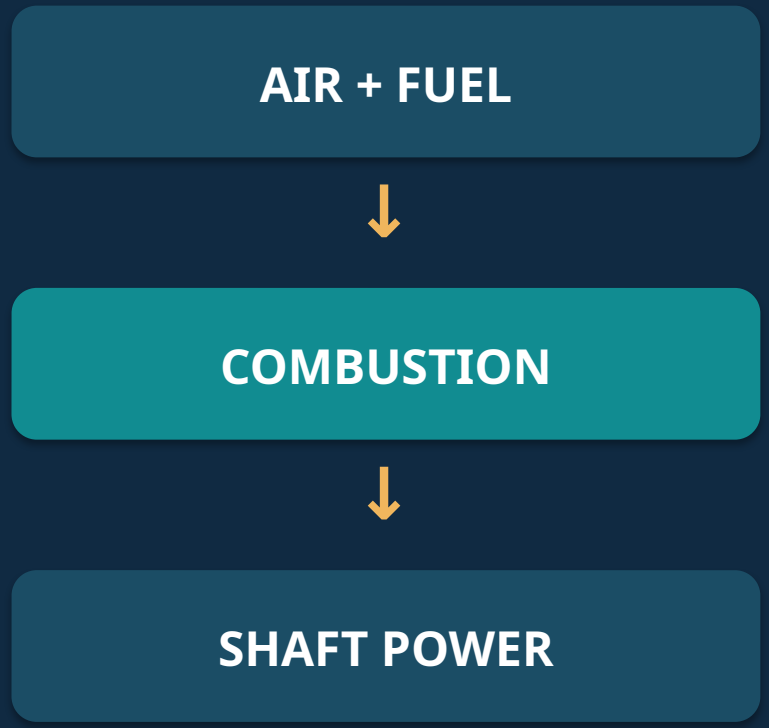
ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ 05

ΚΥΡΙΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΕΣ ΠΡΟΩΣΗΣ ΠΛΟΙΩΝ

Marine Diesel Propulsion Engines

Κύκλοι λειτουργίας, μηχανικά μέρη, βοηθητικά δίκτυα, ισχύς, διάγνωση και ασφάλεια.



Γιατί μελετάμε την κύρια μηχανή;

Από την καύση καυσίμου στην ασφαλή κίνηση του πλοίου.

01

Ενέργεια

Χημική ενέργεια καυσίμου → θερμότητα καύσης → μηχανικό έργο στον στροφαλοφόρο.

02

Μετάδοση

Ροπή και στροφές μεταφέρονται στην έλικα άμεσα ή μέσω μετάδοσης κίνησης.

03

Ασφάλεια

Η κύρια μηχανή εξαρτάται από κρίσιμα βοηθητικά συστήματα και σωστή επιτήρηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν αρκεί να γνωρίζουμε μόνο τον κύλινδρο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Επειδή βλάβη σε λίπανση, ψύξη, καύσιμο ή αέρα μπορεί να θέσει σε κίνδυνο ολόκληρο το συγκρότημα.

Τι θα μπορεί να κάνει ο μαθητής;

Μετρήσιμα αποτελέσματα για βασικές γνώσεις μηχανοστασίου.

01

Αναγνώριση

Να ονομάζει τουλάχιστον 12 βασικά μέρη της δίχρονης και τετράχρονης μηχανής.

02

Εξήγηση

Να αποδίδει τις φάσεις κύκλου και τη λειτουργία τεσσάρων βοηθητικών δικτύων.

03

Ανάλυση

Να λύνει απλά προβλήματα ισχύος/καυσίμου και να ερμηνεύει ενδείξεις χωρίς χειρισμό.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποια δεξιότητα θεωρείται επιτυχία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Η τεκμηριωμένη σύνδεση ένδειξης, πιθανής αιτίας, συνεπειών και σωστής ενημέρωσης υπευθύνου.

Διδακτική διαδρομή — 10 × 45 λεπτά

Ενδεικτική κατανομή· προσαρμόζεται στη σχολική τάξη.

01

1η–3η ώρα

Αρχές πρόωσης, κύκλοι Diesel, κύρια μηχανικά μέρη.

02

4η–7η ώρα

Αέρας/υπερπλήρωση, καύσιμο, ψύξη, λίπανση, εκκίνηση.

03

8η–10η ώρα

Απόδοση, ασφάλεια, περιβάλλον, μελέτες περιστατικών και αξιολόγηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι κάνει ο εκπαιδευτικός μετά την κάθε ενότητα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Ζητά τεχνική ερώτηση, αναμένει αιτιολόγηση και εμφανίζει τη σύντομη επεξηγηματική απάντηση.

Τι χρειάζεται να θυμόμαστε;

Γέφυρα με τα Σεμινάρια 02–04.

01

02 — H/Z Diesel

Ίδιες βασικές αρχές καύσης και λίπανσης, διαφορετικός σκοπός της εγκατάστασης.

02

03 — Ισχύς και στροφές

Η μηχανική ισχύς εξαρτάται από ροπή και γωνιακή ταχύτητα.

03

04 — Blackout

Η απώλεια ηλεκτρικών/βοηθητικών παροχών μπορεί να επηρεάσει την πρόωση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Είναι η κύρια μηχανή ταυτόσημη με τη γεννήτρια;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η κύρια μηχανή παρέχει κυρίως μηχανική ισχύ πρόωσης· η εναλλακτική αρχιτεκτονική diesel-electric εξετάζεται ξεχωριστά.

ΕΝΟΤΗΤΑ Α

Αρχές πρόωσης και θερμικός κύκλος

Κατανοούμε πώς η καύση παράγει ροπή και πώς φθάνει η ισχύς στην έλικα.

Αλυσίδα μετατροπής ενέργειας

Καύσιμο → κύλινδρος → στροφαλοφόρος → άξονας → έλικα.

01

Καύση

Εγχυόμενο καύσιμο αναφλέγεται σε αέρα υψηλής θερμοκρασίας από συμπίεση.

02

Μηχανική μετατροπή

Η πίεση των αερίων κινεί το έμβολο και ο μηχανισμός παράγει ροπή.

03

Πρόωση

Η έλικα προσδίδει ορμή στο νερό και αναπτύσσει ώση για το πλοίο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η έλικα δημιουργεί ώση ή μόνο περιστροφή;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Η ροπή περιστρέφει την έλικα, η οποία αλληλεπιδρά με το νερό και παράγει ώση.

Ανάφλεξη με συμπίεση

Η μηχανή Diesel δεν χρησιμοποιεί μπουζί για την κανονική ανάφλεξη.

01

Εισαγωγή αέρα

Στον κύλινδρο φθάνει οξυγόνο με τον αέρα σάρωσης/πλήρωσης.

02

Συμπίεση

Η αύξηση πίεσης και θερμοκρασίας προετοιμάζει τις συνθήκες ανάφλεξης.

03

Έγχυση

Καύσιμο ψεκάζεται κοντά στο τέλος συμπίεσης· η χρονική έναρξη επηρεάζει καύση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η καύση αρχίζει επειδή συμπιέζεται το καύσιμο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Συμπιέζεται κυρίως ο αέρας· το καύσιμο ψεκάζεται μέσα στον θερμό αέρα.

Δίχρονη και τετράχρονη — βασική διάκριση

Ανά πόσες περιστροφές ολοκληρώνεται ένας θεωρητικός κύκλος;

01

Δίχρονη

Ένας κύκλος ανά περιστροφή στροφαλοφόρου· χρειάζεται κατάλληλη σάρωση.

