυκνωτή και προσδίδει ποσά θερμότητας στο μέσο συμπύκνωσης (αέρας ή νερό). Το συμπυκνωμένο αέριο υγροποιείται.
- Το ψυκτικό υγρό οδηγείται στην εκτονωτική διάταξη .



Σχήμα 4. Σχήμα κύκλου ψύξης αντλίας θερμότητας

1.4.4 Κύκλος για θέρμανση χώρου

Περιλαμβάνει τα ίδια στάδια με τον κύκλο ψύξης μόνο που σε αυτή την περίπτωση το στοιχείο που εκτελούσε την ατμοποίηση εδώ εκτελεί την συμπύκνωση και το αντίστροφο. Η μετατροπή του ψυκτικού κύκλου σε κύκλο θέρμανσης γίνεται με τη βοήθεια της τετράοδης βαλβίδας, που οδηγεί το ψυκτικό υγρό μετά την έξοδό του από τον συμπιεστή και την εκτονωτική διάταξη στους εναλλάκτες θερμότητας ψυκτικού μέσου-αέρα(ή νερού), ανάλογα με την επιλογή των απαιτήσεων μέσω διακόπτη.



Σχήμα 5. Σχήμα θέρμανσης χώρου αντλίας θερμότητας

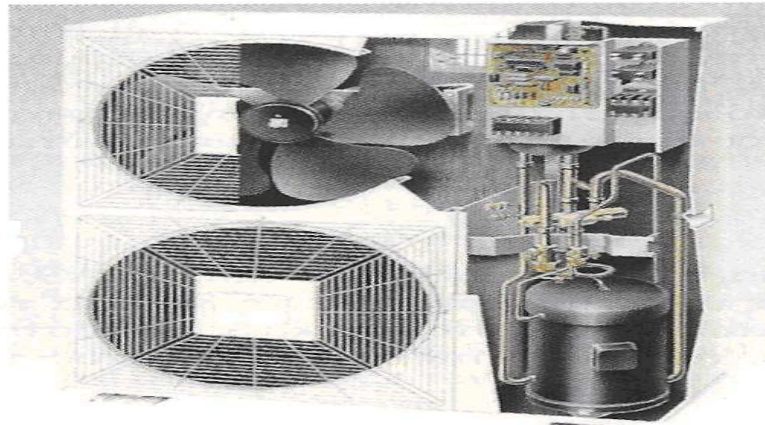
1.4.5 Ο βαθμός απόδοσης

Η απόδοση της αντλίας θερμότητας επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, διότι η ενθαλπία του αέρα είναι ανάλογη της θερμοκρασίας του, επομένως στις χαμηλές θερμοκρασίες του αέρα θα έχουμε μικρά ποσά θερμότητας από την μία, και από την άλλη προβλήματα σωστής λειτουργίας του συστήματος, κατά τον χειμώνα.

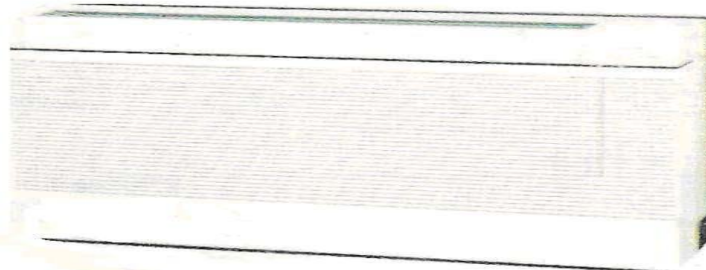
1.4.6 Εφαρμογές Αντλιών Θερμότητας

1. Διμερής μονάδα θερμαντλίας (split Unit)
2. Στο σύστημα αυτό ο συμπυκνωτής και ο ατμοποιητής αποτελούν ξεχωριστές και ανεξάρτητες μονάδες, οι οποίες τοποθετούνται σε δυο διαφορετικούς χώρους που δεν επικοινωνούν.

Αν αυτή η αντλία θερμότητας λειτουργεί σε κύκλωμα ψύξης(το καλοκαίρι) , ο συμπυκνωτής βρίσκεται στον εξωτερικό χώρο. Ο ατμοποιητής μπορεί να έχει δύο μορφές, την μορφή δαπέδου ή τη μορφή τοίχου. Ο χώρος που λειτουργούν αυτές οι δύο μορφές είναι ο ψυχόμενος χώρος. Οι δυο ανεξάρτητες μονάδες του Split Unit (δηλαδή ο συμπυκνωτής και ο ατμοποιητής) επικοινωνούν μέσω των σωλήνων κυκλοφορίας ψυκτικού μέσου καθώς και με τα καλώδια τροφοδοσίας ηλεκτρισμού και ελέγχου λειτουργίας. Όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω το χειμώνα ο ρόλος αυτών των δύο μονάδων αντιστρέφεται και θερμαίνεται ο χώρος.



1. Εσωτερικό τμήμα θερμαντλίας διμερούς τύπου



2. Εξωτερικό τμήμα θερμαντλίας διμερούς τύπου

Εικόνα 4 1: Εσωτερικό τμήμα θερμαντλίας διμερούς τύπου & Εικόνα 4 2: Εξωτερικό τμήμα θερμαντλίας διμερούς τύπου.

Κυρίαρχο υλικό έως πρόσφατα ήταν το R 22 (HCFC-22). Από τα HFCs χρησιμοποιούνται τα R-134a, R-407c, R-410a. Οι εναλλακτικές λύσεις στις εφαρμογές αυτές είναι οι υδρογονάνθρακες (R-290, R-1270), το διοξείδιο του άνθρακα (R-744) και η αμμωνία (R-717). Οι υδρογονάνθρακες έχουν ευρεία χρήση σε αντλίες θερμότητας στη Γερμανία (οι περισσότεροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν πλέον προπάνιο), την Αυστρία, τη Σουηδία και την Ολλανδία. Παρά τις θεωρητικές ανησυχίες περί ευφλεξιμότητας των υδρογονανθράκων, δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα κατά τη χρήση.

2. ΕΙΔΗ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ- ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ- ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡ/ΚΑ, ΧΡΗΣΕΙΣ

2.1 ΨΥΚΤΙΚΑ ΜΕΣΑ

Ψυκτικό μέσο είναι το εργαζόμενο σώμα (ρευστό) , των θερμοδυναμικών ψυκτικών κύκλων. Είναι ο φορέας που μεταφέρει τα ποσά θερμότητας από τους χώρους που βρίσκονται σε χαμηλότερη θερμοκρασιακή στάθμη, όπου είναι ανεπιθύμητα και τα απορρίπτει σε χώρους που βρίσκονται σε υψηλότερη θερμοκρασία και όπου είναι χρήσιμα ή αδιάφορα.

Κατά καιρούς χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υγρά όπως το θειικό οξύ (H_2SO_4), το διοξείδιο του θείου (SO_2) και διάφορα άλλα. Τα ψυκτικά αυτά μέσα έχουν πλέον εγκαταλειφθεί γιατί δεν πληρούν βασικές προδιαγραφές ασφαλείας, οι οποίες ισχύουν σήμερα καθώς επίσης και επειδή προκαλούν ταχεία φθορά στις εγκαταστάσεις. Τα πρώτα χρόνια η τεχνολογία αναγκάστηκε να τα χρησιμοποιήσει γιατί δεν υπήρχαν καταλληλότερα. Το μόνο ίσως ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε από πολύ νωρίς και χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα στη βιομηχανία είναι η αμμωνία.

Τα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται σήμερα κατασκευάστηκαν βιομηχανικά και χρησιμοποιήθηκαν στις Η.Π.Α. στις αρχές τις δεκαετίας του 1930. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά , είναι από χημική άποψη χλωριωμένοι ή φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες, οι οποίοι παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα. Η εκλογή του κατάλληλου ψυκτικού , σε μια εγκατάσταση, δε γίνεται μόνο με θερμοδυναμικά κριτήρια. Αποφασιστικό ρόλο , παίζουν και άλλες ιδιότητες του όπως, η τοξικότητα, η αναφλεξιμότητα, το ιξώδες κ.α.

2.1.1. Γενικά Ιδιότητες Ψυκτικών Ρευστών

Ψυκτικά ρευστά καλούνται οι ουσίες που εξατμιζόμενες σε χαμηλή θερμοκρασία απορροφούν θερμότητα από το χώρο εντός του οποίου εξατμίζονται. Κάθε ψυκτικό υγρό πρέπει να έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Να απορροφά θερμότητα(εξατμιζόμενο) όταν βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από το περιβάλλον του.
- Να μπορεί να συμπιέζεται ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του και η πίεσή του
- Να συμπυκνώνεται όταν αποβάλλει θερμότητα.

Για να χρησιμοποιηθεί ένα ψυκτικό ρευστό πρέπει να έχει ορισμένες φυσικές και χημικές ιδιότητες, οι οποίες να εξασφαλίζουν την οικονομική και ασφαλή χρήση του . Είναι βέβαιο ότι δεν υπάρχει ψυκτικό ρευστό που να συγκεντρώνει όλες τις ιδιότητες, για αυτό υπάρχουν ποικιλίες ψυκτικών ρευστών με τις οποίες αντιμετωπίζονται οι απαιτήσεις κάθε συγκεκριμένης εφαρμογής ψύξης π.χ. το R-12εξυπηρετεί περισσότερο την επαγγελματική ψύξη, το R-22 στον κλιματισμό και η αμμωνία στα πλοία ψυγεία και γενικά στις μεγάλες εγκαταστάσεις.

Τα ψυκτικά ρευστά διαιρούνται σε δυο βασικές κατηγορίες τα πρωτεύοντα και τα δευτερεύοντα. Πρωτεύοντα ψυκτικά ρευστά καλούνται εκείνα τα οποία προκειμένου να απορροφήσουν θερμότητα από ένα χώρο για να τον ψύξουν, ατμοποιούνται εντός αυτού π.χ. τα Freon , η αμμωνία κ.λπ. Δευτερεύοντα καλούνται αυτά που προκειμένου να αφαιρέσουν θερμότητα από ένα χώρο , δεν ατμοποιούνται εντός αυτού, αλλά ψύχονται σε άλλο χώρο και στη συνέχεια εισέρχονται στον χώρο τον οποίο πρέπει να ψύξουν , π.χ. άλμη, το νερό κ.λπ. Τα πρωτεύοντα ψυκτικά ρευστά κατατάσσονται ανάλογα με το κατά πόσο ασφαλή είναι στη χρήση τους , στις εξής κατηγορίες:

A. Ασφαλή ψυκτικά ρευστά.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα παρακάτω :

το R-12,το R-11,το R-134a,το R-22,το R-500,το R-404a και το R-502 που αποτελούν αζεοτροπικά μίγματα ψυκτικών ρευστών.

B. Ψυκτικά ρευστά μέτριας ασφάλειας.

Εδώ ανήκουν η αμμωνία (NH₃), το R-717, το χλωριούχο μεθύλιο (CH₃Cl), το διοξείδιο του θείου (SO₂).

Γ. Επικίνδυνα Ψυκτικά ρευστά.

Στην κατηγορία ανήκουν το αιθάνιο R-170, το προπάνιο R-290 ,το βουτάνιο R-600 και το ισοβουτάνιο R-600a.

2.1.2 Ιδιότητες Ψυκτικών ρευστών σε εγκαταστάσεις ψύξης

Για να χρησιμοποιηθεί ένα ψυκτικό ρευστό σε εγκαταστάσεις ψύξης πρέπει:

- να έχει χαμηλό σημείο βρασμού σε θετικές πιέσεις
- η πίεση αναρρόφησης να είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής , ώστε σε περίπτωση διαρροής να εξέρχεται το ψυκτικό ρευστό προς την ατμόσφαιρα και όχι να απορροφά αέρα από αυτή λόγω της υποπίεσης του.
- η διαφορά μεταξύ πίεσης αναρρόφησης και κατάθλιψης για ορισμένη θερμοκρασία ατμοποίησης του ψυκτικού ρευστού να κυμαίνεται από 4-35 bar
- να έχει χαμηλό σημείο συμπύκνωσης, δηλαδή, μικρή πίεση συμπύκνωσης
- να έχει υψηλή λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης, δηλαδή, εξαμιζόμενο να απορροφά περισσότερη θερμότητα από το χώρο ψύξης
- να έχει μικρό ειδικό όγκο. Η ιδιότητα αυτή μαζί με την υψηλή λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης παίζουν αποφασιστικό ρόλο, ως προς την απόδοση του συμπιεστή.
- να είναι εύκολη η ανίχνευση των διαρροών του , δηλαδή να εντοπίζεται γρήγορα η οποιαδήποτε διαρροή
- να έχει σταθερή χημική σύνθεση υπό τις συνθήκες λειτουργίας του κύκλου ψύξης
- να μη διασπά το ψυκτέλαιο και να μην αλλοιώνει τις λιπαντικές ικανότητες του κατά τη λειτουργία του συμπιεστή, με συνέπεια την καταστροφή του
- να μην είναι τοξικό , γιατί σε περίπτωση διαρροής θα βρεθούν σε κίνδυνο τα ψυχόμενα προϊόντα και η υγεία των παρευρισκόμενων ανθρώπων μέσα στον ψυχόμενο χώρο

- να μην είναι διαβρωτικό και οξειδωτικό, διότι τότε μειώνεται η διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων της ψυκτικής εγκατάστασης
- να μην αναφλέγεται και εκρήγνυται. Θα αποτελούσε μεγάλο κίνδυνο για όσους βρίσκονταν μέσα σε χώρους, από όπου διέρχονται σωληνώσεις ψυκτικού ρευστού, όταν ένας σπινθήρας μπορούσε να προκαλέσει ανάφλεξη και έκρηξη από τυχόν διαρροή του.

2.1.3 Είδη ψυκτικών ρευστών

1. R-717 (Αμμωνία),
2. R-744 (Διοξείδιο του άνθρακα),
3. R-11 (Τριχλωρομονοφθορομεθάνιο),
4. R-12 (Διχλωροδιφθορομεθάνιο),
5. R-13 (Χλωροτριφθορομεθάνιο),
6. R-13B1 (Βρωμοτριφθορομεθάνιο),
7. R-21 (Διχλωρομονοφθορομεθάνιο),
8. R-22 (Μονοχλωροδιφθορομεθάνιο),
9. R-23 (Τριφθορομεθάνιο),
10. R-30 (Χλωριούχο Μεθυλένιο),
11. R-32 (Διφθορομεθάνιο),
12. R-40 (Χλωριούχο Μεθύλιο),
13. R-113 (Τριχλωροτριφθοροαιθάνιο),
14. R-114 (1,2-Διχλωροτετραφθοροαιθάνιο),
15. R-115 (Μονοχλωροπενταφθοροαιθάνιο),
16. R-123 (2,2-Διχλωρο-1,1,1-Τριφθοροαιθάνιο),
17. R-124 (2-Χλωρο-1,1,1,2-Τετραφθοροαιθάνιο),
18. R-125 (Πενταφθοροαιθάνιο),
19. R-134a (1,1,1,2-Τετραφθοροαιθάνιο),
20. R-142b (1-Χλωρο-1,1-Διφθοροαιθάνιο),
21. R-143a (Τριφθοροαιθάνιο),
22. R-152a (1,1-Διφθοροαιθάνιο),
23. R-160 (Χλωριούχο Αιθύλιο),

24. R-171 (Αιθάνιο),
25. R-290 (Προπάνιο),
26. R-401a (53% R-22/13% R-152a/34% R-124),
27. R-401b (61% R-22/11% R-152a/28% R-124),
28. R-402a (60% R-125/38% R-22/2% Προπάνιο),
29. R-402b (38% R-125/60% R-22/2% Προπάνιο),
30. R-404a (44% R-125/52% R-143a/4% R-134a),
31. R-114 (1,2-Διχλωροτετραφθοροαιθάνιο),
32. R-115 (Μονοχλωροπενταφθοροαιθάνιο),
33. R-408a (47% R-22/46% R-143a/7% R-125),
34. R-409a (60% R-22/15% R-142b/25% R-124),
35. R-410 (50% R-125/50% R-32),
36. R-413a (88% 1,1,1,2-Τετραφθοροαιθάνιο/9% Οκταφθοροπροπάνιο/3% Ισοβουτάνιο),
37. R-417a (50% 1,1,1,2-Τετραφθοροαιθάνιο/46.6% Πενταφθοροαιθάνιο/3.4% Βουτάνιο),
38. R-422a (11.5% 1,1,1,2-Τετραφθοροαιθάνιο/85.1% Πενταφθοροαιθάνιο/3.4% Ισοβουτάνιο),
39. R-422d (31.5% 1,1,1,2-Τετραφθοροαιθάνιο/65.1% Πενταφθοροαιθάνιο/3.4% Ισοβουτάνιο),
40. R-423a (52.5% 1,1,1,2-Τετραφθοροαιθάνιο/47.5% 1,1,1,2,3,3,3 Επταφθοροπροπάνιο),
41. R-500 (26.2% R-152A/73.8 % R-12),
42. R-502 (48.8% R-22/51.2% R-115),
43. R-503 (40.1% R-23/59.9% R-13),
44. R-504 (48.2% R-32/51.8% R-115),
45. R-507 (50% R-125/50% R-143a),
46. R-508b (30-50% Τριφθορομεθάνιο/50-70% Εξαφθοροαιθάνιο),
47. R-600 (Βουτάνιο),
48. R-611 (Φορμικό Μεθύλιο),
49. R-764 (Διοξείδιο Θείου)

2.1.3.1. Οι υδρογονάνθρακες σε συσκευές ψύξης και κλιματισμού

Οι υδρογονάνθρακες έχουν άριστες ψυκτικές ιδιότητες. Πριν από πολλές δεκαετίες είχαν χρησιμοποιηθεί και πάλι ως ψυκτικά, εγκαταλείφθηκαν όμως χάριν των CFCs. Οι υδρογονάνθρακες επανήλθαν ως ψυκτικά τη δεκαετία του 1990, χάρη στην εκστρατεία της Greenpeace για την προώθηση εναλλακτικών τεχνικών που δεν καταστρέφουν το όζον και δεν απειλούν το κλίμα της Γης. Για την προώθηση αυτής της τεχνολογίας (Greenfreeze), η Greenpeace βραβεύτηκε το 1997 με το Βραβείο Όζοντος των Ηνωμένων Εθνών. Οι υδρογονάνθρακες δεν καταστρέφουν το όζον, ούτε συμβάλλουν σημαντικά ως ψυκτικά στην αλλαγή του κλίματος. Επιτυγχάνουν αυξημένη απόδοση των συσκευών ψύξης και κλιματισμού και μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα για την υποκατάσταση ψυκτικών σε παλιές συσκευές χωρίς να χρειάζεται αλλαγή λαδιών ή πολύπλοκες τεχνικές διαδικασίες. Η μόνη ένσταση που έχει ποτέ διατυπωθεί για τη χρήση υδρογονανθράκων ως ψυκτικών είναι η ευφλεξιμότητά τους. Πράγματι, οι υδρογονάνθρακες είναι εύφλεκτοι. Αυτό όμως δεν σημαίνει πως υπάρχει κίνδυνος από τη συγκεκριμένη χρήση τους σε συσκευές ψύξης και κλιματισμού. Για να αναφλεγούν πρέπει η συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα να είναι σε συγκεκριμένα επίπεδα, διαφορετικά δεν είναι δυνατόν να υπάρξει ανάφλεξη. Με τις χρησιμοποιούμενες ποσότητες υδρογονανθράκων σε συσκευές ψύξης και κλιματισμού, ακόμη κι αν διαρρεύσει όλο το ψυκτικό υγρό, είναι εξαιρετικά δύσκολο να υπάρξει ανάφλεξη. Το αποδεικνύει άλλωστε η πολύχρονη εμπειρία, αφού μέχρι σήμερα δεν είχαμε κανένα ατυχές συμβάν. Σχετικές μελέτες επικινδυνότητας έχουν αποδείξει ότι η πιθανότητα ατυχήματος είναι εξαιρετικά μικρή και στην πράξη είναι μηδενική. Είναι χαρακτηριστικό π.χ. πως ένα ψυγείο έχει 40-120 γραμμάρια υδρογονανθράκων ως ψυκτικό (τις ίδιες ουσιαστικά ουσίες που χρησιμοποιούνται σε κοινούς αναπτήρες και συσκευές υγραερίου), μια ποσότητα δηλαδή εξαιρετικά μικρή. Για σύγκριση, ένα μικρό γκαζάκι υγραερίου για ψήσιμο καφέ έχει 300 γραμμάρια και μία φιάλη υγραερίου 15 κιλά. Επιπλέον, το ψυκτικό είναι σε ένα κλειστό κύκλωμα με μικρή πιθανότητα διαρροής, σε αντίθεση με τις άλλες χρήσεις του

υγραερίου στο σπίτι. Αντιστοίχως, μία κλιματιστική μονάδα διαιρούμενου τύπου (split-unit), με υδρογονάνθρακα ως ψυκτικό, έχει 300 γραμμάρια προπανίου (για ισχύ 2,4 KW ή αλλιώς 8.000 Btu), 340 γραμμάρια προπανίου (για ισχύ 3,55 KW ή αλλιώς 12.000 Btu) ή έως και 1.500 γραμμάρια προπανίου για μεγαλύτερες κλιματιστικές μονάδες των 20 KW (70.000 Btu). Να σημειωθεί πως υπάρχουν ήδη εξαιρετικά αυστηροί κανονισμοί ασφαλείας για τη χρήση υδρογονανθράκων ως ψυκτικών.

