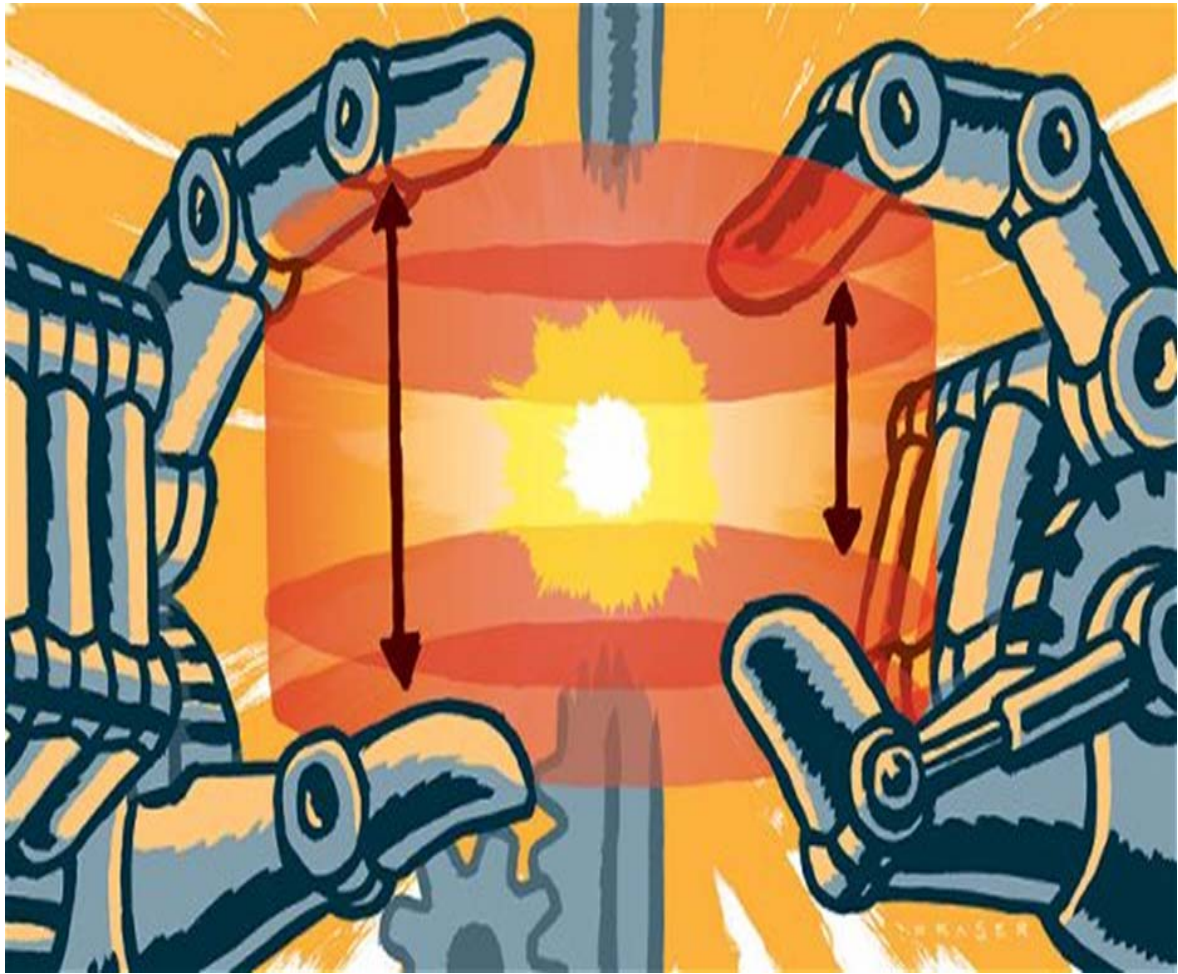


19/1/2012



ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ
ΚΑΥΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΘΕΟΔΟΣΟΠΟΥΛΟΣ
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: (Dr.-Ing) ΚΩΝ/ΝΟΣ ΔΑΥΙΔ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	σελίδες
ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ MCE-5 VCR-i	5-56
Τρόπος λειτουργίας MCE-5 VCR-i	7
Σκοποί κινητήρα	8
Παρουσίαση κινητήρα	12
Κυλινδροκεφαλή	13
Εμβολο	15
Δευτερεύων πιστόνι ρύθμιση σχέσης συμπίεσης	19
Κορμός κινητήρα	23
Σχάρες (RACKS)	27
Ενδιάμεσος οδοντωτός τροχός (κνώδακας)	33
Γραναζωτό έλκυστρο συγχρονισμού	42
Διωστήρας	45
Στροφαλοφόρος	50
Υδραυλικοί προωθητές	53
Κινητήρας μεταβλητής συμπίεσης Yamaha	57
Κινητήρας μεταβλητής συμπίεσης SAAB S.V.C	63
Κινητήρας μεταβλητής συμπίεσης NISSAN	72
Κινητήρας μεταβλητής συμπίεσης LOTUS	75
Κινητήρας μεταβλητής συμπίεσης MERCEDES BENZ	80
Δεδομένα αξιοποίησης στο μέλλον –συμπέρασμα	83
Παράρτημα επεξήγησης όρων	85

ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

Με τον όρο μεταβλητή συμπίεση εννοούμε το σύνολο των τεχνολογιών οι οποίες μεταβάλλουν στις μηχανές εσωτερικής καύσης τη συμπίεση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Αυτό γίνεται για να αυξήσουμε την απόδοση του εκάστοτε καυσίμου υπό την επίδραση διαφόρων φορτίων. Ήδη από τις αρχές του 20ου αιώνα ήταν γνωστό ότι αυξάνοντας τη σχέση συμπίεσης στις Μ.Ε.Κ παρουσιάζεται αύξηση της ισχύος με παράλληλη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου.

Οι μηχανές που χρησιμοποιούν τη σχετική τεχνολογία μεταβάλλουν τον όγκο του κυλίνδρου ανάμεσα στη κεφαλή του εμβόλου και στο άνω νεκρό σημείο (Α.Ν.Σ). Για αυτοκινητιστικές εφαρμογές (κι όχι μόνο) αυτό απαιτεί τη ταυτόχρονη μεταβολή της συμπίεσης συναρτήσει του φορτίου του κινητήρα και των οδηγικών απαιτήσεων του οχήματος. (π.χ. στροφές ανά λεπτό, μάζα εισερχόμενου αέρα στη πολλαπλή εισαγωγής, βαρομετρική πίεση)

ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΧΕΣΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

Η σχέση συμπίεσης σε μια μηχανή εσωτερικής καύσης (αλλά και εξωτερικής), είναι το μέγεθος το οποίο μας παρουσιάζει την αναλογία του όγκου του θαλάμου καύσης, από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη χωρητικότητα. Η υψηλή σχέση συμπίεσης είναι επιθυμητή αφού έτσι απελευθερώνεται περισσότερη μηχανική ενέργεια για δεδομένη μάζα μείγματος αέρα-καυσίμου, λόγω υψηλότερης θερμικής απόδοσης.

Ο μαθηματικός τύπος που είναι χρήσιμος για τον υπολογισμό της σχέσης συμπίεσης είναι ο ακόλουθος:

$$CR = \frac{\frac{\pi}{4} * D^2 * S + VC}{VC}$$

Όπου D: η διάμετρος του κυλίνδρου όπου για πρακτικούς λόγους τη θεωρούμε ίση με αυτή του εμβόλου.

S: Η διαδρομή του εμβόλου μέσα στο κύλινδρο.

VC: Ο όγκος που περιέχεται ανάμεσα στο A.N.Σ και τη κυλινδροκεφαλή η αλλιώς χώρος καύσης η νεκρός χώρος, συμπεριλαμβανομένου και του πάχους της φλάντζας που παρεμβάλλεται ανάμεσα στο κορμό του μπλοκ και στη κυλινδροκεφαλή.

Οι υψηλές σχέσεις συμπίεσης δεσμεύουν το διαθέσιμο οξυγόνο και τα μόρια του καυσίμου σε ένα περιορισμένο χώρο και σε συνδυασμό με την αδιαβατική συμπίεση προκαλούν καλύτερη ανάμειξη και εξάτμιση των σταγονιδίων του καυσίμου. Έτσι έχουμε απελευθέρωση μεγαλύτερης ισχύος τη στιγμή της ανάφλεξης και μεγαλύτερο παραγόμενο ωφέλιμο έργο.

Ωστόσο οι υψηλές σχέσεις συμπίεσης κάνουν τις εμβολοφόρες Μ.Ε.Κ ευαίσθητες σε δύο θέματα που αφορούν τη λειτουργία τους.

Το πρώτο θέμα έχει να κάνει με την αντοχή των μηχανικών μερών (έμβολα, μπιέλες, βίδες κεφαλής κ.ο.κ.) στις αυξανόμενες μηχανικές καταπονήσεις που προκύπτουν από την αύξηση της σχέσης συμπίεσης.

Το δεύτερο έχει να κάνει με τη κρουστική καύση*¹ κατά τη φάση της συμπίεσης, το καύσιμο μίγμα θερμαίνεται και ως εκ τούτου ανεβαίνει η θερμοκρασία του. Όταν η αύξηση της θερμοκρασίας υπερβεί το όριο αυτανάφλεξης του καυσίμου, τότε το μίγμα αναφλέγεται πριν το μπουζί δώσει σπινθήρα, δημιουργώντας έτσι το ανεπιθύμητο και καταστροφικό για τα μηχανικά μέρη του κινητήρα φαινόμενο της προανάφλεξης (detonation ή knocking). Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας εξαρτάται από δυο βασικούς παράγοντες. Ο πρώτος είναι η ποσότητα μίγματος μέσα στο θάλαμο καύσης (η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από το φορτίο του κινητήρα και το άνοιγμα της πεταλούδας του γκαζιού) και ο δεύτερος είναι ο βαθμός συμπίεσης του μίγματος, ο οποίος και ουσιαστικά καθορίζεται από τη σχέση συμπίεσης.

Λόγω των όσων περιγράφησαν παραπάνω οι κατασκευαστές έχουν κάνει έναν ανεπιθύμητο συμβιβασμό. Προκειμένου ν' αποφύγουν την προανάφλεξη στις ψηλές r.p.m. και τα μεγάλα φορτία, καθορίζουν τη σχέση συμπίεσης του κινητήρα με βάση την ασφαλή λειτουργία του σε εκείνες τις συνθήκες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στις χαμηλότερες r.p.m.,

ο κινητήρας να λειτουργεί με πολύ μικρότερη σχέση συμπίεσης από εκείνη που δυνητικά θα μπορούσε να έχει στις δεδομένες συνθήκες λειτουργίας. Αυτός ο συμβιβασμός επηρεάζει αρνητικά τόσο την απόδοση όσο και την κατανάλωση του εκάστοτε κινητήρα.

Εξαιτίας της κρουστικής καύσης οι βενζινοκινητήρες δεν έχουν σχέση συμπίεσης μεγαλύτερη από 10:1 (εξαιρέση αποτελούν οι σύγχρονοι βενζινοκινητήρες άμεσου ψεκασμού). Παρόλα αυτά ορισμένοι κινητήρες υψηλών επιδόσεων που παρήχθησαν από το 1955-1972 είχαν σχέση συμπίεσης το πολύ υψηλό 13:1, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν μολυβδούχο βενζίνη με υψηλό αριθμό ωκτανίων.*²

Στους σύγχρονους κινητήρες με τη χρήση με τη χρήση του μεταβλητού χρονισμού*³ και των αισθητήρων κρουστικής καύσης, είναι δυνατή η επίτευξη σχέσεων συμπίεσης κοντά στο 11:1 με χρήση καυσίμου από 87 οκτάνια και άνω. στο σημείο αυτό παραθέτονται κάποιες τυπικές σχέσεις συμπίεσης για συγκεκριμένους κινητήρες, ανάλογα με το τύπο καυσίμου που καταναλώνουν:

- Υπερτροφοδοτούμενοι κινητήρες (με στροβιλοσυμπιεστή η μηχανικό υπερσυμπιεστή) 9,32:1 και χαμηλότερα.
- Κινητήρες μοτοσυκλετών από 12:1 κι όχι σπάνια το 14:1
- Κινητήρες που χρησιμοποιούν σαν καύσιμο Αιθανόλη η Μεθανόλη 15:1
- Κινητήρες με καύσιμο το υγραέριο (LPG) υψηλότερο από 15:1
- Κινητήρες Diesel από 14:1 έως 16:1 για αυτούς που χρησιμοποιούν απευθείας άμεσο ψεκασμό πετρελαίου. Και από 18:1 έως 23:1 για μηχανές με έμμεσο ψεκασμό.

Έτσι σκεπτόμενοι τα παραπάνω δημιουργείται η ανάγκη έστω και ιδεατά να κατασκευαστεί ένας κινητήρας ο οποίος θα μπορεί να μεταβάλει κατά το δοκούν τη σχέση συμπίεσης ,έτσι ώστε να γίνει ακόμη πιο αποδοτικός. Σύμφωνα με αυτή τη λογική στα μικρά φορτία και στις χαμηλές στροφές λειτουργίας ο κινητήρας μας θα λειτουργεί με

τη μέγιστη σχέση συμπίεσης. Με αυτό τον τρόπο, έχουμε βέλτιστη εκμετάλλευση της ενέργειας που περιέχεται στο καύσιμο μίγμα, κάτι το οποίο συνεπάγεται καλή απόδοση και οικονομία καυσίμου. Όσο οι στροφές λειτουργίας αυξάνονται, η σχέση συμπίεσης μειώνεται ώστε αντίστοιχα να μειώνεται και ο κίνδυνος προανάφλεξης. Τέλος, στο μέγιστο φορτίο του κινητήρα, η σχέση συμπίεσης είναι ελάχιστη. Αυτό, με τη σειρά του επιτρέπει μικρές γωνίες προπορείας ανάφλεξης (advance)*⁴ και επίσης πολύ μεγάλες πιέσεις υπερπλήρωσης που μας προσφέρουν απλόχερα τη ροπή και την ισχύ που χρειαζόμαστε, χωρίς τον κίνδυνο προανάφλεξης.

Παρόλα αυτά οι κατασκευαστές λειτουργούν εδώ και 20 χρόνια στα ερευνητικά τους κέντρα τη παραπάνω ιδέα. Οι κινητήρες μεταβλητής συμπίεσης εξελίσσονται και σε συνδυασμό με τις αυξανόμενες τιμές πετρελαίου και τις νόρμες ρύπων όλο και πιο αυστηρές η συγκεκριμένη τεχνολογία φαντάζει ιδανική για να δώσει απάντηση στις παραπάνω προκλήσεις και να δώσει μια εκ νέου ώθηση στο τομέα των Μ.Ε.Κ.



ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ MCE-5 VCRI

Ο MCE-5 είναι ένας επαναστατικός κινητήρας με μεταβαλλόμενη σχέση συμπίεσης (Variable Compression Rate ή VCRI) που εξελίσσεται από την γαλλική εταιρία MCE-5 από το 1997 και πλέον έχει φτάσει στο τελικό στάδιο πριν την παραγωγή του.

Η συγκεκριμένη ιδιωτική Γαλλική εταιρία δηλώνει ότι έχει επενδύσει διαμέσου 60 επενδυτών το ποσό των 44 εκατομμυρίων ευρώ για την ανάπτυξη και δημιουργία του εν λόγω κινητήρα. Όπως ισχυρίζεται σε ανακοίνωση που εξέδωσε η ίδια η MCE-5, η σχέση

συμπίεσης μπορεί να μεταβληθεί από 6:1 μέχρι και 15:1 μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμου έως και 30%, όπως συμβαίνει και στις περιπτώσεις των κινητήρων VCR που είχε παρουσιάσει η Saab το 2000. Η MCE-5 κάνει λόγο για έναν πρωτότυπο κινητήρα χωρητικότητας 1,5 λίτρου που αποδίδει μέχρι και 268 ίππους και πως σύντομα θα βρεθεί σε επαφές με κατασκευαστές αυτοκινήτων με τον πρώτο λόγο να έχει η Peugeot. Ο άνθρωπος που επινόησε τον κινητήρα MCE-5 VCRI είναι ο Vianney Rabhi. Ο ίδιος ισχυρίζεται ότι ο κινητήρας του υπερέρχει των

άλλων λόγω του συστήματος που έχει αναπτύξει με τα γρανάζια.



Vianney Rabhi

Ο MCE-5 είναι ένας επαναστατικός κινητήρας με μεταβαλλόμενη σχέση συμπίεσης (Variable Compression Rate ή VCRI) που εξελίσσεται από την γαλλική εταιρία MCE-5 από το 1997 και πλέον έχει φτάσει στο τελικό στάδιο πριν την παραγωγή του. Για να μεταβληθεί η σχέση συμπίεσης του MCE-5 από την κατώτερη τιμή μέχρι την ανώτερη απαιτούνται μόλις 300 ms! Η μεταβολή της σχέσης συμπίεσης μπορεί να επιτευχθεί ανεξάρτητα σε κάθε κύλινδρο με ιδιαίτερη μεγάλη ακρίβεια (περίπου 0,02 mm).

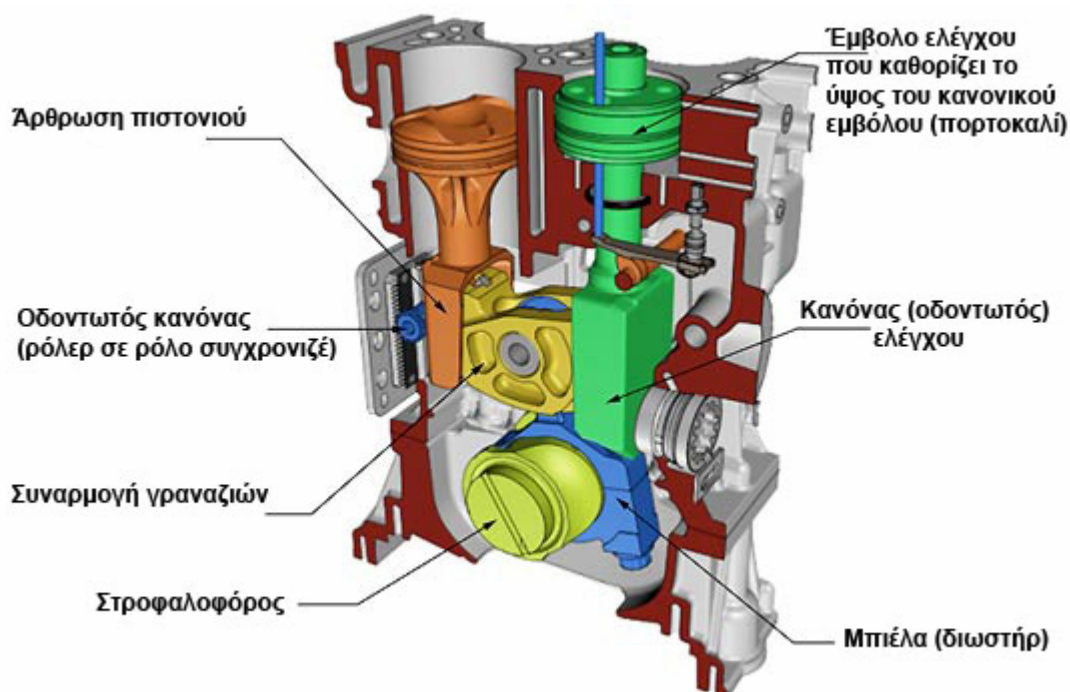
Η μέγιστη ροπή εμφανίζεται περίπου στις 2.000 σ.α.λ. ή και χαμηλότερα. Η μέγιστη ισχύς αποδίδεται περίπου στις 5.500 σ.α.λ. ή και ψηλότερα. Είναι δυνατή η μείωση της κατανάλωσης έως και 35%, ο κινητήρας χρησιμοποιεί άμεσο ψεκασμό, σύστημα υπερτροφοδότησης και μεταβλητό χρονισμό. Μπορεί να λειτουργήσει με κάθε τύπο καυσίμου, μέχρι και βιοκαύσιμα.

Το εύρος στροφών του κινητήρα περιορίζεται στις περίπου 7.000 σ.α.λ., όχι λόγω του επιπλέον φορτίου που επιμερίζονται τα γρανάζια, αλλά για να εξασφαλιστεί η αντοχή του διωστήρα και του καβαλέτου

που τον συνδέει με τον στροφαλοφόρο. Σημειώστε πως οι τάσσεις αδράνειας που αναπτύσσονται είναι παραπλήσιες σε μέγεθος με ενός Diesel κινητήρα (πολύ πιο ενισχυμένοι από τους βενζινοκινητήρες λόγω της σχεδόν διπλάσιας σχέσης συμπίεσης των diesel).

Στην σχεδίαση των γραναζιών δεν λήφθηκε υπ' όψη η τάση από τις δυνάμεις αδράνειας (22 kN στις 7.000 σ.α.λ.) αλλά από την πίεση των αερίων (37 kN στατικού φορτίου, δηλαδή στις 0 σ.α.λ.)

ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ



Ο MCE-5 VCRi αποτελείται από μια συναρμογή με κύρια στοιχεία το καθοδηγούμενο έμβολο με το πορτοκαλί χρώμα ενώ παράλληλα κινείται το πιστόνι-οδηγός (σ.σ. για λόγους επεξήγησης ονομάζουμε έμβολο αυτό με τον θάλαμο καύσης και πιστόνι το πράσινο αυτό που ρυθμίζει την μεταβολή της σχέσης συμπίεσης). Η παλινδρομική κίνηση του ελέγχεται από ένα οδοντωτό κανόνα ενώ απέναντι ακριβώς βρίσκεται με το πράσινο χρώμα το πιστόνι με το οδοντωτό σύστημα που μεταβάλλει το A.N.Σ. του εμβόλου και κατά συνέπεια την σχέση συμπίεσης. Για να επιτευχθεί αυτό το κάτω μέρος του πιστονιού (πράσινο χρώμα) διαθέτει από την εσωτερική του πλευρά έναν οδοντωτό κανόνα.

Ανάμεσα στο έμβολο και στο πιστόνι παρεμβάλλεται με κίτρινο μία συναρμογή με διπλό γρανάζι ενώ με μπλε απεικονίζεται ο σύνδεσμος του συστήματος με τον στροφαλοφόρο άξονα. Το πιστόνι ενεργοποιείται από δύο υδραυλικές βαλβίδες σε κάθε κύλινδρο μεταφέροντας λάδι ώστε να μεταβάλλεται η θέση του μοχλού. Έτσι, ανάλογη είναι και η μεταβολή της συναρμογής των γραναζιών. Όσο περισσότερα δόντια εδράζονται στο πράσινο έμβολο τόσο αυτό ανυψώνεται μεταβάλλοντας έτσι τη σχέση συμπίεσης του κινητήρα.