02

Τετράχρονη

Ένας κύκλος ανά δύο περιστροφές· εισαγωγή, συμπίεση, εκτόνωση, εξαγωγή.

03

Επιλογή

Στα μεγάλα πλοία συναντώνται συχνά αργόστροφες δίχρονες, ενώ υπάρχουν και τετράχρονες προωστήριες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Σημαίνει «δίχρονη» δύο κυλίνδρους;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Ο αριθμός χρόνων περιγράφει τη λειτουργία του εμβόλου στον κύκλο, όχι τον αριθμό κυλίνδρων.

Οι τέσσερις χρόνοι του Diesel

Η καύση και η παραγωγή ωφέλιμου έργου εμφανίζονται στον χρόνο εκτόνωσης.

01

Εισαγωγή / συμπίεση

Το έμβολο δέχεται αέρα και τον συμπιέζει· οι βαλβίδες λειτουργούν με χρονισμό.

02

Εκτόνωση

Μετά την έγχυση, η πίεση των αερίων ασκεί δύναμη στο έμβολο.

03

Εξαγωγή

Τα καυσαέρια απομακρύνονται· η εναλλαγή απαιτεί δύο περιστροφές.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πότε γίνεται η ωφέλιμη εκτόνωση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μετά την ανάφλεξη κοντά στο άνω νεκρό σημείο, κατά την καθοδική κίνηση του εμβόλου.

Ο κύκλος της δίχρονης uniflow

Μία εκτόνωση ανά περιστροφή, με ειδική ανταλλαγή αερίων.

01

Σάρωση

Αέρας εισέρχεται από θυρίδες χαμηλά στον χιτώνα όταν τις αποκαλύπτει το έμβολο.

02

Εξαγωγή

Τα καυσαέρια απομακρύνονται μέσω βαλβίδας εξαγωγής στην κεφαλή.

03

Συμπίεση / καύση

Με κλειστές θυρίδες και βαλβίδα, ακολουθούν συμπίεση, έγχυση και εκτόνωση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί χρειάζεται πίεση αέρα στη σάρωση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Για να εκτοπιστούν τα καυσαέρια και να ανανεωθεί η γόμωση χωρίς ξεχωριστό χρόνο εισαγωγής.

ΑΝΣ — ΚΝΣ και διαδρομή εμβόλου

Γεωμετρία που εμφανίζεται στα διαγράμματα και στους υπολογισμούς.

01

ΑΝΣ (TDC)

Ανώτερο Νεκρό Σημείο: ανώτατη θέση εμβόλου στον κύλινδρο.

02

ΚΝΣ (BDC)

Κατώτερο Νεκρό Σημείο: κατώτατη θέση εμβόλου.

03

Διαδρομή / stroke

Η απόσταση ΑΝΣ–ΚΝΣ. Δύο διαδρομές ανά περιστροφή στροφαλοφόρου.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Είναι η διαδρομή ίση με τη διάμετρο του κυλίνδρου;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Διαδρομή S και διάμετρος D είναι ανεξάρτητα γεωμετρικά χαρακτηριστικά.

Θεωρητικός και πραγματικός κύκλος

Το διάγραμμα διδάσκει, αλλά η πραγματική μηχανή έχει απώλειες.

01

Ιδανικοποίηση

Απλουστευμένοι κύκλοι βοηθούν στην κατανόηση συμπίεσης, πρόσδοσης θερμότητας και εκτόνωσης.

02

Πραγματική καύση

Έχει διάρκεια, ανταλλαγή θερμότητας και χρονισμό πραγματικών βαλβίδων.

03

Απώλειες

Τριβές, άντληση αερίων, παρελκόμενα και μηχανικές απώλειες μειώνουν την ωφέλιμη ισχύ.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορούμε να υπολογίσουμε ακριβή απόδοση μόνο από το θεωρητικό διάγραμμα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Χρειάζονται πραγματικά δεδομένα δοκιμής, μετρήσεις και στοιχεία κατασκευαστή.

Βασικές διατάξεις πρόωσης

Άμεση κίνηση, μειωτήρας και diesel-electric.

01

Άμεση σύνδεση

Αργόστροφη δίχρονη μπορεί να οδηγεί απευθείας έλικα σταθερού βήματος.

02

Μέσω μειωτήρα

Μεσόστροφη/ταχύστροφη μηχανή μπορεί να συνδέεται μέσω κιβωτίου υποπολλαπλασιασμού.

03

Ηλεκτρική πρόωση

Diesel γεννήτριες τροφοδοτούν ηλεκτροκινητήρα πρόωσης· διαφορετική αλυσίδα ισχύος.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Έχουν όλα τα πλοία μηχανή που γυρίζει απευθείας έλικα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η διάταξη εξαρτάται από τύπο πλοίου, ανάγκες ροπής, στροφές, χώρο και σχεδιασμό.

ΕΝΟΤΗΤΑ Β

Κατασκευή και κινούμενα μέρη

Εντοπίζουμε τον δρόμο των δυνάμεων και τις διαφορές crosshead–trunk.

Κυλινδροκεφαλή και χιτώνιο

Σχηματίζουν τα βασικά όρια του θαλάμου καύσης.

01

Κυλινδροκεφαλή

Φέρει κατά περίπτωση εγχυτήρα, βαλβίδες, όργανα επιτήρησης και θαλάμους ψύξης.

02

Χιτώνιο / liner

Επιφάνεια ολίσθησης εμβόλου που δέχεται μηχανικά και θερμικά φορτία.

03

Στεγανότητα

Ελατήρια εμβόλου και αντίστοιχες επιφάνειες περιορίζουν διαρροή αερίων.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί η ψύξη του χιτωνίου είναι κρίσιμη;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Ελέγχει θερμικές παραμορφώσεις και συμβάλλει στη διατήρηση σωστών συνθηκών λίπανσης.

Έμβολο και ελατήρια

Μετατρέπουν πίεση καύσης σε αξονική δύναμη.

01

Κορώνα / crown

Δέχεται θερμικά φορτία και πίεση των καυσαερίων.

02

Ελατήρια συμπίεσης

Περιορίζουν blow-by, μεταφέρουν θερμότητα προς liner και διατηρούν στεγανότητα.

03

Λίπανση επιφανειών

Δημιουργεί προστατευτικό υμένα· ελλιπής λίπανση αυξάνει φθορά και τριβή.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι υποδηλώνει αυξημένο blow-by;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Πιθανή υποβάθμιση στεγανότητας ελατηρίων/χιτωνίου, αλλά απαιτείται συσχέτιση ενδείξεων.

Στροφαλοφόρος και έδρανα

Από παλινδρομική κίνηση σε περιστροφή και ροπή.

01

Στροφαλοφόρος

Παραλαμβάνει φορτία από μπιέλες/σταυρούς και αποδίδει ροπή.

02

Κύρια έδρανα

Στηρίζουν τη θέση του άξονα μέσω υδροδυναμικού υμένα λαδιού.

03

Ωστικό έδρανο

Μεταφέρει την αξονική ώση της έλικας στη δομή του πλοίου στην κατάλληλη διάταξη.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί το έδρανο δεν πρέπει να λειτουργεί «στεγνό»;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Χωρίς κατάλληλο λιπαντικό υμένα εμφανίζονται επαφή μετάλλων και σοβαρή θερμική βλάβη.

Crosshead: σταυρός και βάκτρο

Τυπική αρχιτεκτονική μεγάλων αργόστροφων δίχρονων.