2.1.3.2 Οι σπουδαιότεροι χλωροφθοράνθρακες

R11 (Τριχλωρομεθάνιο $C Cl_3 F$) χρησιμοποιείται λόγω του μεγάλου μοριακού του βάρους σε μονοβάθμιους και πολυβάθμιους φυγοκεντρικούς συμπιεστές μεγάλης ισχύος και κυρίως στη βιομηχανία για την ψύξη ύδατος ή σε μεγάλες εγκαταστάσεις κλιματισμού, για κεντρικό κλιματισμό μεγάλων κτιριακών συγκροτημάτων, στη χημική βιομηχανία κ.α.

R12 (διχλωρομεθάνιο $CCl_2 F_2$) Είναι μια αδρανής και σταθερή χημική ένωση. Δεν διαβρώνει το χαλκό και τα διάφορα κράματα χαλκού και ψευδαργύρου. Είναι κατάλληλο για την λειτουργία αντλιών θερμότητας λόγω των χαμηλών πιέσεων συμπύκνωσης. Η θερμοκρασιακή περιοχή χρήσεως είναι από $-40^{\circ}C$ (T) έως $+10^{\circ}C$ (T).

R22 Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε εγκαταστάσεις όπου απαιτούνται ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες. Είναι παρόμοιο με το R-12 με τη διαφορά ότι το σημείο βρασμού σε ατμοσφαιρική πίεση είναι $-41^{\circ} C$ (T) ενώ στο R-12 είναι $-29^{\circ} C$ (T). Για τη συμπίεση του χρησιμοποιούνται κυρίως εμβολοφόροι συμπιεστές ανοιχτού ή κλειστού τύπου. Η θερμοκρασιακή περιοχή χρήσεως είναι $-80^{\circ}C$ έως $+50^{\circ}C$ (T) . Οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) χαρακτηρίζονται από διαφορετική δυναμικότητα καταστροφής του όζοντος (διεθνώς ODR). Δίνοντας στο R-11 αυθαίρετα την τιμή $ODR=1$ (Ozone Depleting Potential) υπολογίζεται η καταστροφή του όζοντος από τη χρήση ουσιών με ODR μεγαλύτερο του 0.

Τα ψυκτικά μέσα που πρέπει να χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι λιγότερο βλαβερά για το περιβάλλον από ότι οι CFCs. Θα πρέπει να έχουν μικρή τιμή ODR να είναι σταθερές και αδρανείς ουσίες, μη τοξικές, άφλεκτες και με μικρό δυναμικό για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Από τα υποκατάστατα το HCFC-22 και άλλα αντίστοιχα βρίσκονται ήδη σε χρήση. Τα HFC έχουν μηδενική τιμή ODR. Βέβαια εκτός του ODR σημαντικός περιοριστικός παράγοντας είναι και το δυναμικό συμμετοχής του υποκατάστατου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (GWP. Global Warming Potencial). Οι ακόλουθες προτάσεις θεωρούνται σημαντικές για τη μείωση της χρήσης των CFCs.

- Αντικατάσταση των CFC-12 με HCF-134α για την οικιακή και εμπορική χρήση

- Ευρύτερη χρησιμοποίηση των HCFC-22 (προσωρινά) και αμμωνίας για βιομηχανική χρήση. Τα νέα υποκατάστατα που είναι μείγματα των R-134 A, R-125,

R-152 α, R -32, R -143α, R -290, έχουν ήδη περάσει από το στάδιο της δοκιμαστικής λειτουργίας στο στάδιο της εφαρμογής και έχουν πάρει τα εμπορικά τους ονόματα. (KLEA 60/61, FX 40/90, MP 39/66, κ.ά)

Οι Ευρωπαϊκές εταιρείες παραγωγής αυτών των προϊόντων εν' όψη της απαγόρευσης τους που έχει προγραμματιστεί, επενδύουν στην έρευνα άλλων εναλλακτών ψυκτικών μέσων. Τα υποκατάστατα μαζί με το πρόγραμμα ανακύκλωσης και αντικατάστασης των επικίνδυνων CFCs αναμένεται ότι θα οδηγήσουν στην σταθεροποίηση του στρώματος του όζοντος έτσι ώστε να επανέλθει στα επίπεδα που ήταν το 1970. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται τα στοιχεία των ψυκτικών μέσων που έχουν άμεση σχέση με το περιβάλλον όπως διάρκεια ζωής, ODR, GWP. Επίσης αναφέρεται και με ποια ψυκτικά μέσα θα αντικατασταθούν τα πλέον επιβλαβή για το περιβάλλον.

Πίνακας 1.

Ιδιότητες Ψυκτικών μέσων – Υποκατάστατα

ΨΥΚΤΙΚΟ ΜΕΣΟ	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ (έτη)	ODR	GWP	ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΩΜΕΝΟ ΜΕΣΟ
CFC 11	CCl ₃ F	50-65	1	1	
CFC 12	CCl ₂ F ₂	120		2,1	
CFC 113	CCl ₂ F-CClF ₂	90	0,8-0,9	1,3-1,4	
CFC 114	CClF ₂ -CClF ₂	180-200	0,6-0,9	3,7-4,1	
CFC 115	CClF ₂ -CF ₃	380-400	0,3-0,6	7,4-7,6	
HCFC 22	CHClF ₂	15,3	0,05	0,43	
HCFC 123	CHClF ₂ -CF ₃	1,6	0.013-0,022	0.017-0,02	CFC11
HCFC 141b	CH ₃ -CCl ₂ F	7,8	0,07-0,11.	0,084-0,97	CFC11
HCF 125	CHF ₂ -CF ₃	28,1	0	0,71	R502
HCF 134a	CF ₃ CH ₂ F	15,5	0	0,34	CFC12
HCF 143a	CH ₃ -CF ₃	41	0	0,72-0,76	R502
HCF 152a	CHF ₂ -CH ₃	1,7	0	0.04	CFC12
ΠΡΟΠΑΝΙΟ	C ₃ H ₁₈	1	0		CFC12
ΙΣΟΒΟΥΤΑΝΙΟ	CH(CH ₃) ₃	1	0		
R500	R12/R152a		0,74		
R502	R22/R115		0,33		
ΑΜΜΩΝΙΑ	NH ₃	1	0	0	
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ	CO ₂	120	0	0	

2.1.3.3. Ψυκτικό μέσο R -134 a

Όνομασία: Τετραφθοράνθρακας με χημικό τύπο CH₂FCF₃

Θερμοκρασία ατμοποίησης (T_α): -26 ° C

Κωδικό Χρώμα: γαλάζιο ανοιχτό.

Οι ιδιότητες του

Το R-134a είναι φιλικό προς το περιβάλλον ψυκτικό ρευστό. Δεν περιέχει στη σύνθεση του χλώριο και δεν επηρεάζει το στρώμα του όζοντος. Είναι πολύ χαμηλής τοξικότητας και δεν είναι διαβρωτικό των μετάλλων και ιδιαίτερα του χαλκού υπό ομαλές συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης.

Η διαλυτότητα του νερού στο R-134a είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του R-12 με αποτέλεσμα να μην είναι όλα τα αφυγραντικά υλικά συμβατά προς το R-134a.

Δεν είναι καθόλου συμβατό με τα ψυκτέλαια (ορυκτέλαια) που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις με ψυκτικά CFCs. Για αυτό τον λόγο, όταν σε μια εγκατάσταση γίνει αντικατάσταση του R-12 με R-134a, πρέπει να αντικατασταθεί υποχρεωτικά και το ψυκτέλαιο του συμπιεστή το οποίο είναι συνήθως ορυκτό (ναυθανικό ή παραφινικό), με νέο εστερικό.

Λόγω της απουσίας των ατόμων του χλωρίου στο μόριο του R-134a, έχει να επιδείξει καλή χημική και θερμική σταθερότητα η οποία είναι πολύ καλύτερη από αυτή του R-12. Έχει αποδειχθεί, ύστερα από εργαστηριακές δοκιμές, ότι έχει μεγάλη θερμική σταθερότητα.

2.1.3.4. Ψυκτικό μέσο R -410 A

- Το R-410A είναι ένα αζεοτροπικό ψυκτικό ρευστό (μείγμα) αποτελούμενο από:

-50%R32-CHF₂CF₃

-50%R125-CH₂F₂

- Υγρό με χαμηλή διολίσθηση

- Με μεγαλύτερη απόδοση έναντι των άλλων υγρών αλλά λειτουργεί σε πολύ υψηλές πιέσεις στη συμπύκνωση του (+9bar σε σύγκριση με το R-22.)

- O.D.P. = 0 / G.W.P. = 1975• Το R410A δεν είναι ακριβές αντικατάστατο του R-22 γιατί λειτουργεί σε πολύ μεγαλύτερες πιέσεις +60% απ' ότι το R-22. Ωστόσο έχει +5% αποδόση από το R-22 & +10% από τα υγρά 417^A, 407C!

- Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εξοπλισμό που κατασκευάστηκε αρχικά για χρήση με R-22.

- Οι μεταγίσεις θα πρέπει πάντα να πραγματοποιούνται από την υγρή φάση.

- Όλος ο εξοπλισμός διαφοροποιείται λόγω υψηλών πιέσεων του υγρού.(Γραμμές πλήρωσης, μανόμετρα, ειδικοί adaptors προς την κλιματιστική μονάδα)

2.1.3.5 Ψυκτικό μέσο R -407C

- Το R -407C είναι ένα ζεοτροπικό ψυκτικό ρευστό (μείγμα) αποτελούμενο από: 23% R32, 25% R-125, και 52% R-134a
- Υγρό με υψηλή διολίσθηση
- Κατάλληλο για: εφαρμογές κλιματισμού & μεσαίων θερμοκρασιών. Πολύ κοντά σε συμπεριφορά & απόδοση με το R-22
- Χαμηλές θερμοκρασίες: σημαντική πτώση της ψυκτικής του απόδοσης.
- Χρειάζονται αλλαγές λαδιών, βαλβίδων, επανέλεγχος των δικτύων.
- Η θερμοκρασία κατάθλιψης είναι χαμηλότερη κατά 4K κατά μέσο όρο σε σύγκριση με το R-22.
- Κρίσιμη θερμοκρασία (T) = 86,2°C (96°C για το R-22).
- 407C σημαίνει συνθετικό λάδι για παλινδρομικούς συμπιεστές : P.V.E.
- Για Rotary : Αλκυλβενζενικό λάδι.
- Για τύπου split : Πολυολεστερικό
- Οι εναλλάκτες θερμότητας μπορεί να χρειάζονται αλλαγή.
- O.D.P. = 0 G.W.P. = 1653

2.1.3.6 Ψυκτικό μέσο R -404A

- Το R -404A είναι ένα ζεοτροπικό ψυκτικό ρευστό (μείγμα) αποτελούμενο από:

-44%	R124,
-52%	R143A
-4%	R134a.
- Για μια ανάλογη ψυκτική απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες εξάτμισης, ο κυλινδρισμός του συμπιεστή με R -404A είναι παρόμοιος με αυτόν με R-22.
- Χρειάζονται αλλαγές λαδιών, βαλβίδων, νέα διαστασολόγηση γραμμής υγρού.
- Πλεονεκτεί σε εγκαταστάσεις καταψύξεων.
- O.D.P. = 0 G.W.P. = 3800

2.1.3.7 Η αμμωνία σε συσκευές ψύξης και κλιματισμού

Η αμμωνία (R-717) χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες ως ψυκτικό, κυρίως για την ψύξη τροφίμων και στη βιομηχανία. Χρησιμοποιείται επίσης σε κεντρικά συστήματα κλιματισμού. Έχει άριστες ψυκτικές ιδιότητες, ενώ δεν καταστρέφει το όζον και δεν απειλεί το κλίμα της Γης. Το μεγάλο της μειονέκτημα είναι η τοξικότητά της. Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί πως οι σχετικοί κανονισμοί για τη χρήση της αμμωνίας ως ψυκτικού είναι ιδιαίτερα αυστηροί, ενώ η έντονη οσμή της σε περίπτωση διαρροής δρα προληπτικά για την αποφυγή αρνητικών επιπτώσεων, αφού γίνεται αντιληπτή πολύ πριν συσσωρευτεί σε συγκεντρώσεις επικίνδυνες για την υγεία.

2.1.3.8 Το διοξείδιο του άνθρακα σε συσκευές ψύξης και κλιματισμού

Σε ότι αφορά τις περιβαλλοντικές επιδόσεις του και τα ζητήματα ασφάλειας, το διοξείδιο του άνθρακα (R-744) είναι άριστο ως ψυκτικό. Το βασικό μειονέκτημά του είναι ότι, λόγω χαμηλής κρίσιμης θερμοκρασίας, έχει σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης. Σε κάποιες εφαρμογές, το πρόβλημα αυτό λύνεται με ειδικό σχεδιασμό του εναλλάκτη θερμότητας. Το διοξείδιο του άνθρακα λειτουργεί επίσης σε υψηλότερες πιέσεις, γεγονός που σημαίνει πως απαιτείται διαφορετικός συμπιεστής και αυτό σημαίνει πως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως άμεσο υποκατάστατο σε υπάρχοντα εξοπλισμό. Σημαντική πρόοδος έχει σημειωθεί στη χρήση του διοξειδίου του άνθρακα ως ψυκτικού σε μικρές εφαρμογές ψύξης, για τον κλιματισμό αυτοκινήτων, σε αντλίες θερμότητας, κ.λπ. Το διοξείδιο του άνθρακα αναμένεται να γίνει το κυρίαρχο ψυκτικό σε κλιματιστικά αυτοκινήτων, αλλά ενδεχομένως και σε μικρές κλιματιστικές μονάδες, εκτοπίζοντας τα HFCs.

2.1.3.9 Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι υδρογονάνθρακες :

- Το ισοβουτάνιο (R-600a)
- Το προπάνιο (R-290) ή και μίγματα προπανίου και ισοβουτανίου

Το R-600a έχει κυριαρχήσει σήμερα στην αγορά των οικιακών ψυγείων. Πάνω από 100 εκατομμύρια ψυγεία με ψυκτικό μέσο υδρογονάνθρακες κυκλοφορούν σήμερα διεθνώς (κυρίως στην Ευρώπη, αλλά πλέον και στις ασιατικές αγορές και την Αυστραλία). Έρευνα της Greenpeace για την ελληνική αγορά (Ιούνιος 2002)¹⁷ έδειξε ότι τουλάχιστον 260 μοντέλα ψυγείων (περίπου το 60% όλων των μοντέλων της αγοράς) χρησιμοποιούν σήμερα για ψυκτικό το R-600a (τα υπόλοιπα χρησιμοποιούν τον υδροφθοράνθρακα R-134a). R-600a χρησιμοποιούν επίσης και όλα τα μοντέλα που κατασκευάζονται σήμερα στην Ελλάδα από την εταιρία BSP. Να σημειωθεί ότι τα ψυγεία με R-600a είναι αποδοτικότερα κατά 20% περίπου σε σχέση με τα αντίστοιχα με R-134a, ενώ είναι και λιγότερο θορυβώδη. Πιο αποδοτικοί ενεργειακά (σε ποσοστά της τάξης του 10-40%) αποδεικνύονται οι υδρογονάνθρακες και σε εμπορικές εφαρμογές ψύξης (π.χ. σε ψυγεία βιτρίνες ή επαγγελματικά ψυγεία παγωτού). Όταν υπάρχει ανάγκη να συμπληρωθεί ψυκτικό ή να υποκατασταθεί το R-12 που υπήρχε σε παλιές συσκευές, τότε ο ιδανικός συνδυασμός είναι ένα μίγμα R-290/R600a (σε αναλογία 50-50%).



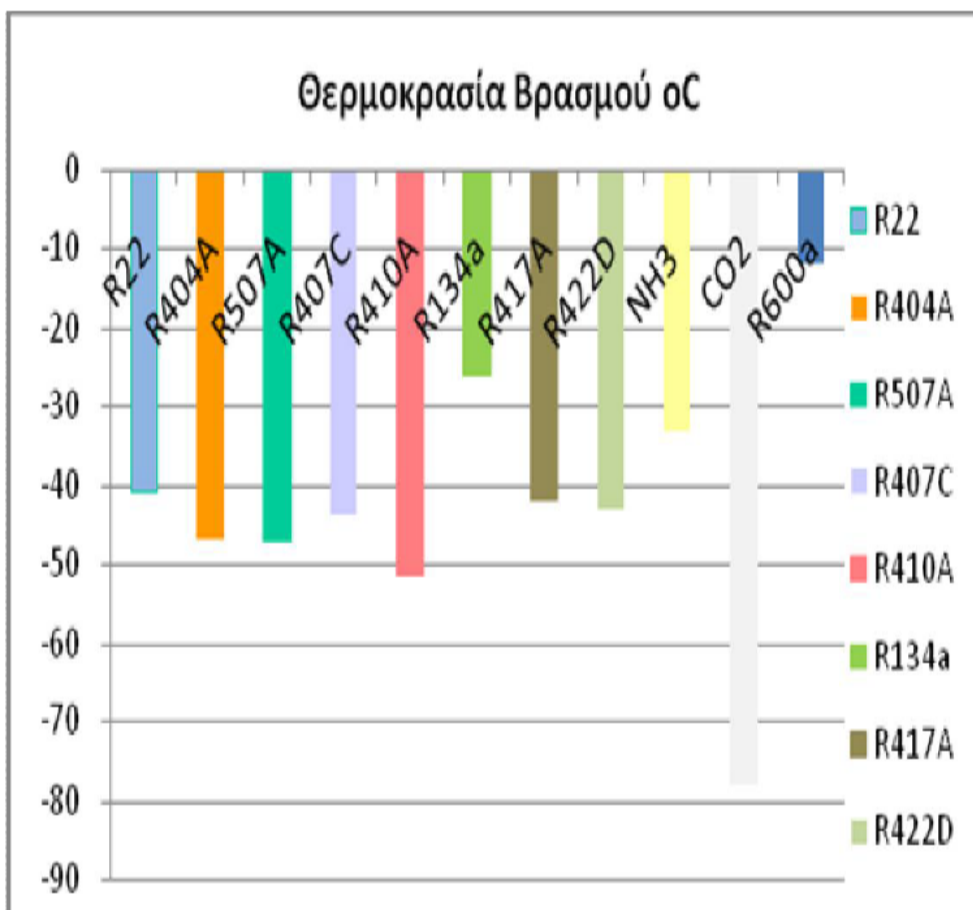
Εικόνα 5. Διβάθμιο ψυκτικό κύκλωμα.

Στη διεθνή αγορά κυκλοφορούν μίγματα υδρογονανθράκων που καλύπτουν όλες τις ανάγκες για συσκευές ψύξης-κλιματισμού, αντλίες θερμότητας, κλπ,

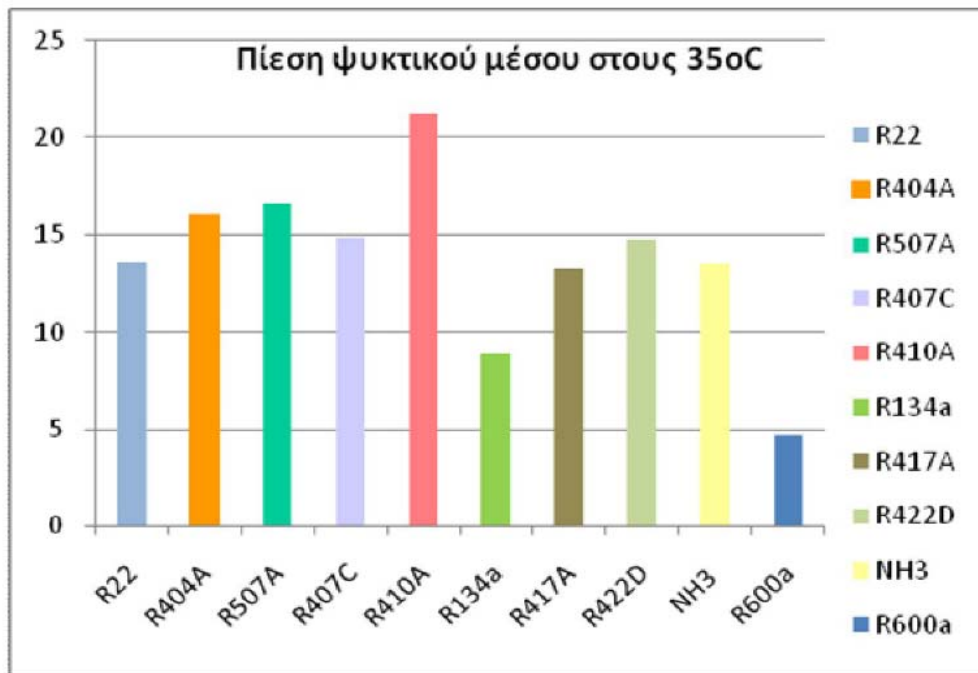
πολλά από τα οποία μπορούν να υποκαταστήσουν άμεσα (drop-in) τα R-12, R-22, R-134a, κ.λπ. Το μίγμα R-290/R600a μπορεί π.χ. να υποκαταστήσει άμεσα το R-12 και το R-134a, το προπυλένιο (R-1270) μπορεί να υποκαταστήσει το R-22, κ.λπ. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει μερικές από τις βασικές εφαρμογές των υδρογονανθράκων ως υποκατάστατων των επιβλαβών ψυκτικών ουσιών.

ΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΠΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝ ΠΑΡΑΤΙΘΕΝΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝ:

Διάγραμμα1: Συγκριτικό διάγραμμα θερμοκρασία βρασμού ψυκτικών ρευστών



Διάγραμμα 2. Συγκριτικό διάγραμμα πιέσεων των ψυκτικών μέσων στους 35°C
(για υδρόψυκτες ψυκτικές εγκαταστάσεις)



Διάγραμμα 3. Συγκριτικό διάγραμμα ενθαλπίας σε συνθήκες συντήρησης (ενέργεια που απορροφάται από το ψυκτικό μέσο κατά την αλλαγή φάσης στις ψυκτικές εγκαταστάσεις συντήρησης τροφίμων).



2.1.4 Χρήση HFCs σε άλλες εφαρμογές

Τα HFCs βρήκαν γρήγορα πεδίο εφαρμογής σε όλες σχεδόν τις χρήσεις που παλαιότερα χρησιμοποιούνταν τα CFCs και HCFCs. Ευτυχώς όμως, για όλες αυτές τις χρήσεις παρέχονται εναλλακτικές λύσεις και υποκατάστατα φιλικότερα προς το περιβάλλον. Σταχουολογούμε παρακάτω τις σημαντικότερες εφαρμογές.

Κλιματισμός αυτοκινήτων

Τα σύγχρονα αυτοκίνητα κλιματίζονται συνήθως με R-134a (HFC-134a). Ένα μέσο αυτοκίνητο έχει περί τα 800 γραμμάρια R-134a στο κλιματιστικό του. Εναλλακτικά, ο κλιματισμός θα μπορούσε να λειτουργήσει με υδρογονάνθρακες (περίπου 400 γραμμάρια R-290 ή μίγμα R-290/R-600a) ή με διοξείδιο του άνθρακα. Ήδη, εκατοντάδες χιλιάδες αυτοκίνητα στις ΗΠΑ, την Αυστραλία και αλλού χρησιμοποιούν υδρογονάνθρακες για τον κλιματισμό τους. Η αυτοκινητοβιομηχανία Daimler Chrysler υποσχέθηκε την ευρεία χρήση του διοξειδίου του άνθρακα ως ψυκτικού το αργότερο ως το 2005. Στην ίδια κατεύθυνση κινούνται και αρκετές άλλες αυτοκινητοβιομηχανίες, όπως π.χ. η Toyota, η Ford, η Renault, ο όμιλος VW και η BMW. Σημειώνουμε τέλος πως η ΕΕ έχει πρόθεση να απαγορεύσει οριστικά τη χρήση HFCs σε κλιματιστικά αυτοκινήτων το αργότερο ως το 2012.

Φορτηγά ψυγεία

Τα μικρά ή μεγάλα φορτηγά ψυγεία αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι της αγοράς, το οποίο παραδοσιακά βασιζόταν σε πετρελαιοκίνητα ψυγεία με ψυκτικά που καταστρέφουν το περιβάλλον (π.χ. HFCs). Σήμερα, παρέχονται πλέον επαρκείς εναλλακτικές λύσεις όπως πχ το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο εκτός από ψυκτικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τροφοδότηση της ψυκτικής μηχανής αντί του ρυπογόνου ντίζελ. Η Thermoking, η μεγαλύτερη στο είδος της εταιρία, παρέχει την τεχνολογία αυτή ήδη από το 2001.

Διόγκωση αφρωδών υλικών

Στην αγορά αφρωδών υλικών που παλαιότερα κυριαρχούσαν τα CFCs και HCFCs, σήμερα υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των HFCs, των υδρογονανθράκων (κυρίως το κυκλοπεντάνιο) του διοξειδίου του άνθρακα και του νερού. Για τη διόγκωση των προϊόντων πολυουρεθάνης π.χ. χρησιμοποιούνται υδρογονάνθρακες (25% των εφαρμογών) και διοξείδιο του άνθρακα (σε παρόμοια ποσοστά). Η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) διογκώνεται με διοξείδιο του άνθρακα/νερό, ενώ η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) διογκώνεται σε ποσοστό 50% περίπου με διοξείδιο του άνθρακα.

Η διόγκωση των αφρωδών υλικών με HFCs δημιουργεί μια σειρά από προβλήματα, καθώς ένα 60% περίπου του διογκωτικού υλικού διαφεύγει στην ατμόσφαιρα, ενώ το υπόλοιπο θα πρέπει να ανακτηθεί με το πέρας της χρήσιμης ζωής του υλικού και αυτό συνεπάγεται ειδική τεχνική υποδομή και πολλά έξοδα. Η στροφή της βιομηχανίας σε υγρά HFCs (π.χ. HFC14 245fa, HFC-365mfc) προκειμένου να περιοριστούν οι απώλειες κατά τη χρήση, δεν λύνει το πρόβλημα της τελικής διάθεσης. Η βιομηχανία HFCs ισχυρίζεται πως τα προϊόντα της έχουν καλύτερη συμπεριφορά π.χ. από το διοξείδιο του άνθρακα. Η αλήθεια είναι πως αυτό ισχύει σε λίγες περιπτώσεις, π.χ. στα προϊόντα εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους άνω των 6 εκατοστών που έχουν διογκωθεί με διοξείδιο του άνθρακα. Εκεί, η διογκωμένη με HFCs πολυστερίνη παρουσιάζει όντως καλύτερες μονωτικές ιδιότητες. Όμως, το 82% των προϊόντων εξηλασμένης πολυστερίνης είναι, ούτως ή άλλως, πάχους κάτω των 6 εκατοστών, οπότε δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα σε ότι αφορά την αποδοτικότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην πλειονότητα των εφαρμογών.

Βέβαια, τα διογκωμένα συνθετικά προϊόντα (ειδικά η εξηλασμένη πολυστερίνη) δεν αποτελούν ούτε τη μόνη ούτε την περιβαλλοντικά προτιμητέα επιλογή. Τόσο η εξηλασμένη πολυστερίνη όσο και τα προϊόντα πολυουρεθάνης μπορούν να υποκατασταθούν από άλλα υλικά όπως ο φελλός, η κυτταρίνη, το ξυλόμαλλο, ο ορुकτοβάμβακας, ο υαλοβάμβακας, κ.λπ.

Αερολύματα για εισπνοή σταθερών δόσεων (για ιατρική χρήση)

Στα προϊόντα αυτά κυριαρχούσαν για χρόνια τα CFCs. Η χρήση HFCs στα προϊόντα αυτά μπορεί να έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Εκτιμάται ότι ως το 2010, τα περιεχόμενα στα ιατρικά σπρέυ HFCs θα ισοδυναμούν με 4,1 εκατ. τόνους CO₂.β Η εναλλακτική λύση, η οποία εφαρμόζεται ήδη κατά κόρον σε κάποιες χώρες, είναι οι δοσομετρητές ξηράς σκόνης. Η λύση αυτή μπορεί να εφαρμοστεί στο 90% των περιπτώσεων. Σε αντίθεση μάλιστα με τους δοσομετρητές ξηράς σκόνης που ξαναγεμίζουν, οι συσκευασίες των δοσομετρητών με HFCs είναι μίας χρήσης και συνήθως ένα 20% του προϊόντος μένει ως υπόλειμμα και πετιέται, με αποτέλεσμα τα HFCs να διαφεύγουν στο περιβάλλον.

Πυροσβεστήρες

Δεδομένου ότι ένα 10% περίπου των συνολικά περιεχόμενων στους πυροσβεστήρες HFCs διαφεύγει κάθε χρόνο στο περιβάλλον, η συμβολή της πυρόσβεσης στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος δεν πρέπει να θεωρείται ασήμαντη. Κι εδώ παρέχονται επαρκείς εναλλακτικές λύσεις όπως αδρανή αέρια, διοξείδιο του άνθρακα, αφρός, νερό, κ.λπ.

Σπρέυ

Τα πρώτα προϊόντα στα οποία απαγορεύτηκαν τα CFCs ήταν τα σπρέυ. Σήμερα, ως προωθητικά υλικά χρησιμοποιούνται κυρίως υδρογονάνθρακες, ενώ κάποια προϊόντα (π.χ. αποσμητικά) αποφεύγουν τη χρήση σπρέυ και κυκλοφορούν σε roll-on, κρέμα ή με μηχανική προώθηση. Τα HFCs έχουν μικρή σχετικά χρήση και κυρίως σε χρήσεις που θα μπορούσαν και να εκλείψουν τελείως (π.χ. κλάξον για γήπεδα, αυτοψυχόμενες συσκευασίες, κλπ). Η προτεινόμενη κοινοτική νομοθεσία βάζει οριστικά τέλος σ' αυτές τις χρήσεις των HFCs.

Διαλύτες

Κι εδώ παρέχονται ασφαλείς εναλλακτικές λύσεις όπως η αποφυγή χημικού καθαρισμού, ο καθαρισμός με νερό, ο συνδυασμός υδρογονανθράκων/νερού, κ.λ.π

3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ

Είναι απαραίτητο να αντιληφθεί κανείς τους παράγοντες που άμεσα επηρεάζουν την απόδοση ενός συστήματος ψύξης όπως επίσης και το κόστος λειτουργίας τους.

3.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Συντελεστής Συμπεριφοράς είναι η πιο χρήσιμη παράμετρος για τον προσδιορισμό της απόδοσης, ορίζεται δε ως ο λόγος του ψυκτικού αποτελέσματος προς απαιτούμενη ισχύ από το συμπιεστή.

$$COP = \frac{\text{ΨΥΚΤΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ (kW)}}{\text{ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ (kW)}}$$

Υψηλός συντελεστής ψυκτικής συμπεριφοράς στο ψυκτικό συγκρότημα σημαίνει περισσότερη ψύξη για δεδομένη ισχύ λειτουργίας, δηλ. το σύστημα είναι πιο αποδοτικό. Ο συντελεστής (COP) δεν εκφράζεται επί τις εκατό και σπάνια είναι μικρότερος από 1. Για τις περισσότερες βιομηχανικές εφαρμογές ο συντελεστής κυμαίνεται στην περιοχή του 2 (για συστήματα με θερμοκρασία εξάτμισης γύρω στους -40°C) και 5 (για συστήματα με θερμοκρασία εξάτμισης γύρω στους 0°C). Ο συντελεστής ψυκτικής συμπεριφοράς μπορεί να μεταβάλλεται αισθητά αφού εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και τις απαιτούμενες αλλαγές της παραγωγικής διαδικασίας.

Ο ορισμός που δόθηκε πιο πάνω είναι από τους πιο διαδεδομένους για υπολογισμούς στην βιομηχανία. Οποσδήποτε όμως, δεν θεωρείται και η καλύτερη παράμετρος υπολογισμού για ένα ολοκληρωμένο ψυκτικό σύστημα. Η απαιτούμενη ενέργεια δεν είναι αυτή μόνο του συμπιεστή αλλά και του υπόλοιπου εξοπλισμού δηλ. των ανεμιστήρων και των αντλιών του εξαρτησίου και του συμπυκνωτή. Έτσι, λοιπόν ορίζεται ο συντελεστής ψυκτικής συμπεριφοράς του συστήματος:

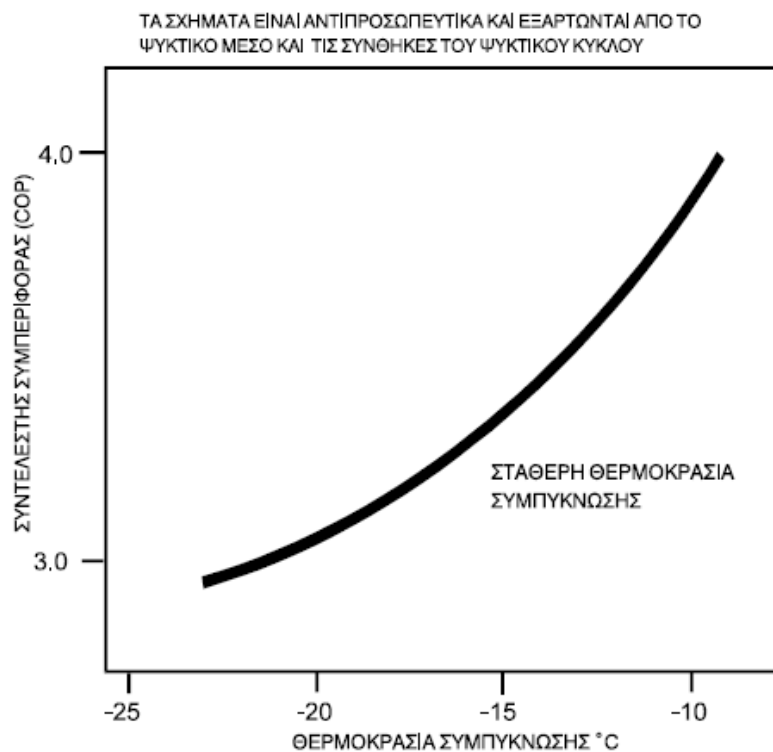
$$COP_{\text{ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ}} = \frac{\text{ΨΥΚΤΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ (kW)}}{\text{ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (kW)}}$$

3.2 ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

3.2.α. Ψυκτικά φορτία

Τα ψυκτικά φορτία παίζουν ουσιαστικό ρόλο στα λειτουργικά έξοδα του ψυκτικού συστήματος. Εάν το ψυκτικό φορτίο είναι υψηλότερο από το απαιτούμενο, τότε χρειάζεται μεγαλύτερο ψυκτικό φορτίο και υψηλότερο λειτουργικό κόστος.

3.2.β. Θερμοκρασία Εξάτμισης



Διάγραμμα 5. Επίδραση της θερμοκρασίας εξάτμισης στην απόδοση του συστήματος

Το Διάγραμμα 4 απεικονίζει την επίδραση της θερμοκρασίας εξάτμισης σε σχέση με τον συντελεστή συμπεριφοράς. Υψηλή θερμοκρασία εξάτμισης σημαίνει υψηλό συντελεστή Ψυκτικής Συμπεριφοράς (COP) και χαμηλό

λειτουργικό κόστος. Πρακτικά μιλώντας για αύξηση θερμοκρασία εξάτμισης κατά 1°C (T) σημαίνει μείωση τους κόστους λειτουργίας από 2 έως 4%. Υψηλότερες θερμοκρασίες εξάτμισης μπορούν να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας καλά συστήματα ελέγχου και σημεία αναφοράς και κάνοντας καλή χρήση της διαθέσιμης επιφάνειας του εξαμιστή, αποφεύγοντας τις επικαθίσεις, την δημιουργία πάγου, την υπερβολική υπερθέρμανση, την κακή μεταφορά θερμότητας, κλπ.

3.2.γ. Θερμοκρασία Συμπύκνωσης



Διάγραμμα 5. Διάγραμμα του συντελεστή συμπεριφοράς ως προς τη θερμοκρασία συμπύκνωσης ενός ψυκτικού ρευστού.

Το Διάγραμμα 5 απεικονίζει την επίδραση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης σε σχέση με τον συντελεστή συμπεριφοράς (COP). Πρακτικά μιλώντας, η μείωση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης κατά 10°C ($T_{\text{συμπ}}$) σημαίνει μείωση του κόστους λειτουργίας από 2 έως 4%. Χαμηλότερες θερμοκρασίες συμπύκνωσης μπορούν να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας καλά συστήματα ελέγχου και κάνοντας καλή χρήση της διαθέσιμης επιφάνειας

του συμπυκνωτή, αποφεύγοντας τις επικαθίσεις, τις στομώσεις, την κακή μεταφορά θερμότητας, κλπ.

3.2.δ. Απόδοση του συμπιεστή

Η επίδραση της απόδοσης του συμπιεστή με τον συντελεστή συμπεριφοράς (COP). Υψηλότερη απόδοση σημαίνει χαμηλότερο λειτουργικό κόστος. Ισοεντροπική απόδοση είναι η μέγιστη τιμή της απόδοσης του συμπιεστή. Στους περισσότερους τύπους συμπιεστών, ιδιαίτερα στους κοχλιωτούς και στους φυγοκεντρικούς η απόδοση πέφτει όταν λειτουργούν υπό μερικό φορτίο. Κάτι άλλο που είναι εξίσου σημαντικό είναι η απόδοση του κινητήρα του συμπιεστή. Σε γενικές γραμμές, υψηλές αποδόσεις μπορούν να επιτευχθούν αποφεύγοντας την λειτουργία υπό μερικό φορτίο, χρησιμοποιώντας τους καλύτερους συμπιεστές την συγκεκριμένη χρονική στιγμή και κάνοντας την καλύτερη δυνατή συντήρηση στο συμπιεστή.

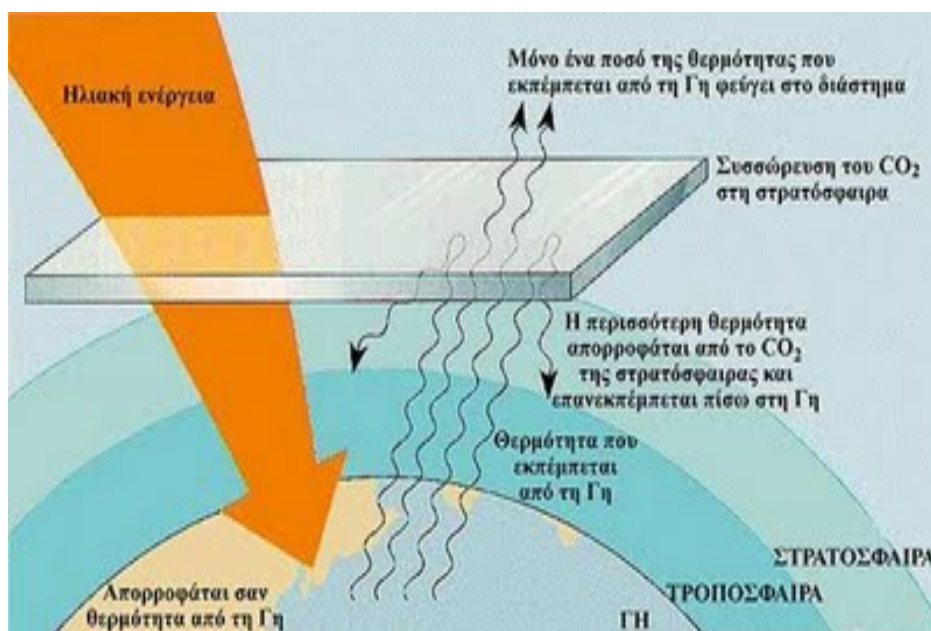
3.2.ε. Ισχύς Βοηθητικού Εξοπλισμού

Ο βοηθητικός εξοπλισμός ενός συστήματος ψύξης απαιτεί για την λειτουργία του περίπου το 25% της ισχύος του συνολικού φορτίου και μερικές φορές πολύ μεγαλύτερο όταν λειτουργεί σε μερικό φορτίο. Μειώνοντας την ισχύ του βοηθητικού εξοπλισμού μειώνεται σημαντικά η απόδοση του συστήματος.

4.ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

4.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΟΥΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Έχει γίνει πλέον ευρέως αντιληπτό ότι ο σύγχρονος άνθρωπος με την βοήθεια της τεχνολογικής ανάπτυξης και «προόδου» έχει καταφέρει να διαταράξει ισορροπίες που σχετίζονται με περιβαλλοντικές διαδικασίες και ιδιαίτερα με αυτές που ασχολούνται με την γήινη ατμόσφαιρα. Συνέπειες αυτών των διαταραχών είναι α) η συρρίκνωση της προστατευτικής στιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος από την ηλιακή υπεριώδη ακτινοβολία β) η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, με άμεσο αποτέλεσμα την προοδευτική αύξηση της θερμοκρασίας της γης και τις κλιματικές αλλαγές.



