

εξεταστέα ύλη στις ερωτήσεις από την 1<sup>η</sup> έως και την 16<sup>η</sup>

## 5.4

**Χαρακτηριστικά**

**λειτουργίας**

**μηχανών**

**Diesel**

## 1. Πώς γίνεται η **αυτανάφλεξη** –καύση του πετρελαίου ;

247

Η αυτανάφλεξη του καυσίμου στις πετρελαιομηχανές, είναι αποτέλεσμα της μεγάλης θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στον κύλινδρο, λόγω της συμπίεσής του μέσα σ' αυτόν .

Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης του καυσίμου κυμαίνεται ανάλογα με τον τύπο του, από 350° C έως 450° C . Η πίεση του **αέρα** μέσα στον χώρο καύσης κατά το τέλος της συμπίεσης, φθάνει τα 50 bar , με ταυτόχρονη αύξηση της θερμοκρασίας του μέχρι τους 900° C .

Το καύσιμο ψεκάζεται σαν σπρέι – νέφος σταγονιδίων. Κατά την διάρκεια του ψεκασμού, το καύσιμο θερμαίνεται μέχρι την θερμοκρασία βρασμού του, στη συνέχεια εξατμίζεται και παράγονται ατμοί του καυσίμου, αναμιγνύονται με το θερμό αέρα και φτάνουν στη θερμοκρασία ανάφλεξής τους , οπότε και αναφλέγονται.

**Γιατί η θερμοκρασία του αέρα στο τέλος της συμπίεσης, υπερβαίνει τόσο πολύ την θερμοκρασία αυτανάφλεξης του καυσίμου ;**

283

- για να μπορεί να αναφλεγεί ακόμα και σε χαμηλές στροφές
- για να μπορεί να αναφλεγεί και κατά την κρύα εκκίνηση ( κρύα μέταλλα )

## 2. Τι ονομάζεται **καθυστέρηση ανάφλεξης** ;

283

Η διαδικασία :

- του ψεκασμού του καυσίμου με τη μορφή νέφους,
- η ανάμιξη του καυσίμου με τον υπέρθερμο αέρα και
- η δημιουργία του αναφλέξιμου μίγματος

**προκαλεί μια καθυστέρηση στην ανάφλεξη** η οποία υπό κανονική λειτουργία, είναι περίπου 0,001 δευτερόλεπτα, δηλ. **1 χιλιοστό** του δευτερολέπτου

**Καθυστέρηση ανάφλεξης είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που ψεκάζεται το καύσιμο έως τη στιγμή που ξεκινά η καύση του και χαρακτηρίζει την ποιότητα του καυσίμου .**

Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η καθυστέρηση ανάφλεξης έχουν σχέση με:

- \* το είδος του καυσίμου ( η σύγκρισή της καθυστέρησης ανάφλεξης του καυσίμου, με μια πρότυπη ποιότητα πετρελαίου, καθορίζει την ποιότητα του ή τον αριθμό κετανίου του )
- \* τις συνθήκες λειτουργίας
- \* τη θερμοκρασία του αέρα στο τέλος της συμπίεσης
- \* την ποιότητα ψεκασμού δηλ. καλός διασκορπισμός και καλή ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα
- \* το μέγεθος των σταγονιδίων

Η μεγάλη καθυστέρηση της αυτανάφλεξης μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα  
→ Τόσο στην εκκίνηση της μηχανής  
→ όσο και στις αλλαγές φορτίου

4. Πώς προκαλούνται τα χτυπήματα της κρουστικής καύσης ( πειράκια ) στους πετρελαιοκινητήρες και τι μπορούν να προκαλέσουν ;

Η καθυστέρηση της ανάφλεξης δεν πρέπει να είναι πού μεγάλη, γιατί τότε η μηχανή εμφανίζει συμπτώματα κρουστικής λειτουργίας δηλ. ανεπιθύμητων κτυπημάτων, γνωστών και ως πειράκια.

Τα κτυπήματα αυτά προκαλούνται από την **άκαιρη καύση μιας ποσότητας του καυσίμου**, το οποίο είχε παραμείνει άκαυστο σε διάφορα σημεία του χώρου καύσης.