Το πλεονέκτημα των υδραυλικών βαλβίδων έναντι των ηλεκτροϋδραυλικών είναι πως δεν επηρεάζονται από τους κραδασμούς και τις ψηλές θερμοκρασίες.

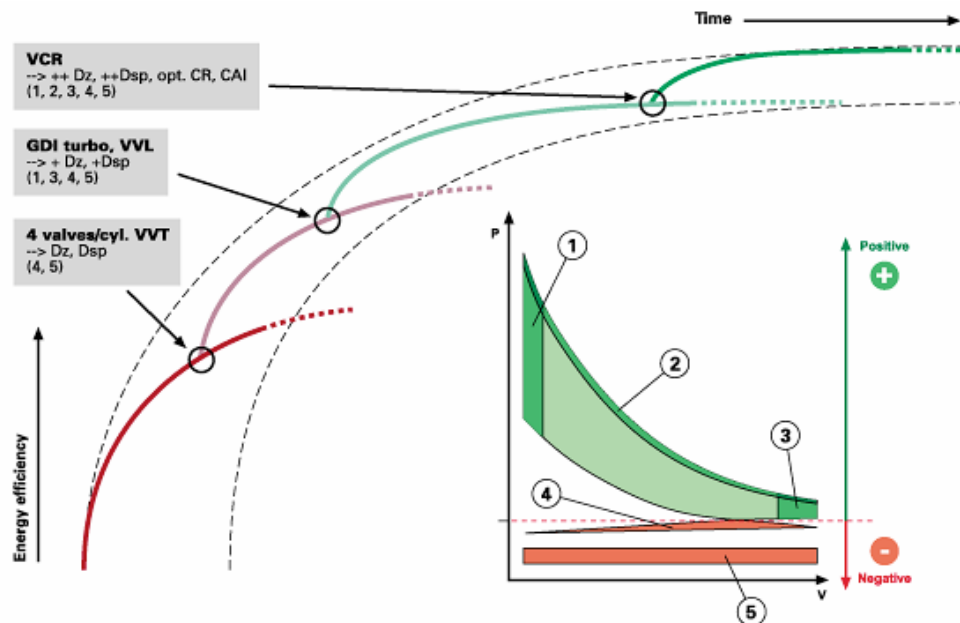
Ο οδοντωτός κανόνας που λειτουργεί σαν κανόνας για το πιστόνι μειώνει το ακτινικό φορτίο του διωστήρα αλλά και τις τάσεις που επικρατούν στα τοιχώματα των κυλίνδρων αυξάνοντας μακροζωία του κινητήρα.

ΚΥΡΙΟΙ ΣΚΟΠΟΙ ΤΟΥ MCE-5 VCRi

Οί κύριοι σκοποί τους οποίους εξυπηρετεί αυτός ο κινητήρας είναι δύο.

Ο πρώτος έχει να κάνει με σχετικά μία νέα τεχνολογία η οποία αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία ως CAI/HCCI⁶ (δηλαδή ελεγχόμενη αυτανάφλεξη της βενζίνης η του εκάστοτε καυσίμου) διαμέσου της ποικιλίας σχέσεων συμπίεσης τις οποίες διαθέτει κατά τη λειτουργία του ο εν λόγω κινητήρας.

Ο δεύτερος σκοπός είναι αυτός της εναλαξιμότητας από έναν τύπο καυσίμου σε έναν άλλο, χωρίς περεταίρω μετατροπές στον κινητήρα, και χωρίς να έχουμε πτώση στην ισχύ η στην αποδοτικότητα.



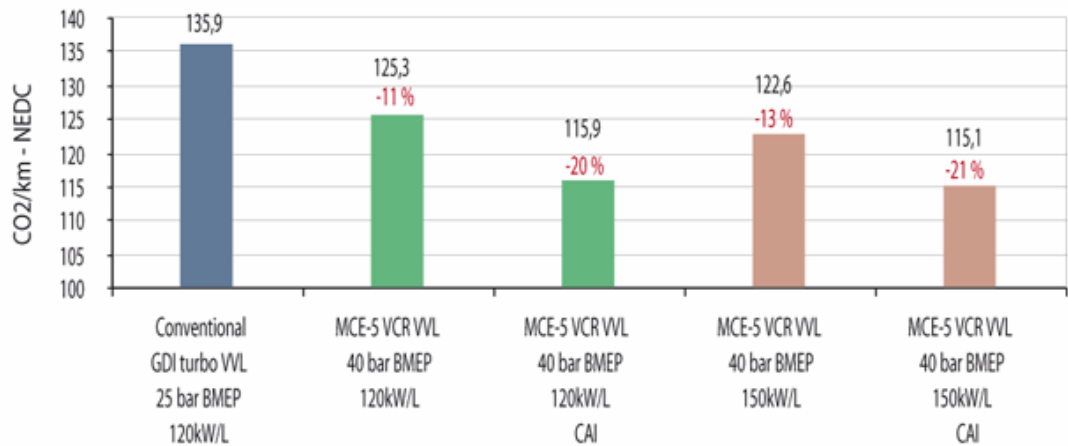
Στο παραπάνω διάγραμμα παριστάνονται σχηματικά με τις 4 χαρακτηριστικές ασύμπτωτες οι ποιο σπουδαίες τεχνολογίες οι οποίες έδωσαν νέα ώθηση στις εμβολοφόρες Μ.Ε.Κ. από ενεργειακής άποψης.

Η πρώτη καμπύλη με το **κεραμιδί χρωματισμό**, αναφέρεται στη χρήση 4 βαλβίδων ανά κύλινδρο καθώς επίσης και στον μεταβλητό χρονισμό (VVT⁵), οι οποίες μείωσαν τη χωρητικότητα των κινητήρων (το περίφημο downsizing κατά τη Volkswagen) καθώς επίσης και τη συνεπαγόμενους ρύπους αλλά και τις καταναλώσεις τους σε καύσιμο.

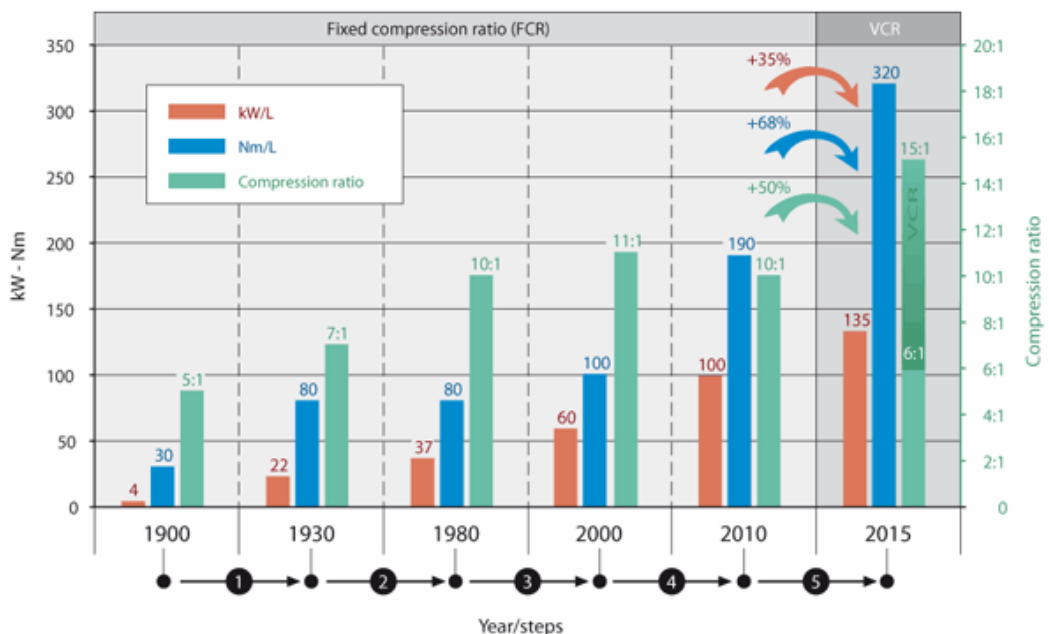
Η επόμενη καμπύλη με το **μωβ χρωματισμό** περιγράφει τη πρόοδο με που επιτεύχθη τη χρήση υπερτροφοδοτούμενων κινητήρων σε συνδυασμό με τον άμεσο ψεκασμό^{*7} (GDI TURBO) αλλά και τη χρήση μεταβλητής βύθισης των βαλβίδων (VVL)^{*8} όπου έτσι πέτυχαν οι κατασκευαστές περαιτέρω μείωση των χωρητικοτήτων αλλά και των στροφών ωφέλιμης λειτουργίας των κινητήρων (downspeeding) αλλά και των παρασιτικών απωλειών που συνεπάγονται ο αριθμός των αντλιών του κάθε κινητήρα. (pumping loss).

Τελευταία είναι η καμπύλη με τον **πράσινο χρωματισμό** που αντιστοιχεί στη πρόοδο που θα επιτευχθεί με τη χρήση του κινητήρα VCR-I και των τεχνολογιών που ενσωματώνει σύμφωνα με τη κατασκευάστρια εταιρία.

Στο παρακάτω διάγραμμα προβάλλεται η αναλογία διοξειδίου του άνθρακα/χιλιόμετρο συναρτήσει ενός συμβατικού κινητήρα υπερτροφοδοτούμενου με χρήση άμεσου ψεκασμού και μεταβλητής βύθισης των βαλβίδων και ενός κινητήρα MCE-5 VCRI με χρήση υπερτροφοδότησης αλλά και μεταβλητής βύθισης βαλβίδων.



Στο παρακάτω διάγραμμα γίνεται ορατή η πρόοδος που έχει συντελεστεί από το 1900 εως στις μέρες μας γύρο απο τις αποδιδόμενες σχετικές τιμές ισχύος/ λίτρο(KW/L), ροπής/λίτρο(Nm/L) καθώς και της σχέσης συμπίεσης. Όπως είναι ορατό οι κινητήρες μεταβλητής συμπίεσης αποτελούν ίσως τη σπουδαιότερη εξέλιξη των Μ.Ε.Κ στις μέρες μας, υποσχόμενες μεγάλη αύξηση του βαθμού απόδοσης



Στο παρακάτω πίνακα προβάλλονται οι σημαντικότερες καινοτομίες που αφορούν τις εμβολοφόρες Μ.Ε.Κ, ανάλογα με τη χρονολογία που παρουσιάστηκαν.

1)	1900-1930	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση πλήρωσης θαλάμου καύσης • Άυξηση ταχύτητας περιστροφής κινητήρων • Υψηλότερες σχέσεις συμπίεσης
2)	1930-1980	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτιστοποίηση θαλάμου καύσης • Άυξηση ταχύτητας περιστροφής • Υψηλότερες σχέσεις συμπίεσης • Καλύτερος έλεγχος της ανάφλεξης και της ανάμειξης του μίγματος αέρα/καυσίμου. • Μείωση στις τριβές και στο βάρος.
3)	1980-2000	<ul style="list-style-type: none"> • Εναλλαγή από 2 σε 4 βαλβίδες ανά κύλινδρο • Μεταβλητός Χρονισμός βαλβίδων εισαγωγής η εξαγωγής(VVT). • Ευέλικτη και

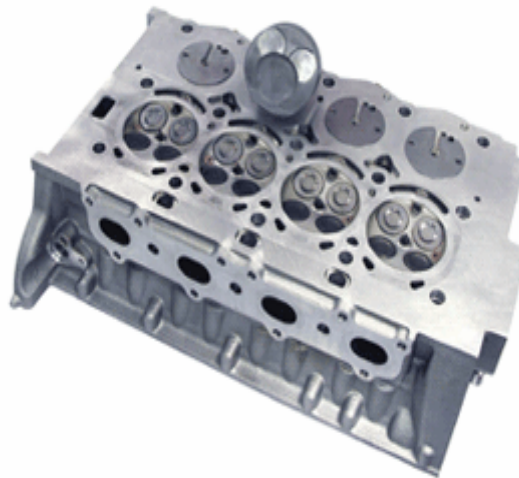
		<p>ακριβής ανάφλεξη και ψεκασμός καυσίμου.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μείωση τριβών κινούμενων μερών, εξέλιξη υλικών, βελτιστοποίηση λίπανσης. • Χρήση ηλεκτρονικής διαχείρισης στα συστήματα ανάφλεξης και τροφοδοσίας κινητήρων.
4)	2000-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήση άμεσου ψεκασμού στους βενζινοκινητήρες • Χρήση του συνδυασμού μηχανικού υπερσυμπιεστή με στροβιλοσυμπιεστή καυσαερίων. • Περαιτέρω μείωση τριβών (Αντλίες λαδιού μεταβλητής χωριτικότητας, καλύτερη θερμική διαχείριση μέσω υβριδικών συστημάτων • Υιοθέτηση μεταβλητής

		βύθισης βαλβίδων σε όλο το εύρος περιστροφής.
5)	2010-2015	<ul style="list-style-type: none"> • Διάδοση κινητήρων ενεργητικής μεταβλητής συμπίεσης

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ

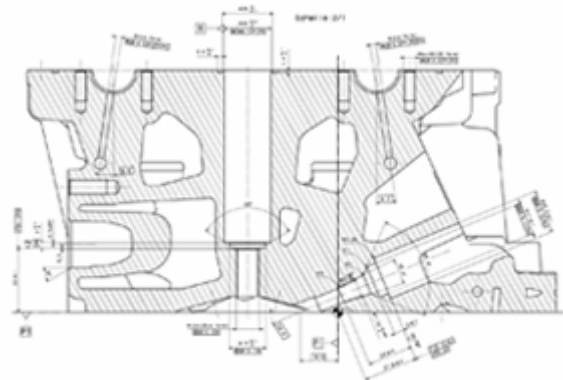
ΠΟΥ ΑΠΑΡΤΙΖΟΥΝ ΤΟΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ MCE-5 VCRi

Ξεκινώντας τη παρουσίαση αυτού του κινητήρα από το επάνω μέρος του συναντάμε πρώτα τη κυλινδροκεφαλή του.



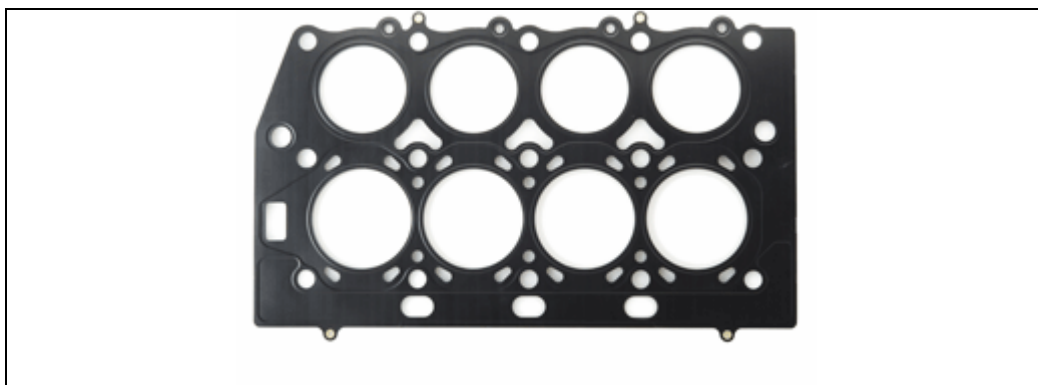
Η κυλινδροκεφαλή του MCE-5 VCR-i δεν διαφέρει σημαντικά σε σχέση με μία συμβατική κεφαλή. Αυτή καλύβει τους 4 θαλάμους καύσης, αλλά και τα 4 πιστόνια τα οποία ρυθμίζουν τη σχέση συμπίεσης του κινητήρα. Η κεφαλή αυτή έχει μελετηθεί έτσι ώστε να αντέχει σε πιέσεις διπλάσιες απ' ότι μια κοινή κεφαλή. Για τη πρόσδεση της με το υπόλοιπο μπλόκ του κινητήρα χρησιμοποιούνται 15 μποζόνια αντίθετα με 10 που έχουν οι

άλλες κεφαλές. Το σημείο όπου καλύβονται τα πιστόνια δεν περιλαμβάνει αγωγούς νερού ή λαδιού για τη ψύξη του αλλά αυτή επιτυγχάνεται από τον αέρα κατά τη φάση της εισαγωγής. Μέσω της διάταξης αυτής αποφεύγεται η επαφή των πιστονιών που ρυθμίζουν την συμπίεση με τα θερμά καυσαέρια. Σε δοκιμές που έχουν γίνει οι εκγυτήρες (κοινώς μπέκ) καυσίμου έχουν κλίση 22.5° και βρίσκονται επάνω από τα πιστόνια που ρυθμίζουν τη συμπίεση του κινητήρα. Το σημείο της κεφαλής το οποίο καλύβει τους κυλίνδρους είναι άκαμπτο δεδομένου ότι η διάμετρος των εμβόλων του κινητήρα είναι μικρότερη σε σχέση με τις συμβατικές μηχανές (63mm αντί 75mm) Η φλάντζα της κυλινδροκεφαλής είναι κατασκευασμένη από ειδικό ατσάλι MLS και λαμβάνει κάποια ειδικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να υπάρχει υψηλή πίεση λαδιού σε όλο το κύκλωμα της κυλινδροκεφαλής.



(ΤΟΜΗ ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗΣ)

Η ΦΛΑΝΤΖΑ ΤΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗΣ

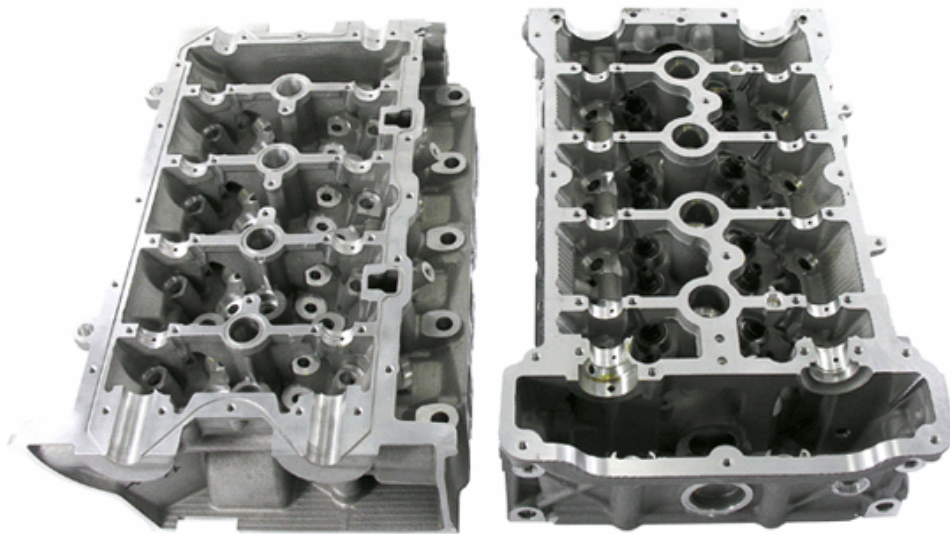


ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗΣ MCE-5 VCR-i

- ΥΨΟΣ 124mm
- ΠΛΑΤΟΣ 300mm
- ΜΗΚΟΣ 443mm
- ΒΑΡΟΣ 14,118 Kg
- ΓΩΝΙΑ ΒΑΛΒΙΔΩΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ-ΕΞΑΓΩΓΗΣ 15°
- ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ/ΑΝΥΨΩΣΗ 28.6mm/9mm
- ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ/ΑΝΥΨΩΣΗ 26.5mm/9.5mm
- ΓΩΝΙΑ ΕΚΓΧΗΤΗΡΑ 22.5°
- ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ AS7G

Η κυλινδροκεφαλή του MCE-5 VCR-i δεν διαφέρει σημαντικά σε σχέση με μία συμβατική κεφαλή. Αυτή καλύβει τους 4 θαλάμους καύσης, αλλά και τα 4 πιστόνια τα οποία ρυθμίζουν τη σχέση συμπίεσης του κινητήρα. Η κεφαλή αυτή έχει μελετηθεί έτσι ώστε να αντέχει σε πιέσεις διπλάσιες απ'ότι μια κοινή κεφαλή. Για τη πρόσδεση της με το υπόλοιπο μπλόκ του κινητήρα χρησιμοποιούνται 15 μποζόνια αντίθετα με 10 που έχουν οι άλλες κεφαλές. Το σημείο όπου καλύβονται τα πιστόνια δεν περιλαμβάνει αγωγούς νερού ή λαδιού για τη ψύξη του αλλά αυτή επιτυγχάνεται από τον αέρα κατά τη φάση της εισαγωγής. Μέσω της διάταξης αυτής αποφεύγεται η επαφή των πιστονιών που ρυθμίζουν την

συμπύεση με τα θερμά καυσαέρια.



(Αριστερά διακρίνεται η κυλινδροκεφαλή του MCE-5 VCR-i και δεξιά μια συμβατική παρόμοιας χωρητικότητας 1.6 λίτρων των BMW-PEUGEOT)

ΕΜΒΟΛΟ

Το έμβολο του MCE-5 είναι πολύ διαφορετικό σε σχέση με τις συμβατικές μηχανές. Στη χειρότερη περίπτωση αυτό υπόκειται σε ακτινικές δυνάμεις 5 φορές μικρότερες απ'ότι σε μια συμβατική μηχανή, ενώ η πραγματική μέση πίεση είναι περίπου 20% χαμηλότερη στα μικρά φορτία. Το έμβολο δεν έχει πολύ μεγάλη ποδιά αλλά έχει μια μικρότερη με ειδικό προφίλ, έτσι ώστε να συνεργάζεται με το ειδικό γριναζωτό έλκυστρο. Το έμβολο του MCE-5 δεν περιστρέφεται γύρω από ένα πείρο όπως γίνεται με τις κοινές μηχανές, αλλά είναι βιδωμένο με μία μεταλλική σχάρα. Αυτό του επιτρέπει την εύκολη γωνιακή τοποθέτηση του εμβόλου κατά τη συναρμολόγηση, χρησιμοποιώντας και εσωτερικό κοχλία ο οποίος φορτίζεται στη πλαστική περιοχή παραμόρφωσής του, όπως συμβαίνει μια βίδα σε έναν διωστήρα μιας κοινής μηχανής. Αυτή η συναρμογή είναι εξαιρετικά ισχυρή και ανθεκτική και επιτρέπει τη λειτουργία του εμβόλου χωρίς κανένα κίνδυνο απώλειας προέντασης μεταξύ του κοχλία σύσφιξης και του εμβόλου.