Εικόνα 6. Η επίδραση της ανθρωπογενούς δραστηριότητας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

4.1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζεται η φυσική διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συμβάλλει στην θέρμανση του. ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο μαθηματικό και φυσικό Ζοζέφ Φουριέ, το 1824, ενώ διερευνήθηκε συστηματικά από τον Σβάντε Αρρένιους το 1896. Τα τελευταία χρόνια ο όρος συνδέεται με την παγκόσμια θέρμανση, ενώ θεωρείται πως το φαινόμενο έχει ενισχυθεί σημαντικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου εμφανίζεται σε όλους τους πλανήτες που διαθέτουν ατμόσφαιρα όπως η γη.

Η ατμόσφαιρα της γης αποτελείται από ένα σύνολο αερίων που εκτείνεται σε ύψος 800 χιλιομέτρων και είναι διαπερατή μόνο από ορισμένα μήκη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

Από το σύνολο των ακτινοβολιών που δέχεται μόνο το ορατό φως και τα ραδιοκύματα φτάνουν στην γη ουσιαστικά αναλλοίωτα. Όλα τα άλλα μήκη κύματος απορροφούνται σε κάποιο βαθμό από τα αέρια της ατμόσφαιρας.

Η υπόλοιπη ακτινοβολία καθώς αντανακλάται στην επιφάνεια της γης μετατρέπεται σε υπέρυθρη, ενώ παράλληλα προκαλείται αύξηση της θερμοκρασίας. Σε απόσταση 25 km από το έδαφος υπάρχει ένα λεπτό στρώμα από αέρια σε σταθερή αναλογία, το οποίο δρα όπως το γυαλί ενός γεωργικού θερμοκηπίου, δηλαδή, ενώ επιτρέπει την είσοδο της θερμότητας που μεταφέρει η υπεριώδης ακτίνα του ήλιου, εμποδίζει τη διαφυγή της προς το διάστημα.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο δημιουργείται από ορισμένα ατμοσφαιρικά αέρια ανάμεσα στα οποία είναι υδρατμοί, CO₂, CFCs, κλπ. Τα αέρια αυτά επιτρέπουν τη διόδο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά απορροφούν τη μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία που επιστρέφει από την επιφάνεια της γης,

δημιουργώντας έτσι παγίδα θερμότητας. Είναι ευνόητο ότι χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου η ζωή στη γη θα ήταν αδύνατη λόγω του ψύχους (-18°C), ενώ με τις παρούσες συνθήκες, η μέση θερμοκρασία είναι 15°C (T_{μ}).

Η συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου των CFCs π.χ. περιλαμβάνει ένα τμήμα που προέρχεται από την ενεργειακή κατανάλωση των συστημάτων ψύξης. Είναι κυρίως ηλεκτρική ενέργεια σε συστήματα με συμπιεστές. Η έμμεση συμβολή αντιπροσωπεύει τον αριθμό των χιλιόγραμμων του CO_2 που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα για την παραγωγή κάθε ηλεκτρικής kWh που χρησιμοποιείται στην παραγωγή ψύξης.

Πολλά πειράματα και υπολογισμοί έχουν δείξει ότι η έμμεση συμβολή των θερμοδυναμικών συστημάτων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την άμεση που συνδέεται με τη διαφυγή των CFCs στο περιβάλλον.

Για παράδειγμα, σε οικιακά ψυγεία η έμμεση συμβολή (CO_2 που εκπέμπεται από καύση στους σταθμούς ηλεκτρικής ισχύος) είναι το 80% της ολικής συμβολής του θερμοδυναμικού συστήματος, ενώ το 20% αντιπροσωπεύει τη διαφυγή ψυκτικού μέσου στην ατμόσφαιρα. Τονίζεται ότι η αναλογία αυτή προτείνεται όταν οι σταθμοί ισχύος περιλαμβάνουν μονάδες που λειτουργούν κυρίως με άνθρακα ή πετρέλαιο. Σε χώρες που έχουμε υδροηλεκτρικούς ή πυρηνικούς σταθμούς η έμμεση συμβολή CO_2 είναι μικρότερη.

4.1.2 Μηχανισμός του φαινομένου του θερμοκηπίου

Η γη δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1966 W/m^2 , στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα Γης-ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα. Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της Γης. Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται, κατά 32% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς.

Λόγω της θερμοκρασίας της, η Γη εκπέμπει επίσης θερμική ακτινοβολία (κατά τρόπο ανάλογο με τον Ήλιο), η οποία αντιστοιχεί σε μεγάλα μήκη κύματος, σε αντίθεση με την αντίστοιχη ηλιακή ακτινοβολία, που είναι μικρού μήκους κύματος. Η ατμόσφαιρα της Γης διαθέτει μεγάλη αδιαφάνεια στην, μεγάλου μήκους κύματος, γήινη ακτινοβολία, έχει δηλαδή την ικανότητα να απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της, ποσοστό περίπου 71%. Η ίδια η ατμόσφαιρα επανεκπέμπει θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, μέρος της οποίας απορροφάται από την επιφάνεια της Γης, η οποία θερμαίνεται ακόμη περισσότερο. Η γήινη ατμόσφαιρα συμπεριφέρεται, με τον τρόπο αυτό, ως μία δεύτερη - μαζί με τον ήλιο - πηγή θερμότητας.

Αποτέλεσμα του συνολικού φαινομένου είναι η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, γεγονός που καθιστά τη Γη κατοικήσιμη. Χωρίς το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν σε παγκόσμια και ετήσια βάση περίπου -18°C (T).

Ο μηχανισμός του φαινομένου ταυτίζεται συχνά με τη λειτουργία ενός πραγματικού θερμοκηπίου, ωστόσο η ταύτιση αυτή αποτελεί υπεραπλούστευση, καθώς τα θερμοκήπια στηρίζονται στην "απομόνωση" της θερμότητας και την εξάλειψη φαινομένων μεταφοράς της.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό, ωστόσο ενισχύεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και στην έκλυση άλλων ιχνοστοιχείων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's). Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ειδικότερα στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση αυτή ήταν 31% την περίοδο 1750-1998. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδόσωσης. Εκτός από τον άνθρωπο, παράγεται μεθάνιο και από ζώα (π.χ. αγελάδες) με τις ερυγές τους.

4.1.3 Οι συνέπειες του «θερμοκηπίου»:

Το αρχικό αποτέλεσμα είναι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα κοντά στην επιφάνεια της γης. Αυτό έχει διαπιστωθεί ήδη. Για το διάστημα π.χ.1880-1988 υπήρχε μια αύξηση της τάξης 0,7 °C (T). Το έτος 2000 η μέση θερμοκρασία ήταν 0,32 °C (T) ψηλότερη από τον μέσο όρο του διαστήματος 1961-1990, ενώ η δεκαετία του `90 ήταν η πιο θερμή από τότε που υπάρχουν μετρήσεις της. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις κλιματολογικές αλλαγές(IPCC) υπολόγισε ότι η θερμοκρασία της γης θα αυξηθεί από 3 έως 6 °C (T) τα επόμενα 100 χρόνια. Άλλα μοντέλα προβλέπουν ότι μέχρι το 2050 (χρονιά που το διοξείδιο του άνθρακα θα διπλασιασθεί στην ατμόσφαιρα αν συνεχισθούν οι ίδιοι ρυθμοί έκλυσής του) η θερμοκρασία θα αυξηθεί μέχρι και 5,5 °C (T).

Το δεύτερο σημαντικότερο αποτέλεσμα θα είναι το ανέβασμα της στάθμης των θαλασσών και λόγω διαστολής του νερού(3/4 της επιφάνειας της γης είναι θάλασσα) και λόγω του λιώσιμου των αιώνιων πάγων της στεριάς και της Γροιλανδίας. Τα τελευταία 100 χρόνια έχει ήδη ανέβει η στάθμη της μέχρι 25 εκατοστά. Στην τελευταία «θερμή» περίοδο της γης, πριν περίπου 120000 χρόνια, όπου η θερμοκρασία ήταν κατά 2 βαθμούς παραπάνω από τη σημερινή, η θάλασσα ήταν κατά 5 έως 7 μέτρα ψηλότερα από σήμερα. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν πού θα φθάσει η θάλασσα αν τα επόμενα χρόνια ανέβει έστω και 2 βαθμούς .

Έτσι θα έχουμε κάτω από τη θάλασσα πολλές σημερινές περιοχές στεριάς, όπως τα μεγάλα και εύφορα Δέλτα των ποταμών, τα χαμηλά νησιά του Ειρηνικού, πολλές παραθαλάσσιες πόλεις όπως η Νέα Υόρκη, το Μαϊάμι, το Λονδίνο, το Τόκιο, η Σαγκάη, η Βομβάη, το Μπουένος Άιρες, το Λένινγκραντ κ.λπ.(Για τη χώρα μας προβλέπεται ότι τουλάχιστον ο Θερμαϊκός θα βυθισθεί)

Το τρίτο σημαντικό αποτέλεσμα θα είναι η μεταβολή των κλιματικών ζωνών, κύρια των ζωνών βροχής, η οποία γενικά θα αυξηθεί λόγω της αύξησης της εξάτμισης των νερών, επειδή αυξάνεται η θερμοκρασία. Και αυτή η μεταβολή έχει ήδη αρχίσει και την αντιλαμβανόμαστε τα τελευταία χρόνια. Σε

περιοχές του Β. ημισφαιρίου έχουν ενταθεί οι βροχές, ενώ ήδη από τη δεκαετία του '60 παρατηρείται μια σταδιακή μείωση των βροχοπτώσεων σε υποτροπικές και τροπικές περιοχές. Το χαρακτηριστικότερο αυτής της αλλαγής είναι τα **έντονα καιρικά φαινόμενα**. Όπου επικρατήσουν ξηρασίες αυτές εντείνονται και σε διάρκεια και στους δείκτες (υγρασία, θερμοκρασία κ.λπ.). Όπου επικρατήσουν βροχές, αυτές πάλι παίρνουν τη μορφή καταιγίδων και «θεομηνιών»(απίθανες ποσότητες νερού σε μικρό χρονικό διάστημα), με αποτέλεσμα πλημμύρες και καταστροφές. Το ίδιο και με τα χιόνια και τον παγετό. Οι τυφώνες, οι κυκλώνες και οι ανεμοθύελλες θα εμφανίζονται όλο και πιο συχνά με μεγαλύτερες ταχύτητες και ενέργειες και φυσικά με καταστροφικότερα αποτελέσματα, γιατί οι θερμοκρασίες του αέρα πάνω από πολλές θαλάσσιες περιοχές θα ξεπερνά τους 26,5 βαθμούς(με τέτοιες θερμοκρασίες πάνω από τη θάλασσα, όπως είναι γνωστό ,αρχίζουν να δημιουργούνται ανεμοστρόβιλοι που εξελίσσονται σε τυφώνες).

4.1.4 Οι πρώτες ενδείξεις:

Όταν οι πρώτοι επιστήμονες μίλησαν για το «τεχνητό» φαινόμενο του θερμοκηπίου πολλοί λίγοι το έλαβαν υπόψη. Μόνο κάποιοι «τρελοί» Οικολόγοι. Χρόνο με το χρόνο όμως η εξέλιξη φαίνεται καθαρά. Οι ενδείξεις έχουν πολλαπλασιασθεί. Το λιώσιμο των παγετώνων των μεγάλων βουνών έχει ξεκινήσει(έχει παρατηρηθεί για παράδειγμα στις Άλπεις), το ίδιο και της Γροιλανδίας και στο Β. Ατλαντικό έχουν παρατηρηθεί τελευταία τα μεγαλύτερα μέχρι τώρα παγόβουνα. Στην Καραϊβική και τον Ινδικό οι κυκλώνες είναι ισχυρότεροι, καταστροφικότεροι και πιο συχνοί. Όπου δεν υπάρχει υγρασία οι ξηρασίες είναι εντονότερες (έχουμε επομένως ερημοποίηση ,μειωμένες σοδειές και λιμούς)και στην Αφρική η Σαχάρα επεκτείνεται γρηγορότερα προς ανατολάς και νότο. Στα μεσαία πλάτη, από Τουρκία μέχρι και ΗΠΑ ,οι καύσωνες ανυπόφοροι και οι πυρκαγιές ανεξέλεγκτες. Από την άλλη οι πλημμύρες απειλούν όχι μόνο την αγροτική παραγωγή, αλλά και τους ανθρώπους.(Ακόμα και στις «οργανωμένες» κοινωνίες της Κεντρικής Ευρώπης είχαμε πρόσφατα ανθρώπινα ανθρώπινα θύματα και να μη ξεχνάμε

τη Νέα Ορλεάνη). Οι ασφαλιστικές εταιρείες υπολόγισαν για παράδειγμα ότι οι ζημιές από καιρικές θεομηνίες τη δεκαετία 1991-2000 ξεπέρασαν τα 400 δισεκατομμύρια. δολάρια.

Και στη χώρα μας η εξέλιξη είναι φανερή. Ανομβρία και καύσωνες το καλοκαίρι, ασυνήθιστες θερμοκρασίες μερικά διαστήματα το φθινόπωρο και χειμώνα. Όταν επικρατεί ένα καιρικό φαινόμενο, αυτό εντείνεται και δύσκολα αλλάζει. Οι λίγες γενικά βροχές μέχρι τώρα ,έχουν γίνει καταρρακτώδεις με χαλάζι συχνό, πλημμύρες και κατολισθήσεις(π.χ. στις αρχές του φετινού Οκτωβρίου), με αποτέλεσμα καταστροφές στη γεωργική παραγωγή. Το ίδιο έχουμε αντίστοιχα το χειμώνα με τα χιόνια και τον παγετό.

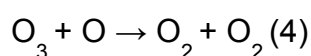
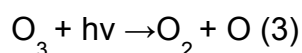
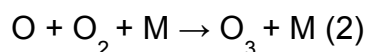
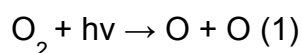
Το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών(ΙΓΜΕ) εξηγεί: « Τα μη κανονικά σε ένταση και ύψος κατακρημνίσματα, από υψηλές και απότομες βροχοπτώσεις, από τις χιονοπτώσεις και τον παγετό, καθώς και οι κατολισθητικές κινήσεις προκαλούνται κυρίως από τις δραστηριότητες του ανθρώπου».

Επίσης έχουμε ήδη αλλαγές και στην ελληνική χλωρίδα. Πολλά από τα σπάνια είδη δεν αντέχουν την ξηρασία και ή μειώνονται ή «μεταναστεύουν» βόρεια (π.χ. Ορχεοειδή, ενδημικά). Τα έντομα, κυρίως τα ωφέλιμα , μειώνονται δραστικά. Επίσης πολλά θηλαστικά της πανίδας μετακινούνται βόρεια. Από μελέτες σε είδη άγριας ζωής φαίνεται ότι τα τελευταία 30 χρόνια υπάρχει αλλαγή και στο χρόνο παραγωγής τους(σε άλλα νωρίτερα και σε άλλα αργότερα από το συνηθισμένο). Σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Εταιρείας Προστασίας της Φύσης , υπάρχει ακόμα και αλλαγή στη σύσταση των ελληνικών λιμνών.

4.1.5 Η τρύπα του όζοντος

Το **όζον** (Αγγλικά **Ozone**, χημικά O_3) είναι ένα τριατομικό μόριο, που αποτελείται από τρία άτομα Οξυγόνου. Αποτελεί μια αλλοτροπική μορφή του Οξυγόνου και είναι ασταθέστερο από τη διατομική του έκφανση, το O_2 .

Ο ρόλος του στρώματος του όζοντος στην ατμόσφαιρα, και ιδιαίτερα σε μεγάλα ύψη, λαμβάνει χώρα απορρόφηση ενέργειας υπεριωδών ηλιακών ακτινών με αποτέλεσμα τη θραύση κάποιων δεσμών οξυγόνου και τη δημιουργία ελευθέρων ατόμων. Τα άτομα αυτά αντιδρούν με μόρια οξυγόνου σχηματίζοντας μόρια όζοντος. Τονίζεται ότι σ' αυτήν τη διαδικασία δρουν ως καταλύτης μόρια αζώτου ή οξυγόνου.



όπου:

h η σταθερά Planck

ν η ηλεκτρομαγνητική συχνότητα ακτινοβολίας

$\text{M} = \text{N}_2, \text{O}_2$

Καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος

Οι σχέσεις (3), (4) δείχνουν τη διάσπαση του όζοντος με ηλιακή ακτινοβολία και με αντιδράσεις με άλλα μόρια. Η τάση δημιουργίας όζοντος επομένως εξαρτάται από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας ($h\nu$). Η συγκέντρωση του όζοντος ποικίλει με το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή διότι υπάρχει ατμοσφαιρική κυκλοφορία μεγάλης κλίμακας. Σχηματίζεται έτσι μια προστατευτική ασπίδα γύρω από τη γη. Οι ειδικοί αναφέρουν ότι και μια μικρή μείωση στο στρατοσφαιρικό όζον μπορεί να προκαλέσει αύξηση των καρκίνων του δέρματος, πιθανή εξαφάνιση κάποιων ειδών δημητριακών, δέντρων, ζώων και αλλοίωση ιδιοτήτων υλικών όπως τα πλαστικά κλπ.

Το στρώμα στρατοσφαιρικού όζοντος μειώθηκε 1% μεταξύ των ετών 1976-1991 και 2%-3% τα τελευταία χρόνια. Το αποτέλεσμα βασίζεται σε δεδομένα του δικτύου υπεριωδών φασματομετρητών Dobson στο βόρειο ημισφαίριο. Επαληθεύτηκε από δορυφορικές παρατηρήσεις. Στο νότιο ημισφαίριο η καταστροφή είναι μεγαλύτερη. Υπάρχει σημαντική εποχιακή διακύμανση. Σ' αυτή την περιοχή, κατά τη διάρκεια της πολικής νύχτας, δημιουργείται ένας

μεγάλος στρόβιλος στον οποίο οι αέριες μάζες είναι πολύ κρύες και παραμένουν σχετικά απομονωμένες από εκείνες που ευρίσκονται στα μέσα πλάτη. Όταν οι πρώτες ηλιακές ακτίνες φθάνουν, στις αρχές του Σεπτεμβρίου, το όζον μειώνεται ταχέως. Το σενάριο αυτό επαναλαμβάνεται κάθε χρόνο από το 1980. Πολύ μικρές τιμές, 100 μέχρι 150 μονάδες Dobson, παρατηρήθηκαν π.χ. τα έτη 1985, 1987, 1989, 1991, 1992 συγκρινόμενες με το μέγεθος των 300 μονάδων του 1970.

Η μονάδα Dobson ορίζεται ως εξής: εάν ολόκληρη η ατμόσφαιρα θεωρηθεί μια στήλη ομοιόμορφης πίεσης 1 bar, το όζον θα κατείχε ένα στρώμα πάχους 3mm. 100 Dobsons αντιπροσωπεύουν 1mm αυτού του πάχους. Η κανονική περιεκτικότητα είναι 300 Dobsons.

4.1.5.1 Η Ιστορία του Όζοντος

Το Όζον ήταν η πρώτη αλλοτροπική μορφή που περιγράφηκε από την επιστήμη και ανακαλύφθηκε από τον Κρίστιαν Φρίντριχ Σένμπαϊν (*Christian Friedrich Schönbein*) κατά τη διάρκεια εκτέλεσης πειραμάτων αργής οξειδωσης φωσφόρου και ηλεκτρόλυσης νερού το 1840. Το ονόμασε έτσι με βάση την ελληνική λέξη για τη μυρωδιά, από τη μυρωδιά που γίνεται αντιληπτή στις νύχτες με καταιγίδες αστραπών. Εντούτοις, η μυρωδιά αυτή, προέρχεται γενικά από τα ιόντα που παράγονται κατά τη διάρκεια των ραγδαίων χημικών αλλαγών που λαμβάνουν χώρα σε τέτοια καιρικά φαινόμενα και όχι από το ίδιο το Όζον.

