ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ 07

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ ΠΛΟΙΩΝ

Marine Cooling Water Systems

SW · LT Fresh Water · HT Jacket Water · Heat Exchangers · Monitoring

Αρχές θερμοδυναμικής, διακριτά κυκλώματα, διαγράμματα ροής, ενεργειακοί υπολογισμοί και τεχνική διάγνωση.

Γιατί η ψύξη είναι κρίσιμη για το μηχανοστάσιο;

Χωρίς θερμική ισορροπία δεν είναι αξιόπιστη η πρόωση ή η ηλεκτροπαραγωγή.

01 Μηχανή

Η θερμοκρασία επηρεάζει μηχανικές ανοχές και διάρκεια ζωής.

02 Υποσυστήματα

LO, charge air, DG και auxiliaries μεταφέρουν θερμικά φορτία.

03 Αξιοπιστία

Η ψύξη χρειάζεται συνεχή παρακολούθηση και εφεδρείες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η ψύξη είναι μόνο «να τρέχει μια αντλία»;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Είναι υδραυλικό και θερμοδυναμικό σύστημα με πολλούς συνδεδεμένους ελέγχους.

Μετρήσιμοι μαθησιακοί στόχοι

Στο τέλος, ο μαθητής θα μπορεί να ερμηνεύει βασικές ροές και να λύνει απλές πράξεις.

01 Αναγνώριση

Να αναγνωρίζει SW, LT FW και HT FW σε απλό P&ID.

02 Υπολογισμοί

Να υπολογίζει Q̇, ṁ και ΔT με μονάδες.

03 Διάγνωση

Να συνδέει alarms με πιθανές αιτίες χωρίς αυθαίρετους χειρισμούς.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πότε θεωρούμε ότι κατανοήθηκε ένα σύστημα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όταν περιγράφεται η ροή, η λειτουργία εξαρτημάτων και οι κρίσιμες ενδείξεις.

Ο χάρτης των τριών κυκλωμάτων

Στη συνήθη κεντρική ψύξη η θερμότητα μεταφέρεται σταδιακά προς τη θάλασσα.



Ροή ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ: HT → LT → SW · Διαχωρισμένα ρευστά, ανταλλαγή μέσω εναλλακτών.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η θάλασσα ψύχει απευθείας τα jackets σε κάθε πλοίο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Στην κεντρική διάταξη παρεμβάλλονται FW κυκλώματα και εναλλάκτες.

Πορεία οκτώ ενοτήτων

Από τη φυσική έως τη συνδυασμένη διάγνωση και την εφαρμογή υπολογισμών.

01 Βάσεις

Θερμοδυναμική, SW, LT, HT.

02 Εφαρμογή

Controls, βοηθητικά, ανάκτηση θερμότητας.

03 Επιτήρηση

Alarms, περιπτώσεις, αριθμητικά παραδείγματα.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί τα μαθηματικά εντάσσονται μετά τη ροή;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Πρώτα ο μαθητής χρειάζεται φυσική σημασία για τα μεγέθη που υπολογίζει.

ΕΝΟΤΗΤΑ Α

Θερμότητα και ψύξη

Θεμελιώνουμε τη ροή θερμότητας, την ενεργειακή ισορροπία και την ανάγκη ασφαλούς ψύξης.

Γιατί ψύχουμε μια ναυτική μηχανή;

Η καύση παράγει χρήσιμο έργο και σημαντική θερμότητα που πρέπει να ελεγχθεί.

01 Θερμικά φορτία

Κύλινδροι, καπάκια, λάδι και αέρας υπερπλήρωσης θερμαίνονται.

02 Σταθερότητα

Η ψύξη συγκρατεί θερμοκρασίες, διαστολές και αντοχές μέσα σε επιτρεπτά όρια.

03 Ασφάλεια

Αστοχία ψύξης μπορεί να οδηγήσει σε alarm, περιορισμό ισχύος ή trip.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η ψύξη επιδιώκει τη χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Επιδιώκει τις θερμοκρασίες που ορίζει ο κατασκευαστής.

Θερμότητα, θερμοκρασία και ενέργεια

Διαχωρίζουμε τη μεταφορά ενέργειας από την ένδειξη ενός θερμομέτρου.

01 Θερμότητα Q

Μεταφερόμενη ενέργεια λόγω διαφοράς θερμοκρασίας, μονάδα J.

02 Θερμοκρασία T

Κατάσταση του ρευστού, συνήθως °C σε ναυτικές ενδείξεις.

03 Ρυθμός Q̇

Θερμική ισχύς ανά χρόνο, μονάδα W ή kW.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Αν το νερό έχει 80°C, γνωρίζουμε ήδη πόσα kW απομακρύνει;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Χρειάζονται παροχή, ειδική θερμοχωρητικότητα και μεταβολή θερμοκρασίας.

Αισθητή θερμότητα — βασικός υπολογισμός

Για μονοφασικό ρευστό, προσεγγίζουμε τη μεταφερόμενη ισχύ με ισοζύγιο.

01 Εξίσωση

$\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times \Delta T$, με $\dot{m}$ σε kg/s και c_p σε kJ/(kg·K).

02 Διαφορά ΔT

Για ψυχόμενο θερμό ρευστό: $\Delta T = T_{in} - T_{out}$ σε K ή °C διαφοράς.

03 Όριο

Η προσέγγιση δεν καλύπτει αλλαγή φάσης ή μεγάλες μεταβολές ιδιοτήτων.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι σημαίνει $\dot{Q} = 420$ kW;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Απομακρύνονται περίπου 420 kJ θερμικής ενέργειας κάθε δευτερόλεπτο.

Μαζική και ογκομετρική παροχή

Η πυκνότητα συνδέει την ένδειξη m^3/h με τις θερμικές πράξεις.

01 Ορισμός

$\dot{m} = \rho \times \dot{V}$, όπου η ογκομετρική παροχή είναι σε m^3/s.

02 Μετατροπή

Από m^3/h σε m^3/s διαιρούμε με 3600.

03 Παράδειγμα

$36\ m^3/h \approx 0{,}010\ m^3/s$· για $\rho \approx 1000\ kg/m^3$, $\dot{m} \approx 10\ kg/s$.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Είναι ακριβής η $\rho = 1000\ kg/m^3$ για κάθε νερό;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Χρησιμοποιείται μόνο σε ενδεικτικούς εκπαιδευτικούς υπολογισμούς.

Μεταφορά θερμότητας σε εναλλάκτη

Η θερμότητα περνά μέσα από το τοίχωμα, χωρίς να ενώνεται η κανονική ροή των ρευστών.

01 Αγωγή

Μέσα από το υλικό της επιφάνειας ανταλλαγής θερμότητας.

02 Συναγωγή

Από το θερμό ρευστό στο τοίχωμα και από αυτό στο ψυχρό.

03 Αντίσταση

Επικαθίσεις ή ανεπαρκής ροή δυσκολεύουν την ανταλλαγή.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πρέπει να επικοινωνούν οι δύο πλευρές του plate cooler;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η επικοινωνία υποδηλώνει πιθανή εσωτερική διαρροή.