Τα χτυπήματα αυτά μπορούν να προκαλέσουν **σημαντικές ζημιές** στη μηχανή, κυρίως **στο σύστημα διωστήρα - στροφάλου**

Όσο μεγαλύτερη είναι η καθυστέρηση αυτανάφλεξης, τόσο περισσότερο καύσιμο συγκεντρώνεται στο θάλαμο καύσης, το οποίο στη συνέχεια καίγεται απότομα.

Η ανεξέλεγκτη αυτή καύση δημιουργεί απότομη αύξηση στην πίεση του κυλίνδρου, και έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση ισχυρού θορύβου ( φαινόμενο κρουστικής καύσης ή πειράκια ).

**5. Ποιος χώρος ορίζεται σαν θάλαμος καύσης των πετρελαιομηχανών;**

247-248

**Θάλαμος καύσης ή χώρος καύσης είναι ο χώρος που ορίζεται από τα τοιχώματα του κυλίνδρου, την κυλινδροκεφαλή και το επάνω μέρος του εμβόλου, που μπορεί να έχει ειδική διαμόρφωση.**

Στον θάλαμο αυτό περιλαμβάνονται και άλλοι δευτερεύοντες χώροι, μεταξύ των οποίων και ο προθάλαμος – που μπορεί να υπάρχει σε ορισμένους τύπους μηχανών diesel.

**6. Πώς διακρίνονται οι μηχανές πετρελαίου ανάλογα με τη θέση όπου γίνεται ο ψεκασμός;**

248 - 251

Οι μηχανές πετρελαίου ανάλογα με τη θέση όπου γίνεται ο ψεκασμός διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

Όταν ο ψεκασμός του καυσίμου γίνεται κατευθείαν μέσα στον θάλαμο καύσης ( που είναι ένας ενιαίος χώρος ) οι μηχανές αυτές ονομάζονται **άμεσης έκχυσης** ή **άμεσου ψεκασμού**

Όταν όμως, ο ψεκασμός αυτός γίνεται σε ένα δευτερεύοντα χώρο καύσης, τον προθάλαμο, ο οποίος επικοινωνεί με τον κύριο θάλαμο καύσης, τότε οι μηχανές αυτές ονομάζονται

**έμμεσης έκχυσης** ή **έμμεσου ψεκασμού**

Και στην περίπτωση αυτή ο θάλαμος καύσης είναι διαιρούμενου τύπου

**7. Πού γίνεται ο ψεκασμός του καυσίμου στις μηχανές άμεσης έγχυσης ;**

248-249

Ο ψεκασμός του καυσίμου στις μηχανές άμεσης έγχυσης γίνεται κατευθείαν μέσα στον χώρο καύσης, ο οποίος σχηματίζεται σε μία κοιλότητα στην κεφαλή του εμβόλου και την επίπεδη επιφάνεια της κυλινδροκεφαλής.

Η μορφή της κοιλότητας ανάλογα με τον κατασκευαστή μπορεί να είναι :

- σχήματος κοιλότητας εμβόλου με μορφή **Ω** ωμέγα και χρησιμοποιείται στα φορτηγά ή
- σχήματος κοιλότητας εμβόλου με μορφή **M** ημισφαιρικό και χρησιμοποιείται στα οχήματα μαζικής μεταφοράς και στα φορτηγά

**8. Πώς γίνεται και τι αποτέλεσμα έχει, ο άμεσος ψεκασμός σε κοιλότητα εμβόλου με μορφή  $\Omega$  ωμέγα :** 249

Ο ψεκασμός γίνεται από έναν εγχυτήρα καυσίμου με ακροφύσιο πολλαπλών οπών στο κέντρο της κοιλότητας μορφής  $\Omega$  του εμβόλου. Οι μεγάλες πιέσεις ψεκασμού του καυσίμου που φθάνουν ακόμα και τα 2.800 bar, έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός νέφους από πολύ μικρά σταγονίδια, τα οποία αφού ατμοποιηθούν, δημιουργούν μαζί με τον αέρα ένα καύσιμο μίγμα το οποίο και αναφλέγεται.