Χημικές Ιδιότητες

Είναι αέριο ασταθές, ισχυρά οξειδωτικό, ισχυρό τοξικό με χαρακτηριστική οσμή και κυανό χρώμα. Είναι λίγο διαλυτό στο ύδωρ και όπως είναι ασταθές και εύκολα διασπάται δεν αφήνει υπολείμματα. Το Όζον που βρίσκεται στο επίπεδο της θάλασσας θεωρείται μολυσματικό στοιχείο για τον αέρα αυτού του επιπέδου από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας και έχει ανεπιθύμητες επιπτώσεις στο αναπνευστικό σύστημα των μελών του ζωικού βασιλείου. Από την άλλη, το Όζον είναι χρήσιμο όταν βρίσκεται στην ανώτερη ατμόσφαιρα,

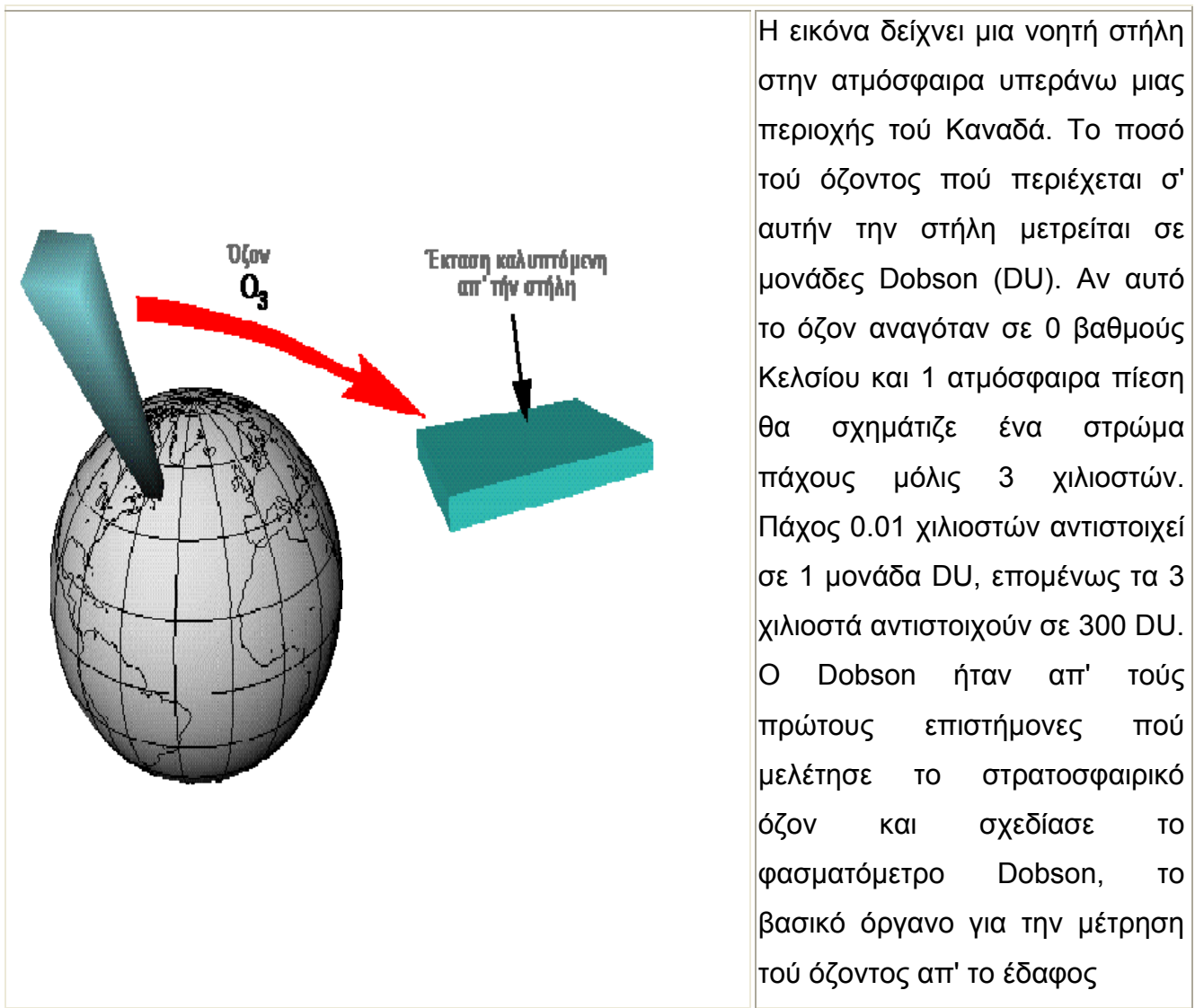
γιατί προλαμβάνει την επιβλαβή υπεριώδη ακτινοβολία από το να φτάσει στην επιφάνεια της γης. Εμφανίζεται σε χαμηλή συγκέντρωση στο σύνολο της γήινης ατμόσφαιρας. Το Όζον έχει πολλές βιομηχανικές και καταναλωτικές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται και στην οζονοθεραπεία, μια πρακτική εναλλακτικής ιατρικής που δεν είναι αποδεκτή από την επικρατούσα επιστημονική ιατρική κοινότητα.

4.1.5.2 Παραγωγή Όζοντος

Το Όζον μπορεί να παραχθεί από ξηρό O_2 ή ατμοσφαιρικού αέρα που οδηγείται προς περιοχή όπου λαμβάνουν χώρα ηλεκτρικές εκκενώσεις τάσης 5.000 - 20.000 Volt. Μερικά ηλεκτρικά εξαρτήματα παράγουν αξιόλογα επίπεδα όζοντος, κυρίως συσκευές που χρησιμοποιούν υψηλές τάσεις, όπως ιονιστές αέρος, εκτυπωτές λέιζερ, φωτοαντιγραφικά και ηλεκτροσυγκολλητές. Επίσης συσκευές με ηλεκτροκίνητο περιστρεφόμενο κινητήρα μπορούν να δημιουργήσουν όζον από τη συνεχή δημιουργία σπιθών στο εσωτερικό του κινητήρα.

Τρύπα του όζοντος ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο το στρώμα του όζοντος που βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας της Γης μειώνεται σε πάχος πάνω από την Ανταρκτική. Επειδή το λεπτότερο σημείο του είναι πάνω από το Νότιο Πόλο, η μείωση του πάχους του στρώματος έχει σαν αποτέλεσμα την ονομαζόμενη "τρύπα" στο στρώμα του όζοντος. Λόγω του ότι το όζον (αλλοτροπική μορφή του οξυγόνου, τριατομικό οξυγόνο, O_3) προστατεύει από την ηλιακή ακτινοβολία, απορροφώντας σημαντικό τμήμα της υπεριώδους, η δημιουργία της τρύπας του όζοντος έχει αρνητικά αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης αυξάνει την θερμοκρασία στον πλανήτη και βοηθάει αρνητικά στο λιώσιμο των πάγων. Το φαινόμενο αυτό θεωρείται πως δημιουργήθηκε από υπερβολική χρήση χλωριοφθορανθράκων (CFC) που χρησιμοποιούνταν σε κλιματιστικά και γενικά σε ψυκτικές συσκευές. Στην επέκταση του επίσης συμβάλλουν τόσο τα καυσαέρια (από την κυκλοφορία των οχημάτων) όσο και τα αέρια απόβλητα των εργοστασίων.

Όπως είναι γνωστό η Γη περιβάλλεται από την ατμόσφαιρά της η οποία αποτελείται από διάφορα στρώματα, αναλόγως με την σύστασή τους και τις συνθήκες που επικρατούν. Έτσι το πρώτο στρώμα είναι η Τροπόσφαιρα στην οποία διαμορφώνεται ουσιαστικά ο καιρός, αφού εδώ γεννιούνται και πεθαίνουν τα διάφορα καιρικά φαινόμενα όπως τα σύννεφα, η βροχή, το χιόνι κ.λ.π. Πάνω απ' αυτή σε ύψος 10.000 μέτρα περίπου αρχίζει η Στρατόσφαιρα, η οποία εκτείνεται μέχρι τα 40.000 μέτρα περίπου. Το ενδιαφέρον που παρουσιάζει αυτό το στρώμα το οφείλει κυρίως στην ύπαρξη του Όζοντος. Το Όζον είναι κατά κάποιο τρόπο ένα είδος Οξυγόνου, αφού το μόριό του απαρτίζεται από τρία άτομα Οξυγόνου αντί δύο που συνιστούν το μόριο του Οξυγόνου. Το στοιχείο αυτό σχηματίζει ένα λεπτό επί μέρους στρώμα στην Στρατόσφαιρα (μεταξύ 19000 και 30000 μέτρα) που είναι πιο λεπτό πάνω από τις τροπικές περιοχές και πιο παχύ πάνω απ' τις πολικές και λέγεται Οζονόσφαιρα ή στρώμα Charman. Η ποσότητα του Όζοντος μετρείται σε μονάδες Dobson (DU) και μια τυπική του τιμή είναι 260 DU πάνω απ' τις τροπικές περιοχές, αν και υπάρχει μεγάλη εποχική και υψομετρική διακύμανση. Το Όζον δημιουργείται με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) σε μόρια Οξυγόνου, οπότε μια σειρά αντιδράσεων λαμβάνει χώρα γνωστών και ως Αντιδράσεις Charman. Αρχικά το μόριο του Οξυγόνου διασπάται στα δύο άτομά του τα οποία εν συνεχεία αντιδρούν με άλλα μόρια Οξυγόνου και συνθέτουν μόρια Όζοντος. Ευνόητο είναι ότι οι ψηλότερες περιοχές είναι πιο πλούσιες σε Όζον απ' ότι οι χαμηλότερες αφού η δράση των υπεριωδών ακτινών ανακόπτεται, καθώς αυτές απορροφώνται απ' τα πυκνότερα χαμηλότερα στρώματα. Οι ίδιες ακτίνες προκαλούν και την καταστροφή του Όζοντος, αφού όταν πέφτουν πάνω του το διασπούν στα εξων συνετέθη επιβάλλοντας έτσι ένα ισοζύγιο Όζοντος που καταστρέφεται και Όζοντος που δημιουργείται με συνέπεια η περιεκτικότητα αυτού στην ατμόσφαιρα να παραμένει κατ' αρχήν σταθερή και περίπου 10 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο). Η ποσότητα του Όζοντος είναι τέτοια που αν συγκεντρωνόταν κοντά στο έδαφος σε θερμοκρασία 0 βαθμούς Κελσίου και πίεση 1 ατμόσφαιρα, θα σχημάτιζε ένα στρώμα πάχους 3 χιλιοστών.



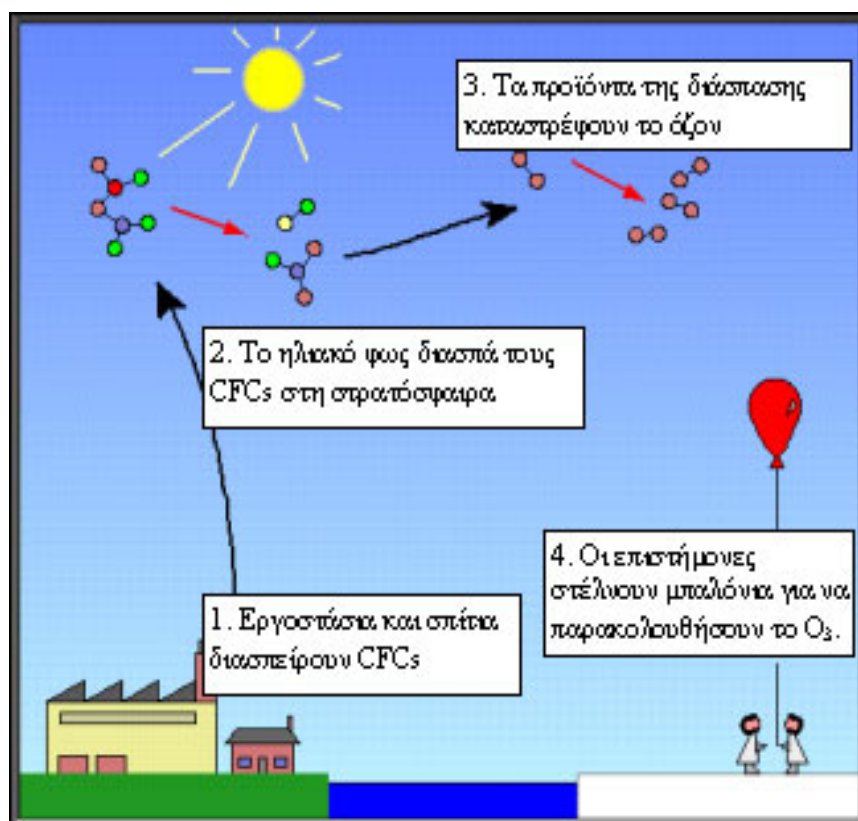
Σχήμα 6. Στρατοσφαιρικό όζον και φασματόμετρο Dobson

Το "παράδοξο" είναι ότι ενώ το Όζον κοντά στο έδαφος είναι επιβλαβές για την ανθρώπινη υγεία αφού συμβάλει στην ρύπανση του αέρα πρωταγωνιστώντας στην δημιουργία του περίφημου φωτοχημικού νέφους, εν τούτοις, ευρισκόμενο ψηλότερα στην Στρατόσφαιρα, συμβάλλει στην προστασία της υγείας σε βαθμό που θα ήταν αδύνατη η επιβίωση χωρίς αυτό. Έτσι λειτουργώντας σαν αόρατο φίλτρο απορροφά κάποιες απ' τις εξαιρετικά επικίνδυνες υπεριώδεις ακτίνες που αν έφταναν στο έδαφος θα προκαλούσαν σοβαρές καταστροφές σε φυτά, ζώα και ανθρώπους. Συγκεκριμένα οι ακτίνες αυτές προκαλούν καρκίνο και γήρανση του δέρματος, καταρράκτη των ματιών, εξασθένηση του αμυντικού συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού κατά των παθογόνων μικροβίων και αύξηση των μεταδοτικών ασθενειών.

Καταστρέφουν επίσης το φυτοπλαγκτόν και τις προνύμφες των ψαριών. Επομένως εύκολα καταλαβαίνει κανείς γιατί η Οζονόσφαιρα ονομάζεται και ασπίδα όζοντος. Μάλιστα έχει υπολογιστεί ότι κάθε μείωση της περιεκτικότητας τού όζοντος κατά 10% ισοδυναμεί με αύξηση των περιπτώσεων καρκίνου τού δέρματος κατά 300.000 παγκοσμίως. Μεγαλύτερο κίνδυνο διατρέχουν τα άτομα με ανοιχτόχρωμο δέρμα, μπλε μάτια και ξανθά μαλλιά και τα οποία παρά τις καλοκαιρινές πολύωρες ηλιοθεραπείες ευκολότερα καίγονται παρά μαυρίζουν.

Τις τελευταίες δεκαετίες πολύς λόγος γίνεται για την περιβόητη τρύπα τού όζοντος. Μετά μάλιστα την διαπίστωση της βλαπτικής δραστηριότητας αυτού, πολλές κυβερνήσεις ανησύχησαν και όλοι άρχισαν να ενδιαφέρονται, επιστήμονες και μη, για το τί συμβαίνει με την φυσική αυτή ασπίδα της βιόσφαιρας. Έτσι έγινε αντιληπτό ότι μερικές από τις ανθρώπινες δραστηριότητες παράγουν κάποιους ρύπους που καταστρέφουν το όζον και ανατρέπουν το ισοζύγιο φυσικής παραγωγής και φυσικής καταστροφής αυτού υπέρ της τελευταίας. Επειδή μάλιστα η καταστροφή είναι επιλεκτική και συμβαίνει κυρίως στην στρατόσφαιρα κυρίως πάνω απ' την Ανταρκτική, η μείωση της περιεκτικότητας τού όζοντος εκεί δίνει την αίσθηση τρύπας της Οζονόσφαιρας, διά μέσου της οποίας οι ανεπιθύμητες και επιζήμιες υπεριώδεις ακτίνες φτάνουν στον πλανήτη μας με όλες τις προαναφερόμενες συνέπειες. Όταν λοιπόν λέμε τρύπα τού όζοντος εννοούμε περιοχή της Στατόσφαιρας με κάτω της συνήθους περιεκτικότητα σ' αυτό το στοιχείο, λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που παράγουν ρύπους καταστρεπτικούς για αυτό. Οι κυριότεροι απ' αυτούς τούς ρύπους είναι οξειδία τού αζώτου που περιέχονται στα καυσαέρια αυτοκινήτων και αεροπλάνων και ενώσεις τού χλωρίου που φέρουν το όνομα χλωροφθοράνθρακες (CFC), χρησιμοποιούνται δε ως προωθητικά αερίων στα διάφορα σπρέι (αποσμητικά, εντομοκτόνα κ.λ.π.), στις μονώσεις, στα ψυκτικά υγρά στα ψυγεία (Freon) και τούς κλιματισμούς. Αυτές οι ενώσεις παραγόμενες με αντίστοιχες καθημερινές χρήσεις ή βιομηχανικές δραστηριότητες στην επιφάνεια τού εδάφους, αρχίζουν να ανεβαίνουν με ένα πολύ αργό ρυθμό και μετά από 20 και 30 χρόνια φτάνουν στην στρατόσφαιρα όπου αρχίζουν το οδυνηρό τους έργο.

Έτσι εκεί ψηλά με την συνδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας ελευθερώνουν άτομα χλωρίου που επιτίθενται κατά μορίων όζοντος αποσπώντας τους άτομα οξυγόνου και διαλύοντάς τα. Το κακό είναι ότι αυτές οι ενώσεις είναι εξαιρετικά σταθερές, επιζούν καθ' όλη την διάρκεια του ταξιδιού τους, φτάνουν στην Οζονόσφαιρα και εκεί δρουν καταλυτικά. Δηλαδή ενώ αυτές καταστρέφουν το όζον, οι ίδιες δεν καταστρέφονται και η δράση τους αναπτύσσεται σε εξαιρετικά μακροχρόνιους κύκλους.



Εικόνα 7. Η τρύπα του όζοντος

Αυτή η διαδικασία καταστροφής του όζοντος είναι πολύ έντονη πάνω από την Ανταρκτική και κυρίως κατά τους ανοιξιάτικους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν πάνω απ' αυτή την ήπειρο του Νοτίου Πόλου. Κατά την διάρκεια του πολικού χειμώνα σχηματίζονται πάνω απ' την Ανταρκτική τα καλούμενα πολικά στρατοσφαιρικά σύννεφα (PSCs, Polar Stratospheric Clouds) σε απίστευτα χαμηλές θερμοκρασίες, μικρότερες απ' τους 80 βαθμούς κάτω απ' το μηδέν, λόγω του ισχυρού ανέμου με το όνομα ανταρκτική δίνη (polar vortex) που απομονώνει

την ήπειρο απ' τον υπόλοιπο κόσμο αποτρέποντας τον θερμό αέρα απ' τις τροπικές περιοχές να εισέλθει στην περιοχή. Τα νέφη αυτά, που είναι πλήρη παγοκρυστάλλων, έχει διαπιστωθεί ότι παίζουν σπουδαίο ρόλο στην καταστροφή τού όζοντος αφού επ' αυτών κάθονται τα προϊόντα αποικοδόμησης των φθοροχλωρανθράκων που με γρήγορες αντιδράσεις οδηγούν στον σχηματισμό μορίων νιτρικού οξέος και χλωρίου τού οποίου την καταστρεπτική δράση προαναφέραμε. Για πρώτη φορά η καταστροφή τού όζοντος παρατηρήθηκε το 1975 και στα χρόνια που ακολούθησαν άρχισε η δραματική του μείωση. Στην δεκαετία τού '80 η καταστροφή συνεχίστηκε, η τρύπα συνεχώς μεγάλωνε και τον Οκτώβριο τού 1994 είχε μείνει η μισή ποσότητα όζοντος και η τρύπα υπερκάλυψε την ήπειρο. Τον χειμώνα τού 2000 κατέληξε να είναι τριπλάσια σε έκταση απ' τις Η.Π.Α. και έφτασε πολλές πόλεις στην νότια Χιλή και Αργεντινή.



Εικόνα 8. Πολικά Στρατοσφαιρικά Νέφη και η Τρύπα του Όζοντος στην Ανταρκτική

Ενώ οι μεγαλύτερες ποσότητες φθοροχλωρανθράκων παράγονται στις ανεπτυγμένες χώρες του Β. Ημισφαιρίου, εν τούτοις πλήττονται απ' την μείωση του όζοντος περιοχές του Ν. Ημισφαιρίου. Βεβαίως υπάρχει επέκταση της καταστροφής σε μικρότερο όμως βαθμό και σε περιοχές του Β. Ημισφαιρίου. Έτσι απ' τα αποτελέσματα του Ευρωπαϊκού προγράμματος "Θησέας" επιβεβαιώνεται η τάση μείωσης του όζοντος στα μέσα γεωγραφικά πλάτη και των δύο ημισφαιρίων με εντονότερη την τάση αυτή τον χειμώνα και την άνοιξη. Η Μεσόγειος, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδος, ανήκουν στην ζώνη υψηλού κινδύνου και είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στην μείωση του όζοντος λόγω μεγάλης ηλιοφάνειας. Κατά το Κέντρο Χαρτογράφησης του Όζοντος των Ηνωμένων Εθνών οι τιμές όζοντος μειώνονται σταθερά κατά 5% ανά δεκαετία, ενώ στην χώρα μας η αύξηση των επιβλαβών υπεριωδών ακτίνων κατά τα τελευταία 20 χρόνια έφτασε το 18%. Κατά την διάρκεια των πέντε πιο κρύων χειμώνων από το 1993 έως το 1997 υπήρξε μείωση των τιμών όζοντος πάνω απ' την Αρκτική και εξασθένηση της προστατευτικής ασπίδας αυτού για πολλές περιοχές της Ευρώπης. Σύμφωνα με τούς επιστήμονες το πρόβλημα είναι πολύ πιο ήπιο στο Β. Ημισφαίριο χάρις στην ύπαρξη μεγάλων ορεινών όγκων, όπως τα Ιμαλάια, και γενικότερα η κατανομή της στεριάς υπέρ αυτού, ενώ στο Ν. Ημισφαίριο είναι περισσότερες οι θάλασσες. Έτσι αυτή η κατανομή σε στεριά και θάλασσα οδηγεί στην δημιουργία κυματισμών κατ' αρχήν στην Τροπόςφαιρα του Β. Ημισφαιρίου, πού καλούνται κύματα πλανητικής κλίμακας ή μακρά κύματα. Τα κύματα αυτά διαδίδονται προς τα πάνω και θερμαίνουν την στρατόσφαιρα με την ενέργεια πού μεταφέρουν και αποτρέπουν την δημιουργία των πολικών στρατοσφαιρικών κυμάτων στην Αρκτική, πού όπως προαναφέραμε διευκολύνουν τούς καταστροφείς τού όζοντος. Πάντως με την απειλούμενη κλιματική αλλαγή ενδεχομένως αλλάξουν τα πράγματα προς το χειρότερο και για όλο τον πλανήτη.