Αντίθετα με τις συμβατικά εμβολά το έμβολο του MCE-5 δεν παρουσιάζει κλίση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του,κι αποφεύγεται η επαφή του εμβόλου με τα τοιχώματα του κυλίνδρου.

Η κλίση κατά τη λειτουργία του εμβόλου επιρεάζει τα ελατήρια τόσο της συμπίεσης όσο και του λαδιού του εμβόλου και αυτό είναι αιτία για να έχουμε βλάβη στον κύλινδρο. Λόγω επίσης της παραπάνω αιτίας αυξάνεται ο θόρυβος της μηχανής κατά τη λειτουργία της όπως επίσης και η κατανάλωση του λιπαντικού με διαφορετικές συνέπειες στη καύση .(Αύξηση τάσης προανάφλεξης και εκπαιμπόμενοι ρύποι.) Είναι σημαντικό το έμβολο να βρίσκεται σε κατακόρυφη θέση λόγω των μεταβαλλόμενων σχέσεων συμπίεσης που παρουσιάζει αυτός ο κινητήρας.Το έμβολο έχει κυκλικό σχήμα και είναι εφοδιασμένο με ειδικά πτερύγια για την υποβοήθηση της ψύξης του.Τα χαρακτηριστικά του περιορίζουν τις ετερογενείς και τοπικές στρεβλώσεις και τις επιπτώσεις που έχουν αυτές στη ποδιά του εμβόλου και στις πτυχώσεις των ελατηρίων του.

Συνδιαζόμενα τα παραπάνω με τη κατάργηση της εκκεντρότητας του πείρου του εμβόλου τα χαρακτηριστικά αυτά θα επιτρέψουν στο μέλλον τη μείωση των τάσεων στα ελατήρια τόσο της συμπίεσης όσο και της λίπανσης.Τα πτερύγια υποστήριξης των εμβόλων έχουν τοποθετηθεί κάτω από το άνω τμήμα του και υποστηρίζοντας το καλύτερα στο σημείο όπου έχουμε τη μεγαλύτερη θερμική καταπόνηση.Αυτή η ιδιότητα είναι επιθυμητή για κινητήρες με υψηλή ειδική ισχύ,όπως οι κινητήρες μεταβλητής συμπίεσης.Το έμβολο του MCE-5 ψύχεται από ακροφύσιο το οποίο εκχύει λιπαντικό,αλλά εξαιτίας των πολύ καλών θερμικών χαρακτηριστικών του μπορεί να εξαιρεθεί αυτή η δυνατότητα με προφανή κέρδη στο μέγεθος και στη καταναλισκόμενη ενέργεια που θα απορροφά η αντλία λαδιού.

Το έμβολο είναι κατασκευασμένο από κράμα αλουμινίου-σιλικόνης που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία εμβόλων.

Διαφορετικές θερμομηχανικές μελέτες και δοκιμές έχουν κάνει δυνατή τη καλύτερη κατανόηση λειτουργικών του

χαρακτηριστικών. Αυτά τα συμπεράσματα έχουν καταχωρηθεί για να περιορίσουν στο ελάχιστο δυνατό το κόστος που θα προκύψει κατά τη διαδικασία της μαζικής του παραγωγής στο άμεσο μέλλον.

ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΜΒΟΛΟΥ

- ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ 75 mm
- ΥΨΟΣ ΠΟΔΙΑΣ 12 mm
- ΟΛΙΚΟ ΥΨΟΣ 69,53 mm
- ΔΙΑΔΡΟΜΗ 84 mm
- ΒΑΡΟΣ 280 gr

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ 1360 N

ΜΕΣΗ ΑΚΤΙΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ 425 N

ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ 53000 N

ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ 2400 g

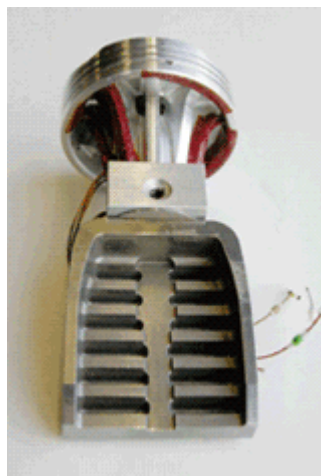
ΣΥΣΦΙΚΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ 16000 N

ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΜΠΙΣΤΕΥΤΙΚΟ

ΑΝΤΙΤΡΙΒΙΚΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΓΡΑΦΙΤΗ

ΣΥΝΔΕΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ-ΣΧΑΡΑΣ: ΜΕΣΩ ΒΙΔΑΣ ΠΟΥ ΦΟΡΤΙΖΕΤΑΙ ΣΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΕΜΒΟΛΟΥ MCE-5



ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝ ΠΙΣΤΟΝΙ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

Το δευτερεύον πιστόνι αποτελείται από 2 κύρια μέρη. Το υδραυλικό και το ηλεκτρομηχανικό. Το υδραυλικό μέρος αποτελείται από ένα βύσμα το οποίο περιβάλεται από λάδι, για τη κίνηση του χρειάζονται μόλις 12 Watt και επομένως τη ρύθμιση της επιθυμητής σχέσης συμπίεσης. Το δευτερεύον πιστόνι λειτουργεί σαν καστάνια. Το Ηλεκτρομηχανικό μέρος χρησιμοποιεί 2 σφαίρες. Κάθε μία με διπλή λειτουργία: Λειτουργούν σαν μία απλή βαλβίδα όταν ανυψώνονται από τη θέση τους, και σαν βαλβίδα ελέγχου όταν βρίσκονται στην θέση τους δίνοντας παράλληλα και ηλεκτρικό σήμα στην μονάδα ελέγχου του κινητήρα. Η λειτουργία ελέγχου, είναι αυτή που υποβοηθά την κίνηση του δευτερευόντος πιστονιού. Η επιλογή των σφαιρών υπαγορεύτηκε από την ανάγκη για αξιοπιστία, αλλά και για άριστη σφράγιση ενώ είναι εξαιρετικά ανθεκτικές στις ακαθαρσίες που βρίσκονται στο λάδι της μηχανής. Οι σφαίρες είναι κατασκευασμένες από Teflon και με μία ειδική επίστρωση υλικού Viton.

Όταν απαιτείται αύξηση της σχέσης συμπίεσης η σφαίρα στο κατώτερο θάλαμο του δευτερευόντος πιστονιού διατηρείται ανοικτή για όση διάρκεια απαιτείται για να φτάσει στην απαιτούμενη σχέση συμπίεσης. Ένας δυσδιάστατος αισθητήρας Hall υποδुकνείει τη θέση της σχάρας ελέγχου με ακρίβεια 0.02mm, έτσι μόλις προσεγγισθεί η απαιτούμενη θέση η σφαίρα επιστρέφει στην αρχική της θέση. Για την αντίθετη περίπτωση (για να κινηθεί από μια υψηλή σχέση συμπίεσης σε μια χαμηλότερη) η διαδρομή είναι ακριβός η αντίθετη. Ένας άλλος αισθητήρας Hall έχει εξελιχθεί και τοποθετηθεί στο άνω μέρος του κυλίνδρου, για να συμπαιράνει τη θέση του εμβόλου στο θάλαμο καύσης. Συναρτήσει της γωνίας του στροφαλοφόρου άξονα είναι ικανός ο ακριβής προσδιορισμός του Α.Ν.Σ. κάθε κυλίνδρου ξεχωριστά.

Το δευτερεύον πιστόνι έχει δύο όρια στη διαδρομή του. Τα δύο αυτά όρια δεν ταυτίζονται ποτέ με αυτό κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Το δευτερεύον πιστόνι έχει δύο όρια στη διαδρομή του. Κατά τη λειτουργία του ο κινητήρας ρυθμίζεται έτσι ώστε το έμβολο στον

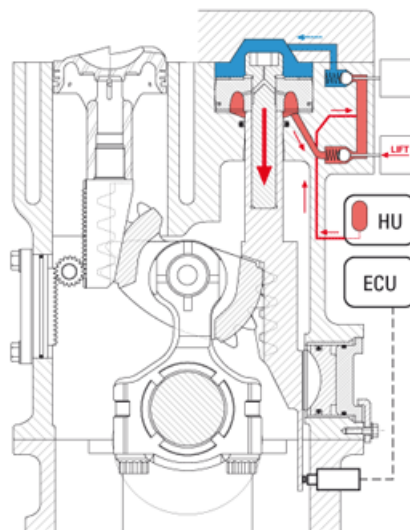
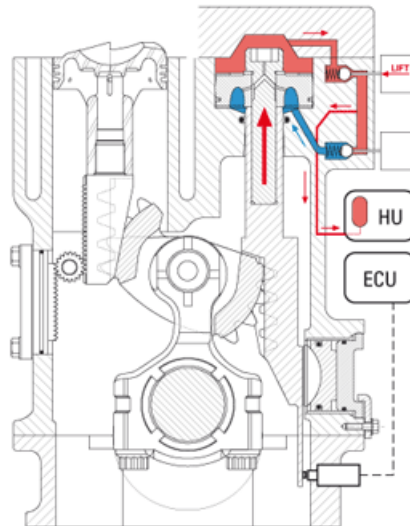
θάλαμο καύσης να μην συγκρουστεί ποτέ με την κυλινδροκεφαλή. (στο σημείο όπου έχουμε τη μέγιστη σχέση συμπίεσης)

Η μετατόπιση του δευτερευόντος εμβόλου γίνεται με πίεση λαδιού, το λάδι που χρησιμοποιείται είναι ίδιο με αυτό της λίπανσης του κινητήρα. Το λάδι αυτό περνά μια φάση προσυμπίεσης μεταξύ 40 και 60 bar. Ένας μικρός συσσωρευτής ο οποίος είναι στεγασμένος στη ελαιολεκάνη του κινητήρα κάνει δυνατή τη φάση της προσυμπίεσης. Μόλις η τιμή της πίεσης επιτευχθεί μια μικρή ηλεκτρική αντλία διοχετεύει το λάδι στο δευτερεύον πιστόνι και παύει τη λειτουργία της μειώνοντας έτσι την απαίτηση για επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια. Η μικρή ηλεκτρική αντλία χρησιμοποιείται για να αντισταθμιστούν τυχών διαρροές λαδιού στο θάλαμο ρύθμισης της συμπίεσης του δευτερευόντος πιστονιού. Η προσυμπίεση μειώνει τη συμπιεστότητα του λαδιού για μεγαλύτερη σταθερότητα του δευτερευόντος πιστονιού, εξαλείφει τους κινδύνους σπηλαίωσης στους θαλάμους ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης και εξουδετερώνει τις ασυμμετρικές δυνάμεις ενεργοποίησης του δευτερευόντος πιστονιού, βοηθώντας έτσι στην αύξηση ή τη μείωση της σχέσης συμπίεσης. Το δευτερεύον πιστόνι μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα στους 3 αξονες κάτι που είναι ζωτικής σημασίας για την ομοιόμορφη κατανομή της πίεσης επαφής μεταξύ των δοντιών της σχάρας ρύθμισης σχέσης συμπίεσης του πιστονιού και του μεσαίου οδοντοτού συνδέσμου. Είναι σπουδαίο να αναφερθεί ότι κατά τη λειτουργία του δευτερευόντος πιστονιού δεν παρουσιάζεται καμία κλίση ή οποιοσδήποτε θόρυβος. Ο έλεγχος της λειτουργίας της όλης συναρμογής των θαλάμων ρύθμισης των σχέσεων συμπίεσης των κάθε κυλίνδρων, επιτυγχάνεται ηλεκτρονικά μέσω της ηλεκτρονοκής μονάδας ελέγχου του κινητήρα.

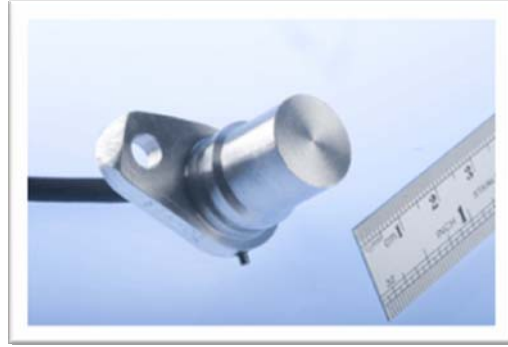
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ(mm)	63 mm
ΥΨΟΣ ΠΙΣΤΟΝΙΟΥ(mm)	24,9 mm
ΔΙΑΔΡΟΜΗ(mm)	10,8 mm
ΒΑΡΟΣ(gr)	331 gr
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΞΟΝΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ (N)	53000

ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟ ΔΕΔΟΜΕΝΟ	
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	32CDV13

**ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝ ΠΙΣΤΟΝΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΑΝΟΔΟΥ ΚΑΙ ΚΑΘΟΔΟΥ
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**



ΔΥΣΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ HALL



ΚΟΡΜΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Το μπλοκ του MCE-5 VCR-i διαθέτει δύο σειρές από κυλίνδρους, στη μια σειρά εμπεριέχονται οι θάλαμοι καύσης ενώ στην άλλη τα πιστόνια ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης. Το μπλοκ του κινητήρα θυμίζει έναν V8 κινητήρα του οποίου οι 8 θάλαμοι καύσης καλύπτονται από την ίδια κυλινδροκεφαλή (στη περίπτωση μικρής περιεχόμενης γωνίας ν) και συσφίγγεται αυτή με το μπλοκ του κινητήρα με 15 κοχλίες σύσφιξης. Μόνο οι θάλαμοι καύσης ψύχονται. Στα μέχρι στιγμής πρωτότυπα του κινητήρα, τα χιτώνια του κινητήρα είναι από χυτοσίδηρο και επιδέχονται τη κατεργασία λείανσης (honing) διπλής έλικας για κατακράτηση λαδιού στα τοιχώματα τους, έτσι όπως συμβαίνει και στις υπόλοιπες μ.ε.κ.

Το υλικό του μπλοκ όπου στεγάζονται τα πιστόνια ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης έχει την επιθυμητή τραχύτητα που εγγυάται την ορθή του λειτουργία.

Στον κινητήρα αυτό η ροή λαδιού είναι από την ελαιολεκάνη προς τη κυλινδροκεφαλή μέσω ειδικών αγωγών παροχής λαδιού.

Ο κορμός του MCE-5 VCRi έχει επιδεχθεί πρόσθετη πλευρική κατεργασία για να φιλοξενήσει ένα γραναζωτό κανόνα με τον οποίο συνεργάζεται το γραναζωτό έλκυστρο έδρασης του εμβόλου του

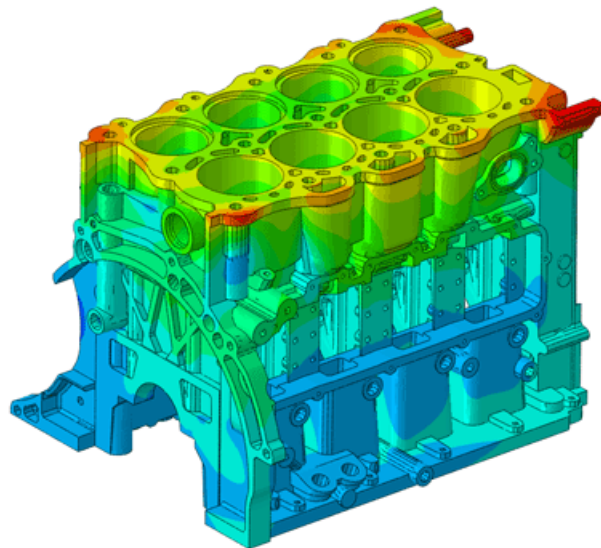
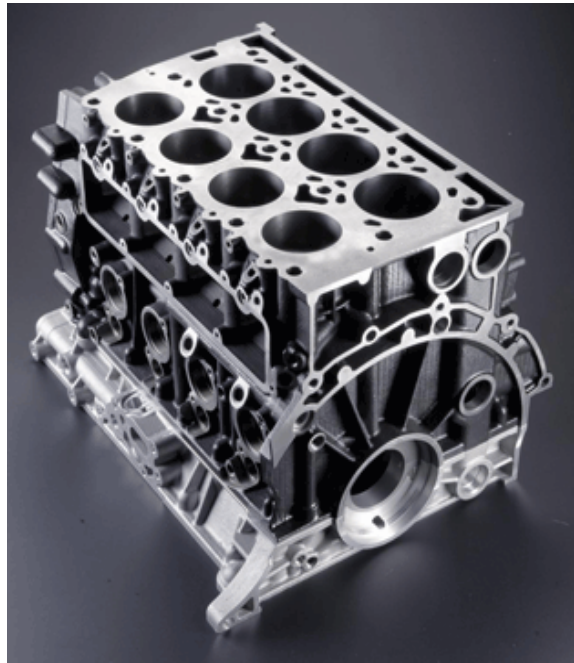
θαλάμου καύσης, καθώς και τα πλαϊνά υδραυλικά ωστήρια (όχι των βαλβίδων) για τα οποία αναφορά γίνεται παρακάτω.

Υψηλής πίεσης αγωγοί (40 με 60 bar) είναι τοποθετημένοι στο μπλοκ του κινητήρα για τη κυκλοφορία του λαδιού μεταξύ του κατώτερου και ανώτερου(η και του αντίστροφου) των θαλάμων κίνησης των δευτερευόντων πιστονιών καθώς επίσης και μεταξύ του συσσωρευτή ελαίου της ελαιολεκάνης όπως και για τη κυκλοφορία του λαδιού για τη προκαθορισμένη λειτουργία του κινητήρα.

Τα πρωτότυπα αυτού του κορμού του κινητήρα είχαν κατασκευαστεί από χυτοσίδηρο. Με αυτό το υλικό ο κορμός είχε επιδεχθεί πολλές μετατροπές αλλά παρόλα αυτά στο τομέα του βάρους δεν βελτιστοποιήθηκε. Έτσι με βάρος 61 κιλά, από το 2009 σχεδιάστηκε και εξελίχθηκε ο κορμός έτσι ώστε να είναι κατασκευασμένος από κράματα αλουμινίου. Με αυτό τον τρόπο περιορίστηκε η μάζα του στα 31,3 κιλά, κάνοντας έτσι ένα κινητήρα λαμβάνοντας υπ όψιν τον κυβισμό του αλλά και τα στοιχεία ισχύος και ροπής του (250 hp, 48kgm αντίστοιχα) πάρα πολύ ελαφρύ για αυτά τα χαρακτηριστικά.

Το μήκος και το πλάτος του κορμού 1.5 λίτρου αυτού του κινητήρα είναι συγκρινόμενα με αυτά μίας συμβατικής μηχανής, με την ίδια χωρητικότητα. Το ύψος του κορμού είναι μόνο ασυνήθιστο καθώς αυτό αντιστοιχεί σε με αυτό μιας 2λιτρης μηχανής diesel. Αυτό το μειονέκτημα θα πρέπει να ληφθεί υπ όψιν από τη πλευρά γεγονότος ότι ο κινητήρας αυτός προσφέρει υψηλές τιμές ροπής, ισχύος και αποδοτικότητας.

Το μπλοκ του κινητήρα θυμίζει κινητήρα V με μικρή περιεχόμενη γωνία, οι κύλινδροι του οποίου καλύπτονται από την ίδια κυλινδροκεφαλή.



Ο κορμός του κινητήρα που είναι κατασκευασμένος από κράματα αλουμινίου, είναι ήδη έτοιμος (2011) και με όλα τα παρελκόμενα του ζυγίζει 52kg λιγότερα σε σχέση με την εκδοχή από χυτοσίδηρο.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΚΟΡΜΟΣ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΥ	ΚΟΡΜΟΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ
ΥΨΟΣ ΚΟΡΜΟΥ(mm)	253.65	253.65
ΜΗΚΟΣ ΚΟΡΜΟΥ(mm)	432.1	428.6
ΠΛΑΤΟΣ ΚΟΡΜΟΥ(mm)	382	393
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ(mm)	86	86
ΣΧΕΤΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΜΒΟΛΩΝ ΚΑΥΣΗΣ/ΠΙΣΤΟΝΙΩΝ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ	100	100
ΒΑΡΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΑΝΕΥ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΩΝ(kg)	69.13	24.60
ΒΑΡΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΜΕ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΑ(kg)	83.08	31.27
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	Χυτοσίδηρος GLB1	Αλουμίνιο As7G

ΣΧΑΡΕΣ-RACKS

Μαζί με την ενδιάμεση συναρμογή του οδοντωτού τροχού, αποτελούν τα πιο περίπλοκα μέρη του κινητήρα. Αυτά τα μέρη παρουσίασαν κατά την εξέλιξη του αρκετά προβλήματα τα οποία σήμερα έχουν επιλυθεί. Η πιο σύνθετη σχάρα από τις δύο (σχάρα δευτερεύοντος πιστονιού ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης, σχάρα εμβόλου κυρίως θαλάμων καύσης) είναι αυτή των κυρίως θαλάμων καύσης. Αυτό το εξάρτημα είναι ελαφρύ, ακριβές (σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ISO 1328 five quality class) και αποτελεί συγκερασμό πολλών κατασκευαστικών λεπτομερειών. Η μορφολογία του είναι εντελώς διαφορετική σε σχέση με τον άλλο τύπο σχάρας. Ο πρώτος τύπος είναι κινητός, ενώ ο δεύτερος είναι ακίνητος (εξαιρέση αποτελεί η περίπτωση της κίνησης του για τη ρύθμιση της σχέσης συμπίεσης. Ο μεγαλύτερος όγκος μελέτης επικεντρώθηκε στη σχάρα του εμβόλου του θαλάμου καύσης, αλλά παρόλα αυτά επωφελήθηκε και η σχάρα όπου εδράζεται το πιστόνι ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης. Το βάρος του δεύτερου έπεσε από τα 1400 στα 900 γραμμάρια, έχοντας την ίδια αντοχή σε καμπτικές τάσεις δεδομένου φορτίου κινητήρα, αλλά και σε περιπτώσεις μέγιστων τάσεων. Μια άλλη δυσκολία που συναντάται στον κινητήρα αυτό, είναι ότι οι σχάρες αυτές και των δύο τύπων δεν αφήνουν κάποιον ελάχιστο χώρο για την επιθεώρηση ή την επισκευή του με συμβατικά εργαλεία. Δεδομένου ότι η σχάρα του εμβόλου του θαλάμου καύσης επιδέχεται φορτίο επαπτομενικής τάσεως (για δεδομένο εμβάδόν συναρμογής σχάρας και κεντρικού οδοντωτού τροχού) από τη πίεση που ασκείται στο έμβολο λόγω της εκτόνωσης των καυσαερίων που αντιστοιχεί σε 130 bar , είναι κατασκευασμένη από χάλυβα με άριστες μηχανικές ιδιότητες ο οποίος είναι ενανθρακωμένος και βαμμένος. Το κόστος κατασκευής αυτών των τμημάτων παραμένει σε λογικά πλαίσια.