**Ο άμεσος ψεκασμός σε κοιλότητα εμβόλου με μορφή  $\Omega$  ωμέγα χρησιμοποιείται σε φορτηγά, επειδή η μορφή αυτή προκαλεί τον έντονο στροβιλισμό του ψεκαζόμενου καυσίμου και η ανάμιξή του με τον αέρα είναι σχεδόν πλήρης.**

**9. Πώς γίνεται ( τι προσδίδεται και τι εμφανίζει ) ο άμεσος ψεκασμός τύπου **M** της MAN ; ( τύπος : M – system )** 249-250

Η εταιρεία MAN χρησιμοποιεί έναν ιδιαίτερο τύπο θαλάμου άμεσης καύσης. Η κοιλότητα του εμβόλου είναι ημισφαιρικής μορφής, ενώ ο ψεκασμός γίνεται από ακροφύσιο μπεκ μιας οπής λοξά – εφαπτομενικά προς τα τοιχώματα της κοιλότητας.

Με τη διάταξη αυτή προσδίδεται εντονότερη συστροφή ( στροβιλισμό ) στο ψεκαζόμενο καύσιμο έτσι η ανάμιξή του με τον αέρα είναι καλύτερη.

Παράλληλα το ίδιο το καύσιμο δημιουργεί ένα λεπτό στρώμα στα τοιχώματα της κοιλότητας, το οποίο και εξατμίζεται σταδιακά.

**Ο τύπος αυτός του θαλάμου καύσης ονομάζεται σύστημα **M** ( M – system ) και εμφανίζει χαμηλά επίπεδα καπνού στα καυσαέρια**

**10. Τι επιτυγχάνεται με το άμεσο ψεκάσμο και από τι χαρακτηρίζεται ;**  
Δηλ. πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του άμεσου ψεκάσμού

250

Με τον άμεσο ψεκάσμο, συνήθως επιτυγχάνεται : ( πλεονεκτήματα )

- η ομοιόμορφη ανάμιξη του καυσίμου και κατά συνέπεια
- μικρότερες απώλειες θερμότητας λόγω του
- περιορισμένου χώρου συμπίεσης ( αύξηση της σχέσης συμπίεσης ) επίσης
- παρουσιάζουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης και
- μικρή ειδική κατανάλωση καυσίμου
- καλύτερη συμπεριφορά στις ψυχρές εκκινήσεις και
- κυλινδροκεφαλή που είναι κατασκευαστικά, απλούστερη και πιο οικονομική

Ο άμεσος ψεκάσμος χαρακτηρίζεται : ( μειονεκτήματα )

- από σκληρό θόρυβο κατά τη λειτουργία τους
- από μεγαλύτερες θερμικές και μηχανικές καταπονήσεις
- η καύση τους **καθυστερεί** λόγω της μεγαλύτερης διαδρομής που πρέπει να διατρέξει το ψεκαζόμενο καύσιμο , έτσι
- απαιτούν αύξηση της πίεσης ψεκάσμού

**11. Ποιοι είναι οι βασικοί λόγοι χρήσης των μηχανών με θαλάμους έμμεσης έγχυσης καυσίμου ; δηλ. πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της έμμεσης έγχυσης 251-252**

Οι βασικοί λόγοι χρήσης των μηχανών με θαλάμους έμμεσης έγχυσης καυσίμου **είναι** :  
( πλεονεκτήματα )

- \* ότι αναπτύσσουν υψηλό αριθμό στροφών γι' αυτό χρησιμοποιούνται κυρίως σε επιβατικά
- \* αποφεύγονται τα ογκώδη και ακριβά συστήματα του άμεσου ψεκάσμού
- \* λειτουργούν σε χαμηλότερες πιέσεις ψεκάσμού
- \* παρουσιάζουν μικρότερο θόρυβο λειτουργίας
- \* έχουν μικρότερες θερμικές και μηχανικές καταπονήσεις ( μικρότερα φορτία )
- \* η διάταξη με στροβιλοθάλαμο παρουσιάζει χαμηλότερα επίπεδα καπνού στα καυσαέρια

( μειονεκτήματα )