01

Βάκτρο / piston rod

Μεταδίδει την κίνηση από το έμβολο προς τον σταυρό.

02

Σταυρός / crosshead

Οδηγείται από πέδιλα, παραλαμβάνει πλευρικές συνιστώσες της δύναμης.

03

Σημαντική διάκριση

Κύλινδρος και στροφαλοθάλαμος έχουν διακριτές απαιτήσεις λίπανσης.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι κερδίζουμε από τον σταυρό;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Περιορισμό πλευρικού φορτίου στο έμβολο και δυνατότητα μεγάλης διαδρομής εμβόλου.

Trunk piston: έμβολο κορμού

Συχνή λύση σε τετράχρονες μεσόστροφες.

01

Διάταξη

Η μπιέλα συνδέεται μέσω πείρου απευθείας στο έμβολο.

02

Πλευρικές δυνάμεις

Η ποδιά/σώμα εμβόλου παραλαμβάνει πλευρικό φορτίο στον χιτώνα.

03

Λίπανση

Το λάδι στροφαλοθαλάμου συμμετέχει στη λίπανση επιφανειών του κινητήρα.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Χρησιμοποιούν crosshead όλες οι δίχρονες;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Αναφερόμαστε ειδικά στις μεγάλες αργόστροφες ναυτικές crosshead, όχι σε κάθε δίχρονη μηχανή.

Πλαίσιο και θεμελίωση

Οι δυνάμεις πρέπει να μεταφέρονται ελεγχόμενα στη δομή.

01

Bedplate / βάση

Μεταφέρει φορτία και στηρίζει κύρια έδρανα.

02

Tie rods

Σε κατάλληλες διατάξεις προφορτίζουν κατασκευαστικά τμήματα και περιορίζουν παραμορφώσεις.

03

Ευθυγράμμιση

Άξονες, έδρανα και εγκατάσταση πρέπει να βρίσκονται εντός ορίων κατασκευαστή.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί ελέγχουμε ευθυγράμμιση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Για να περιοριστούν πρόσθετες καταπονήσεις, κραδασμοί και βλάβες εδράνων/άξονα.

Σύστημα εξαγωγής και υπερπληρωτής

Εκμετάλλευση ενέργειας καυσαερίων.

01

Πολλαπλή εξαγωγής

Συλλέγει αέρια από κυλίνδρους προς υπερπληρωτή και περαιτέρω καυσαγωγό.

02

Στροβιλοσυμπιεστής

Ο στρόβιλος κινεί συμπιεστή εισερχόμενου αέρα, όχι μηχανικά τον στροφαλοφόρο.

03

Θερμική καταπόνηση

Υψηλές θερμοκρασίες απαιτούν κατάλληλη μόνωση και επιτήρηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Είναι ο υπερπληρωτής ηλεκτροκινητήρας;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Στη συνήθη διάταξη κινείται από την ενέργεια των καυσαερίων· βοηθητικοί ανεμιστήρες είναι ξεχωριστός εξοπλισμός.

Εντοπισμός εξαρτήματος σε σχέδιο

Άσκηση ανάγνωσης μηχανολογικού σκαριφήματος.

01

Βήμα 1

Βρίσκουμε κύλινδρο, έμβολο, βαλβίδα και θυρίδες/βαλβίδες αερίων.

02

Βήμα 2

Ακολουθούμε μηχανική διαδρομή έως στροφαλοφόρο και άξονα.

03

Βήμα 3

Διακρίνουμε περιοχές με διαφορετικά λάδια και θερμοκρασίες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποιο είναι το πρώτο τεχνικό ερώτημα σε άγνωστο σχέδιο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Αν απεικονίζει 2χρονη crosshead, 4χρονη trunk ή διαφορετική διάταξη· αλλάζει ο τρόπος ανάγνωσης.

ΕΝΟΤΗΤΑ Γ

Αέρας, καύσιμο και έλεγχος καύσης

Παρακολουθούμε τις ροές αέρα, καυσίμου και καυσαερίων.

Ροή αέρα στην κύρια μηχανή

Από ατμόσφαιρα στην καύση και πίσω μέσω εξαγωγής.

01

Φίλτρο / εισαγωγή

Ο καθαρός αέρας προστατεύει συμπιεστή και επιφάνειες.

02

Συμπίεση / ψύξη

Υπερπληρωτής αυξάνει πίεση, charge-air cooler περιορίζει θερμοκρασία.

03

Κύλινδρος

Αέρας σάρωσης/εισαγωγής διαθέσιμος για σωστή καύση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί ψύχουμε τον συμπιεσμένο αέρα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Για να αυξηθεί η πυκνότητά του και να βελτιωθούν οι συνθήκες πλήρωσης εντός σχεδιασμού.

Turbocharger και βοηθητικοί ανεμιστήρες

Η παροχή αέρα εξαρτάται από το λειτουργικό σημείο.

01

Turbine

Απορροφά τμήμα ενέργειας εξαγωγής.

02

Compressor

Αυξάνει πίεση αέρα προς cooler και receiver.

03

Auxiliary blower

Σε συγκεκριμένες μεγάλες δίχρονες συνεισφέρει αέρα σε χαμηλά φορτία/εκκίνηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Θα λειτουργεί πάντα ο ίδιος βοηθητικός ανεμιστήρας;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η αυτόματη διαχείριση εξαρτάται από τον τύπο μηχανής και τις συνθήκες.

Scavenging: απομάκρυνση καυσαερίων

Η σάρωση δεν ισοδυναμεί απλώς με «περισσότερο αέρα».

01

Στόχος

Απομάκρυνση υπολειμματικών αερίων και παροχή νέου αέρα.

02

Uniflow

Ροή από θυρίδες προς βαλβίδα εξαγωγής μεγάλης δίχρονης.

03

Ανεπάρκεια

Μπορεί να οδηγήσει σε κακή καύση και υψηλότερη θερμική καταπόνηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι συμβαίνει όταν μένουν πολλά καυσαέρια στον κύλινδρο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μειώνεται η διαθέσιμη φρέσκια γόμωση και αλλοιώνονται οι συνθήκες καύσης.

Καύσιμο: προετοιμασία και διαδρομή

Η σωστή τροφοδοσία εξαρτάται από ποιότητα και συνθήκες.

01

Αποθήκευση / επεξεργασία

Διαχωρισμός νερού/στερεών όπου απαιτείται, φίλτρα και δεξαμενές υπηρεσίας.

02

Supply / booster

Η πίεση, θερμοκρασία και ιξώδες ρυθμίζονται ανά τύπο καυσίμου/σύστημα.

03

Έγχυση

Ακριβής ποσότητα και χρονισμός στον κύλινδρο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν αρκεί η σωστή πίεση καυσίμου;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Ιξώδες, καθαρότητα, θερμοκρασία και ποιότητα ψεκασμού επηρεάζουν επίσης την καύση.

Εγχυτήρας και ψεκασμός

Τα σταγονίδια και η κατανομή καυσίμου έχουν σημασία.

01

Πίεση έγχυσης

Εξαρτάται από αρχιτεκτονική συστήματος και σημείο λειτουργίας.

02

Ατομοποίηση

Ο σωστός ψεκασμός διευκολύνει ανάμειξη με τον θερμό αέρα.

03

Μη ομοιόμορφη καύση

Μπορεί να αυξήσει θερμικά φορτία και εκπομπές· απαιτεί διάγνωση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δύο κινητήρες ίδιας ισχύος μπορεί να έχουν διαφορετικό injection;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Διαφορετικός σχεδιασμός, βαθμός ηλεκτρονικού ελέγχου και στρατηγική καύσης.