Η εταιρία χρειάστηκε περίπου 5 έτη για να λύσει το πρόβλημα της κατασκευής και των δύο τύπων σχάρας με πλήρη επιτυχία. Τελικά οι σχάρες κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας στην ονομαστική διάσταση (κοπή, σφυρηλάτηση, διαστασιολόγηση) η οποία αυξάνει την αντοχή σε

κόπωση, μέσω της εργοσκήρυσης του υλικού. Έπειτα από διάφορες κατεργασίες συμβατικής μορφής, ακολουθεί η σφυρηλάτηση η ενανθράκωση και η βαφή των τεμαχίων. Το φινίρισμα των δοντιών και των εσωτερικών επιφανειών της συναρμογής των γραναζιών γίνεται με ειδική και ακριβή ηλεκτροχημική κατεργασία. Αυτό το στάδιο της παραγωγής εξασφαλίζει την ιδανική γεωμετρία και πεδίο ανοχών της τάξης των $\pm 2\mu\text{m}$, σε χρονικό διάστημα κοντά στο 1 λεπτό της ώρας. Η ηλεκτροχημική κατεργασία είναι υπεύθυνη για το ότι δεν υπάρχουν τυχόν φθορές λόγω φθοράς εργαλείου (ηλεκτρόδιο από ανοξείδωτο χάλυβα) όπως επίσης και την άριστη επαναληψιμότητα. Στο τέλος της διαδικασίας παραγωγής της σχάρας του κυλίνδρου καύσης, αλλά και του δευτερευόντως πιστονιού ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης υποβάλλονται σε κατεργασία σφυρηλάτησης και αμμοβολής. Αυτές οι δύο κατεργασίες βελτιώνουν περισσότερο την αντοχή σε κόπωση των σχαρών, αλλά και των δοντιών του κεντρικού οδοντωτού τροχού. Αυτές οι δυο διαδικασίες είναι στρατηγικές, καθώς καθιστούν δυνατή τη παραγωγή των δυο ειδών σχαρών σύμφωνα με τα χρονοδιαγράμματα παραγωγής, του κόστους και λειτουργικών παραγόντων ασφάλειας που πληρούν της πιο αυστηρές προσδοκίες για αυτοκίνητα μαζικής παραγωγής.

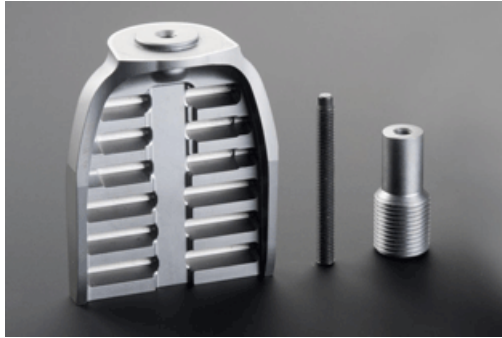
Διαστάσεις σχάρας εμβόλου θαλάμου καύσης.	
Αριθμός συνεργαζόμενων δοντιών	6
Module	3.33
Βήμα(mm)	10.47
Ολικό πλάτος (mm)	63
Ύψος (mm)	81
Βάρος (gr)	401
Συνθήκες λειτουργίας	
Μέγιστη τάση ανά συνεργαζόμενο δόντι (Mpa)	840
Μέγιστη διαμήκης τάση (N)	53000
Μέγιστη ακτινική τάση (N)	33000
Μέγιστη επιτάχυνση (g)	2400
Τεχνολογικά δεδομένα	

Υλικό κατασκευής	15MCD5(15MnCrMo5)
Επιφανειακή βαφή (ενανθράκωση)	Βάθους 0.8mm
Μαζικής παραγωγής διαδικασίες	Σφυρηλάτηση, κοπή, ακριβής ηλεκτροχημική κατεργασία, λείανση.

Διαστάσεις σχάρας δευτερεύοντος εμβόλου ρύθμισης σχέσης συμπίεσης	
Αριθμός δοντιών	6
Module	3.33
Βήμα (mm)	10.47
Ολικό πλάτος (mm)	63
Ύψος (mm)	177.1

Βάρος (gr)	906
Συνθήκες λειτουργίας	
Μέγιστη τάση ανά συνεργαζόμενο δόντι (Mpa)	830
Μέγιστη διαμήκης τάση (N)	53000
Μέγιστη ακτινική τάση (N)	20.000
Τεχνολογικά δεδομένα	
Υλικό κατασκευής	15MCD5(15MnCrMo5)
Επιφανειακή βαφή	Βάθους 0.8 mm
Μαζικής παραγωγής διαδικασίες	Σφυρηλάτηση, κοπή, ακριβής ηλεκτροχημική κατεργασία, λείανση.

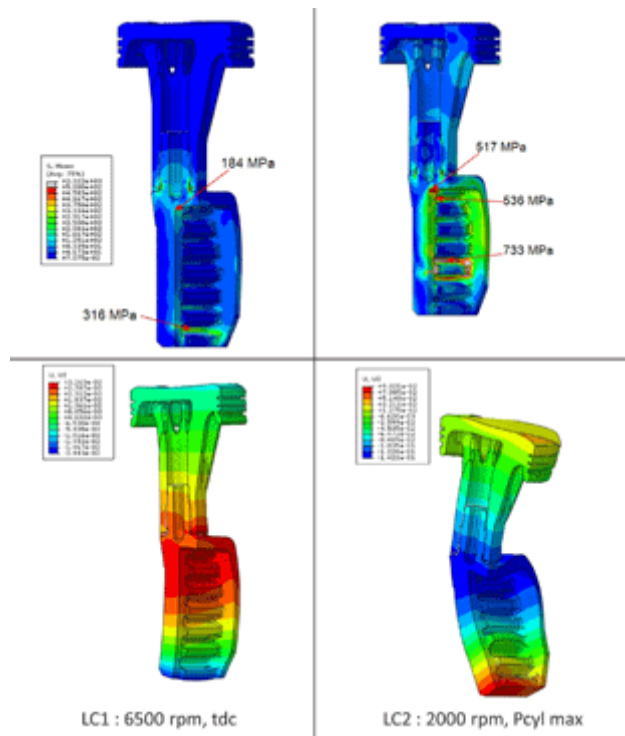
ΕΙΚΟΝΕΣ ΣΧΑΡΩΝ



Η σχάρα στο έμβολο του θαλάμου καύσης είναι συνδεδεμένη με μια βίδα και αυτή με τη σειρά της με το εικονιζόμενο πειράκι το οποίο συνδέεται με το εμβολο.



ΚΥΡΙΑ ΚΑΙ ΠΙΣΩ ΟΨΗ ΣΧΑΡΑΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ



ΟΙ ΔΥΟ ΤΥΠΟΙ ΣΧΑΡΩΝ ΤΟΥ ΕΝ ΛΟΓΩ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΕΧΟΥΝ ΣΧΕΔΙΑΣΤΕΙ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΤΕΙ ΜΕΣΩ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

C.A.E.

ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΣ ΟΔΟΝΤΩΤΟΣ ΤΡΟΧΟΣ (Κνώδακας)

Ο ενδιάμεσος οδοντωτός τροχός είναι το πιο χαρακτηριστικό εξάρτημα του κινητήρα MCE-5 VCR-i. Αυτό έχει δύο πλευρές αριστερά και δεξιά με δόντια και στη μέση μία κυκλική διατομή. Κατασκευαστικά ο οδοντωτός αυτός τροχός μοιάζει πολύ με τους οδοντωτούς τροχούς που συναντούνται στα κιβώτια ταχυτήτων όμως με τη διαφορά ότι αυτό το εξάρτημα έχει περικοπεί σε δύο ενεργές διατομές για να μπορεί να λειτουργεί σύμφωνα με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του εν λόγω κινητήρα.

Ένας κινητήρας MCE-5 VCR-i διαθέτει 4 τέτοιους οδοντωτούς τροχούς και 8 σχάρες, δηλαδή 2 εκατέρωθεν από κάθε οδοντωτό τροχό. Κάθε ένας από αυτούς μπορεί να φέρει εσωκυλινδρική πίεση 130 bar και να τη μεταφέρει στο διωστήρα. Σύμφωνα με τα πειραματικά προτότυπα του κινητήρα, η επαπτομενική δύναμη που μεταβιβάζεται στα δόντια από τη καθοδική κίνηση του καθενός εμβόλου των κυρίως θαλάμων καύσης υπολογίζεται στα 57000N (5,7 τόνοι περίπου).

Οι οδοντωτοί τροχοί του MCE-5 VCR-i είναι εντελώς διαφορετικοί από εκείνες των γραναζιών των κιβωτίων ταχυτήτων. Οι κυριώτερες διαφορές με αυτά είναι οι παρακάτω:

- Η περιστροφική τους διεύθυνση αντιστρέφεται σε κάθε περιστροφή (ανύψωση και κάθοδος εμβόλου) και ως εκ τούτου μεταβάλεται η ταχύτητα περιστροφής του.<σχήμα 1>
- Οι οδοντωτοί τροχοί του κινητήρα που εξετάζουμε λιπαίνονται με το ίδιο λάδι του κινητήρα, το οποίο δεν είναι σχεδιασμένο για οδοντωτούς τροχούς.(ως γνωστόν τα κιβώτια ταχυτήτων χρησιμοποιούν διαφορετικού τύπου ιξώδες τις βαλβολίνες). Επιπλέον το λάδι λίπανσης λόγω του ότι βρίσκεται και στους υπόλοιπους θαλάμους καύσης εμπεριέχονται κατά τη λειτουργία του προσμίξεις με την βενζίνη(η το εκάστοτε καύσιμο ανάλογα με τη περίπτωση) η κατάλοιπα της καύσης. Έτσι στα μεταξύ τους

διαστήματα αλλαγής του λαδιού του κινητήρα, παρατηρείται οξείδωση του και απώλεια έτσι της λιπαντικής του ιδιότητας.

- Δεν υπόκεινται στον ίδιο τύπο πιέσεων όπως εκείνων που παρατηρούνται στα κιβώτια ταχυτήτων: π.χ ξαφνική απελευθέρωση του συμπλέκτη ή εμπλοκή του. Ο ενδιάμεσος οδοντωτός τροχός του κινητήρα τοποθετείται μεταξύ της συναρμογής διωστήρα (μπιέλα) και του εμβόλου του κυρίως θαλάμου καύσης διαμεσου της σχάρας του τελευταίου και υπόκειται στις αδρανειακές δυνάμεις που παράγονται κατά τη καύση του εκάστοτε καυσίμου.
- Οι πιέσεις που ασκούνται στα δόντια του οδοντωτού τροχού κατά Hertz είναι συγκρίσιμες με αυτές που ασκούνται στα κιβώτια ταχυτήτων.
- Το γινόμενο Πίεσης*Ταχύτητα κατά τη διάρκεια επαφής των δοντιών του μεσαίου οδοντωτού τροχού με αυτά των σχάρων που βρίσκονται εκατέρωθεν του παραμένει σε χαμηλά επίπεδα <γράφημα 1> Οι υψηλές ενδοκυλινδρικές πιέσεις και οι υψηλές αδρανειακές δημιουργούνται πάντα στις χαμηλές ταχύτητες περιστροφής του κινητήρα (κοντά στο A.N.Σ και στο K.N.Σ), ενώ στις υψηλές ταχύτητες δημιουργούνται χαμηλές δυνάμεις (ενδιάμεση διαδρομή εμβόλου, χαμηλή ενδοκυλινδρική πίεση, χαμηλές αδρανειακές δυνάμεις.) Αυτό το χαμηλό γινόμενο Πίεση*Ταχύτητα επιτρέπει στο λιπαντικό να δημιουργήσει ένα λεπτό φιλμ ανάμεσα στα δόντια του οδοντωτού τροχού των σχάρων και κατά τις συνθήκες λειτουργίας των γραναζιών αυτό δεν προσεγγίζει τη θερμοκρασία εξάτμισης του.

Ο οδοντωτός τροχός συνδέεται μέσω του διωστήρα με τη βοήθεια ενός πείρου. Αυτός ο πείρος εδράζεται μέσα στον ενδιάμεσο οδοντωτό μέσα στη κεντρική κυκλική διατομή του, περιστρέφεται ελεύθερα και η αξονική του μετατόπιση περιορίζεται από 2 μεταλικές ασφάλειες (για κάθε διωστήρα ένα ζευγάρι ασφαλειών, όπως συμβαίνει και στη συναρμογή μεταξύ εμβόλου, πείρου στους συμβατικούς κινητήρες) Η στέγαση του

πείρου μέσα στον οδοντωτό τροχό έχει σχεδιασθεί έτσι ώστε να επικοινωνεί με 2 αγωγούς λαδιού να ακολουθεί τη παραμόρφωση και τη στιγμιαία διαμόρφωση ελλειπτικής διατομής του πείρου μέσα σε αυτήν.

Η γωνιακή μετατόπιση του ενδιάμεσου οδοντωτού τροχού σε σχέση με τον διωστήρα είναι υψηλότερη από αυτή που συμβαίνει στους συμβατικούς κινητήρες στη συναρμογή ανάμεσα στο πείρο και το έμβολο του κινητήρα, έως και 2 φορές λόγω της ύπαρξης του δευτερευόντος πιστονίου και της ανόδου του η του καθόδου του για τη ρύθμιση της επιθυμητής σχέσης συμπίεσης. Λόγω της αύξησης της παραπάνω σχετικής κίνησης της παραπάνω συναρμογής έγινε ευκολότερη η χρήση υροδυναμικής λίπανσης. Όμως η παραπάνω συνθήκη αυξάνει τον παράγοντα της ταχύτητας στο γινόμενο Πίεσης*Ταχύτητα. Παρ'όλα αυτά η μελέτες και οι πειραματικές δοκιμές του πείρου πήραν αρκετά χρόνια.

Ο ενδιάμεσος οδοντωτός τροχός του εν λόγω κινητήρα περιστρέφεται με σχετική μικρή ταχύτητα περιστροφής (μέγιστη ταχύτητα 2590 r.p.m με ταχύτητα περιστροφής στροφαλοφόρου 6000 r.p.m).

Η κάθετη μετατόπιση του είναι μισή σε σχέση με αυτή του εμβόλου στο θάλαμο καύσης κατά τη λειτουργία του, επίσης λόγω της εναλλαγής της διεύθυνσης της περιστροφής του οδοντωτού τροχού δημιουργείται μια ροπή αδράνειας η τιμή της οποίας είναι 9 φορές χαμηλότερη από τη ροπή αδράνειας που συναντάται στον στροφαλοφόρο άξονα (η άτρακτο ορθότερα).

Ο συνδυασμός των 2 αυτών τιμών ροπής αδράνειας έχει προσδώσει μία αθροιζόμενη τιμή ροπής αδράνειας στον κινητήρα, η τιμή της οποίας δεν επηρεάζει τον βαθμό N.V.H του κινητήρα.(σχήμα 2).

Ο οδοντωτός τροχός του συγκεκριμένου κινητήρα είναι αντισυμμετρικός και έχει δόντια με μεταβλητό πλάτος: τα ευρεία

δόντια φέρουν την υψηλή πίεση και κατ επέκταση υψηλή τιμή ροπής του αερίου στο Α.Ν.Σ του θαλάμου καύσης, ενώ τα μικρά αντιστοιχούν στη σχάρα που συνεργάζεται με το δευτερεύον πιστόνι το οποίο καθορίζει την επιθυμητή σχέση συμπίεσης. Έτσι επιτυγχάνεται ένα είδος μόχλευσης το επιτρέπει να εναλλάσσεται το ύψος του Α.Ν.Σ του εμβόλου με μηχανικό τρόπο και όχι με παρέμβαση στη χαρτογράφηση της Ε.Σ.Υ του κινητήρα για αυξομείωση του αβάνς του κινητήρα, για δεδομένη χρονική στιγμή της κίνησης του εμβόλου μέσα στο θάλαμο καύσης.

Το ύψος στο οποίο ανέρχεται η εναλλαγή της σχέσης συμπίεσης είναι περίπου 25mm. Τα δόντια του μεσαίου οδοντωτού τροχού σχεδιάστηκαν για να παράγουν ελάχιστη τριβή. Ο αριθμός module τους έχει επιλεγεί έτσι ώστε να καλύπτουν την επιθυμητή διαδρομή τόσο του εμβόλου όσο και του δευτερεύοντος πιστονιού ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης. Παράλληλα διατηρούνται υψηλοί συντελεστές ασφάλειας για αντοχή σε κόπωση λόγω εναλλασσόμενης φόρτισης. Για λόγους περιορισμού της τριβής έχει ελαχιστοποιηθεί ο λόγος επαφής μεταξύ των δοντιών καθώς και για μείωση της ειδικής ολίσθησης των δοντιών κατά τη λειτουργία τους. Ο ενδιάμεσος οδοντωτός τροχός εμπεριέχει μια κεντρικά κεκλιμένη επιφάνεια η οποία υπάρχει και στις 2 πλευρές των δοντιών του οδοντωτού τροχού. Αυτή η επιφάνεια της οποίας έχει προσδωθεί μια επιθυμητή γωνία καμπυλότητας, διατηρεί την από κέντρο σε κέντρο απόσταση μεταξύ των δοντιών σε μία τιμή η οποία εξασφαλίζει τη λειτουργική ανοχή μεταξύ των δοντιών σε έυρος 30 με 70 μm.

Αυτή τάξη ανοχής εξαλείφει οποιοδήποτε αντιληπτό θόρυβο λειτουργίας. Επιπλέον αυτή η επιφάνεια παραλαμβάνει πλευρικές δυνάμεις που δημιουργούνται κατά τη λειτουργία του διωστήρα, και των υδραυλικών ωστηρίων (όχι της κυλινδροκεφαλής αλλά εξαρτήματος του κινητήρα, αναφορά για τα οποία γίνεται παρακάτω) τα οποία διατηρούν τα εξαρτήματα του κινητήρα σε λειτουργική επαφή. Οι πλευρικές δυνάμεις που δημιουργούνται από το θάλαμο καύσης στη μία πλευρά του

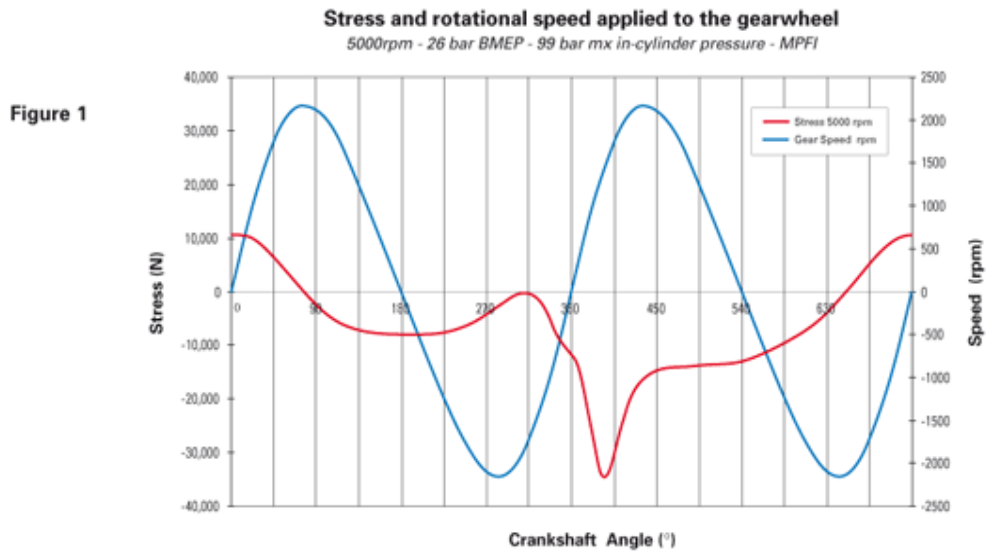
οδοντωτού τροχού, παραλαμβάνονται από τα δόντια της αριστερής πλευράς, ενώ οι ακτινικές δυνάμεις παραλαμβάνονται από τις πλευρικές επιφάνειες μεταξύ των δοντιών. Έτσι οι 2 αυτές δυνάμεις αλληλοαναιρούνται.

Η γενική δομή του μεσαίου οδοντωτού τροχού διασφαλίζει ελάχιστη παραμόρφωση υπο φορτίο με ελάχιστο δυνατό υλικό. Τοπολογικές μελέτες και υπολογισμοί οδήγησαν στο χαρακτηριστικό σχήμα του μεσαίου οδοντωτού τροχού, σχήμα το οποίο δίνει μέγιστη ακαμψία. Η γεωμετρία του επίσης υπαγορεύεται από διαδικασίες σφυριλάττησης μαζικής παραγωγής.