- \* παρουσιάζουν αυξημένη κατανάλωση κατά 10 – 15 % σε σχέση με τις αντίστοιχες του άμεσου ψεκάσμού
- \* απαιτούν σύστημα υποβοήθησης της εκκίνησης, δηλ. χρειάζονται προθερμαντήρες

12. α) Πώς διακρίνονται οι θάλαμοι έμμεσης έγχυσης του καυσίμου; Και β) Ποια είναι η αρχή λειτουργίας τους ;	251 251-252-253
---	--------------------

α) Οι μηχανές άμεσου ψεκασμού διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους :

- σε αυτές που διαθέτουν στροβιλοθάλαμο και
- σε αυτές που διαθέτουν προθάλαμο

Ο στροβιλοθάλαμος είναι το 50% του συνολικού όγκου της συμπίεσης

Ο προθάλαμος είναι το 25 -35% του συνολικού όγκου της συμπίεσης  
( έχει μεγαλύτερη συμπίεση )

- \* και ο στροβιλοθάλαμος και ο προθάλαμος είναι διαμορφωμένοι στην κυλινδροκεφαλή
- \* ο στροβιλοθάλαμος επικοινωνεί με τον κύριο χώρο καύσης μέσω ενός ανοίγματος που οδηγεί τα αέρια προς κέντρο του εμβόλου
- \* ο προθάλαμος επικοινωνεί με τον κύριο χώρο καύσης, μέσω πολλών μικρών ανοιγμάτων, που οδηγούν τα αέρια προς κέντρο του εμβόλου
- \* το ακροφύσιο του εκχυτήρα καυσίμου και το σύστημα υποβοήθησης εκκίνησης (δηλ. ο προθερμαντήρας) βρίσκονται στον στροβιλοθάλαμο ή στον προθάλαμο αντίστοιχα

β) Η αρχή λειτουργίας και στους δύο τύπους είναι η ίδια :

Στις μηχανές με στροβιλοθάλαμο σε κάθε κύλινδρο, το καύσιμο ψεκάζεται μέσα σ' ένα σχεδόν σφαιρικό, μικρό θάλαμο, ο οποίος είναι διαμορφωμένος στην κυλινδροκεφαλή της μηχανής. Ο όγκος αυτού του θαλάμου είναι το 50% του συνολικού όγκου της συμπίεσης και επικοινωνεί με τον κύριο χώρο καύσης μέσω ενός ανοίγματος, που οδηγεί τα αέρια προς κέντρο του εμβόλου. Στη διάρκεια της συμπίεσης δημιουργείται έντονος στροβιλισμός, με αποτέλεσμα την πολύ καλή ανάμιξη του αέρα με το καύσιμο. Επίσης δημιουργείται ( όπως στον τύπο M ) ένα λεπτό στρώμα επάνω στην επιφάνεια του στροβιλοθαλάμου, το οποίο εξατμίζεται σταδιακά και καίγεται. Αυτό προκαλεί την αύξηση της πίεσης στον στροβιλοθάλαμο, που έχει σαν αποτέλεσμα ένα πλούσιο μίγμα καυσίμου και αέρα να εκτοξεύεται προς τον κύριο θάλαμο καύσης, όπου και καίγεται. Σε αυτές τις μηχανές είναι απαραίτητο το σύστημα υποβοήθησης της εκκίνησης. Η διάταξη αυτή είναι κατάλληλη για πολύστροφες μηχανές και παρουσιάζουν χαμηλά επίπεδα καπνού στα καυσαερίά τους.

Στις **μηχανές με προθάλαμο καύσης**, σε κάθε κύλινδρο, το καύσιμο ψεκάζεται μέσα σ' ένα μικρότερο θάλαμο, ο οποίος είναι διαμορφωμένος στην κυλινδροκεφαλή της μηχανής, περίπου στο κέντρο του κύριου θαλάμου καύσης. Ο όγκος αυτού του θαλάμου είναι το 25-35% του συνολικού όγκου της συμπίεσης. Και επικοινωνεί με τον κύριο χώρο καύσης μέσω πολλών μικρών ανοιγμάτων, που οδηγούν τα αέρια προς κέντρο του εμβόλου. Η καύση ξεκινά από τον προθάλαμο και διαδίδεται στον υπόλοιπο χώρο καύσης. Και σε αυτές τις μηχανές είναι απαραίτητο το σύστημα υποβοήθησης της εκκίνησης.