Μηχανικός και ηλεκτρονικός χρονισμός

Ο ηλεκτρονικός έλεγχος δεν καταργεί τη μηχανική λειτουργία.

01

Μηχανική λύση

Εκκεντροφόρος/μηχανισμοί δίνουν χρονισμό έγχυσης και βαλβίδων.

02

Electronic control

Μονάδες ελέγχου δίνουν εντολές σε ηλεκτροϋδραυλικούς ενεργοποιητές κατά τη σχεδίαση.

03

Πλεονέκτημα

Μεγαλύτερη ευελιξία χρονισμού, με ανάγκη αξιόπιστων αισθητήρων/υδραυλικών.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η ηλεκτρονική μηχανή δεν έχει έμβολα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Έχει τον ίδιο βασικό μηχανικό κύκλο· αλλάζει κυρίως η υλοποίηση και ο έλεγχος ορισμένων λειτουργιών.

Καυσαέρια και θερμοκρασίες κυλίνδρων

Σημαντικές ενδείξεις με περιορισμούς στην ερμηνεία.

01

EGT

Η θερμοκρασία εξαγωγής βοηθά στην επιτήρηση θερμικού φορτίου.

02

Σύγκριση κυλίνδρων

Μεγάλες αποκλίσεις είναι λόγος διερεύνησης, όχι αυτόματη τελική διάγνωση.

03

Συμφραζόμενα

Λαμβάνονται υπόψη φορτίο, αέρας, καύσιμο και κατασκευαστικά όρια.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μία αυξημένη EGT αποδεικνύει βλάβη εγχυτήρα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Υπάρχουν πολλές πιθανές αιτίες· εξετάζεται σύνολο ενδείξεων και εγκεκριμένη διαδικασία.

Δίκτυα τροφοδοσίας και μετατροπή ισχύος

Δύο ροές τροφοδοσίας και μία αλυσίδα μετατροπής ενέργειας.

01

Αέρας

Turbo → Cooler → Receiver → Cylinder → Exhaust.

02

Καύσιμο

Service → Treatment/Supply → Injection → Cylinder.

03

Ενέργεια

Combustion → Piston → Crankshaft → Shaft → Propeller.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πού γίνεται η συνάντηση των ροών αέρα και καυσίμου;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Στον θάλαμο καύσης του κυλίνδρου· προηγούνται ανεξάρτητες διαδικασίες προετοιμασίας.

ΕΝΟΤΗΤΑ Δ

Λίπανση, ψύξη και βοηθητικά συστήματα

Εξηγούμε γιατί η κύρια μηχανή εξαρτάται από συνεχείς βοηθητικές παροχές.

Λίπανση εδράνων και μηχανισμών

Το λάδι μεταφέρει φορτία, ψύχει και προστατεύει.

01

Oil film

Ο λιπαντικός υμένας αποτρέπει άμεση επαφή μεταλλικών επιφανειών.

02

LO pump / filter

Διατηρούν ροή λαδιού κατάλληλης πίεσης και καθαρότητας.

03

Cooler

Απομακρύνει θερμότητα· ακραίες θερμοκρασίες επηρεάζουν ιξώδες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί χαμηλή πίεση λαδιού θεωρείται σοβαρή ένδειξη;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μπορεί να διακινδυνεύσει τον υμένα εδράνων· η αντίδραση καθορίζεται από OEM και αυτοματισμούς.

Λίπανση κυλίνδρων δίχρονης crosshead

Δεν ταυτίζεται με τη λίπανση στροφαλοθαλάμου.

01

Cylinder oil

Χορηγείται με ειδική διάταξη προς τον χιτώνα.

02

Αντίδραση με οξέα

Κατάλληλη επιλογή και δοσολογία συνδέονται με φορτίο, καύσιμο, περιβάλλον.

03

Drain oil / monitoring

Ανάλυση φθοράς/υπολειμμάτων μπορεί να βοηθά στη διαχείριση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί μιλάμε για διαφορετικά λάδια στην ίδια μηχανή;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Οι επιφάνειες κυλίνδρου και οι μηχανισμοί στροφαλοθαλάμου έχουν διαφορετικές απαιτήσεις.

Freshwater jacket cooling

Κλειστό κύκλωμα που απομακρύνει θερμότητα.

01

Jacket water

Κυκλοφορεί στις προβλεπόμενες ψυχόμενες επιφάνειες.

02

Temperature control

Θερμοστατική/ελεγχόμενη ρύθμιση θερμοκρασίας εισόδου/επιστροφής.

03

Heat exchanger

Μεταβιβάζει θερμότητα σε άλλο κύκλωμα, συχνά κεντρικό σύστημα ψύξης.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν θέλουμε πάντα το πιο κρύο νερό;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Υπερβολική ψύξη μπορεί να αυξήσει θερμικές τάσεις/αποθέσεις· υπάρχουν όρια λειτουργίας.

Piston cooling

Η κορώνα εμβόλου δέχεται ιδιαίτερα υψηλό θερμικό φορτίο.

01

Μέσο ψύξης

Ανά σχεδίαση χρησιμοποιείται κατάλληλο λάδι ή νερό/διαφορετικά δίκτυα.

02

Διαδρομές

Εσωτερικά κανάλια αφαιρούν θερμότητα από το έμβολο.

03

Αστοχία

Μειωμένη παροχή ή βλάβη μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορούμε να υποθέσουμε πως όλες οι κύριες μηχανές ψύχουν έμβολα με νερό;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Το μέσο και η αρχιτεκτονική είναι ειδικά για τον τύπο και τον κατασκευαστή.

Central cooling system

Διαχωρισμός θαλασσινού και γλυκού νερού σε αρκετές εγκαταστάσεις.

01

Sea water

Συχνά απορροφά τελικά θερμότητα μέσω κεντρικού εναλλάκτη.

02

Low-/high-temperature FW

Κλειστά κυκλώματα εξυπηρετούν διαφορετικές θερμικές ανάγκες.

03

Ανθεκτικότητα

Εφεδρεία αντλιών/βαλβίδων και σωστή παρακολούθηση είναι σημαντικές.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί αποφεύγουμε το θαλασσινό νερό μέσα σε κάθε εξάρτημα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Διαβρώσεις, επικαθίσεις και έλεγχος θερμοκρασίας ευνοούν κλειστά ενδιάμεσα κυκλώματα.

Λίπανση και ψύξη ως ενεργειακά δίκτυα

Ενέργεια εξάγεται από τα θερμά μεταλλικά μέρη.

01

Heat flux

Μεταφορά θερμότητας από υψηλότερη προς χαμηλότερη θερμοκρασία.

02

Pressure vs flow

Η πίεση δεν αποδεικνύει μόνη της επαρκή ροή σε κάθε κλάδο.

03

Alarms

Συνεκτίμηση πίεσης, θερμοκρασιών, διαφοράς φίλτρου και στάθμης.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Έχει νόημα να παρακολουθούμε μόνο ένα όργανο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Συνδυάζουμε ενδείξεις ώστε να κατανοήσουμε τη λειτουργία του δικτύου.

Βοηθητικά απαραίτητα για πρόωση

Η κύρια μηχανή δεν είναι ανεξάρτητη συσκευή.

01

Πριν τη λειτουργία

Απαιτούνται διαθέσιμα συστήματα αέρα/λιπαντικού/ψύξης/καυσίμου όπου προβλέπονται.