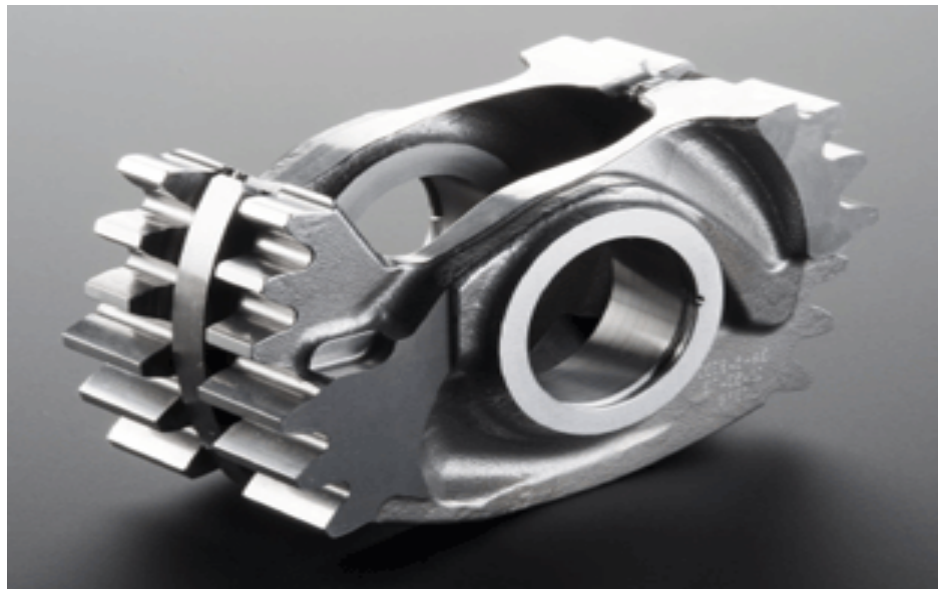
Εννέα χρόνια δοκιμών κάτω από διαφορετικές συνθήκες έχουν αποδείξει την εξαιρετική στιβαρότητα του μεσαίου οδοντωτού τροχού. Η αντοχή που επέδειξε σε κόπωση υπό εναλλασσόμενη φόρτιση, πίεση κατά Hert, λειτουργικές συνθήκες λίπανσης αλλά και η πολύ μικρή λειτουργική φθορά του της τάξης περίπου του 1μm για διάρκεια 300.000 km, το καθιστούν ένα εξαιρετικά αξιόπιστο κεντρικό τμήμα για ένα τέτοιο είδος κινητήρα ικανό να εξασφαλίσει αξιόπιστη λειτουργία για οχήματα μαζικής παραγωγής.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
Κυκλική διάμετρος (mm)	100
module	3.33
Αριθμός δοντιών ολόκληρου κύκλου (360)	30
Αριθμός δοντιών ανα τομέα	6
Contact ratio (σχέση επαφής)	1.42
Γεωμετρική ποιότητα δοντιών	5 σύμφωνα με το ISO 1328 standards.
Αποδοτικότητα	0.99694
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
Ολικό πλάτος (mm)	59.5

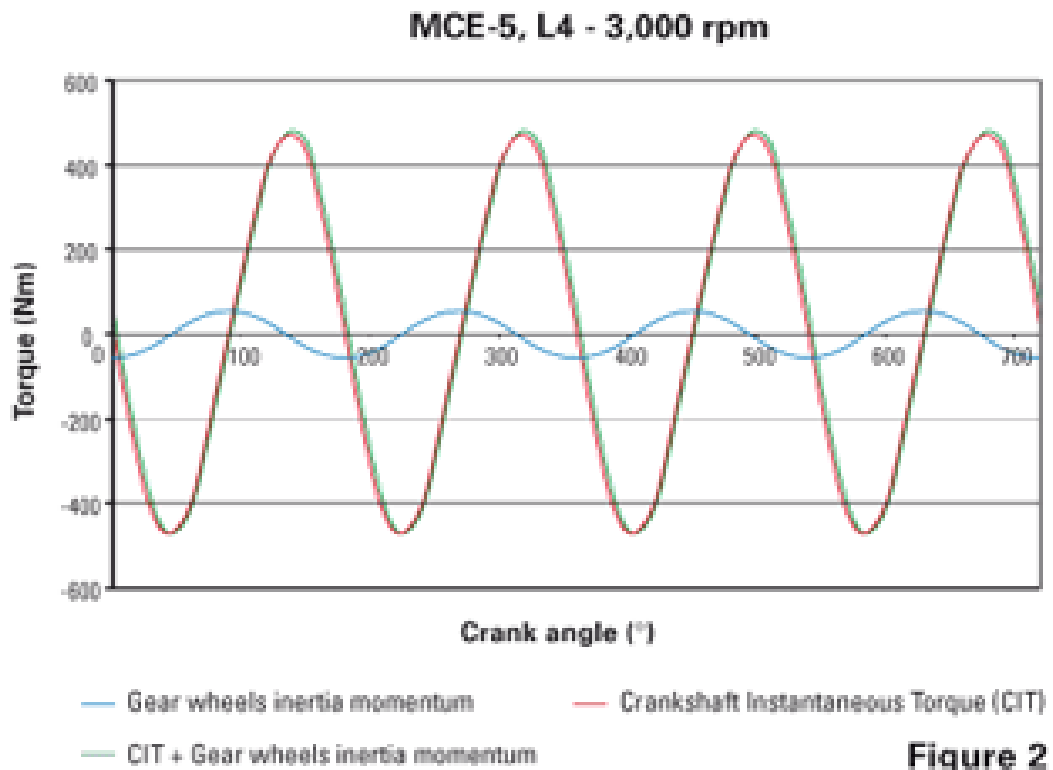
Ενεργό πλάτος δοντιών (mm)	37.8
Πλάτος επαφής (mm)	7
Εγκάρσιο πλάτος ιχνών (μm)	20
Διαμετρική παραμόρφωση πείρου (μm)	32 με 45
Αξονική παραμόρφωση πείρου (μm)	14 με 22
Γωνιακή μετατόπιση	64°
Βάρος (gr)	991
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	
Μέγιστη επαπτομενική πίεση κατά Hertz (Mpa)	1400
Μέγιστη τάση (N)	14800
Μέγιστη επαπτομενική αντοχή σε κόπωση (N)	53000
Μέγιστη τάση δοντιών κατά Hertz (Mpa)	2000
Βάθος μέγιστης διατμητικής τάσης (mm)	0.4
Μέγιστη επιτρεπόμενη δοντιών (Mpa)	1.200
Μέγιστη ανα τμήμα (Mpa)	500
Μέγιστη κλίση υπό φορτίο (mm)	0.06
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	
Στήριξη πείρου	Ελεύθερη με αξονικές ασφάλειες
Τοπική γεωμετρία	Σχήμα τρομπέτας (15 μm)
Υλικό	Ενανθρακωμένος χάλυβας 20MCD5 (20MnCrM05)
Κατεργασίες επιφάνειας	Ενανθράκωση (0.8 mm βάθος) shot peening, tribofinishing
Μαζικής παραγωγής διαδικασίες	Σφυριλασία, συγκόληση, κοπή, λείανση.



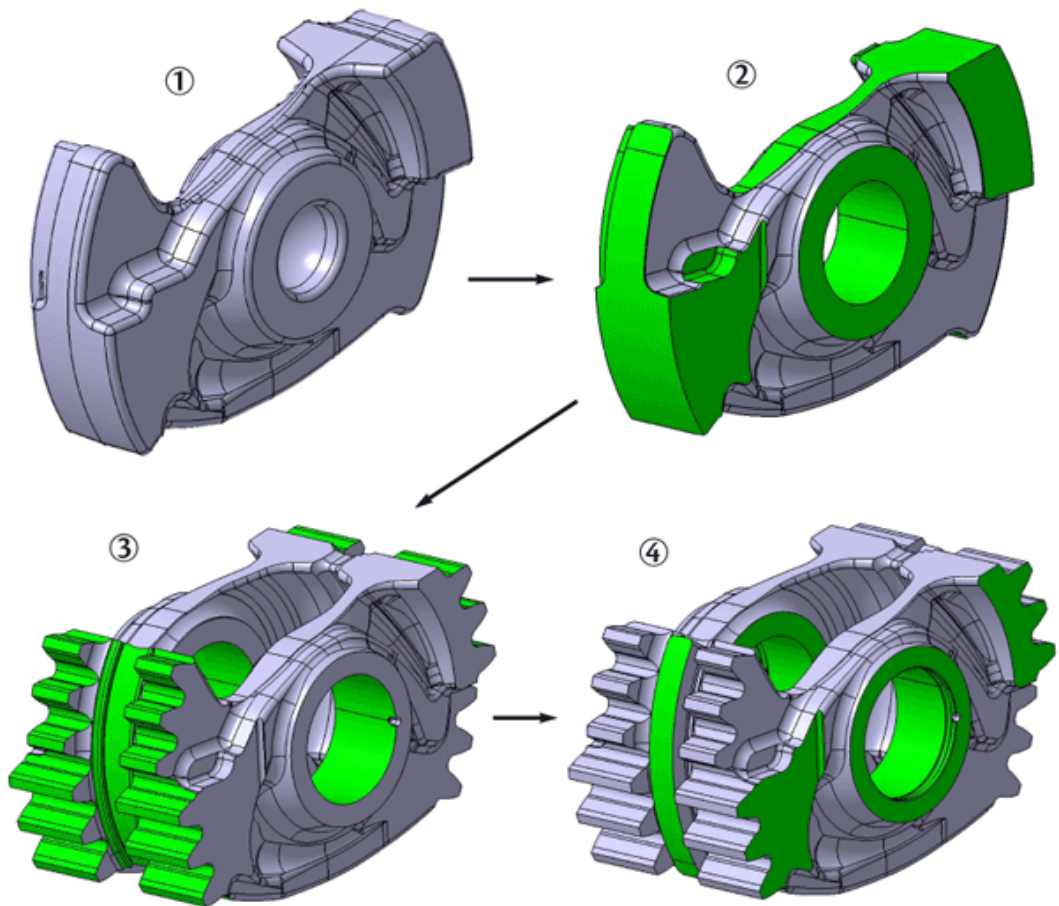
ΣΧΗΜΑ 1 (Τάσεις και περιστροφική ταχύτητα μεσαίου οδοντωτού τροχού συναρτήσει της γωνίας του στροφαλοφόρου στις 5000 σ.α.λ)



ΜΕΣΑΙΟΣ ΟΔΟΝΤΩΤΟΣ ΤΡΟΧΟΣ



Διάγραμμα ροπών αδράνειας μεσαίων οδοντωτών τροχών συναρτήσει της ροπής αδράνειας του στροφαλοφόρου αλλά και της υπέρθεσης τους.



Στάδια κατεργασίας του μεσαίου οδοντωτού τροχού.

ΓΡΑΝΑΖΩΤΟ ΕΛΚΥΣΤΡΟ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ

Το γραναζωτό έλκυστρο συγχρονισμού χρησιμεύει στο κατώτερο μέρος της συναρμογής εμβόλου με τη σχάρα που έρχεται σε επαφή με τον μεσαίο οδοντωτό τροχό. Αυτό παραμένει πάντα στο ίδιο ύψος με τον μεσαίο οδοντωτό τροχό έτσι ώστε η ελάχιστη δυνατή ακτινική πίεση να εφαρμόζεται αποκλειστικά και μόνο στη ποδιά του εμβόλου του κυρίως θαλάμου καύσης.

Τα σχετικά ύψη όμως διαφέρουν όταν η σχέση συμπίεσης μεταβάλλεται. Η διαφορά αυτή στα ύψη μπορεί να φτάσει τα 3.15mm στην ελάχιστη σχέση συμπίεσης.

Το γραναζωτό έλκυστρο συγχρονισμού εξυπηρετεί έμμεσα ως υποστήριξη για τον διωστήρα για να δημιουργήσει την απαιτούμενη δύναμη η οποία θα μετατραπεί διαμέσου του στροφαλοφόρου στη επιθυμητή ροπή, χρησιμοποιώντας την αντίδραση από τον κορμό του κινητήρα.

Έτσι ο διωστήρας δεν ωθείται μέσω του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο, αποκλειστικά και μόνο χάρη στην υπόλοιπη κίνηση του στροφαλοφόρου από τους υπόλοιπους 3 κυλίνδρους, αλλά υποβοηθείται από την ανοδική η καθοδική κίνηση (ανάλογα τη περίπτωση) από τη κίνηση του γραναζωτού έλκυστρου. Με αυτόν τον τρόπο το γραναζωτό έλκυστρο αποτελεί μέρος του εσωτερικού συστήματος μετάδοσης του κινητήρα η οποία περιλαμβάνει τους 4 ενδιάμεσους οδοντωτούς τροχούς, τις σχάρες ελέγχου και ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης. Αυτή η διάταξη είναι υπεύθυνη για τη μεγαλύτερη για τη μεγαλύτερη μείωση εσωτερικών τριβών που δημιουργούνται στο κινητήρα.

Οι ακτινικές πιέσεις στους συμβατικούς κινητήρες πάντα μεταβιβάζονται στο έμβολο. Σε αυτόν τον κινητήρα το γραναζωτό έλκυστρο παραλαμβάνει τις δυνάμεις αυτές και τις μεταβιβάζει στο σύστημα περιστρεφόμενων επιφανειών. Ως εκ τούτου, μόνο η κυλινδροκεφαλή και ο κύριος κορμός του κινητήρα (μέσω του γραναζωτού έλκυστρου) ενεργούν για τη μεταβίβαση των δυνάμεων

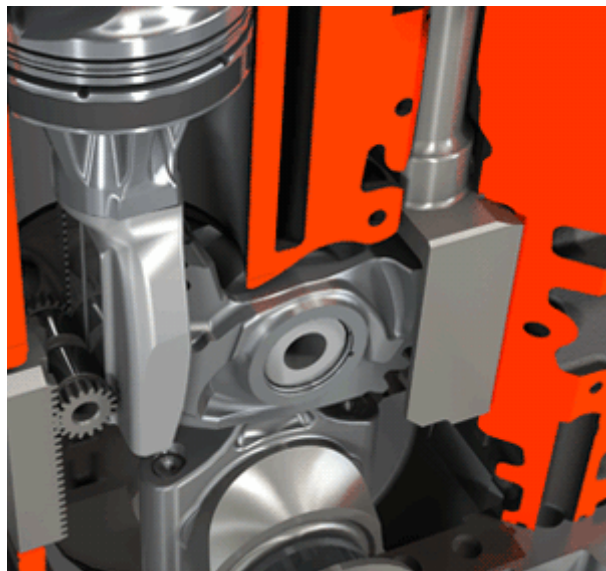
διαμέσου του διωστήρα στο στροφαλοφόρο. Ο κύλινδρος δεν συμμετέχει σε αυτή τη διαδικασία, μειώνοντας έτσι σημαντικά και τις εσωτερικές φθορές του. Το γραναζωτό έλκυστρο τοποθετείται μεταξύ 2 περιστρεφόμενων επιφανειών. Η μία είναι ένας οδωντοτός κανόνας ο οποίος είναι πακτωμένος στο κορμό του κινητήρα και η άλλη επιφάνεια είναι η πίσω πλευρά της σχάρας η οποία είναι συνδεδεμένη με το έμβολο των κυρίως θαλάμων καύσης. Το έλκυστρο αυτό έχει μικρές λειτουργικές ανοχές που εγγυούνται την οριζοντιότητα, ενώ ο γραναζωτός κανόνας όπου κινείται το έλκυστρο έχει υψηλότερες λειτουργικές ανοχές και έτσι επιτρέπει στο έμβολο του κυρίως θαλάμου καύσης να παραμείνει σε κάθετη θέση σε σχέση με το γραναζωτό έλκυστρο, έτσι ώστε να βρίσκεται σε λειτουργική θέση και να λειτουργεί απρόσκοπτα. Το μικρό module των δοντιών του γραναζωτού έλκυστρου παραλαμβάνουν τις δυνάμεις αδράνειας. Στη πράξη η αδράνεια του έλκυστρου έχει ληφθεί από τη τριβή μεταξύ των περιστρεφόμενων επιφανειών, του εμβόλου, και του μπλόκ του κινητήρα. Επίσης το μικρό module του γραναζωτού έλκυστρου βοηθά στη διόρθωση σε περίπτωση απόκλισης η και ολίσθησης του. Το έλκυστρο καθοδηγείται αξονικά από ένα αυλάκι το οποίο βρίσκεται στο κέντρο του, όπου αυτό συνεργάζεται με μία κεντρικά τοποθετημένη ράγα στο κέντρο του οδοντωτού κανόνα πάνω στο οποίο περιστρέφεται το γραναζωτό έλκυστρο.



Φωτογραφία γραναζωτού έλκυστρου κινητήρα MCE-5 VCR-i



Στο κέντρο του είναι ορατό το μεσαίο αυλάκι το οποίο συνεργάζεται με τη ράγα κύλισης του οδοντωτού κανόνα.



Απεικόνιση του γραναζωτού έλκυστρου κατά τη λειτουργία του με τον οδοντωτό κανόνα.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
Διάμετρος ελκύστρου (mm)	18
Module	1
Αριθμός δοντιών	18
Ολικό πλάτος έλκυστρου (mm)	45
Επαφή δοντιού με σχάρα κυλίνδρου (mm)	5.4
Ολικό πλάτος επιφάνειας επαφής (mm)	24.9
Ακτίνα καμπυλότητας οπίσθιου	15

κανόνα σχάρας κυρίους εμβόλου (μm)	
Γεωμετρική κλάση δοντιών	Κλάση 7 κατά ISO 1328
Βάρος (gr)	72
Συνθήκες λειτουργίας	
Μέγιστη εφαρμοζόμενη δύναμη στα δόντια (N)	33000
Μέγιστη πίεση κατά Hertz ασκούμενη στις περιστρεφόμενες επιφάνειες (Mpa)	2500
Τεχνολογικά δεδομένα παραγωγής	
Υλικό	RA4W(80MoCrV42-16)
Διαδικασίες παραγωγής	Τόρνευση, κυλινδρική κοπή, ηλεκτροχημική κοπή ακριβείας

ΔΙΩΣΤΗΡΑΣ

Ο διωστήρας είναι μικρός σχετικά σε μέγεθος συγκρινόμενος με τη πραγματική διαδρομή του εμβόλου του κυρίως θαλάμου καύσης.

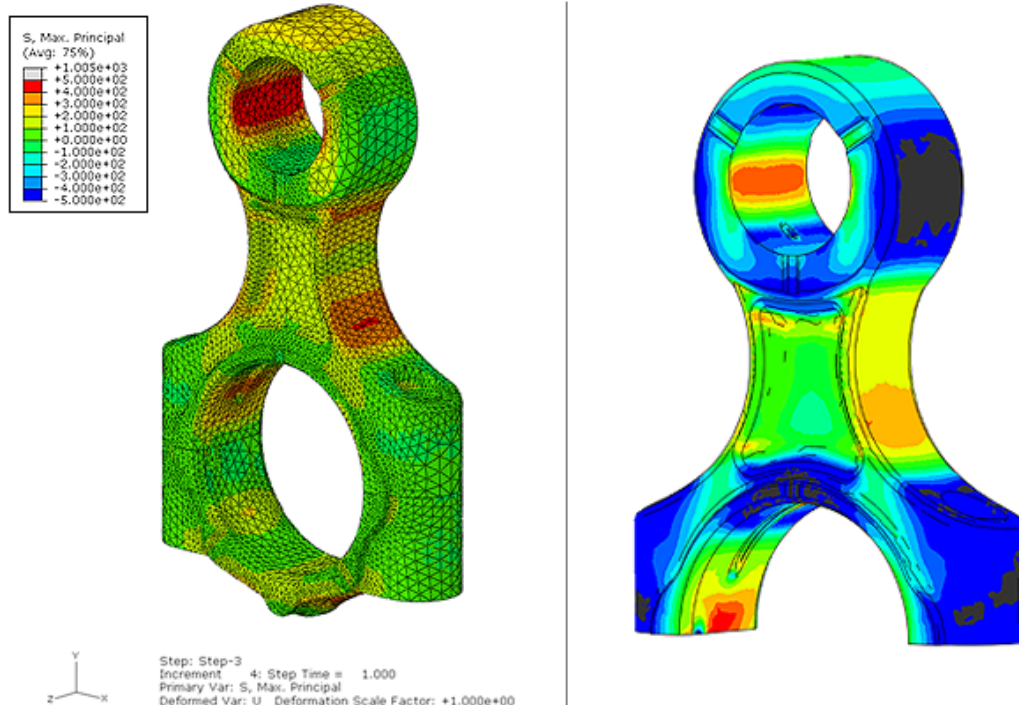
Το άνω άκρο του διωστήρα εδράζεται με τον μεσαίο οδοντωτό τροχό, σε αντίθεση με τους συμβατικούς κινητήρες όπου το άνω άκρο του διωστήρα τους είναι μέρος της συναρμογής εμβόλου, πείρου, άνω μέρος διωστήρα. Ο διωστήρας διαθέτει ένα μικρό λεπτό τμήμα του το οποίο βρίσκεται στο άνω μέρος του έτσι ώστε να αποφεύγεται η πιθανότητα επαφής με τον μεσαίο οδοντωτό τροχό, στον οποίο στεγάζεται το άνω τμήμα του. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του διωστήρα αυτού είναι ότι μπορεί να αντέξει σε τάσεις εφελκυσμού 5 φορές μεγαλύτερες απ'ότι οι συμβατικοί διωστήρες.

Αυτές οι υψηλές τάσεις εφελκυσμού, προέρχονται από την παλινδρόμηση των μαζών τόσο των εμβόλων των κυρίως θαλάμων καύσης, όσο και των ενδιάμεσων οδοντωτων τροχών. Έτσι οι δυνάμεις αυτές είναι συγκρίσιμες με αυτές ενός κινητήρα Diesel. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι τάσεις αυτές πολλαπλασιάζονται επί 2 λόγω του

μηχανισμού μετάδοσης της ισχύος στο εσωτερικό του κινητήρα (4 παλιδρομούνται έμβολα με τη συναρμογή του διωστήρα, πείρου και 4 ενδιάμεσοι οδοντοτοί τροχοί εδραζόμενοι με άλλα 4 πιστόνια ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης του κάθε ένα κυλίνδρου από τους 4 του κινητήρα ξεχωριστά.) Οι εφελκυστικές τάσεις του διωστήρα, είναι περίπου διπλάσιες από τις δυνάμεις αδράνειας ενός συμβατικού κινητήρα Diesel, ο οποίος έχει εύρως περιστροφής τις 5000 σ.α.λ. ενώ ο κινητήρας που εξετάζουμε έχει τις 6500 σ.α.λ. Οι δυνάμεις συμπίεσης του ωστόσο είναι χαμηλότερες από αυτές ενός κινητήρα Diesel, των οποίων οι εσωκυλινδρικές πιέσεις ξεπερνούν τα 200 bar. Η λίπανση του άνω στελέχους του διωστήρα ενισχύονταν σε παλαιότερες εκδόσεις του από 2 αγωγούς στο εσωτερικό του διωστήρα οι οποίοι μετεφεραν λιπαντικό από το κάτω στέλεχος του διωστήρα στο άνω. Όμως η λύση αυτή εγκαταλείφθηκε από μια πιο συμβατική τόσο για λόγους κόστους όσο και για το λόγο ότι στο κάτω στέλεχος του διωστήρα το οποίο συνεργάζεται με τον στροφαλοφόρο, η λειτουργία του γινόταν επικίνδυνη με την απώλεια λιπαντικού στο άνω στέλεχος του διωστήρα για τη λίπανση του. Έτσι οι μηχανικοί κατέφυγαν σε μια πιο συμβατική λύση, στο να δώσουν μία κωνική μορφή στο άνω στέλεχος του διωστήρα και από τις δύο πλευρές του, μειώνοντας παράλληλα και τη παροχή λιπαντικού το οποίο θα ανέρχεται από το κάτω στέλεχος του διωστήρα (μεταξύ συναρμογής του στροφαλοφόρου και του κομβίου του και του κάτω στελέχους του) στο άνω και δημιουργώντας διασταυρωνώμενα αυλάκια στο εσωτερικό του άνω στελέχους, έτσι ώστε να έχουμε κατακράτηση του λιπαντικού στο άνω στέλεχος του διωστήρα και στη συναρμογή του με τον πείρο και τον μεσαίο οδοντωτό τροχό. Αξίζει να αναφερθεί ότι το άνω στέλεχος του διωστήρα έχει σχήμα "διπλής τρομπέτας" κατά την αξονική του διεύθυνση προκειμένου να ακολουθεί τη στρέβλωση του πείρου και έχει ελαφρώς ελλειπτική διαμόρφωση της διατομής του κατά την ακτινική διεύθυνση, έτσι ώστε να υποβοηθά στη παγίδευση του λιπαντικού ανάμεσα στη συναρμογή του άνω στελέχους και του πείρου. Τέλος ο διωστήρας του MCE-5 VCR-i είναι σφυρύλατος και συμβατός με τις διαδικασίες και τα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα στη μαζική παραγωγή διωστήρων.