Γιατί ο ρυθμός ροής έχει σημασία;

Η σωστή παροχή επηρεάζει τόσο την απαγωγή θερμότητας όσο και την υδραυλική λειτουργία.

01 Μικρή παροχή

Μπορεί να αυξηθεί το ΔΤ στο ίδιο θερμικό φορτίο.

02 Μεγάλη παροχή

Δεν σημαίνει απεριόριστη ψύξη· αυξάνονται απώλειες και ισχύς άντλησης.

03 Σχεδιασμός

Απαιτούνται όρια παροχής και πίεσης του συγκεκριμένου κυκλώματος.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορούμε να αυξήσουμε αυθαίρετα τις στροφές της αντλίας;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η επιλογή ροής εξαρτάται από OEM, αντίσταση δικτύου και προστασίες.

Κεντρική διάταξη SW – LT – HT

Τρία συνεργαζόμενα αλλά διακριτά κυκλώματα απομακρύνουν θερμότητα από το μηχανοστάσιο.



Η θερμότητα μεταφέρεται HT → LT → SW · Όχι ανάμειξη των τριών κυκλωμάτων.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Επικοινωνεί πάντα το SW με το HT νερό;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Συνήθως παρεμβάλλονται εναλλάκτες και τα κυκλώματα είναι χωριστά.

Θερμοκρασιακοί στόχοι — όχι καθολικοί αριθμοί

Οι τιμές σχεδιασμού και ρύθμισης εξαρτώνται από τη μηχανή, φορτίο και περιβάλλον.

01 Πηγή

Κάθε όριο πρέπει να αναζητείται σε OEM documentation και setpoint list.

02 Συνθήκες

Τροπικό SW, μερικό φορτίο και χρήση heat recovery μεταβάλλουν τη λειτουργία.

03 Συνέπειες

Η αντιγραφή ξένων setpoints μπορεί να προκαλέσει εσφαλμένη διάγνωση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορούμε να ορίσουμε «σωστό HT = 85°C» για όλα τα πλοία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Είναι δυνατόν να εμφανίζεται σε συγκεκριμένο σύστημα, όχι ως γενικός κανόνας.

ΕΝΟΤΗΤΑ Β

Κύκλωμα θαλασσινού νερού

Ακολουθούμε το SW από τη θάλασσα έως τον κεντρικό ψύκτη και την απόρριψη.

Sea chest — λήψη θαλασσινού νερού

Η αναρρόφηση γίνεται από κατάλληλα σχεδιασμένα ανοίγματα της γάστρας.

01 Αναρρόφηση

Sea chest και sea suction valves κατά τη διάταξη του πλοίου.

02 Περιβάλλον

Ρηχά νερά, ιλύς, φύκη και πάγος μπορούν να επηρεάσουν τη ροή.

03 Έλεγχος

Διαθεσιμότητα και κατάσταση, ποτέ μη εξουσιοδοτημένοι χειρισμοί.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι μπορεί να σημαίνει αυξανόμενη αντίσταση αναρρόφησης;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Πιθανό εμπόδιο στο sea chest, στο strainer ή στη γραμμή αναρρόφησης.

Sea water strainer — φίλτρο SW

Συγκρατεί μεγάλα στερεά πριν από αντλίες και εναλλάκτες.

01 Σκοπός

Περιορισμός εισόδου φύκης, κελυφών και άλλων ξένων σωμάτων.

02 Ενδείξεις

Η αύξηση ΔP μπορεί να υποδηλώνει συσσώρευση στερεών.

03 Προσοχή

Η απομόνωση για συντήρηση διέπεται από εγκεκριμένες διαδικασίες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Το υψηλό ΔP φίλτρου αποδεικνύει βλάβη της αντλίας;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Πρώτα εξετάζουμε πιθανή επιβάρυνση του φίλτρου και τις ενδείξεις.

SW cooling pump — αντλία θαλασσινού νερού

Η αντλία εξασφαλίζει την απαραίτητη ροή μέσα από τον κεντρικό ψύκτη.

01 Λειτουργία

Αναπτύσσει μανομετρικό για την αντίσταση αγωγών, βαλβίδων και cooler.

02 Παρακολούθηση

Ρ αναρρόφησης/κατάθλιψης, ροή, ρεύμα κινητήρα, κραδασμός.

03 Εφεδρεία

Η πραγματική φιλοσοφία duty/standby εξαρτάται από τον σχεδιασμό.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Αρκεί το «pump running» για να βεβαιώσουμε την ψύξη;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Χρειάζεται να επιβεβαιωθεί επαρκής πραγματική ροή/διαφορική πίεση.

Διαδρομή SW — από το sea chest στο overboard

Μαθαίνουμε να διαβάζουμε τις βασικές λειτουργικές θέσεις.



Το νερό της θάλασσας βρίσκεται μόνο στην αντίστοιχη πλευρά του εναλλάκτη.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Το SW συνεχίζει προς τα jackets στο κεντρικό σύστημα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Τα jackets εξυπηρετούνται συνήθως από ξεχωριστό HT FW.

High & low sea suction

Εναλλακτικές λήψεις προσαρμοσμένες στη θέση και στις συνθήκες του πλοίου.

01 High suction

Μπορεί να χρησιμοποιείται σε συνθήκες με πολλές προσμίξεις στον πυθμένα.

02 Low suction

Μπορεί να προσφέρει πλεονεκτήματα ανά βύθισμα και σχεδιασμό.

03 Κρίσιμο

Η επιλογή γίνεται μόνο βάσει εγκεκριμένου σχεδίου/διαδικασίας.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Υπάρχει καθολική «σωστή» λήψη SW;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι· εξαρτάται από τον σχεδιασμό και τις πραγματικές συνθήκες.

Θαλασσινό νερό και διάβρωση

Η αλατότητα και οι προσμίξεις δημιουργούν απαιτήσεις για υλικά και προστασία.

01 Υλικά

Τιτάνιο σε πολλά κεντρικά plate coolers, σύμφωνα με σχεδιασμό.

02 Διάβρωση

Κίνδυνος διάβρωσης, γαλβανικών δράσεων και αποθέσεων.

03 Παρακολούθηση

Ελέγχουμε συμπτώματα και ευρήματα συντήρησης, όχι αυθαίρετους χρόνους.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν χρησιμοποιούμε απλό χάλυβα παντού στην πλευρά SW;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Η διαβρωτικότητα του θαλασσινού νερού επηρεάζει την επιλογή υλικού.

Fouling — επικαθίσεις σε SW πλευρά

Επικαθίσεις μειώνουν σταδιακά τη θερμική και υδραυλική απόδοση.

01 Βιολογικά

Μικροοργανισμοί και κελύφη προσκολλώνται σε επιφάνειες.

02 Θερμικά

Η πρόσθετη θερμική αντίσταση μειώνει τη μεταφορά θερμότητας.

03 Υδραυλικά

Η ΔP του cooler μπορεί να αυξηθεί λόγω περιορισμού διόδων.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί μπορεί να ζεσταθεί το LT FW με κανονικές SW pumps;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Ενδέχεται να έχει μειωθεί η απόδοση του κεντρικού εναλλάκτη.

