

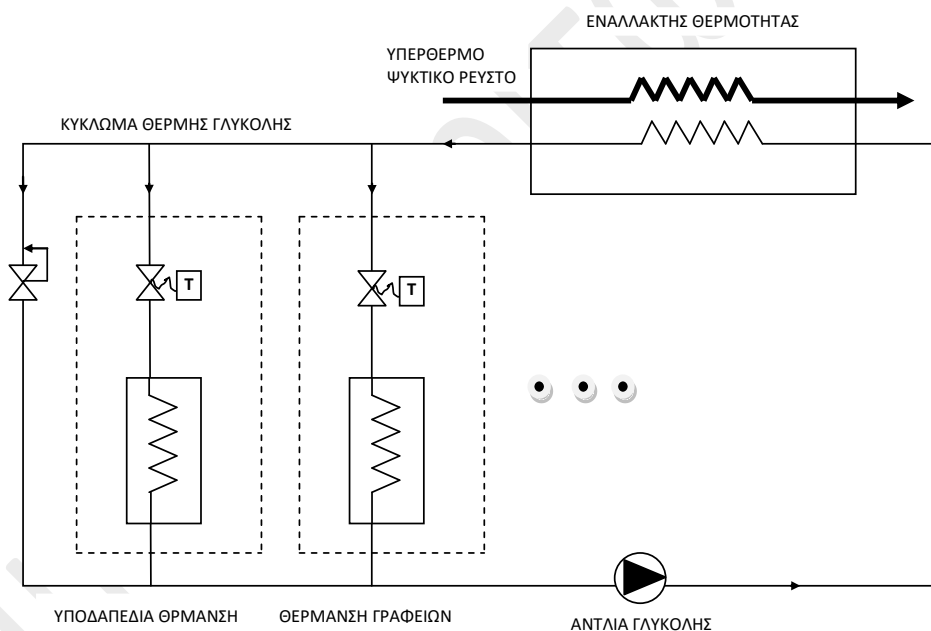
19-12-24

ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ – 2

Νίκος Χαριτωνίδης, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, Master of Engineering Univ. of Sheffield, Γενικός Διευθυντής ΨΥΓΕΙΑ ΑΛΑΣΚΑ ΑΕΒΤΕ & CRYOLOGIC ΕΕ.

ΑΝΑΓΚΕΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΤΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Υπάρχουν πολλές χρήσεις, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση η ανακτώμενη ενέργεια από ένα συγκρότημα παραγωγής ψύξης. Τούτο επιτυγχάνεται με τη θέρμανση ενός δευτερεύοντος ρευστού (υγρού ή αέρα) σε έναν εναλλάκτη που εγκαθίσταται στην πηγή θερμότητας όπως αναφέραμε στο προηγούμενο άρθρο και την κυκλοφορία του ρευστού στο χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε, είτε κατευθείαν με ανεμιστήρα (αέρας) ή με την κυκλοφορία του υγρού σε δευτερεύον κύκλωμα, όπου γίνεται εναλλαγή (θέρμανση) σε 2^ο επίπεδο, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



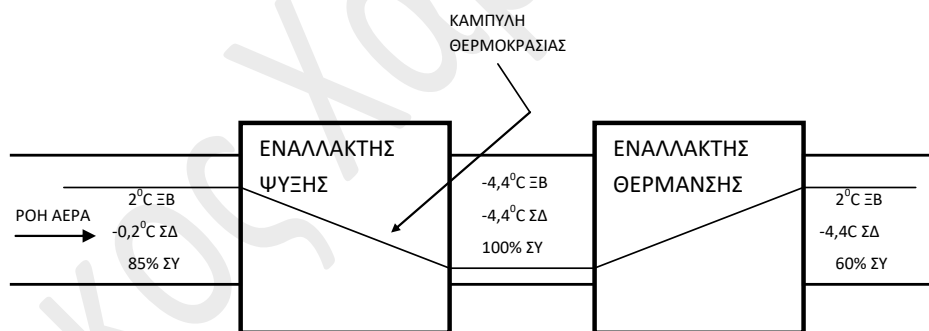
Σχήμα 1: Ανάκτηση θερμότητας και διανομή σε ποικίλες χρήσεις με δευτερεύον κύκλωμα.

Χρήσεις για τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανακτώμενη θερμική ενέργεια είναι:

- ❖ Υποδαπέδια θέρμανση για προστασία έναντι ανύψωσης των δαπέδων θαλάμων βαθιάς κατάψυξης, που «ακουμπούν» στο έδαφος. Επειδή ο πάγος διαστέλλεται, αν παγώσει το νερό του εδάφους κάτω από ένα θάλαμο βαθιάς κατάψυξης μπορεί να «ανυψώσει» το

δάπεδο. Για τούτο, η θερμοκρασία της περιοχής κάτω από το δάπεδο πρέπει να διατηρείται άνω του μηδενός. Μια από τις χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες, είναι η υποδαπέδια θέρμανση με κύκλωμα θερμής γλυκόλης, που θερμαίνεται από ανακτώμενη ενέργεια. Οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι σχετικά χαμηλές (της τάξης των 6 w/m²) και μάλιστα σε θερμοκρασιακό επίπεδο που εύκολα επιτυγχάνεται (πίνακας 1).