Διωστήρας κινητήρα MCE-5 VCR-i



Για τη σχεδίαση και εξέλιξη του διωστήρα, έχουν χρησιμοποιηθεί προηγμένα λογισμικά Η/Υ C.A.E

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
Κέντρο σε κέντρο απόσταση (mm)	90.75
Ανω στελέχους εξωτερική διάμετρος (mm)	54
Ανω στελέχους σχήμα	Κωνικό με 7.5° κλίση
Ανω στέλεχος διάμετρος (mm)	30
Ανω στέλεχος και διατομή κατά την αξονική διεύθυνση	“Διπλής τρομπέτας” με 25 μm διαμόρφωση.
Ανω στέλεχος και διατομή κατά την αξονική διεύθυνση.	Ελλειπτική με 22 μm επιπλέον οριζόντια διεύθυνση

Ανω στελέχους διαμετρική ανοχή (μm.H/μm.V)	64<<75/ 42<<53
Ανω στελέχους πλάτος (mm)	23.82
Κάτω στελέχους διάμετρος(mm)	50
Ανω στελέχους ανοχή (μm)	12.5<<67.5
Ανω στελέχους πλάτος (mm)	25.3
Ανω στελέχους αξονική ανοχή (mm)	
Διάμετρος κοχλιών	M12
Βάρος διωστήρα (gr)	966
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	
Μέγιστη τάση συμπίεσης (N)	109.000
Μέγιστη εφελκυστική τάση (N)	57.600
Ροπή σύσφιξης κοχλία+ γωνία σύσφιξης/ ισοδύναμη ένταση	30Nm+55°= 8500dan
Τεχνολογικά δεδομένα παραγωγής	
Υλικό	35NcD16(35NicroMo16)
Μαζικής παραγωγής κατεργασίες	Σφυριλάτηση, λείανση

ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΣ

Ο στροφαλοφόρος του MCE-5 VCR-i έχει τη μισή ακτίνα καμπυλότητας απ'ότι έχουν οι συμβατικοί κινητήρες με την ίδια διαδρομή εμβόλου.

Έτσι έγινε δυνατή η εξάλειψη χρήσης αντίβαρων , χωρίς την αύξηση της μέσης κάμψης της ατράκτου. Ο στροφαλοφόρος του συγκεκριμένου κινητήρα υποστηρίζεται από μια γραμμή άκαμπτων εδράνων ολίσθησης (κουζινέτα) τα οποία βρίσκονται στον κορμό του κινητήρα. Η υψηλή ακαμψία του στροφαλοφόρου εγγυάται τη μεγάλη διάρκεια ζωής για τον κινητήρα παρ'όλα τα υψηλά φορτία τα οποία ασκούνται σε αυτόν. Οι μέγιστες τάσεις οι οποίες εφαρμόζονται σε αυτό το εξάρτημα του κινητήρα και οι συντελεστές ασφαλείας που έχουν ληφθεί κατά τη μελέτη του, τον κάνουν ανεκτό στα όρια κόστους και χρονοδιαγραμμάτων μιάς γραμμής μαζικής παραγωγής. Η εξάλειψη χρήσης αντίβαρων στο στροφαλοφόρο οδηγεί σε ένα μήκος κινητήρα που είναι ίδιο με εκείνο ενός συμβατικού κινητήρα με τον ίδιο αριθμό κυλίνδρων και την ίδια διάμετρο εμβόλων.

Εργαζόμενος σε συνθήκες ίδιες με εκείνες ενός Diesel κινητήρα υψηλής απόδοσης , έχοντας τις ίδιες τεχνολογικές προδιαγραφές (υποστηριζόμενος από υψηλής αντοχής έδρανα ολίσθησης).

Η σφυρηλασία του στροφαλοφόρου γίνεται ευκολότερη χάρη στο μικρό σχετικά μεγεθός του και την εξάλειψη χρήσης αντίβαρων τα οποία απαιτούν τη τοποθέτηση συμπαγούς υλικού μακριά από το κέντρο βάρους του.

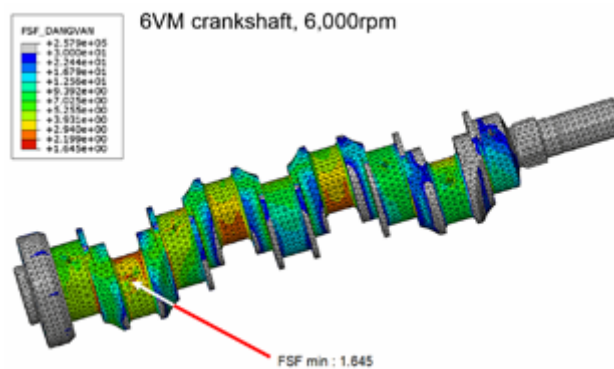
Τέλος ο στροφαλοφόρος του MCE-5 είναι σε ποσοστό 30-35% ελαφρύτερος σε σχέση με έναν συμβατικό στροφαλοφόρο με την ίδια χωρητικότητα.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΥ	
Εσωτερική διάμετρος (mm)	86
Πλάτος κουζινέτου διωστήρα (mm)	21
Διάμετρος κομβίου διωστήρα (mm)	50
Διάμετρος βασικών κομβίων (mm)	60
Αξονική ανοχή κομβίων διωστήρα(μm)	70<<181
Διαμετρική ανοχή βασικών κομβίων(μm)	45<<95
Βάρος (gr)	10.400
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	
Μέγιστη εφαρμοζόμενη τάση στροφαλοφόρου(N)	108.000
Μέγιστη εφαρμοζόμενη τάση βασικών κομβίων (N)	70000
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	
Υλικό	GKH
Διαδικασίες μαζικής παραγωγής	Σφυρηλασία, Λείανση





Στο στροφαλοφόρο απουσιάζουν τα αντίβαρα παροχής κινητικής ενέργειας



Υπολογιστικά συστήματα C.A.E έχουν αξιοποιηθεί για τον υπολογισμό μέγιστων αναπτυσόμενων τάσεων στο στροφαλοφόρο

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΠΡΟΩΘΗΤΕΣ

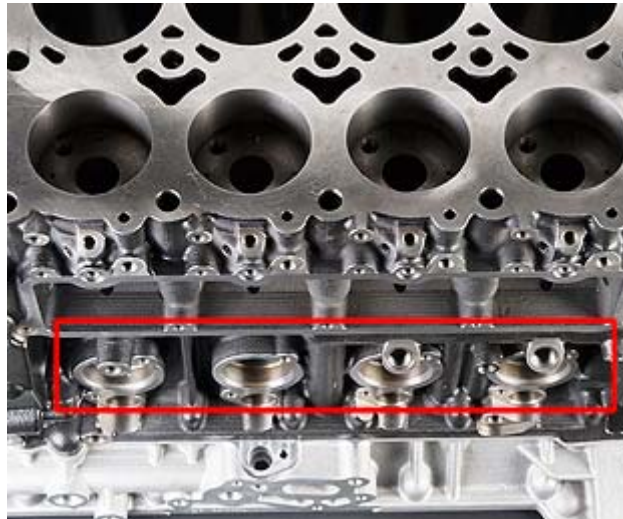
Οι υδραυλικοί προωθητές διατηρούν τα κινούμενα μέρη του κινητήρα σε επαφή. Αυτά οι προώθητές επιτρέπουν να προσαρμοστούν στις λειτουργικές ανοχές, στην ετερογενή θερμική διαστολή του στροφαλοθαλάμου και στη παραμόρφωση υπό φορτίο των τμημάτων του συστήματος μετάδοσης και ρύθμισης της σχέσης συμπίεσης του MCE-5 VCR-i.

Αυτοί οι προωθητήρες διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο τόσο για την εκβιομηχάνηση του κινητήρα και για τον έλεγχο των εκπομπών θορύβου. Έτσι οι προώθητές αυτοί επιτρέπουν στις συναρμογές των οδοντωτών τροχών, τα δόντια να έχουν ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους, όταν οι δυνάμεις οι οποίες μεταδίδουν αυτά, αλλάζουν κατεύθυνση και οι τιμές των δυνάμεων αυτών μηδενίζονται. Ενώ όταν οι μεταδιδόμενες δυνάμεις και οι τάσεις είναι στις μέγιστες τιμές τους, οι υδραυλικοί αυτοί προωθητές επιτρέπουν στη συναρμογή των γριναζιών την από κέντρο σε κέντρο απόσταση να αυξηθεί σημαντικά έτσι ώστε ο κίνδυνος παρεμβολών (άρπαγμα εν θερμώ, σπάσιμο δοντιών) να μειώνεται δραστικά.

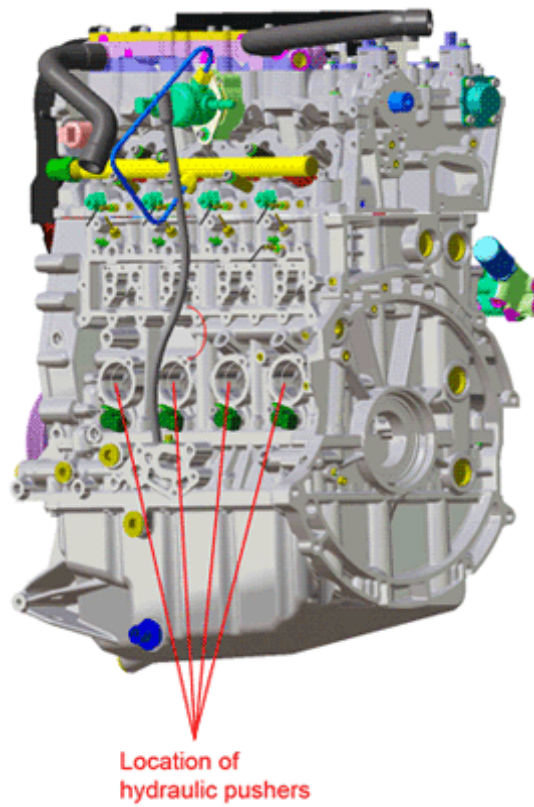
Ανεξάρτητα από τη παραμόρφωση των σταθερών η κινητών μερών του κινητήρα, οι υδραυλικοί προωθητές εγγυόνται διαρκώς τη σωστή λειτουργία του χωρίς υψηλές εκπομπές θορύβου.

Οι υδραυλικοί προωθητές λειτουργούν σε πίεση 40 με 60 bar πίεση, ανάλογα με την αναπτυσσόμενη θερμοκρασία του κινητήρα. Η πίεση αυτή παρέχεται από ένα συσσωρευτή ο οποίος στεγάζεται στην ελαιολεκάνη (κάρτερ) του κινητήρα. Αυτός ο συσσωρευτής εξασφαλίζει ελάχιστες διακυμάνσεις πίεσης σε όλες τις φάσεις λειτουργίας, παρέχοντας σταθερή πίεση, ανεξάρτητα από τη θέση τους μέσα στο κύλινδρο τους. (0.4 mm μέγιστη παλινδρόμηση εμβόλου συσσωρευτή)

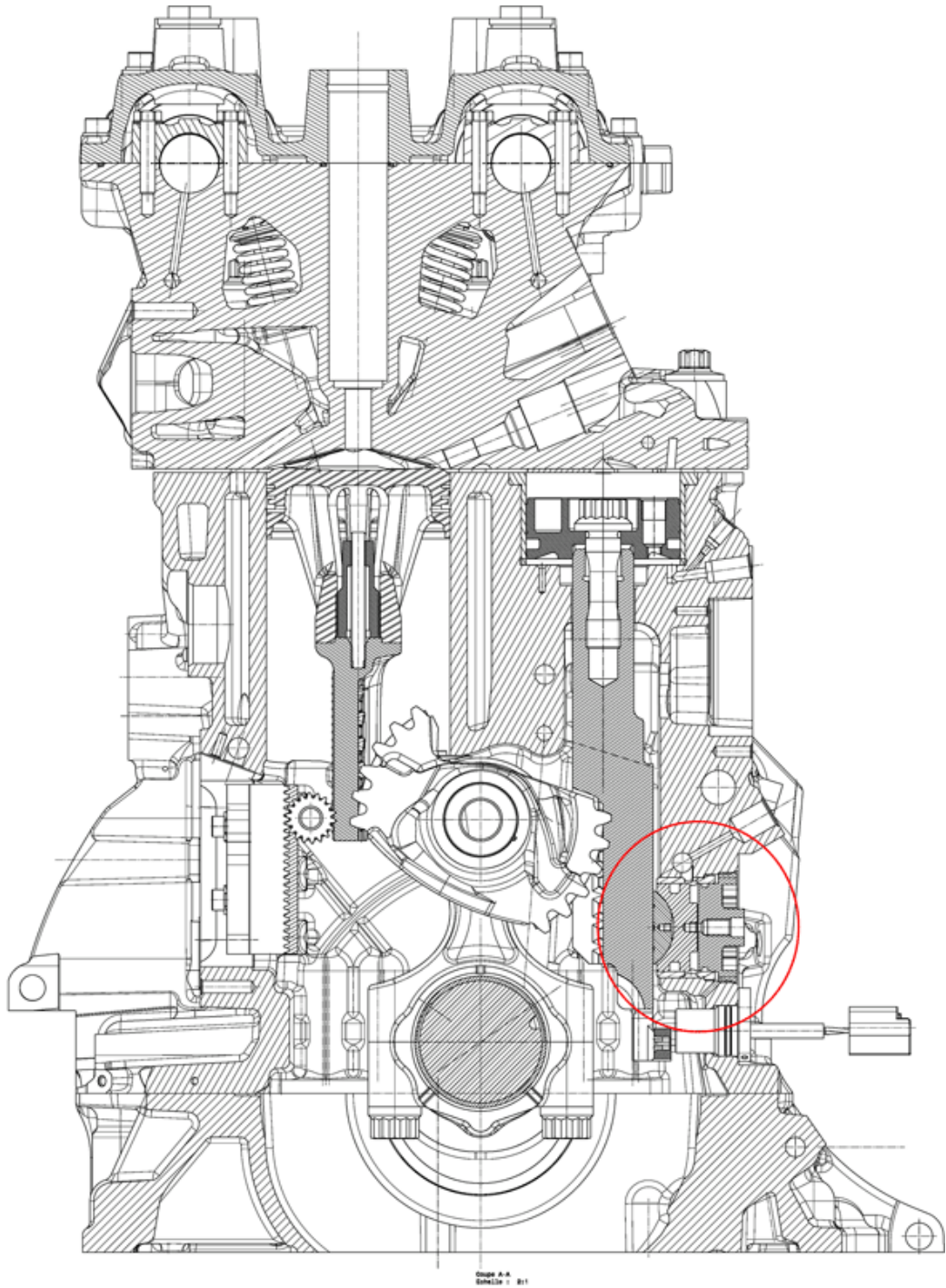
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΠΡΟΩΘΗΤΩΝ	
Διάμετρος εμβόλων (mm)	36
Μέγιστη διαδρομή εμβόλων (mm)	0.4
Σφαιρική διάμετρος (mm)	29.72
Ρύθμιση ανοχών λειτουργίας	Με κοχλία και τερματικό ρύθμισης καπελότου.
Βάρος εμβόλου+μπίλιας+κυλίνδρου(gr)	83+29+52=164
Ρυθμιστικό καπελότο:Βάρος (gr)	132
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	
Εύρος πίεσης (bar)	15 με 60
Πίεση ασκούμενη στα πιστόνια ελέγχου ρύθμισης σχέσης συμπίεσης (N)	1527 με 6107
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	
Υλικό εμβόλου	10NC6 Ενανθρακωμένο
Υλικό σφαιρικής μπίλιας	CuNi2Si (επίστροση υλικού Derlin)
Υλικό κυλίνδρου	Προσυμπιεσμένο ατσάλι 1100N/mm ² –σκλήρυνση χρωμίου (60μm πρίν τη λείανση)
Υλικό ρυθμιστικού καπελότου	Z6D16.05.01(14418)
Διαδικασίες παραγωγής	Τονευση-Λείανση



Στέγαση των πλαινών υδραυλικών προωθητών στον κινητήρα.



Στέγαση υδραυλικών προωθητών στο πλαινό μέρος του κινητήρα.



Τομή κινητήρα MCE-5 VCR-i, όπου σε κόκκινο κύκλο εμφανίζονται οι υδραυλικοί προωθητές.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ MCE-5 VCR-i	
Διάταξη κυλίνδρων	Εν σειρά 4κύλινδρος
Διάμετρος κυλίνδρων (mm)	75
Διαδρομή (mm)	84
Χωρητικότητα/Κύλινδρο (cc)	371
Συνολική χωρητικότητα (cc)	1484
Κίνηση εμβόλου	Παλινδρομική-Συμβατική
Διαδρομή μεταβολής συμπίεσης (mm)	10,58
Ελάχιστη σχέση συμπίεσης	6:1
Μέγιστη σχέση συμπίεσης	15:1
Σχέση συμπίεσης	Συνεχώς μεταβαλλόμενη
Ακρίβεια ελέγχου (mm)	+/- 0,02
Μέγιστη απόκριση από μέγιστη σχέση συμπίεσης στην ελάχιστη (msec)	50
Ελάχιστη απόκριση από ελάχιστη σχέση συμπίεσης στην μέγιστη (msec)	300
Μέγιστη πίεση θαλάμου καύσης (bar)	120
Μέγιστη ταχύτητα περιστροφής (r.p.m)	6500

Εξοπλισμός κινητήρα MCE-5 VCR-i	
Σύστημα ψεκασμού (1 πρωτότυπο)	Διπλός ψεκασμός πολλαπλών σημείων MPFI (Magnetti Marreli)
Σύστημα ψεκασμού (2 πρωτότυπο)	Άμεσος ψεκασμός GDI (Bosch)
Υπερτροφοδότηση	2 στροβιλοσυμπιεστές (ένας χαμηλής κι ένας υψηλής πίεσης) καυσαερίων σε σειριακή διάταξη.
Ψύξη αέρα	2 εναλλάκτες αέρα-νερού (τοποθετημένοι έπειτα από κάθε στροβιλοσυμπιεστή)
Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου	Continental
Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου σχέσης συμπίεσης	Mototron
Επιδόσεις MCE-5 VCR-i	
1.5L	
Έκδοση με ψεκασμό MPFi	Ισχύς 160 KW (214 hp) και μέγιστη αποδιδόμενη ροπή 42 Kgm στις 1500 r.p.m (35 bar bmer)
Έκδοση με άμεσο ψεκασμό GDI	Ισχύς 200 KW (268 hp) και μέγιστη αποδιδόμενη ροπή 48 Kgm στις 1500 r.p.m (40 bar bmer)

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΥΑΜΑΗΑ



Το 1999 η Ιαπωνική Yamaha Motor Company παρουσιάζει τον κινητήρα “SUPER DIESEL”. Αυτός ήταν ένας κινητήρας 1.000 κ.εκ , μικρός σε διαστάσεις και σε περιφερειακά μέρη, φιλικός ως προς τη λειτουργία του στο περιβάλλον ο οποίος είχε χαμηλή κατανάλωση καυσίμου (3lit/100km) και χαμηλές εκπομπές ρύπων. Αξιοσημείωτο είναι να αναφερθεί το γεγονός ότι ήδη από το 1999 ο κινητήρας αυτός πληρούσε τις νόρμες ρύπων EURO 4 για οχήματα ιδιωτικής χρήσης που τέθηκαν σε ισχύ από τον Ιανουάριο 2005.

ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

1. Τοξικοί ρύποι εναρμονισμένοι με τις νόρμες ρύπων EURO 4.
Ενδεικτικά: 50% μείωση εκπομπών CO σε σχέση με τις νόρμες ρύπων EURO 2 (Ιανουάριος 1996) που είχαν ισχύ όταν παρουσιάσθηκε ο κινητήρας. 60% μείωση εκπομπών HC και NOX.
2. Μία προηγμένη ηλεκτρονική μονάδα καθόριζε τη μείωση των χαρακτηριστικών Diesel κινητήρων, όπως ο μαύρος καπνός.
3. Επίτευξη άμεσης απόκρισης, υψηλής ροπής και ισχύος (περίπου 50% αύξηση ροπής ανάμεσα στο εύρος χαμηλών με μεσαίων r.p.m και αύξηση 30% μέγιστης ισχύος σε σχέση με ένα τότε συμβατικό Diesel κινητήρα ίδιας χωριτικότητας, χωρίς χρήση υπερτροφοδότη.
4. Επίτευξη στόχου 3 litre-car (μέση κατανάλωση οχήματος 3λίτρα/100 Km.
5. Επίτευξη χαμηλού βάρους και μικρών διαστάσεων (30% μείωση όγκου, 20% μείωση βάρους σε σχέση με ένα κινητήρα Diesel ίδιας χωριτικότητας χωρίς τη χρήση υπερτροφοδότη, δίνοντας έτσι περισσότερη ελευθερία στα σχεδιαστικά τμήματα αυξάνοντας

έτσι τις επιδόσεις, παράλληλα με τη συνολική αξιοπιστία και οδηγισιμότητα.)

Ο εν λόγω κινητήρας κατάφερε να περάσει με επιτυχία το test 250 ωρών λειτουργίας με πλήρη ισχύ.

Κατά τη διάρκεια της εξέλιξης αυτού του κινητήρα ιδιαίτερη μέριμνα είχε ληφθεί για να κρατηθεί το βάρος σε χαμηλά επίπεδα, όπως και οι διαστάσεις να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες όπως και η σχετική αύξηση της ισχύος του 2χρονου αυτού κινητήρα, σε συνδυασμό με χαμηλή κατανάλωση καυσίμου και χαμηλές εκπομπές ρύπων CO₂.