Sea water outlet temperature

Η άνοδος της θερμοκρασίας (Tout − Tin) δείχνει τη θερμότητα που απορροφά το SW.

01 Ισοζύγιο

Για το SW: $\dot{Q} \approx \dot{m}_{sw} \times c_{p,sw} \times (T_{out} - T_{in})$.

02 Ένδειξη

Με δεδομένη ροή, μεγαλύτερο ΔT συχνά σημαίνει μεγαλύτερη θερμική πρόσληψη.

03 Ερμηνεία

Χωρίς τη ροή δεν υπολογίζουμε αξιόπιστα το θερμικό φορτίο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

SW Tin=25°C και Tout=29°C σημαίνει 4 kW;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Σημαίνει ΔT=4 K· χρειάζεται ακόμη η μαζική παροχή και cp.

SW cooling — συγκεντρωτική διάγνωση

Η παρακολούθηση στηρίζεται στον συνδυασμό διαθέσιμων στοιχείων.

01 Χαμηλή πίεση

Ελέγχουμε τάση αναρρόφησης, φραγή, αέρα και αντλία.

02 Υψηλό ΔP

Πιθανό στραγγαλισμό ή fouling σε φίλτρο/εναλλάκτη.

03 Υψηλό LT Tin

Συσχετίζουμε SW inlet temp, ροή SW και θερμικό φορτίο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Αρκεί ένα alarm για να εντοπίσουμε με βεβαιότητα το ελαττωματικό στοιχείο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Χρειάζεται επιβεβαίωση με πολλαπλές μετρήσεις και OEM οδηγίες.

ΕΝΟΤΗΤΑ Γ

Κεντρική ψύξη LT Fresh Water

Κατανοούμε πώς το LT FW ψύχεται κεντρικά και μεταφέρει θερμότητα των βοηθητικών ψυκτών.

Σκοπός κυκλώματος LT FW

Το LT FW υπηρετεί ποικίλες καταναλώσεις με ελεγχόμενη θερμοκρασία.

01 LO cooler

Απομακρύνει θερμότητα από το λάδι λίπανσης.

02 Scavenge air

Σε συγκεκριμένα σχέδια ψύχει τον αέρα μετά την υπερπλήρωση.

03 HT cooler

Μπορεί να παραλαμβάνει θερμότητα από το jacket-water cooler.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Το LT FW μπαίνει απαραίτητα σε όλα τα μέρη κάθε engine;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Οι κλάδοι και οι εναλλάκτες διαφέρουν ανά μηχανή/πλοίο.

Central cooler — κεντρικός εναλλάκτης

Η SW και FW πλευρά ανταλλάσσουν ενέργεια μέσω μεταλλικών επιφανειών.

01 Πλευρά SW

Παραλαμβάνει θερμότητα και την απορρίπτει στη θάλασσα.

02 Πλευρά LT

Χάνει θερμότητα πριν επιστρέψει στους καταναλωτές.

03 Διαχωρισμός

Κάθε ρευστό διατηρεί κανονικά το δικό του κλειστό/ανοιχτό κύκλωμα.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί η εμφάνιση αλατότητας στο LT FW είναι ύποπτη;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μπορεί να σημαίνει ανεπιθύμητη είσοδο θαλασσινού νερού από διαρροή.

Plate heat exchanger — πλάκες

Πολλές λεπτές πλάκες προσφέρουν μεγάλη επιφάνεια ανταλλαγής.

01 Αποδοτικότητα

Μεγάλη επιφάνεια σε περιορισμένο όγκο.

02 Παροχή

Οι δίοδοι έχουν συγκεκριμένα όρια παροχής και ΔP.

03 Συντήρηση

Καθαρισμός/έλεγχος στεγανότητας κατά οδηγίες του κατασκευαστή.

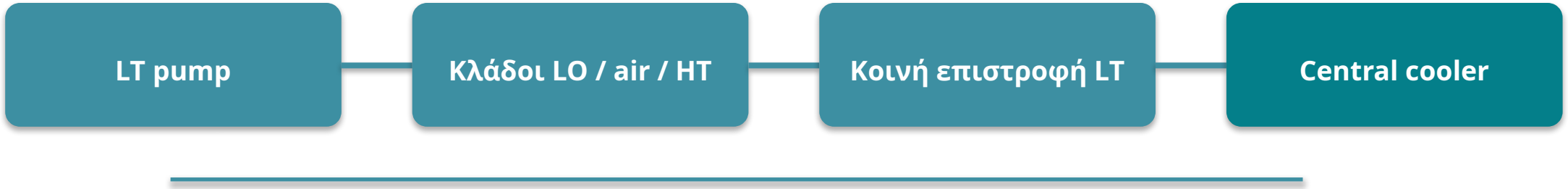
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η μεγαλύτερη ΔP στο cooler σημαίνει πάντα καλύτερη ψύξη;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Μπορεί να υποδηλώνει εμπόδιο ή αυξημένη υδραυλική αντίσταση.

Ενδεικτική διαδρομή LT FW

Το LT FW τροφοδοτεί κλάδους καταναλωτών που συχνά λειτουργούν παράλληλα.



Σχηματικό ισοζύγιο: τα LO, air και jacket coolers δεν είναι απαραίτητα σε σειρά.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι επιστρέφει μετά τον central cooler προς το LT κύκλωμα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Γλυκό νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας, όχι θαλασσινό.

Τρίοδη βαλβίδα και bypass LT

Η ρύθμιση μοιράζει τη ροή μέσω ή γύρω από τον εναλλάκτη.

01 Στόχος

Διατήρηση κατάλληλης LT temperature σύμφωνα με τον σχεδιασμό.

02 Bypass

Μέρος της ροής μπορεί να παρακάμπτει τον cooler.

03 Έλεγχος

Αξιολογούμε valve position μαζί με Tin, Tout και φόρτιση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η 100% bypass θέση εξασφαλίζει μέγιστη ψύξη;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Συνήθως ελαχιστοποιεί τη ροή μέσα από το ψυχόμενο μονοπάτι.

Expansion tank — δοχείο διαστολής

Εξασφαλίζει χώρο διαστολής και κατάλληλη υδραυλική αναφορά όπου προβλέπεται.

01 Θερμική διαστολή

Ο όγκος υγρού αυξάνει με τη θερμοκρασία.

02 Στάθμη

Χαμηλή στάθμη μπορεί να υποδηλώνει απώλεια, αέρα ή πρόβλημα μέτρησης.

03 Διάταξη

Η θέση, πίεση και συνδέσεις εξαρτώνται από το P&ID.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Το expansion tank είναι απλώς αποθήκη νερού;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Συμμετέχει και στη θερμική διαστολή/στατική πίεση της εγκατάστασης.

Venting — εξαέρωση του γλυκού νερού

Ο παγιδευμένος αέρας δυσχεραίνει τη ροή και την ανταλλαγή θερμότητας.