02

Κατά τη λειτουργία

Αντλίες, αυτοματισμοί, αισθητήρες, ηλεκτρική παροχή υποστηρίζουν ασφάλεια.

03

Σε ανωμαλία

Προτεραιότητα στις εγκεκριμένες προστασίες και στην ενημέρωση υπεύθυνου.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί blackout μπορεί να επηρεάσει κύρια μηχανή;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Ενδέχεται να απωλέσει ηλεκτροκίνητα βοηθητικά συστήματα, με διαφορετική επίπτωση ανά εγκατάσταση.

Μικρή περίπτωση: rising LO temperature

Άσκηση ερμηνείας όχι επέμβασης στον εξοπλισμό.

01

Παρατήρηση

Η θερμοκρασία λιπαντικού αυξάνεται στο ίδιο φορτίο.

02

Πιθανές κατευθύνσεις

Ψυκτική απόδοση, φίλτρα, ροή και θερμική επιβάρυνση εξετάζονται.

03

Όρια ασφάλειας

Δεν αλλάζουμε βαλβίδες ή παρακάμπτουμε alarm στο πλαίσιο μαθητικής άσκησης.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποια πρώτη πρόταση απάντησης είναι τεχνικά σωστή;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Καταγράφουμε την τάση των μετρήσεων, συσχετίζουμε άλλες ενδείξεις και ενημερώνουμε τον υπεύθυνο.

ΕΝΟΤΗΤΑ Ε

Εκκίνηση, αναστροφή και έλεγχος

Διακρίνουμε τη θεωρητική αρχή από πραγματικές εξουσιοδοτημένες ενέργειες.

Αέρας εκκίνησης: τι προσφέρει;

Η εκκίνηση μεγάλων μηχανών συχνά απαιτεί αποθηκευμένη ενέργεια.

01

Air receiver

Αποθηκεύει αέρα σε πίεση καθορισμένη από τη σχεδίαση.

02

Starting valves

Κατευθύνουν αέρα κατάλληλα για αρχική περιστροφή.

03

Interlocks

Προϋποθέσεις και προστασίες αποτρέπουν ανεπίτρεπτες εκκινήσεις.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Το starting air είναι ίδιο με το scavenge air;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Είναι διαφορετικές λειτουργίες, πίεση, σωληνώσεις και διατάξεις.

Ασφάλεια συστήματος αέρα εκκίνησης

Υψηλές πιέσεις και πιθανότητα ανάφλεξης καταλοίπων.

01

Θερμικό/μηχανικό φορτίο

Οι αεροφυλάκες και σωληνώσεις έχουν υψηλή αποθηκευμένη ενέργεια.

02

Προστασίες

Προβλέπονται αποστραγγίσεις, βαλβίδες ασφαλείας και μέτρα κατά επιστροφής φλόγας.

03

Απαγόρευση άσκησης

Δεν πραγματοποιούμε πραγματική επέμβαση/αποσυναρμολόγηση υπό πίεση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν ανοίγουμε εξάρτημα αέρα εκκίνησης χωρίς απομόνωση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Η αποθηκευμένη ενέργεια μπορεί να εκτονωθεί αιφνίδια και επικίνδυνα.

Turning gear και εσωτερική επιθεώρηση

Βοηθητικός μηχανισμός αργής περιστροφής υπό προϋποθέσεις.

01

Σκοπός

Χρησιμοποιείται σε καθορισμένες διαδικασίες συντήρησης/ελέγχου.

02

Interlock

Η εμπλοκή του turning gear πρέπει να αποκλείει ανεπίτρεπτη εκκίνηση.

03

Όριο εκπαίδευσης

Η παρουσίαση δεν αποτελεί check-list για πραγματική θέση σε λειτουργία.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί υπάρχουν αλληλασφαλίσεις turning gear;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Για αποφυγή ανεξέλεγκτης εκκίνησης ενώ ο μηχανισμός είναι εμπλεγμένος.

Αναστροφή σε direct-drive κύρια μηχανή

Το «ανάποδα» δεν σημαίνει πάντοτε το ίδιο σύστημα.

01

Reversing main engine

Ορισμένες δίχρονες με έλικα σταθερού βήματος αλλάζουν φορά περιστροφής.

02

CPP

Σε άλλες εγκαταστάσεις αλλάζει βήμα έλικας χωρίς αναστροφή μηχανής.

03

Diesel-electric

Η κατεύθυνση ώσης μπορεί να ελέγχεται από ηλεκτροπρόωση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Αν το πλοίο έχει CPP, χρειάζεται υποχρεωτικά αναστροφή κυρίου Diesel;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η απαιτούμενη ώση μπορεί να αλλάξει με το βήμα, ανά σχεδίαση.

Governor και ελεγχόμενη παροχή καυσίμου

Σχέση επιθυμητών στροφών και φορτίου.

01

Speed order

Αναφορά/εντολή που ερμηνεύει το σύστημα ελέγχου.

02

Actuation

Ρυθμίζεται η παρεχόμενη ισχύς μέσω της τροφοδοσίας/στρατηγικής καύσης.

03

Limiters

Προστασίες/περιορισμοί αποτρέπουν υπέρβαση καθορισμένων ορίων.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι γίνεται αν αυξηθεί αντίσταση της έλικας στις ίδιες επιθυμητές στροφές;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Απαιτείται περισσότερη ροπή εντός των ορίων του κινητήρα· η ακριβής απόκριση εξαρτάται από έλεγχο.

Overspeed και προστασία μηχανής

Διαχωρίζουμε alarm, slow down και shutdown.

01

Alarm

Ενημέρωση για υπέρβαση επιτρεπτής περιοχής ή ανωμαλία.

02

Slow down

Συγκεκριμένη αυτόματη μείωση φορτίου/στροφών όπου προβλέπεται.

03

Shutdown / trip

Διακοπή/απομόνωση για προστασία σε σοβαρή κατάσταση, ανά συστήματα.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορεί μαθητής να παρακάμψει shutdown για να «δοκιμάσει»;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η παράκαμψη προστασιών δεν αποτελεί επιτρεπτή εκπαιδευτική ενέργεια.

Τοπικός και απομακρυσμένος έλεγχος

Γέφυρα, control room, local station μπορεί να έχουν διαφορετικούς ρόλους.

01

Control stations

Ο κατασκευαστής και το πλοίο ορίζουν διαθέσιμες θέσεις εντολών.

02

Transfer of control

Γίνεται βάσει εγκεκριμένων αλληλασφαλίσεων/ενδείξεων.

03

Ευθύνη

Τηρούνται διαδικασίες επικοινωνίας, καταγραφής και επίβλεψης.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποιο είναι το μεγαλύτερο λάθος της άσκησης;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Να θεωρήσουμε ότι μία γενική διαφάνεια υποκαθιστά συγκεκριμένο σύστημα και εγκεκριμένη διαδικασία πλοίου.

Case study: αστοχία εκκίνησης

Διαγνωστική σκέψη με όριο στη δράση.

01

Ενδείξεις

Start request υπάρχει, αλλά δεν επιταχύνεται ο άξονας.

02

Διερεύνηση

Εξετάζουμε λογικά starting energy, interlocks, status και alarms.