Σε συνδυασμό με τη μηχανολογική απλότητα του κινητήρα αυτού έγινε δυνατό να επιτευχθεί χαμηλό κόστος παραγωγής.

ΚΥΡΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Μεγάλη μείωση εκπομπών NO_x , με τη χρήση μιας βαλβίδας σάρωσης του όγκου του αέρα που τοποθετείται στη πολλαπλή εισαγωγής, η οποία ελέγχεται ηλεκτρονικά είναι εφικτός ο έλεγχος του ποσού του υπολειπόμενου καυσαερίου μέσα στο θάλαμο καύσης για κάθε κύκλο λειτουργίας, βελτιώνοντας τη καύση κάνοντας περιττή τη χρήση επανακυκλοφορίας καυσαερίων, αλλά και τη περαιτέρω μείωση των εκπομπών NO_x.
- Μείωση του χαρακτηριστικού μαύρου καπνού (χαρακτηριστικό των Diesel κινητήρων εκείνη την εποχή) σε σημείο που να μην είναι ορατός.

Υψηλή αντοχή και αξιοπιστία. Ο ηλεκτρονικός έλεγχος της παροχής λιπαντικού από τη κεντρική ηλεκτρονική μονάδα, κάνει δυνατή τη μείωση κατανάλωσης, στο ελάχιστο δυνατό, ενώ την ίδια στιγμή ένα νέο σύστημα διανομής λιπαντικού, εφοδιάζει με την ακριβή ποσότητα η οποία απαιτείται στα σημεία του κινητήρα τα οποία το χρειάζονται: Στα

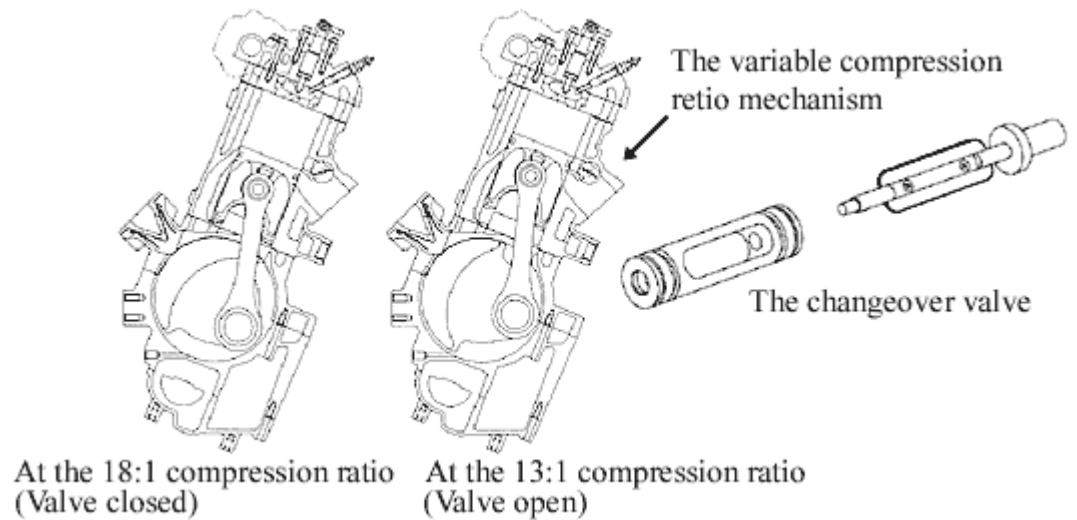
σημεία όπου εδράζονται τα κομβία βάσεως , στα κομβία του διωστήρα του στροφαλοφόρου. Επίσης γίνεται αναφορά για ψεκασμό λαδιού στα τοιχώματα των κυλίνδρων. Επιπρόσθετα υψηλά επίπεδα αξιοπιστίας και αντοχής έχουν επιτευχθεί με τη προσθήκη ενός ειδικού τύπου λιπαντικού ειδικά εξελιγμένου για τον εν λόγω κινητήρα, το οποίο παρουσιάζει υψηλή αντίσταση στη θερμότητα. Η Ιαπωνική εταιρία επισημαίνει ότι δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση κατά τον σχεδιασμό του κινητήρα στο έμβολο , στα ελατήρια των εμβόλων, έτσι ώστε να είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στη θερμική παραμόρφωσή τους. Οι κύλινδροι είναι κατασκευασμένοι με επίστρωση κράμματος Ni-P-S το οποίο επιτρέπει να παρουσιάζουν και αυτοί υψηλή αντοχή στη θερμική παραμόρφωση. Ο εν λόγω κινητήρας θα μπορούσε σύμφωνα με τους τεχνικούς που τον ανέπτυξαν, να είναι μέρος ενός υβριδικού συνόλου, αποτελώντας τη μονάδα του θερμικού κινητήρα.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1. Το σύστημα της YAMAHA με τις 4 διόδους Jet επιφέρει υψηλή ισχύ, χαμηλή κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές ρύπων. Το ακροφύσιο του εγχυτήρα βρίσκεται στο μέρος στη κορυφή του κυλίνδρου. Όμως η διαφορά αυτού του κινητήρα εντοπίζεται στη στραγγαλιστική του βαλβίδα (ελληνιστή 'πεταλούδα'). Αυτή έχοντας τη διαμόρφωση 4 οπών jet, συνδέεται με το θάλαμο καύσης και βοηθά με αυτό τον τρόπο τη δημιουργία τυρβώδους ροής του αέρα και στη συνέχεια την εισαγωγή στον κυρίως θάλαμο του κυλίνδρου. Το σχήμα της έχει βελτιστοποιηθεί για να προσφέρει ελάχιστη αντίσταση στη ροή του αέρα. Με αυτόν τον τρόπο έχει επιτευχθεί μεγάλη ευχέρια στη δημιουργία τυρβώδους ροής, μείωση εντατικών απωλειών πίεσης μέσα στη πολλαπλή εισαγωγή, συμβάλλοντας έτσι

στην επίτευξη υψηλής απόδοσης ισχύος, χαμηλής κατανάλωσης καυσίμου και χαμηλές εκπομπές ρύπων.

2. Η μεταβλητή σχέση συμπίεσης ενισχύει το εύρος χαμηλών-μεσαίων r.p.m ενώ, διατηρείται σε υψηλά επίπεδα η παραγόμενη ισχύς. Ο κινητήρας αυτός διαθέτει ένα μηχανισμό ο οποίος μεταβάλλει τη σχέση συμπίεσης σε αναλογία με τις στροφές λειτουργίας και το φορτίο του κινητήρα, υιοθετεί την εναλλαγή αερίων τύπου Schnurle για 2χρονη μηχανή, με την εισαγωγή αέρα γίνεται εύκολη η διαφοροποίηση της σχέσης συμπίεσης αλλάζοντας την απόσταση από τη θέση του Α.Ν.Σ και της θυρίδας εξαγωγής. Για το λόγο αυτό μια θυρίδα εξαγωγής που συνδυάζεται με μια βαλβίδα εξαγωγής η οποία μεταβάλλεται μεταξύ 2 θέσεων (ανοικτή, κλειστή) μεταβάλλοντας έτσι και τη σχέση συμπίεσης από 13:1 έως 18:1. Ελέγχοντας έτσι τη σχέση συμπίεσης, ώστε η υψηλότερη να χρησιμοποιείται στο εύρος των χαμηλών-μεσαίων στροφών r.p.m και η χαμηλότερη σχέση στο



3. υψηλότερο εύρος στροφών λειτουργίας με στόχο την επίτευξη ομαλής ανάπτυξης ροπής και υψηλής ισχύος της τάξης των 33 KW/lit, Νούμερο ιδιαίτερα υψηλό για κινητήρα Diesel χωρίς υπερτροφοδότη. Ειδικότερα υπάρχει μια αύξηση περίπου 50% της παραγόμενης ροπής στο

εύρος των χαμηλών-μεσαίων στροφών r.p.m σε σύγκριση με ένα συμβατικό ντίζελ ίδιου κυβισμού.

4. Μεγάλη μείωση των εκπομπών NO_x διαμέσου της (πτερυγίων ορθότερα)βαλβίδας ελέγχου εισαγωγής αερα. Με τη προσθήκη μιας ηλεκτρονικά ελεγχόμενης βαλβίδας, η οποία μετρά και ελέγχει τον όγκο του εισερχόμενου αέρα μέσα στο κύλινδρο, η οποία έχει τοποθετηθεί στη πολλαπλή εισαγωγής και μπορεί να ανοίγει και να κλείνει συναρτήσει των r.p.m και του φορτίου του κινητήρα, γίνεται δυνατή η μείωση του ποσού του εισερχόμενου αέρα και αξιοποιείται το υπολειματικό καυσαέριο το οποίο έχει μείνει από τον προηγούμενο κύκλο λειτουργίας του κινητήρα, ειδικά όταν ο κινητήρας λειτουργεί με πολύ χαμηλό φορτίο, τότε η βαλβίδα κλείνει. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο στόχος να κρατείται σε χαμηλά επίπεδα η θερμοκρασία του θαλάμου καύσης αλλά και να μειωθεί η συγκέντρωση οξυγόνου, η οποία με τη σειρά της μειώνει την οξείδωση του αζώτου στο θάλαμο καύσης στο ελάχιστο και μειώνοντας παράλληλα το ποσό των οξειδίων του αζώτου (NO_x) που παράγονται.
5. Μικρές διαστάσεις: μείωση βάρους 20% και όγκου 30%. Επειδή είναι 2χρονος κινητήρας δεν έχει ανάγκη από μηχανισμό βαλβίδων η ελαιολεκάνης, αυτό σημαίνει μικρότερες διαστάσεις. Επίσης με τη βελτιστοποίηση της πίεσης καύσης, οι κατασκευαστές ήταν σε θέση να κάνουν εξορθολογισμό του σχεδιασμού με τρόπο όπου να ελαχιστοποιούνται οι παραγόμενες πιέσεις κατά τη λειτουργία του κινητήρα υπο φορτίο αλλά και η αντοχή του κινητήρα να είναι σε υψηλά επίπεδα. Σαν αποτέλεσμα της μείωσης του βάρους κατά 20% και του όγκου περίπου 30% επετεύχθηκε η σύγκριση με έναν συμβατικό κινητήρα Diesel με την ίδια ισχύ. Ειδικότερα ήταν να γίνει μια μεγάλη μείωση του μεγέθους σε τομείς όπως το ύψος της κυλινδροκεφαλής με αποτέλεσμα να παρέχει μεγαλύτερη

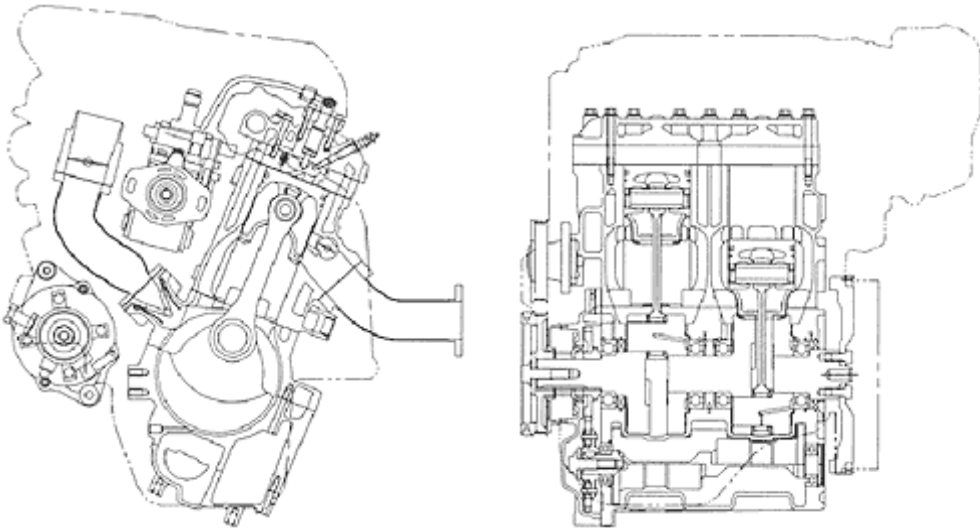
ελευθερία στη σχεδίαση , όταν τοποθετηθεί αυτός ο κινητήρας σε ένα μικρό οικονομικό αυτοκίνητο.

6. Η προσθήκη ενός συστήματος ελέγχου το οποίο ελέγχει διάφορες παραμέτρους όπως ο ψεκασμός καυσίμου, το σύστημα λίπανσης, τη διαδικασία μεταβλητής συμπίεσης του αέρα και τον έλεγχο του αέρα του εισερχόμενου αέρα συναρτήσει με τις συνθήκες λειτουργίας, παρέχουν ιδανική υποστήριξη στον εν λόγω κινητήρα.

ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ SUPER DIESEL

ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	2χρονος Diesel
ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ	2 σε σειρά
ΚΥΒΙΣΜΟΣ	982 cc
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΜΒΟΛΟΥ	82(mm)
ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΕΜΒΟΛΟΥ	93(mm)
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (Μ-Π-Υ)	374-565-350 (mm)
ΒΑΡΟΣ	95 Kg
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	3 λίτρα/100 km
ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	33KW/4000 r.p.m
ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΡΟΠΗ	80Nm/2500 r.p.m

ΠΛΑΙΝΗ ΤΟΜΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ SUPER DIESEL



ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ SAAB S.V.C.



Στο σαλόνι αυτοκινήτου στη Γενεύη το 2000 η Σουηδική εταιρία Saab παρουσίασε τον πρωτοποριακό κινητήρα S.V.C. Η εταιρία ισχυριζόταν ότι ο εν λόγω κινητήρας συνδύαζε τη δραστική αύξηση της παραγόμενης ισχύος και ροπής ανά λίτρο με παράλληλη μείωση της κατανάλωσης.

Ο κινητήρας S.V.C. μειώνει τη κατανάλωση καυσίμου μιας συμβατικής μηχανής ατμοσφαιρικής αναπνοής πάνω από 30%, ενώ την ίδια ώρα βελτιώνει τις επιδόσεις του κινητήρα. Ο 5κύλινδρος κινητήρας S.V.C. που αναπτύχθηκε από τη SAAB automobile είχε κυβισμό 1,6 λίτρων και την κατανάλωση του ιδίου κυβισμού με επιδόσεις ενός κινητήρα 3 λίτρων όταν απαιτούνταν, ενώ αναλογικά με τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου επιτυγχάνονταν και μείωση των εκπομπών CO, HC και NO_x καλύπτοντας όλες τις μελλοντικές νόρμες ρύπων σύμφωνα με την εταιρία. Ο κινητήρας αυτός χρησιμοποιούσε ένα μηχανισμό ο οποίος μετέβαλλε τη περιεχόμενη γωνία ανάμεσα στο κορμό του κινητήρα και την κυλινδροκεφαλή μεταβάλλοντας έτσι τη σχέση συμπίεσης από το A.N.Σ. του κινητήρα (υψηλότερο σημείο του εμβόλου μέσα στο κύλινδρο). Το αποτέλεσμα μικρού κυβισμού κινητήρα με υψηλή πίεση υπερπλήρωσης και σε συνδυασμό με τη μεταβλητή συμπίεση απέδιδαν 30,3Kgm ροπής και 150hp/λίτρο. Το πρωτότυπο αυτού του κινητήρα άνοιξε το δρόμο για μικρού κυβισμού κινητήρες

υπεραποδοτικούς με υψηλή απόδοση καυσίμου και ικανούς να κινηθούν με διάφορους τύπους καυσίμων όπως εναλλακτικά καύσιμα.

Παρακάτω αναλύονται οι τρεις βασικοί πυλώνες του κινητήρα S.V.C. της Saab: Σύμφωνα με τη Σουηδική εταιρία η λύση της υπερτροφοδότησης ήταν απαραίτητη καθώς οι κινητήρες μεταβλητής συμπίεσης θα μπορούσαν να αυξήσουν το θερμικό βαθμό απόδοσης του κινητήρα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ένας κινητήρας με τον μηχανισμό του S.V.C. αλλά με ατμοσφαιρικά χαρακτηριστικά θα είχε αύξηση του θερμικού βαθμού μόνο 4-5%.

1. *Μείωση κυβισμού του κινητήρα.* Ένας συμβατικός τετράχρονος κινητήρας είναι περισσότερο θερμικά αποδοτικός (αυξάνει την ενέργεια που προέρχεται από το καύσιμο) όταν λειτουργεί με υψηλό φορτίο. Ένας κινητήρας μικρού κυβισμού θα πρέπει να δουλέψει περισσότερο και με πλήρες φορτίο για να αποδώσει το ίδιο έργο σε σχέση με ένα κινητήρα μεγαλύτερου κυβισμού. Ο μικρός κινητήρας επίσης μπορεί να εξαγάγει περισσότερη σχετική ενέργεια από έναν μεγαλύτερου κυβισμού για δεδομένη ποσότητα καυσίμου. Ο λόγος για το παραπάνω συμπέρασμα είναι ότι ο μικρότερος κινητήρας έχει μικρότερες παρασιτικές απώλειες (πχ απώλειες λόγω κυκλοφορίας ψυκτικού και αντλιών λίπανσης). Οι παρασιτικές απώλειες αυξάνονται στα χαμηλά φορτία. Άρα, όταν η κατανάλωση καυσίμου είναι χαμηλή. Προκειμένου να διατηρηθεί η στοιχειομετρική αναλογία αέρα-καυσίμου (14,7:1) η παροχή αέρα πρέπει να περιοριστεί με τη μείωση της γωνίας της στραγγαλιστικής βαλβίδας (πεταλούδας) στη πολλαπλή εισαγωγής. Ωστόσο, αυτό σημαίνει ότι το έμβολο στο κύλινδρο βρίσκεται σε «ελαφρύ» κενό κατά τη διάρκεια της φάσης της εισαγωγής όταν απορροφάται αέρας μέσα στο κύλινδρο. Πρακτικά, κατά τη φάση της λειτουργίας του τετράχρονου κινητήρα με πλήρως κλειστή τη στραγγαλιστική βαλβίδα η ενέργεια που απαιτείται κατά τη φάση αυτή στο Κ.Ν.Σ. (Κάτω Νεκρό Σημείο) του κινητήρα υποδεικνύονται σαν παρασιτικές απώλειες. Έτσι, καθώς ένας κινητήρας συχνότερα δουλεύει με

πλήρες φορτίο και η βαλβίδα στραγγαλισμού του αέρα λειτουργεί με συγκριτικά μικρότερες γωνίες τόσο οι παρασιτικές απώλειές του μειώνονται.

Επιπρόσθετα, ένας μικρός κινητήρας έχει μικρότερη παλλινδρομική μάζα και χαμηλότερες τριβές. Έτσι, κλείνοντας, ένας μικρός σε κυβισμό κινητήρας είναι γενικά πιο αποδοτικός από έναν μεγαλύτερο.

2. *Υπερτροφοδότηση:* Έτσι, ενώ ένας μικρότερος σε κυβισμό κινητήρας είναι αποδοτικότερος ενεργειακά, δεν είναι αρκετά ισχυρός περιορίζοντας τον σε μικρού μεγέθους οχήματα. Με την υπερτροφοδότηση και τη συμπίεση περισσότερου αέρα στο κινητήρα, περισσότερο καύσιμο μπορεί να ψεκαστεί στον κύλινδρο και να καεί αποδοτικά. Έτσι, ο κινητήρας παράγει περισσότερη ισχύ για κάθε διαδρομή του εμβόλου μέσα στον θάλαμο καύσης το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα υψηλότερη τιμή ροπής και αποδιδώμενης ιπποδύναμης. Με την υπερτροφοδότηση του κινητήρα μόνο κατά τη λειτουργία του με μεγάλες τιμές φορτίου όταν απαιτείται πραγματικά περισσότερη ισχύς η οικονομία μπορεί να συνδυαστεί με τις επιδόσεις ενός μεγαλύτερου σε κυβισμό κινητήρα. Οι μικροί σε κυβισμό κινητήρες και η υπερτροφοδότηση αποτελούν τομέα στον οποίο ασχολήθηκε στο παρελθόν εκτεταμένα η Saab automobile. Η Saab εισήγαγε το 1976 στους κινητήρες της το στροβιλοσυμπιεστή καυσαερίων αυξάνοντας την πίεση στο σύστημα εισαγωγής χωρίς να κάνει τον κινητήρα μεγαλύτερο και βαρύτερο κι έτσι, περισσότερο αποδοτικό με καλύτερες επιδόσεις και μειώνοντας παράλληλα τους εκπεμπόμενους ρύπους. Παρόλα αυτά, αυτή η εξέλιξη έφθασε σε σημείο κορεσμού και πρέπει να εξελιχθούν νέα συστήματα και τεχνικές για τον περιορισμό των ρύπων και ειδικότερα των εκπομπών CO₂, αλλά και για τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων. Ένας τομέας όπου μπορούν να εξελιχθούν όλα τα παραπάνω είναι αυτός της μεταβλητής συμπίεσης στις Μ.Ε.Κ.