01 Αέρας

Μπορεί να προκαλέσει ασταθή ένδειξη ή ανεπαρκή ψύξη.

02 Υψηλά σημεία

Εκεί μπορεί να συγκεντρώνεται αέρας σε ορισμένες διατάξεις.

03 Ασφάλεια

Εξαέρωση μόνο με εγκεκριμένη ασφαλή διαδικασία, λόγω πίεσης/θερμότητας.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν ανοίγουμε αυθαίρετα ένα vent σε θερμό δίκτυο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Επειδή υπάρχει κίνδυνος εκτόξευσης θερμού υγρού ή ατμού υπό πίεση.

LT cooling και lubricating oil

Το LT FW λειτουργεί ως ψυχρότερο μέσο στον εναλλάκτη λαδιού.

01 LO πλευρά

Το θερμό λάδι αποδίδει θερμότητα.

02 LT πλευρά

Παραλαμβάνει θερμότητα, χωρίς κανονική ανάμειξη.

03 Ένδειξη

Η θερμοκρασία LO εξαρτάται και από LO flow και ρύθμιση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Χαμηλή LO θερμοκρασία σημαίνει πάντα καλύτερη λίπανση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Το ιξώδες μπορεί να γίνει υπερβολικά υψηλό εκτός ορίων OEM.

LT cooling και scavenge air

Η ψύξη αέρα συμπίεσης επηρεάζει πυκνότητα και θερμοκρασία αέρα εισαγωγής.

01 Charge air

Μετά τον υπερπληρωτή έχει αυξημένη θερμοκρασία.

02 Air cooler

Απομακρύνει μέρος της θερμότητας.

03 Κρίσιμο

Υπερψύξη, συμπύκνωση και όρια λειτουργίας απαιτούν έλεγχο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Είναι επιτρεπτή οποιαδήποτε χαμηλή θερμοκρασία αέρα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Ο κατασκευαστής προβλέπει κατάλληλες συνθήκες και περιορισμούς.

LT circuit — ισοζύγιο θερμότητας

Στον κεντρικό ψύκτη η θερμότητα από το LT μεταφέρεται προς το SW.

01 LT

$\dot{Q}_{LT} \approx \dot{m}_{LT}\, c_{pLT}\, (T_{in} - T_{out})$.

02 SW

$\dot{Q}_{SW} \approx \dot{m}_{SW}\, c_{pSW}\, (T_{out} - T_{in})$.

03 Πραγματικότητα

Οι τιμές διαφέρουν λίγο λόγω απωλειών και αβεβαιότητας οργάνων.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πρέπει το LT και SW να έχουν ίδιες θερμοκρασίες;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Ισορροπεί κυρίως η μεταφερόμενη θερμική ισχύς, όχι οι θερμοκρασίες.

ΕΝΟΤΗΤΑ Δ

Jacket Water — Υψηλή θερμοκρασία ΗΤ

Μελετούμε ξεχωριστά την ψύξη του κορμού της μηχανής και τη θερμοστατική ρύθμιση.

Γιατί υπάρχει κύκλωμα HT FW;

Η μηχανή απαιτεί ελεγχόμενη, συνήθως υψηλότερη θερμοκρασία νερού στους κυλίνδρους.

01 Jackets

Κυκλοφορία σε χιτώνια, καπάκια και προβλεπόμενα θερμά μέρη.

02 Σταθερότητα

Περιορίζει υπερθέρμανση και υπερβολικές θερμικές διαφορές.

03 Σχεδιασμός

Η διάταξη διαφέρει ανά δίχρονη/τετράχρονη και engine model.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν θέλουμε πάντα το HT νερό όσο γίνεται ψυχρότερο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Επηρεάζει θερμικές διαστολές, απόδοση και επιτρεπτές θερμοκρασίες επιφανειών.

HT jacket-water pump

Εξασφαλίζει την απαιτούμενη κυκλοφορία μέσα από τα cooling jackets.

01 Παροχή

Σημαντική για ομοιόμορφη απαγωγή θερμότητας.

02 Διαθεσιμότητα

Η εφεδρεία και οι απαιτήσεις διαφέρουν ανά πλοίο.

03 Ενδείξεις

Παρακολουθούμε pressure, flow, vibration και διαθεσιμότητα.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Αρκεί να μειωθεί η παροχή όταν πέφτει το engine load;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι κατ’ ανάγκη. Πολλές μηχανές απαιτούν ελάχιστη/σχεδόν σταθερή ροή.

HT flow through the engine

Η θερμότητα μεταφέρεται από μεταλλικά μέρη στο γλυκό νερό.

01 Είσοδος

Το νερό εισέρχεται στη μηχανή εντός των ορίων OEM.

02 Παραλαβή

Αυξάνει η θερμοκρασία του καθώς παραλαμβάνει θερμότητα.

03 Έξοδος

Η έξοδος επιτηρείται από αισθητήρες και ελεγκτές.

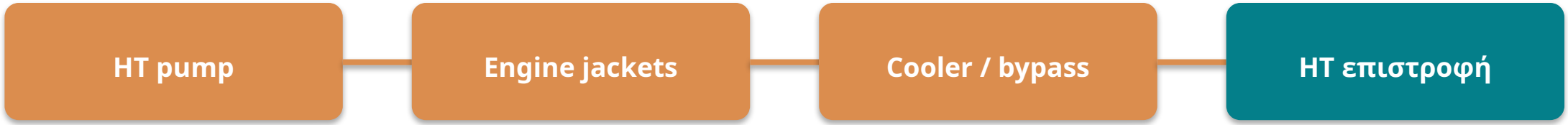
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πρέπει τα διαφορετικά σημεία του κινητήρα να έχουν ίδια θερμοκρασία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η ροή έχει επιμέρους θερμικά φορτία και τοπικές διαφορές.

Τρίοδη βαλβίδα HT και jacket cooler

Το HT περνά από jacket cooler ή bypass, σύμφωνα με την πραγματική διάταξη.



Η τρίοδη κατανέμει ή αναμειγνύει τις ροές cooler / bypass κατά το OEM P&ID.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η HT τρίοδη μπορεί να παραλείψει το jacket cooler σε ορισμένες συνθήκες;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Ναι, αν το προβλέπει η υδραυλική διάταξη και η αυτόματη ρύθμιση.

Engine outlet temperature & load

Η θερμική φόρτιση μεταβάλλεται με την ισχύ, αλλά η ρύθμιση στοχεύει την επιθυμητή θερμοκρασία.

01 Μεγάλο φορτίο

Συνήθως αυξάνει το θερμικό φορτίο ψύξης.

02 Έλεγχος

Ο θερμοστάτης αντιδρά στη μεταβολή θερμοκρασίας.

03 Αναφορά

Κανονικό εύρος και alarms λαμβάνονται αποκλειστικά από OEM.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Υψηλότερο load σημαίνει πάντα υψηλότερο HT setpoint;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η ρύθμιση συχνά στοχεύει καθορισμένη θερμοκρασία εξόδου.

Προθέρμανση HT πριν την εκκίνηση

Σε πολλά συστήματα η μηχανή χρειάζεται προθέρμανση για μείωση θερμικών διαφορών.