**13. Τι είναι ο όγκος εμβολισμού των μηχανών diesel και πώς υπολογίζεται ;**

254

**Όγκος εμβολισμού ενός κυλίνδρου είναι ο χώρος ( όγκος ) που σχηματίζεται μεταξύ των θέσεων του ΑΝΣ και του ΚΝΣ του εμβόλου.**

Έτσι ο συνολικός όγκος δηλ. ο **κυβισμός ή τα κυβικά της μηχανής** είναι το άθροισμα των επί μέρους όγκων εμβολισμού, όλων των κυλίνδρων της μηχανής.

Ο κυβισμός των μηχανών εκφράζεται σε λίτρα **l** ή κυβικά εκατοστά **cm<sup>3</sup>**, που μπορεί να συμβολίζονται και ως **cc**.

**14. Τι είναι ο λόγος συμπίεσης ή σχέση συμπίεσης μιας μηχανής diesel ;**

253

**Λόγος συμπίεσης ή σχέση συμπίεσης μιας μηχανής diesel είναι το πηλίκο του μέγιστου χώρου που σχηματίζεται όταν το έμβολο βρίσκεται στο ΚΝΣ (  $V = V_{\text{κυλ.}} + V_{\text{συμπ.}}$  ) προς τον ελάχιστο χώρο ή όγκο συμπίεσης (  $V_{\text{συμπ.}}$  ) που σχηματίζεται όταν το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ.**

$$\lambda = \frac{V}{V_{\text{συμπ}}} = \frac{V_{\text{κυλ.}} + V_{\text{συμπ.}}}{V_{\text{συμπ.}}} = 1 + \frac{V_{\text{κυλ.}}}{V_{\text{συμπ.}}}$$

Θεωρητικά πάντως, όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος της συμπίεσης, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η μέση πίεση λειτουργίας της μηχανής και συνεπώς, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ισχύς που θα παράγει.



**15. Ποια είναι η μέγιστη τιμή για τη σχέση συμπίεσης των μηχανών diesel και γιατί οι βενζινομηχανές έχουν πολύ μικρότερη ;**

253

Στις πετρελαιομηχανές η μέγιστη τιμή για τη σχέση συμπίεσης περιορίζεται, μόνο για κατασκευαστικούς λόγους και για λόγους αντοχής των υλικών.

Αυτό συμβαίνει γιατί στις diesel συμπιέζεται καθαρός αέρας και όχι μίγμα καυσίμου – αέρα όπως συμβαίνει στις βενζινομηχανές και το οποίο σε μεγάλες συμπίεσεις αυταναφλέγεται αναξέλεγκτα.

Θεωρητικά πάντως, όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος της συμπίεσης, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η μέση πίεση λειτουργίας της μηχανής και συνεπώς, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ισχύς που θα παράγει.

**16. Πόση είναι η σχέση συμπίεσης των 4-χροτων diesel ;**

247- 253

Η καύση στις μηχανές diesel γίνεται με αυτανάφλεξη του καυσίμου . Γι' αυτό η πίεση του αέρα μέσα στον χώρο καύσης κατά το τέλος της συμπίεσης , φθάνει τα 50 bar , με ταυτόχρονη αύξηση της θερμοκρασίας του μέχρι τους 900° C .

Για να φθάσει όμως ο αέρας στην πολύ μεγάλη αυτή πίεση , η σχέση συμπίεσης πρέπει να είναι επίσης πολύ μεγάλη . ( γι' αυτό έχουν πολύ μικρότερο χώρο καύσης )

Στις **μηχανές diesel** η σχέση συμπίεσης ξεκινά από **16 : 1** και φθάνει μέχρι **22 : 1** , τιμές που είναι πολύ μεγαλύτερες από εκείνες των **βενζινομηχανών**, όπου η αντίστοιχη σχέση συμπίεσης φθάνει συνήθως την τιμή **9 : 1**