Διάγραμμα 6. Διάγραμμα απεικόνισης ποσότητας του Όζοντος σε μονάδες Dobson (DU)

Κυβερνήσεις και επιστήμονες, έχοντας συνείδηση τού κινδύνου, οδηγήθηκαν στην ενθαρρυντική συμφωνία τού Πρωτοκόλλου τού Μόντρεαλ το 1987, σύμφωνα με το οποίο θεσπίστηκαν περιορισμοί στην παραγωγή χλωροφθορανθράκων και τών άλλων επικίνδυνων ρύπων και υπάρχει συνεχής προσπάθεια αναζήτησης νέων χημικών ενώσεων, πού και την καθημερινή ζωή θα διευκολύνουν και θα είναι ακίνδυνες για το όζον. Ήταν μια από τις σπάνιες συνεργασίες όλων των εθνών για την αναζήτηση λύσης σε ένα παγκόσμιο πρόβλημα πού απειλεί τον πλανήτη με αφανισμό. Έτσι το 1994 διαπιστώθηκε και η πρώτη ελπιδοφόρα μείωση των χλωροφθορανθράκων χαμηλά στην τροπόσφαιρα. Πάντως οι ρύποι, πού είχαν παραχθεί πριν την εφαρμογή των περιορισμών τού Πρωτοκόλλου, εξακολουθούν να ανεβαίνουν με τον βραδύτατο ρυθμό τους προς την Στρατόσφαιρα και ακόμα δεν έχουν αρχίσει την διαλυτική για το όζον δράση τους. Η βελτίωση αναμένεται ν' αρχίσει μετά από κάποιες δεκαετίες και εφ'

όσον βεβαίως δεν υπάρξουν άλλοι αστάθμητοι παράγοντες, όπως η παγκόσμια κλιματική αλλαγή, που θα ανατρέψουν τα μέχρι στιγμής δεδομένα.

4.2 ΤΟ ΧΛΩΡΙΟ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Το χλώριο δημιουργείται από φυσικές εκπομπές και ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

- Φυσικές πηγές:

Εκτιμάται ότι οι εκπομπές χλωρίου λόγω αποσύνθεσης στη στρατόσφαιρα αερίων από φυσικές πηγές και ηφαιστειακές εκρήξεις ήταν 0.6 μέρη το δισεκατομμύριο κατά το 1950. Αυτές οι φυσικές εκπομπές είναι σχετικά σταθερές με το χρόνο και συμβάλλουν στη διατήρηση της ισορροπίας στη συγκέντρωση του όζοντος.

- Ανθρωπογενείς πηγές:

Το 1980 π.χ. η περιεκτικότητα χλωρίου ήταν 2 μέρη το δισεκατομμύριο και αυξήθηκε σε 3 μέρη το 1988. Αυτή η αύξηση της μέσης τιμής του χλωρίου στη στρατόσφαιρα προκλήθηκε από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Κυρίως είναι υπεύθυνοι οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs). Πρέπει να σημειωθεί ότι η περιεκτικότητα χλωρίου αυξάνει με την περιεκτικότητα του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα και του μεθανίου.

4.2.1 Επίδραση των CFCs

Οι ψυκτικές διεργασίες ήταν και είναι πάντοτε συνδεδεμένες με το περιβάλλον. Η πλέον ουσιαστική χρήση της ψύξης είναι η αλλαγή στο τοπικό περιβάλλον έτσι που οι τροφές να διατηρούνται περισσότερο, οι άνθρωποι να αισθάνονται περισσότερη άνεση στο χώρο τους, κλπ.

Από το 1930 μια οικογένεια χημικών ουσιών αναπτύχθηκε από τον Midgley. Οι ουσίες αυτές ήταν οι CFCs (χλωροφθοράνθρακες) που χρησιμοποιήθηκαν χωρίς περιορισμούς για 40 περίπου χρόνια σε διάφορες δραστηριότητες: ως ψυκτικά μέσα σε συστήματα ψύξης-κλιματισμού (refrigerants), σε aerosols,

στη βιομηχανία πλαστικών, ως διαλυτικά μέσα, σε προϊόντα πυρόσβεσης και αλλού. Η σύγχρονη διεθνής επιστημονική αντίληψη όμως θεωρεί ότι οι πολύ σταθερές ενώσεις τύπου CFCs έχουν καταστροφική δράση στο περιβάλλον. Η δράση του χλωρίου που προέρχεται από τους CFCs είναι η κατ' εξοχήν βάση ερμηνείας της ραγδαίας καταστροφής του στρώματος του όζοντος.

- Οι CFCs δεν είναι υδατοδιαλυτοί όπως οι περισσότερες ουσίες που περιέχουν χλώριο και δεν απομακρύνονται από την τροπόσφαιρα.
- Τα μόρια τους είναι πολύ σταθερά και δεν διασπώνται στην ατμόσφαιρα αλλά ανέρχονται στη στρατόσφαιρα.
- Στη στρατόσφαιρα έχουμε θραύση των χημικών τους δεσμών με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας ελευθερώνοντας έτσι άτομα χλωρίου.
- Αυτό το χλώριο δρα ως καταλύτης, μετατρέποντας δυο μόρια όζοντος σε τρία άτομα οξυγόνου.

Το μέγεθος ODP (Ozone Depletion Potential) είναι ένας συντελεστής που εκφράζει τη δράση στο στρώμα του όζοντος από ουσίες που περιέχουν χλώριο συμπεριλαμβανομένων των CFCs και των HCFCs. Οι ουσίες HCFCs (υδροχλωροφθοράνθρακες) περιέχουν υδρογόνο που μειώνει σημαντικά τη διάρκεια ζωής τους λόγω υδρολυτικών αντιδράσεων. Οι ποσότητες χλωρίου που προστίθενται στη στρατόσφαιρα από αυτά τα προϊόντα είναι πολύ μικρότερες από ότι εάν είχαμε CFCs. Έτσι αποτελούν την πρώτη εναλλακτική επιλογή.

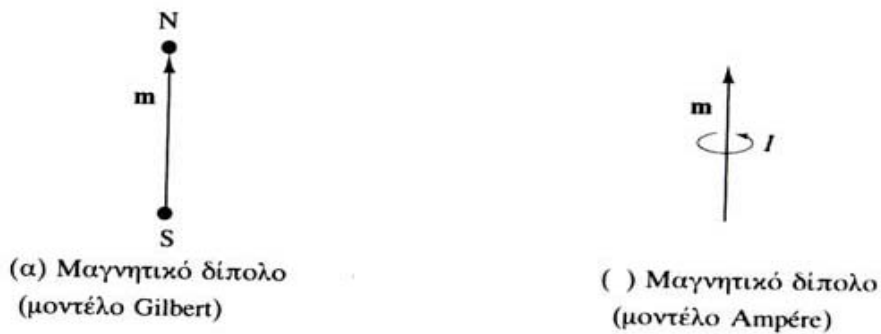
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο δημιουργείται από ορισμένα ατμοσφαιρικά αέρια ανάμεσα στα οποία υδρατμοί, CO₂, CFCs, κλπ. Τα αέρια αυτά επιτρέπουν τη διόδο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά απορροφούν τη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία που επιστρέφει από την επιφάνεια της γης, δημιουργώντας έτσι παγίδα θερμότητας. Είναι ευνόητο ότι χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου η ζωή στη γη θα ήταν αδύνατη λόγω του ψύχους (-18 °C), ενώ με τις παρούσες συνθήκες, η μέση θερμοκρασία είναι 15 °C (T_μ).

5. ΑΝΤΙΠΡΥΠΑΝΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΨΥΞΗΣ- Η ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΨΥΞΗ

Η μαγνητική ψύξη είναι μέθοδος παραγωγής θερμοκρασιών κάτω του 10K με την αδιαβατική απομαγνήτιση παραμαγνητικών υλικών. Επινοήθηκε από τον Ολλανδό P. Pebye και τον Αμερικάνο W. Giauque (1926) και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1933. Τα μαγνητικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την μέθοδο είναι παραμαγνητικά και συνήθως είναι άλατα σπάνιων γαιών (όπως λ.χ. θειικό γαδολίνιο) καθώς και στυπτηρία χρωματικού καλίου, σιδηρούχου αμμωνίου, χρωμομεθυλαμμωνίου κ.α.

Παρουσία μαγνητικού πεδίου η ύλη μαγνητίζεται, αυτό σημαίνει ότι σε ατομική κλίμακα η ύλη περιέχει πολλά μικρά δίπολα τα οποία παρουσιάζουν μια συνισταμένη ευθυγράμμιση προς κάποια κατεύθυνση. Στα παραμαγνητικά υλικά, αυτή η ευθυγράμμιση είναι παράλληλη προς την διεύθυνση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Σ' αυτή την περίπτωση τα μαγνητικά δίπολα (τα οποία συνήθως οφείλονται στο σπίν των ασύζευκτων ηλεκτρονίων, στην τροχιακή κίνηση των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα και τέλος σπανιότερα στην μαγνητική ροπή των πυρήνων του ατόμου) υφίστανται μια ροπή που τείνει να τα ευθυγραμμίσει παράλληλα με το πεδίο.

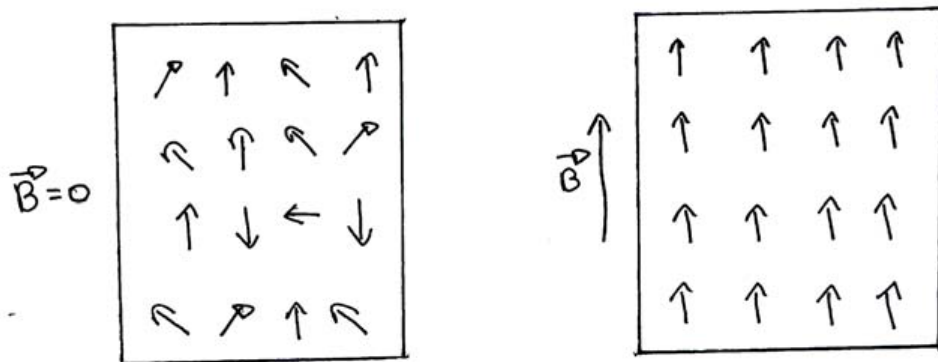
Απουσία μαγνητικού τα δίπολα έχουν τυχαίες διευθύνσεις αφού θερμικές συγκρούσεις τείνουν να καταστρέψουν αυτήν την ευθυγράμμιση. Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να ανοίξουμε μια παρένθεση για να δώσουμε μια σχηματική παράσταση των μαγνητικών διπόλων. Στο σχήμα 7 φαίνονται τα δύο μοντέλα που χρησιμοποιούνται, πρέπει να σημειώσουμε ότι ενώ το μοντέλο Ampere (ρευματοφόρος βρόχος) είναι σωστό, πολλές φορές όπως και στην περίπτωση που εξετάζουμε είναι ευκολότερο να σκεφτόμαστε βάσει του μοντέλου Grilbert (χωρισμένα μονόπολα).



Σχήμα 1

Σχήμα 7. Μαγνητικά μοντέλα Gilbert και Ampère

Κλείνοντας αυτή την παρένθεση για τα μαγνητικά δίπολα και κάνοντας σύνδεση με τα προηγούμενα τονίζουμε ότι το φυσικό μέγεθος που ευθυγραμμίζεται παράλληλα με το μαγνητικό πεδίο, στα παραμαγνητικά υλικά είναι οι μαγνητικές διπολικές ροπές \mathbf{m} των ατόμων-ιού των ή πυρήνων (ανάλογα με την περίπτωση) στο σχήμα 8 φαίνεται η διάταξη των διπόλων μέσα στο υλικό παρουσία και απουσία μαγνητικού πεδίου.



Σχήμα 2

Σχήμα 8. Εικόνα διπόλων μέσα στο υλικό παρουσία και απουσία μαγνητικού πεδίου

Γενικά παραγωγή χαμηλών θερμοκρασιών μπορούμε να πετύχουμε αν καταφέρουμε να δημιουργήσουμε καταστάσεις στις οποίες μια ουσία έχει χαμηλές τιμές εντροπίας. Η εντροπία ως γνωστό αποτελεί μέτρο της αταξίας του συστήματος και η αύξηση της σ' ένα σύστημα συνδέεται άμεσα με την απώλεια της ικανότητας του συστήματος να παράγει έργο.

Σ' ένα παραμαγνητικό υλικό η εντροπία του $S_{ολ.}$ - αταξία της δομής - οφείλεται στις ταλαντώσεις του πλέγματος των ατόμων, δηλ «θερμική αταξία» $S_{πλ}$ και στον τυχαίο προσανατολισμό των μαγνητικών ροπών, «μαγνητική αταξία», $S_{μαγν.}$. Έτσι ώστε $S_{ολ.} = S_{πλ} + S_{μαγν.}$

Καθώς η θερμοκρασία τείνει στο μηδέν $T \rightarrow 0$ η εντροπία του πλέγματος φθίνει πιο γρήγορα από ότι η εντροπία των μαγνητικών ροπών.

Εφόσον η ολική εντροπία είναι άθροισμα της εντροπίας πλέγματος και τις εντροπίας των μαγνητικών ροπών για να μειώσουμε την ολική εντροπία πρέπει κατά κύριο λόγο να μειωθεί η $S_{μαγν.}$. Αυτό είναι και το πρώτο ζητούμενο κατά την εφαρμογή της μαγνητικής ψύξης.

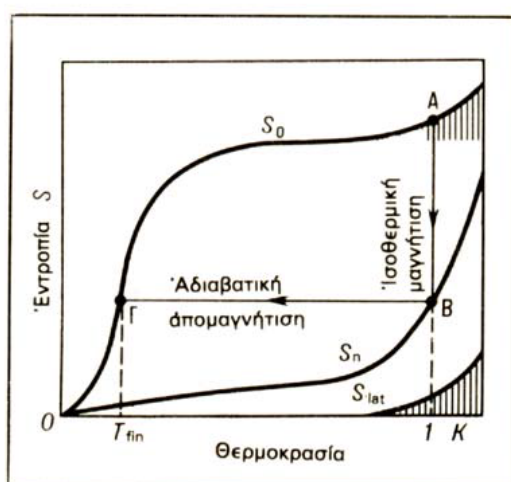
Η μαγνητική ψύξη έχει δύο στάδια:

A) Το παραμαγνητικό υλικό βρίσκεται σε δεξαμενή θερμοκρασίας $T \sim 1\text{οK}$ και παρουσία ισχυρού μαγνητικού πεδίου μαγνητίζεται ισόθερμα. Επειδή η μαγνήτιση του υλικού είναι ανάλογη του παράγοντα $\tanh(\mu B/kT)$ για $B \gg T$, η μαγνήτιση έχει φτάσει στον κόρο και όλα τα δίπολα είναι προσανατολισμένα παράλληλα με την διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου. Αποτέλεσμα αυτής της ισόθερμης μαγνήτισης είναι η μείωση της εντροπίας των μαγνητικών ροπών αλλά και της ολικής εντροπίας του συστήματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι η εντροπία του πλέγματος παραμένει σταθερή εφόσον η θερμοκρασία είναι σταθερή.

Κατά αυτήν την μεταβολή παρείχαμε έργο στο σύστημα κρατώντας σταθερή θερμοκρασία άρα σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής, εκλύεται θερμότητα από το σύστημα.

B) Το υλικό τώρα μειώνεται από την δεξαμενή θερμοκρασίας – το σύστημα δεν ανταλλάσσει ενέργεια μέσω του μηχανισμού της θερμότητας – και το πεδίο

σβήνει. Συνεπώς το υλικό απομαγνητίζεται αδιαβατικά. Κατά αυτήν την αδιαβατική μεταβολή η ολική εντροπία του συστήματος παραμένει σταθερή. Αυτό σημαίνει ότι η αύξηση της εντροπίας των μαγνητικών ροπών συντελείται εις βάρος της εντροπίας του πλέγματος. Αυτό που συμβαίνει ουσιαστικά στο δεύτερο μέρος της μαγνητικής ψύξης είναι ότι τα μαγνητικά δίπολα απορροφούν ενέργεια από την εσωτερική θερμική ενέργεια του πλέγματος για να προσανατολιστούν από την θέση ελάχιστης δυναμικής ενέργειας, (ενέργεια που έχουν αυτά προσανατολισμένα παράλληλα με το πεδίο) σε τυχαία θέση με μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι το υλικό να χάνει εσωτερική – θερμική ενέργεια, άρα ψύχεται.



Σχ. 3. Έντροπικό διάγραμμα διεργασίας μαγνητικής ψύξης (S = έντροπία, T = θερμοκρασία). Η καμπύλη S_0 δείχνει τη μεταβολή της έντροπίας της ενεργού ουσίας ως προς τη θερμοκρασία χωρίς μαγνητικό πεδίο. S_n = μεταβολή της έντροπίας του υλικού στο πεδίο έντασης H . S_{lat} = έντροπία του κρυσταλλικού πλέγματος ($S_{lat} \sim T^3$). T_{fin} = τελική θερμοκρασία του κύκλου μαγνητικής ψύξης.

Σχήμα 9. Εντροπικό διάγραμμα διεργασίας μαγνητικής ψύξης.

Η αλληλεπίδραση των διπόλων μεταξύ τους και με το κρυσταλλικό πλέγμα καθορίζει την θερμοκρασία κατά την οποία αρχίζει έντονη πτώση της καμπύλης $S_{μαγν.}$ καθώς $T=0^\circ C$ και γίνεται δυνατή η μαγνητική ψύξη. Όσο πιο αδύνατη είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαγνητικών διπόλων, τόσο χαμηλότερες οι θερμοκρασίες που επιτυγχάνονται με την μαγνητική ψύξη. Τα παραμαγνητικά άλατα που χρησιμοποιούνται στην μαγνητική ψύξη επιτρέπουν την δημιουργία θερμοκρασιών της τάξης των 10-3K.

Ακόμη πιο χαμηλές θερμοκρασίες έχουν παραχθεί με την χρήση του παραμαγνητισμού των ατομικών πυρήνων. Οι μαγνητικές ροπές των πυρήνων είναι περίπου και 1000 φορές μικρότερες από τις μαγνητικές ροπές των ηλεκτρονίων που καθορίζουν τις μαγνητικές ροπές των παραμαγνητικών ιόντων – ατόμων.

Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιούνται αρχική θερμοκρασία δεξαμενής περίπου 0,01K και πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο έχουν επιτευχθεί θερμοκρασίες της τάξης 10⁻⁵ ως 10⁻⁶K.

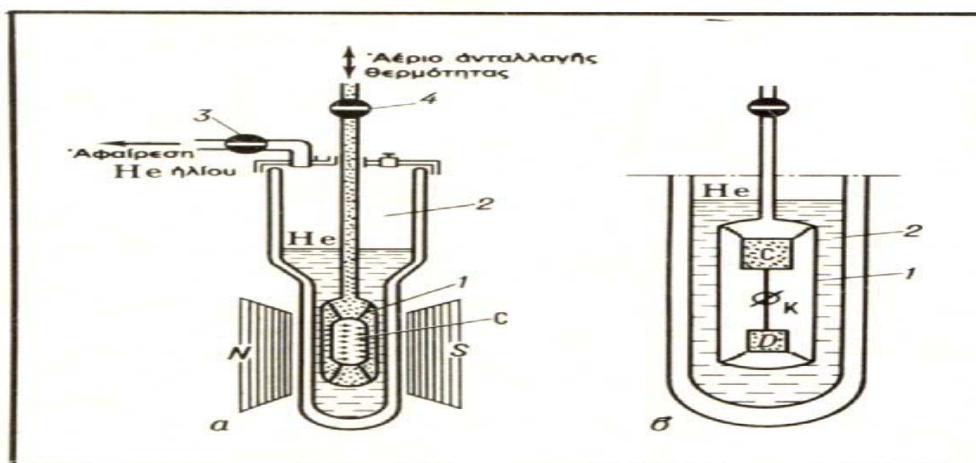
Έχοντας αναπτύξει το θεωρητικό πλαίσιο πάνω στο οποίο βασίζεται η μαγνητική ψύξη μπορούμε τώρα να παρουσιάσουμε διατάξεις που χρησιμοποιούνται στην πράξη για την επίτευξη χαμηλών θερμοκρασιών μέσω της μαγνητικής ψύξης.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής: ένα κομμάτι παραμαγνητικού άλατος αναρτάται σε θάλαμο από στηρίγματα κατασκευασμένα με υλικό χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας. Ο θάλαμος τοποθετείται σε κρουστάτη που περιέχει υγρό ⁴He. Αφαιρώντας τους ατμούς του ήλιου, η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή στους 1,0-1,20K. Η θερμότητα που εκλύεται από το άλας κατά την μαγνήτιση, μεταφέρεται στο υγρό ήλιο από το αέριο του θαλάμου. Το αέριο μέσα στο θάλαμο αποτελεί τον «μεσάζοντα» στην ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ άλατος και κρουστάτη. Πριν την διακοπή του μαγνητικού πεδίου το αέριο αυτό αντλείται από το θάλαμο με βαλβίδα και το κομμάτι άλατος είναι θερμικά μονωμένο από το υγρό ήλιο.