- ❖ Θέρμανση νερού για αποψύξεις. Σε κάποια συστήματα, η απόψυξη των «παγωμένων» στοιχείων γίνεται με νερό, που θερμαίνεται από μια εξωτερική πηγή. Η πηγή αυτή μπορεί να είναι ανακτώμενη ενέργεια.
- ❖ Θέρμανση χώρων. Οι χώροι αυτοί το χειμώνα μπορεί να είναι γραφεία, χώροι φόρτωσης / αποθήκευσης ξηρού φορτίου και βοηθητικοί χώροι (π.χ. συσκευαστήρια). Μπορεί επίσης να είναι και ο ίδιος ο ψυκτικός θάλαμος, όταν μετά από μια «ψυχρή» χρήση (π.χ. κατάψυξη) πρέπει να λειτουργήσει σε θερμή χρήση (π.χ. +10° C). Τότε ο ίδιος εναλλάκτης υποδέχεται το θερμό αέριο και λειτουργεί σαν θερμαντικό στοιχείο.
- ❖ Στοιχεία αναθέρμανσης για διαδικασία αφύγρανσης. Όταν είναι επιθυμητή χαμηλή σχετική υγρασία (40-65%) και δεν μπορεί να επιτευχθεί με την υπάρχουσα ψυκτική εγκατάσταση, τότε πρέπει να γίνει αναθέρμανση του αέρα. Η πηγή της ενέργειας αναθέρμανσης μπορεί να είναι ανακτώμενη ενέργεια, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα (αφυγραντής), όπου «ξηραίνεται» αέρας θερμοκρασίας 2° C (μείωση σχετικής υγρασίας από 85% σε 60%).



ΞΒ : Θερμοκρασία Ξηρού Βολβού, ΣΔ : Σημείο Δρόσου, ΣΥ : Σχετική Υγρασία

Σχήμα 2: Διατήρηση χαμηλής σχετικής υγρασίας ψυκτικού θαλάμου με ψύξη και αναθέρμανση του αέρα.

- ❖ Θέρμανση νερού για πλύση χώρων ή για κατεργασίες. Η θέρμανση αυτή μπορεί να είναι αυτοτελής ή να είναι προθέρμανση νερού που τροφοδοτεί αντλία θερμότητας ή σύστημα λέβητα με πρόσθετη πηγή θέρμανσης (π.χ. αέριο). Η εφαρμογές αυτές είναι ιδανικές για ψυκτικές εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν εργαστήρια κρεάτων και γαλακτοκομικών.

Σε κάθε μια από τις παραπάνω χρήσεις υπάρχει μια απαίτηση θερμοκρασίας, η οποία «μεταφράζεται» σε (μεγαλύτερη) απαιτούμενη θερμοκρασία του φορέα της θερμότητας (π.χ. γλυκόλης), η οποία με τη σειρά της «μεταφράζεται» σε (ακόμα μεγαλύτερη) απαιτούμενη θερμοκρασία της πηγής ανάκτησης, ανάλογα με το «θερμοκρασιακό βήμα» (ΔT) σε κάθε επίπεδο εναλλαγής. Στον επόμενο πίνακα δίνονται οι βασικές χρήσεις ανακτώμενης ενέργειας και οι σχετικές θερμοκρασίες πηγής / χρήσης και ενδιάμεσου φορέα.

ΧΡΗΣΗ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΡΗΣΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ ΣΤΗ ΠΗΓΗ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ
Υποδαπέδια θέρμανση δαπέδων καταψύξεων ($>0^{\circ}\text{C}$)	$5-10^{\circ}\text{C}$ (γλυκόλη)	$10-15^{\circ}\text{C}$
Νερό που χρησιμοποιείται για απόψυξη	$18-22^{\circ}\text{C}$	$23-28^{\circ}\text{C}$
Θέρμανση χώρων ξηρού φορτίου	18°C (αέρας χώρου) / $27-33^{\circ}\text{C}$ (γλυκόλη)	$32-38^{\circ}\text{C}$
Θέρμανση γραφείων	$22-24^{\circ}\text{C}$ (αέρας χώρου) / $33-38^{\circ}\text{C}$ (γλυκόλη)	$38-43^{\circ}\text{C}$
Αναθέρμανση αέρα ψυκτικού θαλάμου για αφύγρωση	$32-38^{\circ}\text{C}$ (γλυκόλη)	$37-43^{\circ}\text{C}$
Θέρμανση (ή προθέρμανση) νερού για κατεργασίες	$40-45^{\circ}\text{C}$ (νερό χρήσης)	$45-50^{\circ}\text{C}$

Πίνακας 1: Πιθανές χρήσεις ανάκτησης θερμότητας σε ψυκτική εγκατάσταση.