01 Preheater

Θερμαίνει το jacket circuit υπό ελεγχόμενες συνθήκες.

02 Circulation

Η προβλεπόμενη ροή διανέμει θερμότητα.

03 Προσοχή

Η απαιτούμενη θερμοκρασία/χρόνος δεν είναι γενικά σταθεροί.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυθαίρετα το 60°C ως κανόνα όλων των engines;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Αφορά ορισμένες οδηγίες κατασκευαστών και διατάξεις.

HT FW expansion & deaerating

Η θερμοκρασία και οι κλειστοί όγκοι απαιτούν ελεγχόμενη απομάκρυνση αέρα.

01 Expansion

Διαχειρίζεται μεταβολές όγκου και τροφοδοσία κατά σχεδιασμό.

02 Deaerating

Απομακρύνει αέρα/αέρια σύμφωνα με την υδραυλική διάταξη.

03 Επικινδυνότητα

Το HT είναι θερμό κύκλωμα: υψηλός κίνδυνος εγκαύματος.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί μια ένδειξη χαμηλής στάθμης HT δεν αγνοείται;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μπορεί να συνδέεται με απώλεια ψυκτικού ή εισαγωγή αέρα.

Το γλυκό νερό απαιτεί επεξεργασία

Η ποιότητα ψυκτικού επηρεάζει διάβρωση, εναποθέσεις και αντοχή.

01 Inhibitor

Εγκεκριμένα πρόσθετα προστασίας από διάβρωση, όπου απαιτούνται.

02 Αναλύσεις

pH, συγκέντρωση προσθέτων, αγωγιμότητα κατά OEM.

03 Απαγόρευση

Δεν αναμειγνύουμε τυχαία χημικά ή αντιψυκτικά.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν αρκεί «καθαρό νερό βρύσης»;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Οι ιδιότητες και τα πρόσθετα πρέπει να ικανοποιούν τις προδιαγραφές κατασκευαστή.

Διαρροή HT — τεχνική ερμηνεία

Η πτώση στάθμης και η ασυνήθιστη πτώση πίεσης απαιτούν αναζήτηση τεκμηρίων.

01 Συμπτώματα

Αναπλήρωση, alarm low level, ανομοιόμορφες θερμοκρασίες.

02 Πιθανές πηγές

Εξωτερική διαρροή, cooler leakage, εσωτερική απώλεια.

03 Δράση

Ενημέρωση υπευθύνου και εφαρμογή εγκεκριμένων διαδικασιών.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πρέπει να συμπληρώνουμε συνέχεια νερό χωρίς διερεύνηση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Χρειάζεται τεκμηριωμένη αναγνώριση αιτίας.

HT / LT θερμοκρασίες — δεν συγχέονται

Χρησιμοποιούμε διαφορετικά ονόματα, ροές και θερμοκρασιακούς στόχους.

01 HT

Προστατεύει θερμές επιφάνειες κύριας/βοηθητικής μηχανής.

02 LT

Παραλαμβάνει θερμότητα από άλλους ψύκτες και ενδεχομένως από HT.

03 Σύνδεση

Μέσω jacket cooler, με διαχωρισμένες ροές κανονικής λειτουργίας.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποιο δίκτυο είναι συνήθως θερμότερο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Το HT FW· ωστόσο οι ακριβείς θερμοκρασίες καθορίζονται από τη διάταξη.

ΕΝΟΤΗΤΑ Ε

Έλεγχος και ενεργειακή απόδοση

Κατανοούμε αισθητήρες, τρίοδες βαλβίδες, τάσεις και αποτελέσματα μεταβολής φορτίου.

Πώς διαβάζουμε ένα P&ID ψύξης;

Αναγνωρίζουμε ροές, εξαρτήματα, όργανα και σημεία διαχωρισμού.

01 Tags

Pumps, valves, cooler, expansion tank και αισθητήρια.

02 Κατευθύνσεις

Η ροή ακολουθεί τα βέλη, όχι τη θέση αντικειμένων στη σελίδα.

03 Πραγματικό

Οι κωδικοί και οι συνδέσεις ισχύουν μόνο για το συγκεκριμένο πλοίο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορούμε να συμπεράνουμε ροή από ένα χρώμα μόνο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Χρειάζονται legend, βέλη και πραγματικό P&ID.

Όργανα T, P, ΔP και Flow

Κάθε όργανο δίνει διαφορετικό και συμπληρωματικό στοιχείο.

T: θερμοκρασία

P: πίεση

ΔP: φίλτρο

Flow: παροχή

Συνδυάζουμε τις μετρήσεις με τάσεις χρόνου, φορτίο και όρια OEM.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί συγκρίνουμε πολλές ενδείξεις;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Καμία μεμονωμένη ένδειξη δεν περιγράφει πλήρως την θερμική λειτουργία.

Three-way temperature control valve

Ο ελεγκτής χρησιμοποιεί μέτρηση θερμοκρασίας για ρύθμιση αναλογίας ροών.

01 Αισθητήριο

Μετρά τη θερμοκρασία του επιλεγμένου σημείου.

02 Ελεγκτής

Συγκρίνει την ένδειξη με το setpoint.

03 Actuator

Μετακινεί τη βαλβίδα, ανάλογα με τον σχεδιασμό PID/thermostat.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μια βαλβίδα στο 50% σημαίνει 50% ψυκτική ισχύ;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η σχέση θέσης–παροχής–ισχύος δεν είναι γενικά γραμμική.

ΔT σε ψύκτη και πραγματική ισχύς

Το ΔT είναι χρήσιμο μόνο όταν γνωρίζουμε την αντίστοιχη ροή και τις ιδιότητες.

01 Νόμος

Q̇≈ṁcpΔT σε κανονική μονοφασική λειτουργία.

02 Φορτίο

Μεταβολή ΔT μπορεί να προκύπτει από μεταβολή φορτίου ή παροχής.

03 Διάγνωση

Ερμηνεία γίνεται με trend, όχι στιγμιαία τιμή μόνο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μεγαλύτερο ΔT είναι πάντοτε ένδειξη καλύτερου cooler;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Μπορεί να προκύπτει από μειωμένη παροχή.

Approach temperature — θερμικό περιθώριο

Η μικρότερη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο ροών συνδέεται με την απόδοση.

01 Αντίρροη

Συχνή διάταξη σε plate coolers.

02 Approach

Ορίζεται βάσει επιλεγμένων terminal temperatures.

03 Προσοχή

Δεν υπολογίζεται χωρίς να ξέρουμε την πραγματική διάταξη ροής.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορεί η έξοδος του ζεστού ρεύματος να πέσει κάτω από την είσοδο του ψυχρού;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Σε αντίρροο εναλλάκτη μπορεί, αλλά όχι χωρίς κατάλληλη θερμοκρασιακή διαμόρφωση.

Η απόδοση εξαρτάται από την καθαρότητα

Fouling αυξάνει τη θερμική αντίσταση και συχνά περιορίζει τις διόδους.