03

Ασφάλεια

Δεν εκτελούμε επαναλαμβανόμενες εκκινήσεις ή χειρισμούς χωρίς εξουσιοδότηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποιες δύο κατηγορίες δεδομένων ζητάμε;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Ενδείξεις διαθέσιμης ενέργειας εκκίνησης και κατάσταση αλληλασφαλίσεων/alarms.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΤ

Ισχύς, απόδοση και κατανάλωση

Μετατρέπουμε μετρήσεις σε τεχνικά μεγέθη με σωστές μονάδες και παραδοχές.

Ροπή, στροφές και ισχύς άξονα

P(kW) = 2π · n(rpm) · T(N·m) / 60 000.

01

Ροπή T

Στρεπτική δράση που μεταφέρεται από τον άξονα.

02

Στροφές n

Περιστροφές ανά λεπτό· γωνιακή ταχύτητα ω=2πn/60.

03

Power

Η μηχανική ισχύς στον άξονα δεν είναι ίδια με την ώση της έλικας.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι συμβαίνει στην ισχύ αν διπλασιαστεί η ροπή με σταθερές στροφές;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Η ισχύς διπλασιάζεται, επειδή P=Tω.

Παράδειγμα υπολογισμού ισχύος

Εκπαιδευτικό παράδειγμα: T=300 kN·m, n=90 rpm.

01

Μετατροπή

300 kN·m = 300 000 N·m.

02

Υπολογισμός

P = 2π×90×300 000 / 60 000 ≈ 2 827 kW.

03

Ερμηνεία

Αυτή είναι εκτιμώμενη μηχανική ισχύς στο σημείο εφαρμογής της ροπής.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δίνουμε τις μονάδες;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Για να αποφύγουμε σφάλματα ×1000 μεταξύ N·m, kN·m, W και kW.

Κυβισμός κινητήρα — displacement

Vd = (π/4) D^2 S z για z ίδιους κυλίνδρους.

01

Bore D

Διάμετρος κυλίνδρου, σε m στον τύπο SI.

02

Stroke S

Διαδρομή εμβόλου, σε m.

03

Cylinders z

Ο συνολικός κυβισμός αφορά το άθροισμα όγκων σάρωσης.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ο κυβισμός είναι ο όγκος θαλάμου σε ΑΝΣ;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Είναι ο όγκος που σαρώθηκε από τη μετακίνηση εμβόλου ΑΝΣ–ΚΝΣ.

BMEP — μέση ενεργός πίεση

Ισοδύναμη μέση πίεση που συνδέεται με ωφέλιμο έργο.

01

4χρονη

BMEP(bar) = 1200 · P(kW) / [Vd(L) · n(rpm)].

02

2χρονη

BMEP(bar) = 600 · P(kW) / [Vd(L) · n(rpm)].

03

Προϋπόθεση

P είναι brake power· χρησιμοποιούμε συνολικό κυβισμό και κύκλο αντίστοιχου τύπου.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί οι συντελεστές 1200 και 600 διαφέρουν;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Στην τετράχρονη ο κύκλος ολοκληρώνεται σε δύο περιστροφές, ενώ στη δίχρονη σε μία.

SFOC: ειδική κατανάλωση καυσίμου

Μάζα καυσίμου ανά παραγόμενη μηχανική ενέργεια.

01

Μονάδα

g/kWh για συγκεκριμένο φορτίο και συνθήκες αναφοράς.

02

Ρυθμός καυσίμου

$\dot{m}$ (kg/h) = P(kW) × SFOC(g/kWh) / 1000.

03

Προσοχή

Η τιμή μεταβάλλεται με φορτίο, συνθήκες και τρόπο ορισμού.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μικρότερο SFOC σημαίνει πάντα μικρότερη συνολική κατανάλωση ταξιδιού;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι χωρίς να γνωρίζουμε ισχύ, χρόνο, προφίλ ταξιδιού και βοηθητικά φορτία.

Αριθμητικό παράδειγμα SFOC

P = 8 000 kW, SFOC = 175 g/kWh.

01

Πολλαπλασιασμός

8 000 × 175 = 1 400 000 g/h.

02

Μετατροπή

1 400 000 / 1000 = 1 400 kg/h.

03

Ερμηνεία

Εκπαιδευτικό στιγμιότυπο υπό τη συγκεκριμένη ισχύ/ειδική κατανάλωση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πόσους τόνους ανά 24ωρο δίνει θεωρητικά σταθερή λειτουργία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: 1,4 t/h × 24 h = 33,6 t/day, χωρίς αλλαγές φορτίου ή άλλη κατανάλωση.

Νόμος έλικας — πότε ισχύει n^3;

Για FPP σε συγκρίσιμες συνθήκες: $P_2 \approx P_1(n_2/n_1)^3$.

01

Υπόθεση

Ίδια έλικα, παρόμοια συνθήκη κίνησης/ροής και περιοχή λειτουργίας.

02

Παράδειγμα

Μείωση στροφών στο 90% → εκτιμώμενη ισχύς ≈ 72,9%.

03

Όριο

Δεν είναι καθολικός κανόνας για κάθε καιρό, CPP ή μεταβατική λειτουργία.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μείωση 10% στροφών εξασφαλίζει μείωση 27,1% σε κάθε ταξίδι;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Είναι ενδεικτική σχέση για συγκεκριμένες προϋποθέσεις, όχι εγγύηση λειτουργικής κατανάλωσης.

Engine load diagram και όρια

Δεν είναι επιτρεπτός κάθε συνδυασμός ροπής και rpm.

01

Σχεδιαστικό πεδίο

Κατασκευαστής καθορίζει επιτρεπτές περιοχές λειτουργίας.

02

Heavy running

Αυξημένη απαιτούμενη ροπή σε συγκεκριμένες συνθήκες έλικας/κύτους.

03

Παρακολούθηση

Συνθήκες θάλασσας, κύτος, έλικα και μηχανή αλληλεπιδρούν.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Αρκεί να μην ξεπερνάμε ονομαστικό rpm;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Μπορεί να υπάρχει υπέρβαση ροπής/θερμικού φορτίου πριν το ανώτατο rpm.

ΕΝΟΤΗΤΑ Ζ

Ασφάλεια, βλάβες και επαγγελματική στάση

Συνδέουμε ενδείξεις με κινδύνους χωρίς να διδάσκουμε μη εξουσιοδοτημένες ενέργειες.

Oil mist και κίνδυνος στροφαλοθαλάμου

Η υπερθέρμανση επιφανειών μπορεί να δημιουργήσει εκρηκτικό νέφος.

01

Hot spot

Υπερθέρμανση σε έδρανο/μέρος μπορεί να εξατμίσει και να συμπυκνώσει λάδι ως νέφος.

02

Oil mist detector

Επιτηρεί πιθανές επικίνδυνες συνθήκες· η σχεδίαση προβλέπει προστασίες.

03

Συμπεριφορά

Δεν ανοίγουμε θυρίδες επιθεώρησης σε ύποπτο συμβάν· ακολουθούνται OEM/SMS οδηγίες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν ανοίγουμε αμέσως τον στροφαλοθάλαμο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης/έκρηξης και εγκαυμάτων· απαιτείται ελεγχόμενη ασφαλής διαδικασία.

Scavenge fire — αιτία και κίνδυνος

Πιθανή ανάφλεξη αποθέσεων στο χώρο σάρωσης.

01

Πιθανές συνθήκες

Συσσώρευση καταλοίπων και ανάφλεξη από θερμές περιοχές/διαρροές.

02

Ενδείξεις

Ανώμαλες θερμοκρασίες, καπνός/συναγερμοί ή άλλες ενδείξεις κατά σχεδίαση.