Κατά την απομαγνήτιση η θερμοκρασία του άλατος πέφτει και μπορεί να φτάσει μερικά χιλιοστά του βαθμού. Εάν κάποια ουσία πιεσθεί στο κομμάτι του άλατος ή συνδεθεί με αυτό με δέσμη λεπτών συρμάτων, μπορεί ουσιαστικά να ψυχθεί στην ίδια θερμοκρασία. Η συσκευή που μόλις περιγράψαμε ονομάζεται συσκευή μιας βαθμίδας και το διάγραμμά της φαίνεται στο σχήμα 10α.

Ακόμα πιο χαμηλές θερμοκρασίες μπορούν να πραγματοποιηθούν αν χρησιμοποιήσουμε συσκευή 2 βαθμίδων (σχήμα 10β). Αρχικά το άλας C απομαγνητίζεται αδιαβατικά και ένα προηγούμενο μαγνητισμένο άλας D, ψύχεται μέσω ενός θερμικού διακόπτη που συνήθως αποτελείται από μικρό σύρμα υπεραγωγιμού υλικού.

Ανοίγοντας τον διακόπτη και σβήνοντας το πεδίο το άλας D ψύχεται σε θερμοκρασία σημαντικά χαμηλότερη από αυτήν που επιτεύχθηκε για το άλας C. Με συσκευή τύπου 2 βαθμίδων συντελείται επίσης και πυρηνική απομαγνήτιση. Σ' αυτήν το πεδίο είναι πολύ πιο ισχυρό και το μαγνητισμένο άλας αντικαθίσταται π.χ. από δείγμα χαλκού.



Σχ. 4 Διαγράμματα συσκευών μαγνητικής ψύξης: α) συσκευή μίας βαθμίδας (N και S είναι οι πόλοι του ηλεκτρομαγνήτη), β) συσκευή δύο βαθμίδων.

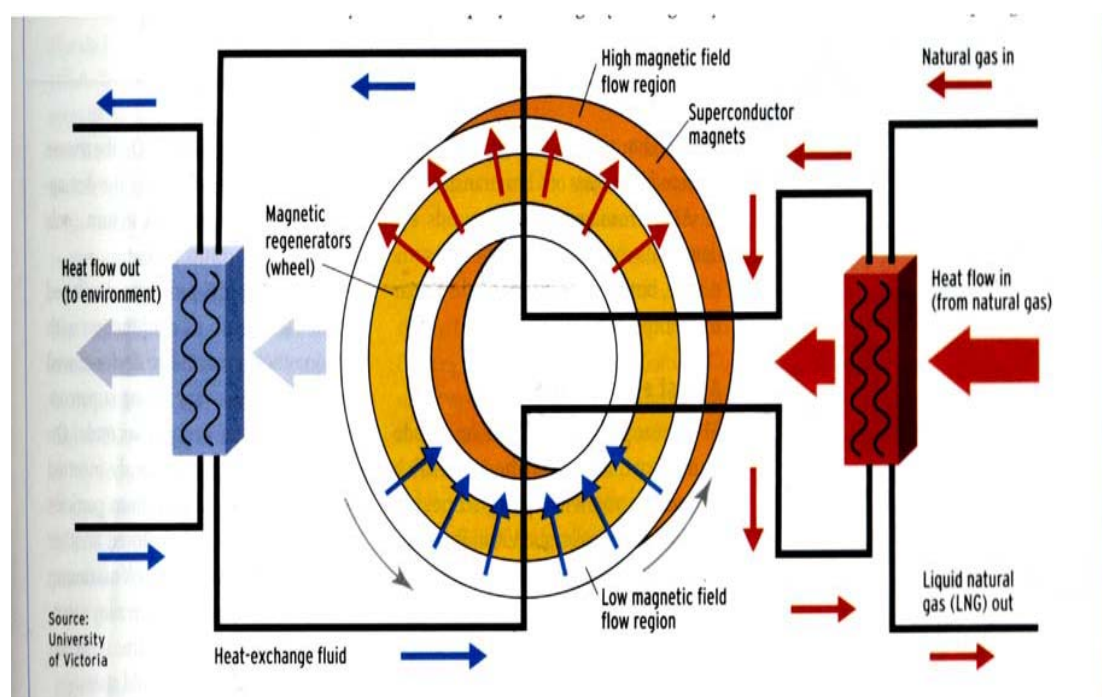
Σχήμα 10 .Διαγράμματα συσκευών μαγνητικής ψύξης

Η μαγνητική ψύξη χρησιμοποιείται ευρύτατα στην μελέτη των ιδιοτήτων του υγρού ήλιου (όπως η υπερευστότητα των χαμηλών θερμοκρασιών των κβαντικών φαινομένων στα στερεά π.χ. υπεραγωγιμότητα) και στα φαινόμενα της πυρηνικής φυσικής.

Από όλα τα παραπάνω εκτεθέντα γίνεται φανερό ότι όλη η διαδικασία της μαγνητικής ψύξης γίνεται πραγματικότητα χάρη στο μαγνητο – θερμικό φαινόμενο που παρουσιάζουν τα παραμαγνητικά και σιδηρομαγνητικά υλικά, δηλ. την ιδιότητα αυτών των υλικών να ψύχονται κατά την αδιαβατική τους απομαγνήτιση σύμφωνα με τον τρόπο που περιγράφηκε και αντίστροφα να θερμαίνονται κατά την αδιαβατική μαγνήτιση τους. Για τα σιδηρομαγνητικά υλικά το φαινόμενο είναι έντονο στα όρια της θερμοκρασίας Curie του υλικού. Δηλ. στην θερμοκρασία που το υλικό δεν έχει πια μόνιμη μαγνήτιση, απουσία μαγνητικού πεδίου και συμπεριφέρεται σαν παραμαγνητική. Για τα

παραμαγνητικά υλικά αυτό το φαινόμενο είναι έντονο για χαμηλές θερμοκρασίες.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για την δημιουργία πρακτικών μαγνητικών συσκευών. Στο σχήμα 11 φαίνεται μια από αυτές που επινοήθηκε από ερευνητές στο Πανεπιστήμιο της Victoria για να υγροποιηθεί το φυσικό αέριο και βασίζεται στο μαγνητοθερμικό φαινόμενο. Σε πολλές από αυτές τις μηχανές χρησιμοποιούνται η σπάνια – γαία το γαδολίνιο στον ρόλο του ψυκτικού υγρού.



Σχήμα 11. Σχέδιο πρακτικών μαγνητικών συσκευών

Το γαδολίνιο είναι σιδηρομαγνητικό υλικό με θερμοκρασία Curie 20°C που σημαίνει ότι μπορεί να αποδώσει το θερμομαγνητικό φαινόμενο σε θερμοκρασίες δωματίου. Για διάφορα κράματα γαδολινίου το μαγνητοθερμικό φαινόμενο μπορεί να λάβει από τους -243°C (T) ως -179°C (T). Παρ' όλα αυτά όμως η διαφορά θερμοκρασίας πριν και μετά της μαγνήτισης είναι γύρω στους 14°C .

Για να βελτιώσουν την απόδοση των μηχανών χρησιμοποιούν νερά σαν ενδιάμεσο ψυκτικό μέσο. Το νερό περνώντας από την απομαγνητισμένη

περιοχή ψύχεται και μπορεί να μεταφέρει αυτή την ψύξη στο ψυκτικό διαμέρισμα. Το νερό σε πολλές περιπτώσεις ενδέχεται να περιέχει αντιψυκτικό.

Στις πρώτες μαγνητικές ψυκτικές συσκευές υπήρχαν πιστόνια τα οποία μετέφεραν το γαδολίνιο μέσα και έξω από το πεδίο. Σε μια από αυτές πραγματοποιήθηκε 600W ψύξης και απόδοση 50% (το οικιακό ψυγείο έχει ισχύ 200W και απόδοση 30%). Στις τελευταίες τύπου συσκευές δεν χρησιμοποιούνται πιστόνια αλλά περιστροφικού τύπου συσκευή για να μεταφέρεται το γαδολίνιο εντός και εκτός μαγνητικού πεδίου περιοδικά. Η χρήση τέτοιων μαγνητικών ψυκτικών μηχανών είναι πολλές και ποικίλες τόσο για βιομηχανική όσο για οικιακή χρήση, και με βάση την ταχεία πρόοδο της τεχνολογίας είναι πολύ πιθανό στο μέλλον ψυγεία και air condition να λειτουργούν βάση του μαγνητοθερμικού φαινομένου.

6.ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ: ΕΛΛΗΝΙΚΗ, ΔΙΕΘΝΗΣ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΕΠΙ ΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ

6.1 Η ΣΥΝΘΗΚΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ

Η Συνθήκη του Μόντρεαλ είναι η πρώτη διεθνής συμφωνία περιβαλλοντικής πολιτικής ψυκτικών διεργασιών και έγινε περισσότερο για να εμποδίσει παρά για να θεραπεύσει το πρόβλημα. Υπογράφηκε το 1987 από 49 κράτη μέλη που είχαν το 80% της κατανάλωσης (τα περισσότερα ήταν ευρωπαϊκά κράτη, ο Καναδάς, οι ΗΠΑ, η Ιαπωνία κ.λπ.)

Συμφωνήθηκε η μείωση της παραγωγής και κατανάλωσης δυο κατηγοριών προϊόντων που περιείχαν χλώριο και βρώμιο είτε μόνα τους, είτε σε μείγματα, των:

- i) CFCs: CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114, CFC-115
- ii) Halons 1211, 1301, 2402.

Από τότε και άλλες χώρες έχουν αποδεχτεί τη Συνθήκη και αρκετές αναθεωρήσεις έγιναν που μετέτρεψαν τη μείωση σε σταδιακή κατάργηση.

Η πρώτη ουσιαστική αναθεώρηση της Συνθήκης του Μόντρεαλ έγινε στο Λονδίνο το 1990 όπου άρχισε να εξετάζεται ο περιορισμός και των HCFCs.

Στη συνέχεια δραστικές αλλαγές που αφορούσαν επιτάχυνση της κατάργησης των προϊόντων που περιείχαν HCFCs προτάθηκαν στην Κοπεγχάγη το 1992.

Η πλέον πρόσφατη αναθεώρηση του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ έγινε στο Πεκίνο το 1999. Αποφασίστηκε:

- ενίσχυση των απαγορεύσεων
- Ανάπτυξη νέων ουσιών από τις βιομηχανίες
- η συνέχιση της παραγωγής για κάλυψη βασικών εγχώριων αναγκών.
- εντατικοποίηση της διαδικασίας του αναφέρεσθε στη «Γραμματεία Όζοντος»

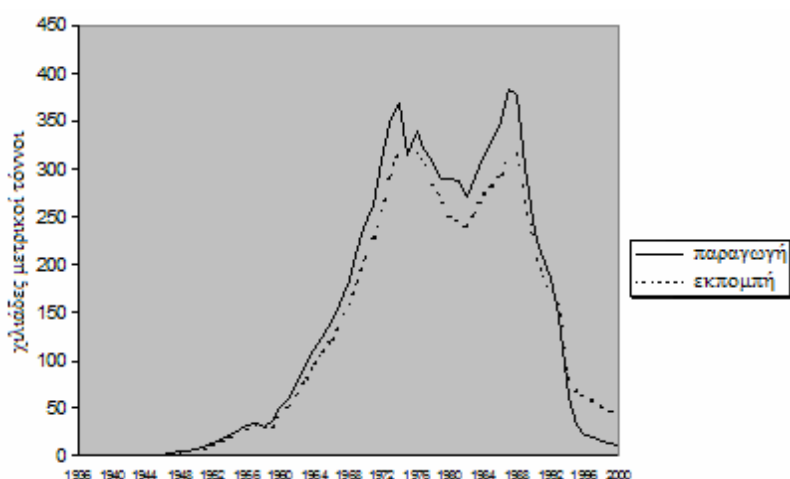
Για την ανάπτυξη νέων ενώσεων από τις χημικές βιομηχανίες, αποφασίστηκε να μελετηθούν τρόποι μέτρησης του ODP και να συνταχτεί μελλοντικά μια οδηγία για τη διευκόλυνση της συνεργασίας δημοσίου-ιδιωτικού τομέα σχετικά με την εκτίμηση του ODP των ουσιών αυτών.

Παράλληλα, καθορίστηκε ο τρόπος συνεισφοράς των συμβαλλομένων μερών στη χρηματοδότηση Πολυμερούς Ταμείου (Multilateral Fund) και επικυρώθηκε η συμμόρφωση ορισμένων χωρών με τα κριτήρια του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ και των αναθεωρήσεών του.

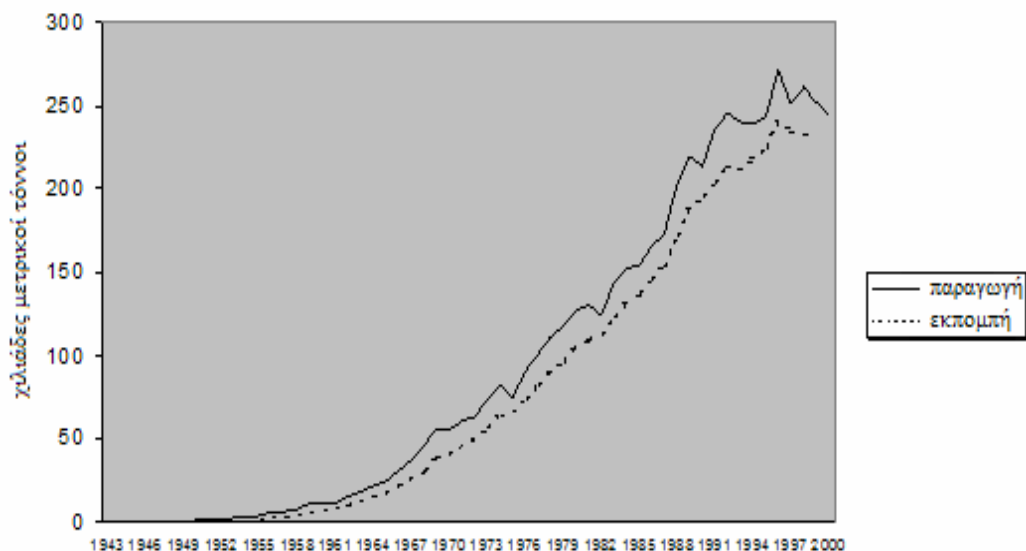
Στην Ευρώπη η πρώτη απόφαση περιορισμού χρήσης CFCs ελήφθη από το Συμβούλιο το Μάρτιο του 1980. Προέβλεπε τη σταθεροποίηση της παραγωγής των CFC11-CFC12 και τη μείωση της χρήσης τους στα aerosols κατά 30% εκείνης του 1976.

Μετά την υπογραφή του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ, δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων στις 4/3/1991 οδηγία για τη χρονολογική κατάργηση των CFCs. Αναθεώρηση σύμφωνη προς τα συμφωνηθέντα στην Κοπεγχάγη έγινε στις 10-12-1992 με νέα οδηγία την οποία πρέπει να τηρούν όλα τα κράτη μέλη.

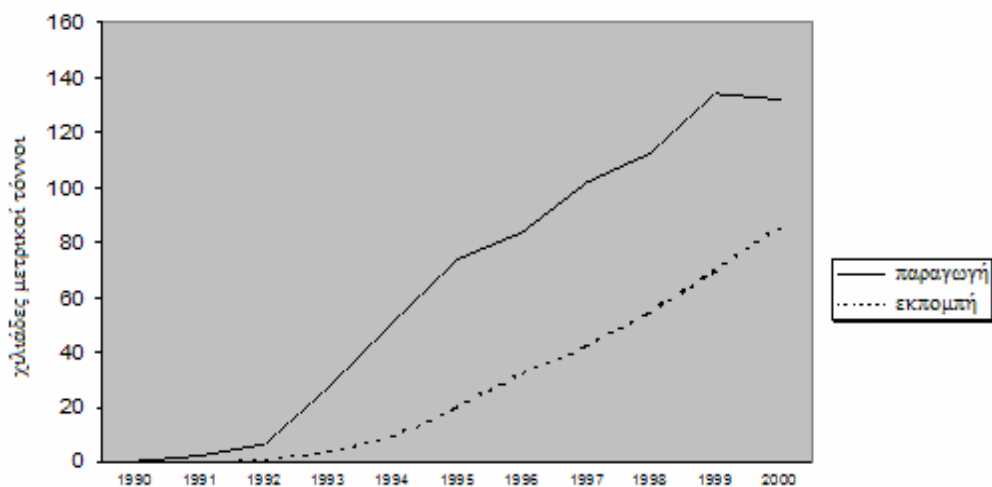
Η εφαρμογή των μέτρων απεικονίζεται στα διαγράμματα 7,8,9. Είναι προφανής η μείωση της διεθνούς παραγωγής π.χ. του συμβατικού ψυκτικού μέσου CFC-11 και η αύξηση του HFC-134a



Διάγραμμα 7. CFC-11: Διεθνής παραγωγή και εκπομπές 1936-2000



Διάγραμμα 8. HCFC-22 Διεθνής παραγωγή και εκπομπές 1943-2000



Διάγραμμα 9. HFC-134a Διεθνής παραγωγή και εκπομπές 1990-2000

Με βάση την συνθήκη του Μόντρεαλ για τα φιλικά προς το περιβάλλον ψυκτικά ρευστά παραθέτονται οι μη βλαβερές για το περιβάλλον ουσίες με τις αποδεκτές τους ιδιότητες που πληρούν όλες τις βασικές προϋποθέσεις βάσει της συνθήκης.

i. Φιλικά προς το περιβάλλον ψυκτικά μέσα

Οι μη βλαβερές για το περιβάλλον ουσίες που δεν περιέχουν **άτομα χλωρίου** στο μόριο τους ταξινομούνται σε τρεις ομάδες:

1. HFCs
2. Αμμωνία και προπάνιο
3. Άλλες νέες ουσίες

Ένα ρευστό για να είναι αποδεκτό ως ψυκτικό μέσο πρέπει να πληροί τα παρακάτω κριτήρια:

- i) να έχει χημική σταθερότητα και αδράνεια
- ii) να είναι μη τοξικό, μη εύφλεκτο, να μη ρυπαίνει το περιβάλλον
- iii) να διαθέτει ελκυστικές θερμοφυσικές ιδιότητες: κατάλληλες για το σύστημα θερμοκρασίες βρασμού και κρίσιμου σημείου, μικρή θερμοχωρητικότητα ατμού, μικρή συνεκτικότητα, υψηλή θερμική αγωγιμότητα
- iv) να είναι ευδιάλυτο σε λιπαντικό λάδι, να έχει μικρό σημείο πήξης, να είναι συμβατό με κοινά υλικά, να είναι χαμηλού κόστους και να ανιχνεύεται εύκολα

Η αμμωνία και το προπάνιο είναι ήδη εμπορικά διαθέσιμες ουσίες. Όμως απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή στις εφαρμογές τους διότι η μεν πρώτη είναι τοξική, το δε δεύτερο εύφλεκτο. Επικρατεί η τάση ότι οι HFCs είναι οι πλέον κατάλληλες ουσίες προκειμένου να αντικαταστήσουν τα CFCs και HCFCs

ii. Φυσικά ψυκτικά και εναλλακτικές τεχνικές ψύξης

Ως απάντηση στα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με τη χρήση CFCs, HCFCs, και HFCs, έχουν αναπτυχθεί πολλά εναλλακτικά προϊόντα και τεχνικές. Κάποια από τα προϊόντα αυτά είναι γνωστά από παλιά και έχουν ευρεία χρήση (όπως π.χ. η αμμωνία), κάποια επανήλθαν στην αγορά μετά από δεκαετίες ξεπερνώντας τα τεχνικά προβλήματα του παρελθόντος (π.χ. υδρογονάνθρακες) και κάποια βρίσκονται στην αιχμή της τεχνολογικής έρευνας (όπως η ψύξη με χρήση κύκλου Stirling, η μαγνητική, η

θερμοακουστική, η οπτική ψύξη, κλπ). Πάνω από είκοσι διαφορετικά είδη προϊόντων και τεχνικών είναι σήμερα διαθέσιμα, τα μισά από τα οποία σε εμπορική κλίμακα. Απ' αυτά, τα σημαντικότερα είναι οι υδρογονάνθρακες, η αμμωνία (R717), το διοξείδιο του άνθρακα (R744), το νερό (R718), ο αέρας (R729), κ.λπ. Παρακάτω εστιάζουμε κυρίως στους υδρογονάνθρακες (και δευτερευόντως στην αμμωνία και το διοξείδιο του άνθρακα), δεδομένου ότι οι ουσίες αυτές φαίνεται πως μπορούν να εκτοπίσουν σχεδόν ολοσχερώς τα επιβλαβή ψυκτικά από την αγορά. Τονίζουμε πάντως ότι η τρέχουσα δεκαετία θα είναι μία περίοδος εντυπωσιακών αλλαγών στις τεχνολογίες και εφαρμογές της ψύξης και ότι τελικά αναμένεται πως οι τεχνολογίες που θα καταφέρουν να σταθούν στην αγορά θα είναι μάλλον διαφορετικές για κάθε ξεχωριστή εφαρμογή και χρήση.