Πριν την απόφαση υλοποίησης του έργου για ανάκτηση θερμότητας πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

1. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι θερμοκρασίες πηγής είναι «φτωχές» (χαμηλές). Τούτο σημαίνει ότι για να πετύχουμε τις απαιτούμενες θερμοκρασίες χρήσης (που συχνά έχουν μικρή διαφορά με τη θερμοκρασία πηγής), η μεταφορά θερμότητας πρέπει να γίνεται με μικρή θερμοκρασιακή διαφορά (ΔT). Ως εκ τούτου οι επιφάνειες εναλλαγής (εναλλάκτες) πρέπει να είναι «γενναιόδωρες».
2. Άλλες φορές η ανάκτηση γίνεται με θέρμανση κατευθείαν του ρευστού χρήσης (π.χ. νερού απόψυξης ή νερού κατεργασίας) και άλλες, για περισσότερη ευελιξία (αποστολή θερμότητας σε απομακρυσμένα σημεία), η θέρμανση γίνεται με την παρεμβολή ενός «δευτερεύοντος» φορέα θερμότητας (συνήθως γλυκόλης), η οποία θερμαίνεται στον πρωτογενή εναλλάκτη και μεταφέρεται με αντλία στο επιθυμητό σημείο (ανακύκλωση σε κλειστό κύκλωμα). Στην περίπτωση αυτή βέβαια υπάρχει μεγαλύτερο «τελικό» ΔT (θερμοκρασία πηγής - θερμοκρασία χρήσης), λόγω του πρόσθετου επιπέδου εναλλαγής (από ψυκτικό ρευστό σε γλυκόλη και

- από γλυκόλη σε χρήση). Αν μάλιστα η χρήση είναι απομακρυσμένη, μπορεί να υπάρχουν στη διαδρομή σημαντικές θερμικές απώλειες, οπότε οι σωλήνες πρέπει να μονώνονται.
3. Σε χρήσεις μεγάλης θερμοκρασιακής απαίτησης (π.χ. θέρμανση γραφείων 22-24⁰ C), είναι πολύ πιθανό να μην επαρκεί η θερμότητα ανάκτησης. Τότε προβλέπεται πρόσθετη πηγή ενέργειας (π.χ. αντλία θερμότητας, λέβητας αερίου), η οποία «συμπληρώνει» τις ελλείψεις.
 4. Πριν γίνει οποιαδήποτε προσπάθεια ανάκτησης ενέργειας, πρέπει να υπολογίζεται πόση ενέργεια (θερμότητα) απαιτείται στη χρήση και πόση ενέργεια (θερμότητα) διατίθεται στην πηγή. Μόνο αν η διαθέσιμη ενέργεια καλύπτει, τουλάχιστον σε ικανοποιητικό βαθμό τις ανάγκες, υλοποιείται η εγκατάσταση ανάκτησης. Σαν χονδρικό κανόνα, πρέπει να γνωρίζουμε ότι σε μια τυπική ψυκτική εγκατάσταση, ο ρυθμός της αποβολής θερμικού φορτίου είναι 1,2 ως 1,3 φορές το ψυκτικό φορτίο λειτουργίας¹.
 5. Σε ένα σύστημα ανάκτησης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο ο συγχρονισμός της διαθεσιμότητας με την απαίτηση της ενέργειας, Δυστυχώς, συχνά δεν υπάρχει αυτός ο συγχρονισμός. Για παράδειγμα, το χειμώνα υπάρχει αυξημένη απαίτηση για θέρμανση χώρων, ενώ η διαθεσιμότητα ανακτώμενης ενέργειας είναι η ελάχιστη (ελάχιστο ψυκτικό φορτίο το χειμώνα). Υπάρχουν όμως εφαρμογές, όπως σε σύνθετες μονάδες κατεργασίας – αποθήκευσης (κρέατα, γαλακτοκομικά), όπου υπάρχει ικανοποιητικός συγχρονισμός.

Συνεχίζεται στο επόμενο.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Νίκος Χαριτωνίδης «ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΨΥΞΗΣ – ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΜΜΩΝΙΑ», 2020.
2. Wilbert F. Stoecker "Industrial Refrigeration Handbook", McGraw Hill, 1998.

¹ Η προσαύξηση οφείλεται στην πρόσθεση της ενέργειας συμπίεσης.