03

Αντίδραση

Μόνο σύμφωνα με εγκεκριμένο σχέδιο και κατασκευαστή, υπό υπεύθυνη διεύθυνση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Είναι το scavenge fire ίδιο με crankcase explosion;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Πρόκειται για διαφορετικούς χώρους, καύσιμα φαινόμενα και κινδύνους.

Υπερθέρμανση εδράνου

Από το σύμπτωμα στη διερεύνηση.

01

Σημάδια

Άνοδος θερμοκρασίας, alarm, αλλαγή τάσης δονήσεων/πίεσης.

02

Πιθανές αιτίες

Πρόβλημα υμένα λαδιού, ρύπανση, φορτία ή ευθυγράμμιση.

03

Ασφάλεια

Καμία υπόθεση «μία ένδειξη = μία βλάβη» και καμία παράκαμψη προστασίας.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποιο στοιχείο ενισχύει τη διάγνωση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Τάση μετρήσεων και συσχετισμός με άλλες αξιόπιστες ενδείξεις/καταγραφές.

Ανώμαλος καπνός / καύση

Οι οπτικές ενδείξεις δεν υποκαθιστούν τα όργανα.

01

Dark smoke

Μπορεί να σχετίζεται με ατελή καύση σε ορισμένες συνθήκες.

02

Air / fuel mismatch

Περιορισμένη παροχή αέρα ή διαταραχή έγχυσης είναι πιθανές κατευθύνσεις.

03

Περιβάλλον

Συνυπολογίζονται κανονισμοί εκπομπών και στοιχεία κατασκευαστή.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Μπορούμε από χρώμα καπνού να αποδώσουμε αποκλειστική αιτία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Χρειάζεται σύνολο μετρήσεων και προσεκτική τεχνική διερεύνηση.

Vibration και συντονισμός

Η ταλάντωση μπορεί να έχει πολλές πηγές.

01

Μηχανική πηγή

Ανομοιογένεια καύσης, έδρανα, αζυγοσταθμία ή αστοχίες.

02

Σύστημα αξόνων

Η μετάδοση/έλικα συμμετέχει στη δυναμική του συνόλου.

03

Καταγραφή

Στροφές, φορτίο, συχνότητα ταλάντωσης και τάση δίνουν στοιχεία.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Είναι κάθε δόνηση ένδειξη έλλειψης ευθυγράμμισης;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Οι πηγές ποικίλλουν και απαιτείται ειδική ανάλυση.

Hazardous energy & lockout

Ασφάλεια πέρα από την ηλεκτρική απομόνωση.

01

Πηγές

Πεπιεσμένος αέρας, υδραυλικά, θερμότητα, κινούμενα και ανυψωμένα μέρη.

02

Απομόνωση

Διαδικασίες LOTO και ασφαλής εκτόνωση/έλεγχος μηδενικής ενέργειας κατά SMS.

03

Δικαιώματα

Μαθητές παρατηρούν μόνο υπό κατάλληλη επίβλεψη, δεν εφαρμόζουν εργασίες.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί ο κλειστός ηλεκτρικός διακόπτης δεν αρκεί;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μπορεί να παραμένει αποθηκευμένη πνευματική, υδραυλική ή μηχανική ενέργεια.

Ιεράρχηση επικοινωνίας σε συμβάν

Αναφορά σαφών παρατηρήσεων, όχι αυθαίρετων συμπερασμάτων.

01

Τι βλέπω

Στοιχεία οργάνων, χρόνο, φορτίο, τάση μετρήσεων.

02

Τι δεν γνωρίζω

Δηλώνω αβεβαιότητα και διαχωρίζω υπόθεση από επιβεβαιωμένο εύρημα.

03

Τι προτείνω

Ασφαλής κλιμάκωση στον υπεύθυνο και εφαρμογή διαδικασίας SMS.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πώς περιγράφεται επαγγελματικά ένας συναγερμός;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: «Στις 10:32 εμφανίστηκε X alarm, με Y ένδειξη και Z φορτίο· ενημερώθηκε ο υπεύθυνος».

Case study: θερμοκρασία εξαγωγής ενός κυλίνδρου

Διαγνωστική σύγκριση χωρίς χειρισμό.

01

Παρατήρηση

Ένας κύλινδρος εμφανίζει διαφορετική EGT σε σταθερό φορτίο.

02

Σκέψη

Εγχυτήρας, κατάσταση αέρα/βαλβίδας, αισθητήριο ή άλλες αιτίες.

03

Σωστή ενέργεια

Συσχετίζουμε ενδείξεις, καταγράφουμε, ενημερώνουμε εξουσιοδοτημένο πρόσωπο.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν ρυθμίζουμε αμέσως τον εγχυτήρα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Επειδή δεν έχει τεκμηριωθεί αιτία και τέτοια εργασία απαιτεί συγκεκριμένη εξουσιοδότηση/διαδικασία.

ΕΝΟΤΗΤΑ Η

Κανονισμοί, περιβάλλον και σύνοψη

Εξηγούμε τις βασικές απαιτήσεις χωρίς υπεραπλουστεύσεις.

MARPOL Annex VI — NOx

Οι περιορισμοί NOx αφορούν κατάλληλα καθορισμένους κινητήρες.

01

Regulation 13

Γενικά εγκατεστημένοι marine Diesel >130 kW, με εξαιρέσεις όπως κινητήρες μόνο ανάγκης.

02

Tier I / II / III

Εξαρτώνται από ημερομηνίες, ονομαστικές στροφές και συγκεκριμένες περιοχές/εφαρμογή.

03

Engine Technical File

Καθορίζει εγκεκριμένες ρυθμίσεις, στοιχεία και καθεστώς ελέγχου κατά ισχύουσα νομοθεσία.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Έχουν όλοι οι υπάρχοντες Diesel υποχρεωτικά Tier III;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Εξαρτάται από κατηγορία, ημερομηνία πλοίου, αναβάθμιση και περιοχές NOx ECA.

MARPOL Annex VI — SOx

Η περιεκτικότητα θείου του καυσίμου έχει γεωγραφικές απαιτήσεις.

01

Global limit

0,50% m/m γενικό ανώτατο όριο όπου ισχύει η κανονική συμμόρφωση με καύσιμο.

02

SOx ECA

0,10% m/m στις σχετικές ECA, με ειδικές νόμιμες εναλλακτικές συμμόρφωσης.

03

Μεσόγειος

Med SOx ECA με όριο 0,10% από 1 Μαΐου 2025.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Η Μεσόγειος είναι ήδη ταυτόχρονα NOx ECA λόγω του ορίου θείου;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Τα SOx και NOx καθεστώτα είναι διαφορετικά· μην τα συγχέουμε.

NOx, SOx, CO_2 και κύκλος ζωής

Άλλα ρυπαντικά, άλλοι δείκτες, διαφορετική λογική.

01

NOx

Συνδέεται με μηχανισμό καύσης και πιστοποίηση κινητήρων.

02

SOx

Σχετίζεται κυρίως με θείο καυσίμου ή εγκεκριμένη εναλλακτική επεξεργασία.

03

GHG

Εκπομπές CO_2/ισοδυνάμου και κύκλος ζωής απαιτούν ξεχωριστή εκτίμηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Καύσιμο χωρίς θείο σημαίνει αυτόματα μηδενικό CO_2;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Όχι. Η περιεκτικότητα θείου δεν αποδεικνύει μηδενικό άνθρακα ούτε μηδενικές εκπομπές κύκλου ζωής.