6.2 ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος (UNFCCC) και το πρωτόκολλο του Κιότο παρέχουν το παγκόσμιο θεσμικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών, ορίζοντας τους στόχους των προσπαθειών, καθώς και τους τρόπους επίτευξής τους.

Η UNFCCC αναθέτει «κοινές, αλλά διαφοροποιημένες ευθύνες» στις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες, αναγνωρίζοντας ότι οι ανεπτυγμένες βιομηχανικές χώρες θα πρέπει να ηγηθούν του αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών της. Εξάλλου, αυτές ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος των αερίων του θερμοκηπίου που συγκεντρώνονται αυτή τη στιγμή στην ατμόσφαιρα και διαθέτουν τους απαιτούμενους οικονομικούς και τεχνολογικούς πόρους για να μειώσουν τις εκπομπές τους.

Είναι πιθανόν το 75% των παγετώνων στις Άλπεις να έχει εξαφανιστεί έως το 2050 και πολλά χιονοδρομικά κέντρα εξαρτώνται ήδη καταφύγει από το τεχνητό χιόνι.

Στα πλαίσια της UNFCCC, τα συμβαλλόμενα μέρη θεσπίζουν εθνικά προγράμματα για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και υποβάλλουν τακτικές εκθέσεις. Από τα συμβαλλόμενα μέρη, οι βιομηχανικές χώρες, όχι όμως και οι αναπτυσσόμενες, απαιτήθηκε να επιτύχουν τη σταθεροποίηση των δικών τους εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα του 1990, μέχρι το έτος 2000, ένας στόχος ο οποίος συνολικά επετεύχθη. Τα συμβαλλόμενα μέρη στην UNFCCC συναντώνται ετησίως για μια επισκόπηση της προόδου και για να συζητήσουν νέα μέτρα, ενώ έχουν θέσει σε εφαρμογή ορισμένους μηχανισμούς πλανητικής παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων, ώστε να καταγράφονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Οι κυβερνήσεις γνώριζαν ότι η UNFCCC ήταν μόνο η αρχή για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Το 1997, προχώρησαν ένα βήμα παραπάνω και υιοθέτησαν το πρωτόκολλο της UNFCCC στην ιαπωνική πόλη του Κιότο.

Το πρωτόκολλο του Κιότο ορίζει νομικά δεσμευτικές οριακές τιμές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες. Επίσης, καθιερώνει καινοτόμους μηχανισμούς υλοποίησης με βάση τη λειτουργία των δυνάμεων της αγοράς - οι γνωστοί ευέλικτοι μηχανισμοί του Πρωτοκόλλου του Κιότο - οι οποίοι αποσκοπούν στη διατήρηση σε χαμηλά επίπεδα του κόστους περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στόχος της σύμβασης είναι:

"Η σταθεροποίηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου σε επίπεδα που θα αποτρέψουν επικίνδυνες ανθρωπογενείς παρεμβασεις στο κλιματικό σύστημα. Τα επίπεδα αυτά πρέπει να επιτευχθούν σε κατάλληλα χρονικά όρια, ούτως ώστε τα οικοσυστήματα να κατορθώσουν να προσαρμοστούν φυσιολογικά στην αλλαγή του κλίματος, να εξασφαλιστεί η επάρκεια της παραγωγής τροφίμων και να καταστεί δυνατή η συνέχιση της οικονομικής ανάπτυξης κατά τρόπο αειφόρο."

Σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του πρωτοκόλλου, οι βιομηχανικές χώρες υποχρεούνται να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές έξι αερίων του

θερμοκηπίου (CO₂, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, υπερφθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) κατά περίπου 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 κατά τη διάρκεια της πρώτης «περιόδου δέσμευσης», η οποία καλύπτει τα έτη 2008 έως 2012. Η πενταετής περίοδος δέσμευσης επιλέχθηκε αντί μιας μονοετούς περιόδου, ώστε να εξομαλυνθούν οι ενδεχόμενες ετήσιες διακυμάνσεις των εκπομπών που οφείλονται σε ανεξέλεγκτους παράγοντες, όπως είναι ο καιρός. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίστηκαν στόχοι περιορισμού των εκπομπών.

Έτσι το 1997, στην πόλη Κιότο της Ιαπωνίας, οι κυβερνήσεις προχώρησαν σε άλλο ένα σημαντικό βήμα: στο πρωτόκολλο του Κιότο. Η συνθήκη αυτή δεσμεύει τις εκβιομηχανισμένες χώρες που συμμετέχουν στο πρωτόκολλο να περιορίσουν ή να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στα σύνορά τους και να πετύχουν συγκεκριμένους στόχους μείωσης εκπομπών μέχρι το 2012. Το πρωτόκολλο αναφέρεται κυρίως στις εκβιομηχανισμένες χώρες, καθώς, πχ. στην ΕΕ αντιστοιχούν 11 τόνοι διοξειδίου του άνθρακα ανά πολίτη ανά έτος, όταν στις αναπτυσσόμενες χώρες αντιστοιχεί μόνο 1 τόνος ετησίως.

Πάνω από 150 χώρες δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις εκπομπές έξι αέριων ρύπων κατά 5,2% (σε σχέση με τα επίπεδα του 1990) έως το 2012. Δύο χώρες, οι ΗΠΑ και η Αυστραλία δεν έχουν υπογράψει το πρωτόκολλο του Κιότο, όταν στις ΗΠΑ αντιστοιχεί το 30% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως. Όμως πολλές πόλεις και Πολιτείες των ΗΠΑ, έχουν υιοθετήσει τις δεσμεύσεις του πρωτοκόλλου του Κιότο για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στα σύνορά τους. Ο στόχος της ΕΕ είναι η μείωση κατά 8% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2012.

Στην Ελλάδα με τον Ν3017/2002 (ΦΕΚ 117Α/2002) «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος» και την Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου ΠΥΣ 5/03 (ΦΕΚ 58Α/2003) για το Εθνικό Πρόγραμμα μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν3017/2002, η Ελληνική Βουλή

επισημοποίησε τη δέσμευση της χώρας για δράσεις αντιστρατευόμενες την τάση επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου ώστε να μειωθούν σε παγκόσμιο επίπεδο οι αέριοι ρύποι που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η Ελλάδα δεσμεύτηκε να αυξήσει τις εκπομπές κατά 25% μέχρι το 2012. Όμως μέχρι το 2005 οι εκπομπές αυξήθηκαν κατά 24,5% και μέχρι το 2012 προβλέπεται να αυξηθούν κατά 58%. Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ (και στην Ελλάδα) στις 16 Φεβρουαρίου 2005.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι μόνο ένα στάδιο στον αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής. Απαιτείται εντατικοποίηση των προσπαθειών και μακροπρόθεσμη δέσμευση από τη διεθνή κοινότητα εάν πρόκειται να αποφευχθούν οι δυνητικά καταστροφικές συνέπειες.

Το Δεκέμβριο του 2007, όλες οι μεγάλες χώρες συμφώνησαν να ξεκινήσουν διαπραγματεύσεις για ένα νέο παγκόσμιο καθεστώς για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών μετά τη λήξη του πρωτοκόλλου του Κιότο το 2012, στη συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές στο Μπαλί. Η πρόοδος συνεχίστηκε την επόμενη χρονιά στο Ροζνα της Πολωνίας, και ο στόχος των συνεχιζόμενων διαπραγματεύσεων είναι να διασφαλιστεί μια συμφωνία έως το τέλος του 2009, στη συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές στην Κοπεγχάγη.

Έχει επιτευχθεί συμφωνία για μια σειρά από ζωτικής σημασίας στοιχεία – ένα ταμείο αρωγής των αναπτυσσόμενων χωρών για τη προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές, δοκιμαστικά έργα για τη μείωση της αποψίλωσης των δασών, και χρηματοδότηση για τη μεταφορά «καθαρών» τεχνολογιών στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Τα υφιστάμενα επιστημονικά στοιχεία υποδεικνύουν ότι οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα παραμείνουν ελεγχόμενες μόνο εφόσον οι παγκόσμιες θερμοκρασίες δεν αυξηθούν πάνω από 2°C σε σχέση με τα προ-βιομηχανικά επίπεδα. Για να γίνει αυτό, οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων θα πρέπει να

κορυφωθούν έως το 2020 και να μειωθούν στο 50% των επιπέδων του 1990 έως το 2050.

Στις αρχές του 2009, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε λεπτομερείς προτάσεις για τους τρόπους επίτευξης των στόχων αυτών. Στις προτάσεις αυτές περιλαμβάνεται η ενίσχυση των επενδύσεων σε τεχνολογίες χαμηλής κατανάλωσης άνθρακα, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες, καινοτόμες πηγές διεθνούς χρηματοδότησης, μια διεθνής αγορά άνθρακα έως το 2015, και βήματα για την ενίσχυση των χωρών στην προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές.

6.3 Η ΣΥΝΔΙΑΣΚΕΨΗ ΣΤΗΝ ΚΟΠΕΓΧΑΓΗ (COPENHAGEN ACCORD)

Η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (COP15) πραγματοποιήθηκε στη Κοπεγχάγη στις 7-19 Δεκεμβρίου του 2009 χωρίς όμως να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα, δηλαδή τη σύναψη μιας παγκόσμιας φιλόδοξης, αποτελεσματικής και νομικά δεσμευτικής συμφωνίας.

Επίκεντρο της Συνδιάσκεψης στην Κοπεγχάγη ήταν η επίτευξη συμφωνίας με την οποία οι πλουσιότερες χώρες θα επένδυαν δισεκατομμύρια στο να κάνουν πιο “πράσινες” τις οικονομίες τους μέχρι το 2020, ενώ παράλληλα βοηθούν τις λιγότερο εύπορες χώρες να κάνουν το ίδιο. Ειδικότερα:

- αναγνωρίζει το στόχο της διατήρησης της μέγιστης μέσης παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας κάτω από 2° C, και την ανάγκη για επανεξέταση το 2015 για πιθανή επιδίωξη της διατήρησης της μέγιστης μέσης παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας κάτω από 1,5° C σύμφωνα με τις νέες επιστημονικές γνώσεις.
- ζητεί την εισαγωγή στόχων μείωσης των εκπομπών για τις ανεπτυγμένες χώρες και δράσεις μετριασμού από τις αναπτυσσόμενες χώρες έως τις 31 Ιανουαρίου 2010.
- αναγνωρίζει την ανάγκη για ενισχυμένη δράση για την προσαρμογή και ανάπτυξη της προσαρμοστικότητας στις αναπτυσσόμενες χώρες, ιδίως

στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, τα μικρά νησιωτικά αναπτυσσόμενα κράτη και την Αφρική.

- περιγράφει τα κύρια στοιχεία των υποχρεώσεων των αναπτυσσόμενων χωρών για νέα και πρόσθετη χρηματοδότηση, τόσο για την προσαρμογή όσο και το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής στις αναπτυσσόμενες χώρες, συμπεριλαμβανομένου ενός προγράμματος ταχείας χρηματοδότησης (30 δισ. δολάρια ΗΠΑ) για την περίοδο 2010-2012 και τις ανάγκες μακροπρόθεσμης οικονομικής βοήθειας (100 δισ. δολάρια ΗΠΑ ετησίως το 2020). Η χρηματοδότηση αυτή θα προέλθει από μια ευρεία ποικιλία πηγών, δημοσίων και ιδιωτικών, διμερών και πολυμερών.
- τονίζει τη σημασία της καθιέρωσης αξιόπιστης παρακολούθησης, υποβολής εκθέσεων και εξακρίβωσης (MRV).
- τονίζει την ανάγκη για τη δημιουργία μηχανισμών άμεσης μείωσης των εκπομπών από την αποψίλωση των δασών, την υποβάθμιση των δασών και άλλων αλλαγών χρήσεων γης.
- αναγνωρίζει την ανάγκη να ενισχυθεί η δράση για την ανάπτυξη τεχνολογίας και μεταφορά τεχνογνωσίας.

Σε αυτήν συμμετείχαν 190 χώρες από όλο τον κόσμο με στόχο τη βέλτιστη δυνατή έκβαση κατά την οποία, οι πλούσιες χώρες, οι οποίες δεσμεύονται από τη Συνθήκη του Κιότο (με την πρώτη φάση της να λαμβάνει χώρα το διάστημα 2008-2012) για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με τα δεδομένα της δεκαετίας του 1990, αποφασίζουν να πάνε ακόμα παραπέρα προχωρώντας σε μεγαλύτερες μειώσεις εκπομπών μέχρι το 2020 (25-40%).

Επιπλέον αυξάνουν τα κονδύλια για την ανάπτυξη πιο φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών ενώ παράλληλα υποστηρίζουν τη μεταβίβαση της σχετικής τεχνογνωσίας στις φτωχότερες (αναπτυσσόμενες, υποαναπτυκτες) χώρες.

Οι Υπουργοί Περιβάλλοντος συζήτησαν (Συμβούλιο Περιβάλλοντος, Βρυξέλλες, 22 Δεκεμβρίου 2009), την έκβαση της Διάσκεψης της Κοπεγχάγης

(COP15) για την αλλαγή του κλίματος καθώς και τη συνέχεια που θα δοθεί σε αυτήν.

Η Ελλάδα (δια της Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής κ. Τ. Μπιρμπίλη) υπογράμμισε ότι η μετάβαση σε ένα πιο φιλόδοξο στόχο μείωσης των εκπομπών δεν αφορά αποκλειστικά τη μετά Κοπεγχάγη εποχή αλλά συνδέεται άρρηκτα με την ανάγκη να οδηγηθούμε σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Ειδικά κατά τη διάρκεια της δύσκολης οικονομικής κρίσης που περνάει η χώρα μας, η Ελλάδα αντιμετωπίζει τους πιο φιλόδοξους στόχους όχι ως πρόβλημα αλλά ως ευκαιρία για τις απαιτούμενες αλλαγές ώστε να δοθεί μια αποτελεσματική διέξοδος από την οικονομική κρίση μέσω της πράσινης ανάπτυξης.

Επίσης, η Ελλάδα επεσήμανε την ανάγκη να ενταθούν οι προσπάθειες, οι συνεννοήσεις και η συνεργασία με τρίτες χώρες κάνοντας ιδιαίτερη αναφορά στις φτωχές χώρες της Αφρικής καθώς και τις χώρες της ΝΑ Μεσογείου με τις οποίες η χώρα μας έχει παραδοσιακά καλές σχέσεις και σημειώνοντας την ειδική σημασία που θα πρέπει να καταβληθεί ώστε να πεισθεί η Κίνα.

Το τέλος όμως της Συνδιάσκεψης της Κοπεγχάγης βρίσκει την παγκόσμια κοινωνία των πολιτών αμήχανη μπροστά στην αναποφασιστικότητα των πολιτικών να σώσουν τον πλανήτη. Η “μη συμφωνία” της Κοπεγχάγης αποδεικνύει ότι ο αγώνας για αναχαίτηση της κλιματικής αλλαγής έχει να ξεπεράσει πολλά και δύσκολα εμπόδια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι σαφές ότι προκειμένου να έχουμε πλήρη άποψη επί των νέων ψυκτικών ουσιών, ως προς τις ιδιότητές τους και τη συμπεριφορά τους σε διάφορα συστήματα απαιτείται μακροχρόνια και επίπονη έρευνα.

Τα ψυκτικά ρευστά δεν είναι ακίνδυνα. Η προστασία του περιβάλλοντος έχει άμεση σχέση με την σωστή χρήση των ψυκτικών ρευστών. Η κακή χρήση των ψυκτικών ρευστών έχει ως αποτέλεσμα την καταστροφή του όζοντος στην ατμόσφαιρα, και τις ορατές απειλούμενες επιπτώσεις στην ζωή του πλανήτη μας. Είναι απαραίτητη μια ευρύτερη ενημέρωση που θα βοηθούσε στην κατανόηση της σημασίας του όζοντος και της αναγκαιότητας για την ανακοπή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που το καταστρέφουν.

Η χώρα μας είναι μια από τις πιο πλούσιες χώρες της Ευρώπης από άποψη περιβάλλοντος και βιοποικιλότητας ωστόσο ελάχιστοι είναι αυτοί που το γνωρίζουν και ακόμα λιγότεροι αυτοί που το λαμβάνουν σοβαρά υπόψη τους. Το ζητούμενο μας λοιπόν είναι όχι μόνο πως θα διατηρήσουμε το εκπληκτικό αυτό περιβάλλον της χώρας μας αλλά και πως ο φυσικός μας πλούτος θα αποτελέσει σημαντικό πλεονέκτημα για μια άλλου είδους ανάπτυξη που θα στηρίζεται στην ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων και στη βιωσιμότητα των αποτελεσμάτων της.

Σε αυτό είναι απαραίτητη η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση των πολιτών σχετικά με τις αιτίες και τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούνται τα περιβαλλοντικά προβλήματα και πως αυτά αντιμετωπίζονται. Η ετικέτα ενεργειακής σήμανσης και το οικολογικό λουλούδι βοηθάει τους πολίτες – καταναλωτές να κάνουν σωστότερες επιλογές όσο αφορά τις οικιακές συσκευές ψύξης. Τα οικολογικό λουλούδι ή ecolabel είναι σήμα που ξεχωρίζει τα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα από τα υπόλοιπα.

Σήμερα οι άνθρωποι ανταποκρίνονται σε παγκόσμιο επίπεδο όλο και περισσότερο για την προστασία του περιβάλλοντος. Λαμβάνονται αποφάσεις

πλέον σε παγκόσμιο επίπεδο με παγκόσμιες συμφωνίες ενώ τα Ηνωμένα Έθνη παίζουν ηγετικό ρόλο σε αυτή τη διαδικασία. Η τρύπα του όζοντος είναι ένα μάθημα προς όλους μας, ήταν το φαινόμενο που αφύπνισε τις συνειδήσεις μας σχετικά με την εύθραυστη φύση των φυσικών μας συστημάτων. Δυστυχώς η καταστροφή του περιβάλλοντος δεν γίνεται πάντα με αργό και προβλεπόμενο ρυθμό, ούτε παρέχεται πάντα η δυνατότητα στον άνθρωπο να επέμβει άμεσα προκειμένου να τη σταματήσει. Για αυτό είναι καλύτερα να εμποδιστεί μια οικολογική κρίση εκ των προτέρων παρά να επιλυθεί μόλις εμφανιστεί. Η πρόληψη άλλωστε είναι και η καλύτερη αντιμετώπιση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

- Ψυκτικές μηχανές και εγκαταστάσεις, Δημήτριος Α. Κουρεμένος, Εκδ. Ίδρυμα Ευγενίδου, 1954.
- Θέρμανση- Κλιματισμός , Ιωάννης Καλογήρου, Εκδ. ΣΕΛΚΑ, 2001, Αθήνα
- Τεχνολογία ψυκτικών εγκαταστάσεων, Αντώνιος Ν. Ασημακόπουλος.
- Εγκαταστάσεις ψύξης, Whitman Johnson Tomczyk, Εκδ. Ίων, Βιβλιοθήκη ψυκτικών εγκαταστάσεων και κλιματισμού.
- http://www.environ-develop.ntua.gr/uploads/k_21.pdf
- http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3135/3/chrimatopouloum_heatpump.pdf
- <http://www.technografos.gr/articles/psiksi/psyktika%20reysta.pdf>
- <http://engineering.catalysis.gr/refrigerantFluids/index.html>