01 Thermal

Μειώνεται η πραγματική ικανότητα ανταλλαγής.

02 Hydraulic

Δυνατή αύξηση ΔP στις επιβαρυμένες πλευρές.

03 Τάση

Συνδυάζουμε Tin/Tout, load και ροή σε συγκρίσιμες συνθήκες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ένα foul cooler εμφανίζει πάντα την ίδια μεταβολή ΔT;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Εξαρτάται από παροχές, control valve και φορτίο.

Αντλίες VFD και κατανάλωση ενέργειας

Σε κατάλληλα σχεδιασμένα SW/LT δίκτυα μεταβλητή παροχή μπορεί να μειώσει ισχύ άντλησης.

01 VFD

Μεταβάλλει ταχύτητα κινητήρα/αντλίας.

02 Ισχύς

Οι νόμοι ομοιότητας ισχύουν κατά προσέγγιση σε αντίστοιχες συνθήκες.

03 Περιορισμοί

Ελάχιστη ροή ψύξης, control range, system curve και OEM απαιτήσεις.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορούμε να εφαρμόσουμε VFD ίδιο σε κάθε jacket pump;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Μπορεί να απαιτείται σταθερή ροή για σωστή κατανομή στους κυλίνδρους.

Seawater temperature — περιβαλλοντική συνθήκη

Το θερμό νερό θάλασσας περιορίζει τη δυνατότητα ψύξης.

01 Καλοκαίρι

Μικραίνει η διαθέσιμη θερμοκρασιακή διαφορά.

02 Τροπικά

Οι ψύκτες διαστασιολογούνται για καθορισμένες συνθήκες σχεδιασμού.

03 Ερμηνεία

Δεν αποδίδουμε κάθε αύξηση LT Tin σε μηχανική βλάβη.

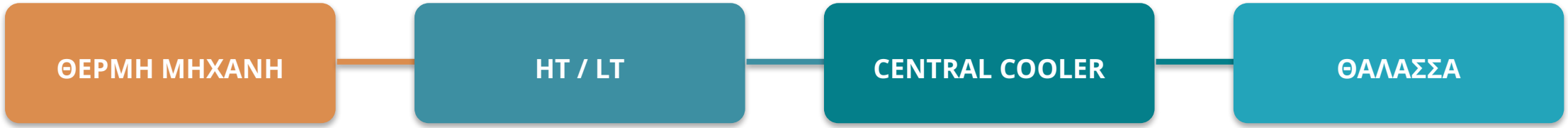
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί μπορεί να αυξηθεί LT Tin με αμετάβλητο φορτίο μηχανής;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Αύξηση SW inlet temperature μπορεί να μειώσει το ψυκτικό περιθώριο.

Heat balance: από τη μηχανή στη θάλασσα

Η θερμική διαδρομή ενώνει πολλές λειτουργίες χωρίς να ενώνει φυσικά τα ρευστά.



Η θερμότητα κινείται προς το ψυχρότερο μέσο, με κινητήρια διαφορά θερμοκρασίας.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποια είναι η τελική θερμική δεξαμενή στην κεντρική ψύξη;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Συνήθως η θάλασσα μέσω του SW κυκλώματος.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΤ

Βοηθητικά και ανάκτηση θερμότητας

Συνδέουμε κυκλώματα ψύξης με ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη, FWG και λειτουργικές ανάγκες.

DG cooling — βοηθητικές μηχανές

Οι diesel generator engines διαθέτουν κυκλώματα σύμφωνα με τον τύπο τους.

01 Μηχανή DG

Συχνά HT/LT συστήματα, αλλά όχι ίδια με κύρια μηχανή.

02 Σύνδεση

Μπορούν να τροφοδοτούνται από κεντρικό FW σύστημα.

03 Συνέχεια

Απαίτηση ψύξης παραμένει όσο λειτουργεί το DG.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Σταματά όλη η ψύξη επειδή σταμάτησε η κύρια μηχανή;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Τα ηλεκτροπαραγωγά και λοιποί καταναλωτές μπορεί να λειτουργούν.

Air compressors και auxiliaries

Ορισμένα βοηθητικά μηχανήματα χρειάζονται ψύξη ανεξάρτητα από την κύρια πρόωση.

01 Compressor

Θερμότητα συμπίεσης μπορεί να απομακρύνεται με FW.

02 FO / LO

Υπάρχουν εξαρτήματα με πρόσθετες θερμικές ανάγκες.

03 Διάταξη

Η λίστα consumers εξαρτάται από τον τύπο πλοίου.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Είναι σωστό να θεωρούμε LT σύστημα «μόνο για τη M/E»;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Συχνά εξυπηρετεί και πολλά βοηθητικά.

Fresh Water Generator — ανάκτηση HT θερμότητας

Ο εξατμιστής FWG μπορεί να αξιοποιεί θερμότητα jacket water για παραγωγή νερού.

01 Πηγή

Το HT circuit παρέχει ενέργεια στον εξατμιστή κατάλληλης διάταξης.

02 Ανταλλαγή

Το HT δεν αναμιγνύεται κανονικά με το παραγόμενο FW.

03 Περιορισμός

Η παραγωγή εξαρτάται από θερμικό φορτίο, κενό και συνθήκες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Παράγεται πάντα η ίδια ποσότητα FW όταν λειτουργεί η μηχανή;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Επηρεάζεται από θερμική διαθεσιμότητα και ρυθμίσεις του FWG.

FWG και διαδρομή επιστροφής HT

Είναι πρόσθετος καταναλωτής θερμότητας μέσα στο θερμικό ισοζύγιο.

01 HT είσοδος

Μεταφέρει θερμότητα προς τον heater/evaporator.

02 HT έξοδος

Επιστρέφει ψυχρότερο στη σχεδιασμένη διαδρομή.

03 Ερμηνεία

Μεταβολή λειτουργίας FWG αλλάζει την κατανομή θερμικών φορτίων.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η παύση FWG αφήνει ακριβώς το ίδιο HT heat balance;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Μειώνεται ή αλλάζει η ανάκτηση θερμότητας.

Cooler LO — σημασία για ιξώδες

Το LO cooling συνδέεται άμεσα με την ικανότητα σχηματισμού λιπαντικού φιλμ.

01 Υπερθέρμανση

Πιθανή μείωση ιξώδους.

02 Υπερψύξη

Πιθανή αύξηση ιξώδους και αντίστασης ροής.

03 Στόχος

Θερμοκρασία λιπαντικού εντός εύρους OEM.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί η πολύ χαμηλή θερμοκρασία LO δεν αποτελεί αυτόματα επιτυχία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μπορεί να μεταβάλει δυσμενώς τη ρευστότητα και τη λειτουργία λίπανσης.

Charge air cooler και υγρασία

Ο αέρας υπερπλήρωσης χάνει θερμότητα, με πιθανή συμπύκνωση νερού.

01 Συνθήκες

Πίεση, θερμοκρασία, υγρασία και load.

02 Συμπύκνωση

Όταν επιτρέπουν οι θερμοδυναμικές συνθήκες.