Αποδοτική λειτουργία και περιβάλλον

Σύνδεση ισχύος, κατανάλωσης και προφίλ πλου.

01

Load profile

Η διάρκεια στα διαφορετικά φορτία επηρεάζει την κατανάλωση.

02

SFOC

Τεχνικός δείκτης κινητήρα αλλά όχι πλήρης δείκτης επίδοσης πλοίου.

03

Total picture

Πλοίο, έλικα, κύτος, θάλασσα και βοηθητικά συστήματα είναι αλληλένδετα.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί δεν αρκεί ένα SFOC για όλο τον πλου;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Επειδή η ισχύς, τα περιβαλλοντικά φορτία, οι βοηθητικοί καταναλωτές και ο χρόνος μεταβάλλονται.

Τρεις αρχές ασφαλούς τεχνικής κρίσης

Συμπεράσματα της εκπαιδευτικής σειράς.

01

Αρχή 1

Αναγνωρίζω πρώτα τον συγκεκριμένο τύπο μηχανής.

02

Αρχή 2

Δεν εξάγω διάγνωση από μεμονωμένη ένδειξη.

03

Αρχή 3

Δεν υποκαθιστώ OEM/SMS/εξουσιοδοτημένο προσωπικό με μία εκπαιδευτική παρουσίαση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποια φράση συνοψίζει τη σωστή στάση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Κατανοώ το σύστημα, τεκμηριώνω το συμβάν, ενημερώνω σωστά, τηρώ τα όρια αρμοδιότητας.

Τελική συνθετική άσκηση

Από δεδομένα σε τεχνική τεκμηρίωση.

01

Σενάριο

Μικρή αύξηση φορτίου, άνοδος EGT, απόκλιση LO temperature.

02

Ζητείται

Περιγράψτε συσχετισμούς, 2–3 πιθανές υποθέσεις και ελλείποντα δεδομένα.

03

Αξιολόγηση

Βαθμολογείται η τεχνική αιτιολόγηση και ο σαφής διαχωρισμός υπόθεσης/απόδειξης.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποιο είναι το πρώτο συμπέρασμα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Χρειάζεται σύνολο ενδείξεων και επίσημη αξιολόγηση· τα δεδομένα δεν επαρκούν για μονοσήμαντη διάγνωση.

Ανακεφαλαίωση της μηχανής πρόωσης

Συνδέουμε μηχανισμό, δίκτυα και λειτουργία πλοίου.

01

Μηχανική

Κύλινδρος, έμβολο, σταυρός/μπιέλα, στροφαλοφόρος, άξονας, έλικα.

02

Δίκτυα

Αέρας, καύσιμο, λίπανση, ψύξη, έλεγχος και εκκίνηση.

03

Δείκτες

P, T, rpm, SFOC, BMEP, alarms και τάσεις μεταβολής.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι πρέπει να θυμάται ο μαθητής σε μία πρόταση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Η μηχανή είναι ολοκληρωμένο και αλληλεξαρτώμενο σύστημα μετατροπής ενέργειας, όχι μόνο ένας κύλινδρος.

Οδηγίες τελικής αυτοαξιολόγησης

12 ερωτήσεις στο διαδραστικό μάθημα με άμεσες τεχνικές εξηγήσεις.

01

Θεωρία

Δίχρονος–τετράχρονος κύκλος, μηχανικά μέρη, δίκτυα.

02

Υπολογισμοί

Στροφές, ροπή, κυβισμός, SFOC, ενδεικτικός νόμος έλικας.

03

Ασφάλεια

Αναγνώριση hazards και σωστή τεχνική επικοινωνία.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Τι κάνουμε μετά από λανθασμένη απάντηση;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μελετάμε αιτιολόγηση, επιστρέφουμε στο συγκεκριμένο θέμα και επαναλαμβάνουμε την άσκηση.

Οδηγός εφαρμογής στην τάξη

Δύο ισότιμες διαδρομές: με και χωρίς προσομοιωτή.

01

Χωρίς simulator

Εικόνες και σχηματικά, μικρές ομάδες, τεχνικές ερωτήσεις–απαντήσεις.

02

Με simulator

Παρατήρηση ενδείξεων σε εξομοιωμένο σενάριο χωρίς πραγματικούς χειρισμούς.

03

Αποτίμηση

Σύντομη σύγκριση προβλέψεων, ενδείξεων και μαθησιακών αποτελεσμάτων.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί οι δύο διαδρομές είναι ισότιμες;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Επειδή επιδιώκουν ίδιες μετρήσιμες γνώσεις και τεχνική κρίση, με διαφορετικό διδακτικό μέσο.

Τεχνικές πηγές και όρια χρήσης

Η τεχνική βιβλιογραφία στηρίζει, δεν αντικαθιστά την έγκριση κατασκευαστή.

01

MAN Energy Solutions

Basic Principles of Ship Propulsion, τεχνικό υλικό για διάταξη και επιλογή προωστήριων.

02

IMO MARPOL Annex VI

Regulations 13/14, NOx/SOx· ιδιαίτερη διάκριση Mediterranean SOx ECA.

03

Wärtsilä

Encyclopedia of Ship Technology για τεχνικούς ορισμούς και ασφάλεια.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ

Πότε χρησιμοποιείται το εγχειρίδιο συγκεκριμένης μηχανής;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Πάντα ως κυρίαρχο τεχνικό έγγραφο για πραγματικά όρια, alarms, ρυθμίσεις και χειρισμούς.

Η μετατροπή ενέργειας ως ενιαίο σύστημα

Απλοποιημένη ροή — η συνολική απόδοση είναι αποτέλεσμα πολλαπλών τμημάτων.

ΚΑΥΣΙΜΟ

Χημική ενέργεια

→

ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ

Πίεση και έργο

→

ΑΞΟΝΑΣ

Ροπή και στροφές

→

ΕΛΙΚΑ

Αλληλεπίδραση με νερό

Εκπαιδευτικό σχήμα. Δεν εμφανίζονται τα βοηθητικά συστήματα, οι απώλειες ή η ειδική γεωμετρία του πλοίου.

Τέσσερα διακριτά συστήματα της κύριας μηχανής

Αέρας, καύσιμο, λίπανση και ψύξη εξυπηρετούν τη μηχανή από ξεχωριστά κυκλώματα.

ΑΕΡΑΣ

Εισαγωγή → turbo → cooler → κύλινδρος

ΚΑΥΣΙΜΟ

Δεξαμενή → supply → έγχυση → κύλινδρος

ΛΙΠΑΝΣΗ

Αντλία → φίλτρο → έδρανα / κύλινδρος*

ΨΥΞΗ

Αντλία → ψυχόμενα μέρη → εναλλάκτης

Αέρας και καύσιμο συναντώνται στον κύλινδρο. Λίπανση και ψύξη είναι υποστηρικτικά κυκλώματα· *σε δίχρονες crosshead η λίπανση κυλίνδρου διαφέρει από το system oil.

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

MAN Energy Solutions — Two-stroke engines portfolio

MAN Energy Solutions — Basic principles of ship propulsion

Wärtsilä — Encyclopedia of Ship Technology

IMO — MARPOL Annex VI — NOx Regulation 13

IMO — Mediterranean SOx ECA effective 1 May 2025

IMO — MARPOL Annex VI — SOx Regulation 14

Οι πηγές υποστηρίζουν τη γενική τεχνική εκπαίδευση. Για πραγματικούς χειρισμούς υπερισχύουν OEM, SMS και ισχύοντες κανονισμοί.