03 Επιθεώρηση

Οι drains και ενδείξεις ακολουθούν εγκεκριμένες οδηγίες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Είναι η παρουσία συμπυκνωμάτων πάντα ένδειξη βλάβης;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Μπορεί να οφείλεται σε φυσική συμπύκνωση, αλλά χρειάζεται αξιολόγηση.

Ψύξη σε λιμένα και stand-by

Η ανάγκη κύριου και βοηθητικού εξοπλισμού διαφέρει μεταξύ ταξιδιού και λιμένα.

01 Port

Μπορούν να λειτουργούν DG, compressors ή HVAC cooling consumers.

02 Standby

Ορισμένα κυκλώματα απαιτούν διατήρηση θερμοκρασίας.

03 Σχεδιασμός

Δεν σβήνουμε αντλίες επειδή η M/E είναι εκτός λειτουργίας.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί μένει μια LT pump διαθέσιμη στο λιμάνι;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Για να εξυπηρετεί άλλες θερμικές ανάγκες εφόσον προβλέπεται.

Συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο

Η εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει να διατηρεί όρια θερμοκρασίας και διαθεσιμότητας.

01 Κόστος

Αντλίες καταναλώνουν ηλεκτρική ισχύ.

02 Ανάκτηση

Το HT μπορεί να υποστηρίζει χρήσιμη θερμότητα αντί απόρριψης.

03 Προϋποθέσεις

Πρώτα εξασφαλίζουμε επαρκή ψύξη, μετά βελτιστοποιούμε.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποιο είναι το πρώτο κριτήριο βελτιστοποίησης;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Η ασφαλής τήρηση θερμικών ορίων και απαιτήσεων κατασκευαστή.

ΕΝΟΤΗΤΑ Ζ

Επιτήρηση και τεχνική διάγνωση

Από το σύμπτωμα στις πιθανές αιτίες: με στοιχεία, όχι πρόχειρους χειρισμούς.

Επιτήρηση φυλακής μηχανοστασίου

Η παρακολούθηση βασίζεται στην κατάσταση του συστήματος και στις μεταβολές.

01 Καταγραφή

T, P, ΔP, flow, levels, valve positions κατά διαθεσιμότητα.

02 Σύγκριση

Με προηγούμενες τιμές σε παρόμοιο engine load.

03 Επικοινωνία

Ενημερώνουμε τον υπεύθυνο όταν υπάρχουν αποκλίσεις.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν συγκρίνουμε άκριτα μετρήσεις σε διαφορετικά φορτία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Επειδή τα θερμικά φορτία και οι ροές μπορεί να διαφέρουν.

Alarm: υψηλή θερμοκρασία HT outlet

Η ένδειξη μπορεί να αντανακλά ανεπαρκή απομάκρυνση θερμότητας.

01 Πιθανά

Περιορισμένη κυκλοφορία, ρύθμιση valve, cooler performance.

02 Έλεγχος

Συσχέτιση με pump running, pressure, levels και LT condition.

03 Κριτήριο

Εφαρμογή σχεδίου ασφαλείας και OEM, χωρίς αυτοσχεδιασμούς.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Αποδεικνύει το alarm «βλάβη θερμοστάτη»;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η θερμοκρασία είναι σύμπτωμα πολλών πιθανών αιτιών.

Alarm: υψηλή LT temperature

Πρόκειται για πρόβλημα ισοζυγίου μεταξύ φορτίου και δυνατότητας ψύξης.

01 SW πλευρά

Ανεπαρκής ροή SW, υψηλό SW inlet T ή fouling.

02 LT πλευρά

Ανεπαρκής LT circulation ή bypass regulation.

03 Load

Αυξημένο συνολικό θερμικό φορτίο καταναλωτών.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορεί να φταίει το υψηλό SW inlet T χωρίς βλάβη;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Ναι. Μειώνει τη διαθέσιμη θερμοκρασιακή διαφορά.

Alarm: low FW expansion level

Η χαμηλή στάθμη απαιτεί άμεση ενημέρωση και τεχνική συσχέτιση.

01 Απώλεια

Πιθανή διαρροή, εξαέρωση, ασυνήθιστη μεταβολή όγκου.

02 Όργανο

Δεν αποκλείεται εσφαλμένη μέτρηση στάθμης.

03 Επιπτώσεις

Κίνδυνος αέρα στο κύκλωμα και μειωμένης ροής.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πρέπει να αγνοούμε alarm αν το υπόλοιπο σύστημα δείχνει κανονικό;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Πρώτα επαληθεύουμε την αξιοπιστία και εξετάζουμε τους κινδύνους.

Alarm: υψηλό ΔP σε strainer

Το διαφορικό φίλτρου προσφέρει ένδειξη πιθανής φραγής.

01 Πιθανό

Στερεά σωματίδια ή βιολογική ρύπανση.

02 Επιπτώσεις

Μικρότερη διαθέσιμη αναρρόφηση SW αντλίας.

03 Αντίδραση

Καταγραφή και ενέργειες μόνο σύμφωνα με υπεύθυνη διαδικασία.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πρέπει πάντα να ανεβαίνει και η κατάθλιψη της SW pump;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η επίδραση εξαρτάται από την καμπύλη αντλίας και τη θέση μετρήσεων.

Alarm: χαμηλή πίεση κυκλοφορίας HT

Η πίεση είναι στοιχείο υδραυλικής λειτουργίας, όχι άμεση μέτρηση θερμικής ισχύος.

01 Διαθέσιμα

Pump status, expansion level, pressure upstream/downstream.

02 Πιθανά

Απώλεια ψυκτικού, αέρας, μηχανική αστοχία ή ένδειξη οργάνου.

03 Προτεραιότητα

Ασφάλεια μηχανής και ενημέρωση υπευθύνου.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορεί μια αντλία να δείχνει running με χαμηλή κυκλοφορία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Ναι. Η ηλεκτρική κατάσταση δεν επιβεβαιώνει από μόνη της επάρκεια ροής.

Αλατότητα στο LT Fresh Water

Η παρουσία αλάτων αποτελεί λόγο διερεύνησης πιθανής ανάμειξης με SW.

01 Σενάριο

Εσωτερική διαρροή σε central cooler ή άλλη σύνδεση.

02 Έλεγχοι

Σύγκριση water treatment analysis και διαθέσιμων pressure trends.

03 Προσοχή

Δεν διαγιγνώσκουμε μόνο από μία αμφίβολη μέτρηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν είναι απλή βλάβη «χαμηλής ψύξης»;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Υπάρχει πιθανότητα χημικής ρύπανσης του κλειστού FW δικτύου.

Plate cooler fouling vs low flow

Διαφορετικά αίτια μπορούν να δώσουν παρόμοια θερμοκρασιακή εικόνα.

01 Fouling

Θερμική αντίσταση και πιθανή ΔP αύξηση.

02 Low flow

Μειώνεται η μεταφορική ικανότητα θερμότητας.

03 Διάκριση

Χρησιμοποιούμε παροχές, ΔP, Tin/Tout και trend.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Αρκεί η αύξηση TLT για να ζητήσουμε καθαρισμό cooler;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Πρέπει να τεκμηριωθεί η πιθανή αιτία.

Απώλεια ηλεκτρικής τροφοδοσίας αντλίας

Συνδέουμε τα σεμινάρια blackout, ηλεκτροπαραγωγής και ψύξης.

01 PMS

Απώλεια γεννητριών μπορεί να στερήσει τροφοδοσία αντλιών.

02 Εφεδρικές

Η αυτοματοποιημένη μεταγωγή εξαρτάται από τον σχεδιασμό.

03 Θερμική αδράνεια

Οι θερμοκρασίες μπορούν να αυξηθούν με καθυστέρηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί χρειάζεται συνεργασία μηχανικού και ηλεκτρολόγου;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Η αιτία ψύξης μπορεί να είναι ηλεκτρική και όχι υδραυλική.

Τεχνική αναφορά μετά από alarm

Σωστή αναφορά ξεχωρίζει γεγονότα, υποθέσεις και επιβεβαιώσεις.

01 Γεγονός

Ώρα, συγκεκριμένη ένδειξη και operating condition.

02 Υπόθεση

Πιθανή αιτία — δηλώνεται ως μη επιβεβαιωμένη.

03 Συνέχεια

Ενημέρωση/κλιμάκωση βάσει SMS και εγκεκριμένων οδηγιών.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι είναι καλύτερο από «χάλασε η αντλία»;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: «Η πίεση κυκλοφορίας έπεσε από Χ σε Ψ στο δεδομένο φορτίο· αιτία υπό διερεύνηση».

ΕΝΟΤΗΤΑ Η

Αριθμητικά παραδείγματα και αξιολόγηση

Εφαρμόζουμε θερμικά ισοζύγια, παροχές, mixing και ερμηνεία ενδείξεων.

Λυμένο παράδειγμα 1 — θερμική ισχύς

Υπολογισμός απορροφούμενης θερμότητας σε κλάδο γλυκού νερού.

01 Δεδομένα

ṁ=10 kg/s, cp=4,18 kJ/(kg·K), ΔT=7 K.

02 Υπολογισμός

Q̇ = 10×4,18×7 = 292,6 kW.

03 Ερμηνεία

Ο κλάδος μεταφέρει περίπου 293 kJ ανά δευτερόλεπτο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποια μονάδα προκύπτει από kg/s×kJ/(kg·K)×K;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: kJ/s = kW.

Λυμένο παράδειγμα 2 — ζητούμενη παροχή

Από τη θερμική ισχύ στην αναγκαία μαζική παροχή.

01 Δεδομένα

$\dot{Q}$=418 kW, cp=4,18, επιτρεπτό ΔT=10 K.

02 Υπολογισμός

$\dot{m}$=418/(4,18×10)=10 kg/s.

03 Μετατροπή

Για $\rho \approx 1000$ kg/m³: $\dot{V} \approx 36$ m³/h.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί $\rho \approx 1000$ kg/m³ δηλώνεται ως προσέγγιση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Επειδή η πυκνότητα αλλάζει με θερμοκρασία και σύσταση.

Λυμένο παράδειγμα 3 — bypass mixing

Ιδανική αδιαβατική ανάμειξη δύο ροών νερού, με σταθερό cp και χωρίς απώλειες.

01 Δεδομένα

70% της μαζικής παροχής στους 30°C, 30% στους 45°C.

02 Υπολογισμός

$T_{mix} \approx 0{,}70 \times 30 + 0{,}30 \times 45 = 34{,}5\,°C$.

03 Προϋπόθεση

Ίδιο cp και αμελητέες απώλειες· η θέση βαλβίδας δεν καθορίζει γραμμικά τη ροή.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Το 30% valve position σημαίνει 30% flow share;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η πραγματική χαρακτηριστική της βαλβίδας δεν είναι γενικά γραμμική.

Λυμένο παράδειγμα 4 — central cooler

Ελέγχουμε αν ένα απλό SW ισοζύγιο είναι συμβατό με το θερμικό φορτίο.

01 Δεδομένα

$\dot{m}_{SW}=25$ kg/s, $c_p=3{,}99$ kJ/(kg·K), $\Delta T=4$ K.

02 Υπολογισμός

$\dot{Q}_{SW}=25\times3{,}99\times4\approx399$ kW.

03 Σχόλιο

Ενδεικτική τιμή c_p· σε ακριβή μελέτη λαμβάνουμε τις ιδιότητες SW.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Το SW είναι πάντα ακριβώς 4,18 kJ/(kg·K);

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η αλατότητα και η θερμοκρασία μεταβάλλουν τις ιδιότητες.

Μελέτη περίπτωσης — θερμή θάλασσα

Σε σταθερό φορτίο μηχανής η SW inlet αυξάνει και η LT outlet αρχίζει να ανεβαίνει.

01 Στοιχεία

Pump status φυσιολογικό, ΔP strainer χωρίς αλλαγή.

02 Πρώτη σκέψη

Η κινητήρια διαφορά θερμοκρασίας μειώθηκε.

03 Διάγνωση

Χρειάζονται temps, flows, valve position και όρια OEM.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η αύξηση LT outlet αποδεικνύει βλάβη cooler;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Εξετάζεται πρώτα και η νέα θερμοκρασία θάλασσας.

Τελική επανάληψη — τι πρέπει να θυμάμαι

Η ουσία είναι η θερμική διαδρομή και η τεκμηριωμένη λειτουργική επιτήρηση.

01 Διαχωρισμός

SW, LT FW, HT FW: τρεις ξεχωριστές λειτουργίες.

02 Ενέργεια

$\dot{Q} \approx \dot{m} c_p \Delta T$, με σαφείς μονάδες και παραδοχές.

03 Ασφάλεια

Οι πραγματικοί χειρισμοί γίνονται μόνο με OEM/SMS/υπεύθυνο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποιος είναι ο στόχος ενός μαθητή ΕΠΑΛ;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Να ερμηνεύει ροές και μετρήσεις και να αναγνωρίζει πότε χρειάζεται ενημέρωση και επίβλεψη.

Επιλεγμένη τεχνική τεκμηρίωση

Πρωτογενείς πηγές κατασκευαστών — τα εκπαιδευτικά σχήματα αποτελούν πρωτότυπες απλουστεύσεις.

Wärtsilä — Central Cooling Water System
https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/central-cooling-water-system

Alfa Laval — Heating and Cooling in Engine Room
https://www.alfalaval.com/industries/marine-transportation/marine/heating-and-cooling/heating-and-cooling-in-the-engine-room/

MAN Energy Solutions — Efficiency improvements (Cooling water)
https://www.man-es.com/docs/default-source/document-sync/efficiency-improvements-main-engine-auxiliary-systems-eng.pdf

MAN — Project guide: 49/60DF cooling water
https://www.man-es.com/docs/default-source/projectguidesde_projectguidesde_files/man-49-60df-imo-tier-iii-marine.pdf

Πραγματικές εργασίες μόνο με OEM Manual, ισχύον SMS, εγκεκριμένες άδειες και επίβλεψη.