3. *Μεταβλητή συμπίεση:* Η αναλογία συμπίεσης του κινητήρα είναι ο όγκος που εκτοπίζει το έμβολο μείγμα αέρα-καυσίμου συν τον όγκο του θαλάμου καύσης και διαιρείται με τον όγκο καύσης. Με άλλα λόγια, το ποσό κατά το οποίο το μείγμα αέρα-καυσίμου συμπιέζεται στο κύλινδρο πριν αναφλεγεί. Η αναλογία συμπίεσης είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν πόσο αποτελεσματικά ο κινητήρας μπορεί να χρησιμοποιήσει την ενέργεια του καυσίμου. Η ενέργεια του καυσίμου αξιοποιείται καλύτερα όταν η σχέση συμπίεσης είναι όσο το δυνατόν υψηλότερη. Αν όμως, η σχέση συμπίεσης είναι πιο μεγάλη απ' όσο πρέπει, το αέριο μείγμα θα προαναφλεγεί προκαλώντας πλήγμα στον κινητήρα. Η μέγιστη σχέση συμπίεσης που μπορεί να αντέξει ο κινητήρας ορίζεται από τις συνθήκες μέσα στο κύλινδρο σε υψηλό φορτίο, όταν η κατανάλωση καυσίμου και αέρα είναι σε μέγιστα επίπεδα. Η αναλογία συμπίεσης παραμένει η ίδια όταν ο κινητήρας λειτουργεί σε χαμηλό φορτίο πχ όταν το όχημα κινείται σε αυτοκινητόδρομο με σταθερή ταχύτητα. Λόγω αυτής της ικανότητας του ο S.V.C. κινητήρας μπορεί να λειτουργήσει με σχέση συμπίεσης 14:1 με σκοπό να αυξήσει την ενεργειακή απόδοση του καυσίμου σε χαμηλά φορτία και μπορεί αυτή να την μειώσει στο 8:1 στα υψηλά φορτία. Ένας σκοπός κατά την εξέλιξη του S.V.C. ήταν να διατηρηθεί ο βασικός σχεδιασμός των εξαρτημάτων μιας συμβατικής μηχανής όσο το δυνατόν πιο αμετάβλητος. Έτσι ο στροφαλοφόρος, ο διωστήρας, το έμβολο και οι βαλβίδες είναι ίδια όπως οι συμβατικοί κινητήρες. Αυτό που κάνει τον S.V.C. να διαφέρει είναι ο τρόπος όπου ξεχωρίζουν τα άνω και κάτω τμήματα. Το άνω τμήμα είναι γνωστό ως *monohead*, αποτελεί την κεφαλή του κινητήρα με ενσωματωμένους του κυλίνδρους, ενώ το κάτω τμήμα αποτελείται από τον κορμό του κινητήρα, τον στροφαλοφόρο, το διωστήρα και τα έμβολα. (Στροφαλοθάλαμος). Η αναλογία συμπίεσης μεταβάλλεται από την κλίση της κυλινδροκεφαλής με το στροφαλοθάλαμο μέσω ενός υδραυλικού κινητήρα. Ο όγκος του θαλάμου καύσης θα

αυξηθεί και κατά συνέπεια θα έχουμε μείωση της συμπίεσης. Για να αυξηθεί η συμπίεση, η κλίση της κυλινδροκεφαλής μειώνεται. Ο όγκος του θαλάμου καύσης τότε μειώνεται και η συμπίεση αυξάνεται. Η κυλινδροκεφαλή με το στροφαλοθάλαμο είναι σφραγισμένη με διαφράγματα από ελαστικό. Η κλίση της κυλινδροκεφαλής μπορεί να μεταβληθεί από 0°-4°. Η βέλτιστη αναλογία συμπίεσης υπολογίζεται από το σύστημα διαχείρισης της Saab TRIONIC με βάση τη ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και τη ποιότητα του καυσίμου. Η αναλογία της σχέσης συμπίεσης είναι συνεχώς μεταβαλλόμενη.

Αποδοτικής αρχιτεκτονικής τετραβάλβιδοι κύλινδροι.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του κινητήρα αυτού είναι ότι η μεταβλητή σχέση συμπίεσης μπορεί να επιτευχθεί χωρίς να αλλαχθεί η διάταξη των κυλινδροκεφαλών, αλλά ούτε η αρχιτεκτονική τους στον κύλινδρο. Επίσης, ο σχεδιασμός του θαλάμου καύσης είναι ζωτικής σημασίας για τη διαδικασία καύσης και κατά συνέπεια, επηρεάζει άμεσα τις εκπομπές καυσαερίων, τη κατανάλωση καυσίμου και τις επιδόσεις του κινητήρα. Δεδομένου ότι η κυλινδροκεφαλή και τα μονωτικά ελαστικά της είναι μια ενιαία μονάδα είναι επίσης εφικτή η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των δώδων ψυκτικού υγρού. Αυτή η συνθήκη είναι απαραίτητη για την αντοχή αλλά και την αποδοτική ψύξη του κινητήρα δεδομένης της χρήσης υπερτροφοδότησής του.

Μηχανικός υπετροφοδότης για μέγιστη πίεση και άμεση απόκριση.

Ο μηχανικός υπερτροφοδότης χρησιμοποιείται για τη συμπίεση του αέρα του κινητήρα και η εμπλοκή του ή απεμπλοκή του ελέγχεται από το σύστημα ηλεκτρονικής διαχείρισης της Saab TRIONIC. Ο μηχανικός υπερτροφοδότης συνεπικουρείται από έναν εναλλάκτη αέρα και παράγει μέγιστη απόλυτη πίεση 2,8bar. Η μηχανικοί της Saab επέλεξαν τη χρήση μηχανικού υπερτροφοδότη αφού εκείνη την εποχή δεν ήταν ικανή η χρήση υπερτροφοδότη καυσαερίων (turbo) που να παράγει σε μικρό χρονικό διάστημα την απαιτούμενη πίεση άρα και απόκριση για τον κινητήρα. Γενικότερα, κλείνοντας, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η σημασία της σχέσης συμπίεσης για την απόδοση του κινητήρα έχει από καιρό γίνει γνωστή και υπάρχουν πολλά ευφάνταστα διπλώματα ευρεσιτεχνίας για διάφορα σχέδια κινητήρων μεταβλητής συμπίεσης. Οι σχεδιαστές της Saab άρχισαν να σκέφτονται την ανάπτυξη μεταβλητής συμπίεσης κινητήρων από τις αρχές της δεκαετίας του 1980. Η εργασίες για την ανάπτυξη τους άρχισαν στα μέσα της δεκαετίας και το 1990 κατατέθηκε η πρώτη αίτηση για δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Η πρώτη πειραματική χρησιμοποίηση κινητήρα είχε κυβισμό 2 λίτρων και απέδωσε υψηλότερες τιμές ισχύος και ροπής απ ό,τι ήταν αναγκαίο. Παρόλα αυτά, ο κινητήρας απέδειξε ότι η εν λόγω θεωρία απέδιδε πολύ καλά. Δοκιμές σε όχημα ξεκίνησαν στα μέσα 1990 με ένα κινητήρα 1,4 λίτρων σε σειρά εξακύλινδρο. Στόχος των δοκιμών ήταν ο κινητήρας να αποδώσει την ίδια ισχύ με έναν 3 λίτρων V6 κινητήρα αλλά με 30% χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου. Για περαιτέρω αξιολόγηση, η Saab απευθύνθηκε σε ανεξάρτητους εμπειρογνώμονες και δει τη Γερμανική εταιρία ανάπτυξης κινητήρων εσωτερικής καύσης FEV Motorentechnik στο Aachen. Η διεξοδική αξιολόγηση επιβεβαίωσε τους ισχυρισμούς της Saab. Ωστόσο, ο εξακύλινδρος κινητήρας 1,4 λίτρων κρίθηκε ότι δεν ήταν κατάλληλος για τα επίπεδα απόδοσης της Saab κι έτσι σχεδιάστηκε και εξελίχθηκε ένας νέος με κυβισμό 1,6 λίτρων και πεντακύλινδρης εν σειρά διάταξης. Επίσης, εκείνη την εποχή εξελίχθηκε το ηλεκτρονικό

σύστημα TRIONIC, παράλληλα με την εξέλιξη του εν λόγω κινητήρα.

Η εταιρία επισημαίνει ότι ένας μελλοντικός κινητήρας σε περίπτωση αξιοποίησης του από τη Saab θα μπορούσε να μεταβάλλει τα τεχνολογικά του χαρακτηριστικά και αυτά να υπαγορευθούν από τις απαιτήσεις της γραμμής παραγωγής και από τους τελικούς πελάτες της εταιρίας.

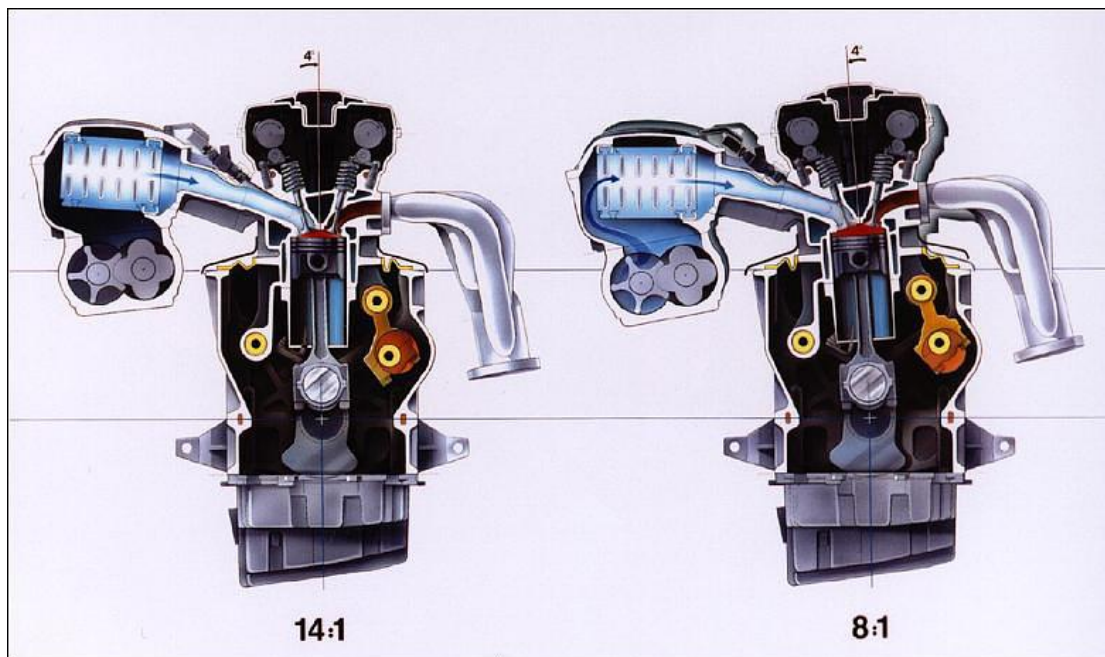


Κυβισμός	1598 cc
Αριθμός κυλίνδρων	5
Διάμετρος εμβόλου	68(mm)
Διαδρομή εμβόλου	88(mm)
Εύρος σχέσης συμπίεσης	8:1 -14:1
Μέγιστη πίεση υπερπλήρωσης (απόλυτη)	2.8 bar
Μέγιστη γωνία κυλινδροκεφαλής	4°

Μέγιστη παραγόμενη ροπή	30,3 Kgm
Μέγιστη παραγόμενη ροπή.	225 hp



Ο κινητήρας κατά τη διάρκεια της παρουσίασης του το Μάρτιο του 2000 στη Γενεύη.



ΕΥΡΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

KΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ NISSAN

Η ιαπωνική εταιρία ισχυρίζεται ότι έχει αναπτύξει ένα νέο μηχανισμό ο οποίος συνδυάζει την ισχύ ενός υπερτροφοδοτούμενου κινητήρα με την κατανάλωση καυσίμου ενός ατμοσφαιρικού. Επίσης με τον μηχανισμό από τον οποίο ονομάζει η ίδια ως multilink, (πολλαπλών συνδέσμων) φέρεται να είναι ικανός ο έλεγχος και η επίτευξη της επιθυμητής σχέσης συμπίεσης καθώς και η μείωση των παραγόμενων κραδασμών του κινητήρα.

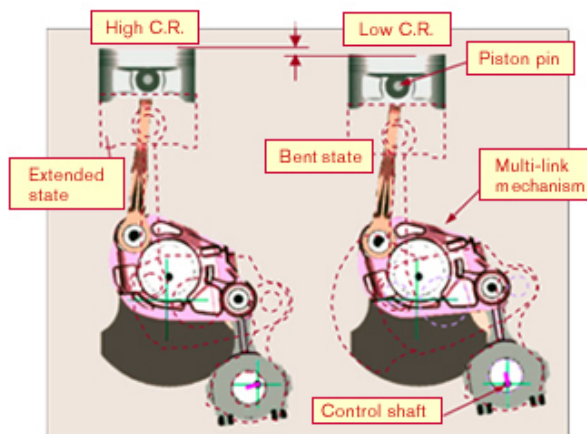
Τεχνική επεξήγηση

Με τη χρήση αυτού του συνδέσμου έχει επέλθει σημαντική βελτίωση των κραδασμών του κινητήρα σε συνδυασμο με τη μείωση της τριβής (ό είναι ο βασικός σκοπός αναπτυξης του). Έτσι με αυτόν το σύνδεσμο, έχουμε τη υψηλή σχέση συμπίεσης να χρησιμοποιείται κατά την οδήγηση μέσα στη πόλη με σκοπό τη αύξηση του θερμικού βαθμού απόδοσης του κινητήρα και κατ'επέκτασιν τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου.

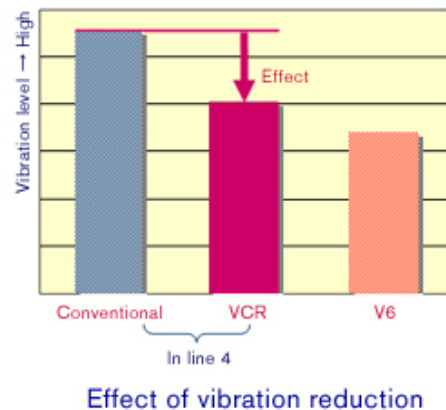
Το σύστημα μεταβάλλει στη συνέχεια σε περίπτωση επιτάχυνσης τη σχέση συμπίεσης σε χαμηλότερα επίπεδα. Επιπρόσθετα γίνεται αναφορά χρήσης υπερτροφοδότη καυσαερίων από την εταιρία για την αύξηση της παραγόμενης ισχύος, υπερκεράζοντας παράλληλα τον κίνδυνο προανάφλεξης μέσω μείωσης της σχέσης συμπίεσης .

Μηχανισμός χαμηλών κραδασμών

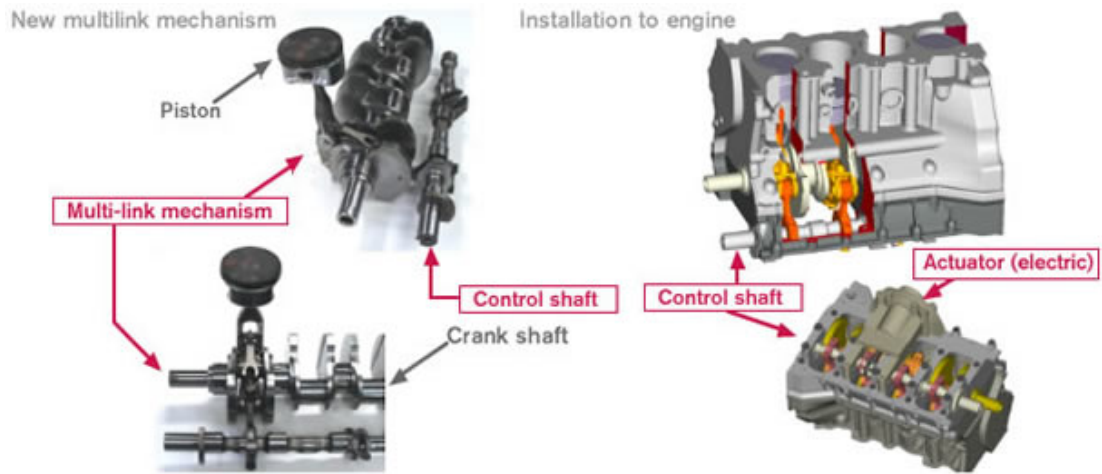
Η κίνηση του εμβόλου μέσα στο κύλινδρο σε ένα κινητήρα, είναι απαραίτητα έκκεντρα (λόγω της πρόσδωσης εκκεντρότητας ως προς τον διαμήκη άξονα του εμβόλου σε σχέση με τη στέγαση του πείρου μέσα σε αυτό) με ταυτόχρονη κίνηση του εμβόλου ως προς το πείρο του Α.Ν.Σ. Αυτή η διάταξη αυξάνει τις σχετικά παραγόμενες δονήσεις του κινητήρα στη περίπτωση ενός 4κύλινδρου κινητήρα. Η χρήση όμως του μηχανισμού της NISSAN επιτρέπει την εξάλειψη της εκκεντρότητας της τοποθέτησης του πείρου μέσα στο έμβολο και την επίτευξη απλής αρμονικής κίνησης, εξαλείφοντας την ανισοροπία του εμβόλου (και της συναρμογής διωστήρα-εμβόλου). Με αυτό τον τρόπο έχουμε σύγκριση των παραγόμενων δονήσεων ενός 4κύλινδρου κινητήρα με αυτές ενός 6κύλινδρου κινητήρα.



Principle of Variable Compression Ratio



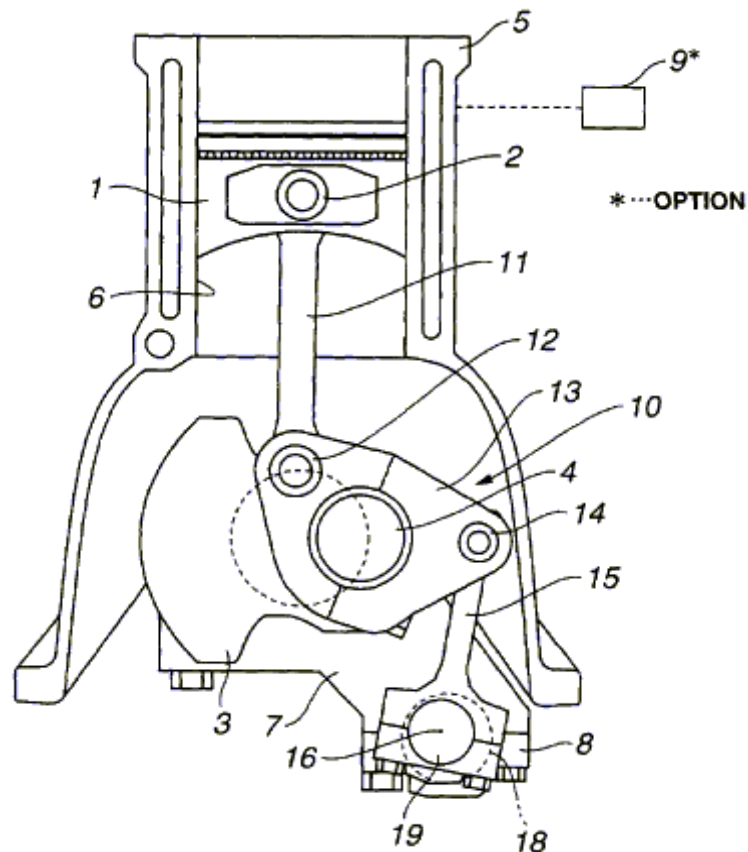
Στο γράφημα αυτό φαίνεται η αρχή λειτουργίας του κινητήρα αυτού, όπως και η μείωση των παραγόμενων δονήσεων κατά τη λειτουργία του σε σχέση με ένα συμβατικό κινητήρα, και με ένα V6 κινητήρα.



Παρουσίαση του άξονα ελέγχου και του ενδοιάμεσου κνώδακα που μεταβάλλουν τη σχέση συμπίεσης του κινητήρα.

Nissan Motor Co., Ltd. (Yokohama, JP)

FIG. 1



Παραστατικό επεξηγηματικό σχέδιο, κινητήρα NISSAN, σύμφωνα με πληροφορίες από το διαδύκτιο μέσα στο 2012 η εταιρία θα αξιοποιήσει αυτόν τον κινητήρα με κυβισμό 1.6 λίτρων 4κύλινδρο με στροβιλοσυμπιεστή καυσαερίων στο νέο της μοντέλο NISSAN SILVIA με παραγόμενες τιμές ισχύος από 221hp-250 hp και ροπής 30 Kgm. Αξίζει να αναφέρουμε ότι η εταιρία δεν αναφέρει περισσότερα στοιχεία σχετικά με το πώς επιτυγχάνεται η κίνηση των συνδέσμων του όλου συστήματος.

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ LOTUS OMNIVORE



Ο κινητήρας πρωτότυπο της Lotus εμπεριέχει ένα καινοτόμο σύστημα μεταβολής της σχέσης συμπίεσης. Χρησιμοποιεί το 2χρονο κύκλο λειτουργίας συνδυαζόμενο με άμεσο ψεκασμό καυσίμου. Η εταιρία ισχυρίζεται ότι αξιοποιεί σε μεγάλο βαθμό την ενέργεια του καυσίμου (σε σχέση με τους 4χρονους κινητήρες), καθώς και ότι λόγω της αυξομείωσης της σχέσης συμπίεσης είναι ιδανικός για λειτουργία με εναλλακτικά καύσιμα ή και με βασιζόμενα στην αλκοόλη μείγματα.

Αυτός ο κινητήρας διαθέτει ενιαία κατασκευή κυλινδροκεφαλής και κορμού κινητήρα (monoblock) εξαλείφοντας έτσι την ανάγκη για ύπαρξη φλάτζας κεφαλής η κορμού βελτιώνοντας την αντοχή και επιτυγχάνοντας μείωση του βάρους. Στον πρωτότυπο αυτό κινητήρα η εφαρμογή ενιαίας αρχιτεκτονικής διευκολύνεται από τον 2χρονο κύκλο λειτουργίας και από την απουσία απαίτησης για ύπαρξη βαλβίδων αλλά και των παρελκόμενων τους όπως εκκεντροφόροι ή υδραυλικά ωστήρια.

Μια ειδική βαλβίδα η οποία έχει τοποθετηθεί στην πλευρά της θυρίδας εξαγωγής επιτρέπει την ασύμμετρη εξαγωγή της ροής καυσαερίων και της συνεχόμενης μεταβολής του χρόνου ανοίγματός της. Ο κινητήρας χρησιμοποιεί το ψηφιακό σύστημα άμεσου ψεκασμού της Lotus ORBITAL FLEX D.I το οποίο προετοιμάζει το καύσιμο πρώτου αυτό εισέλθει στο θάλαμο καύσης, ανεξάρτητα από το είδος και μαζί με τον αέρα πριν από την ανάμειξη επιτρέπεται η αποτελεσματική καύση και η

χαμηλή θερμοκρασία εκκίνησης. Παράλληλα, το σύστημα αυτό είναι ικανό για λειτουργία με HCCI⁵ (Ελεγχόμενη Αυτοανάφλεξη καυσίμου).

Η μεταβλητή σχέση συμπίεσης επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός μηχανικού ενσωματωμένου κλείστρου επάνω στην κυλινδροκεφαλή στο χώρο του θαλάμου καύσης. Αυτό είναι ένα απλό και αποτελεσματικό σύστημα μεταβολής των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της συμπίεσης ανάλογα με τις απαιτήσεις του φορτίου του κινητήρα.

Η ενιαία μονάδα κυλινδροκεφαλής-κορμού ενσωματώνει επίσης τη πολλαπλή εισαγωγή και τη θυρίδα εισαγωγής αέρα, σε συνδυασμό με τις βάσεις για τα συστήματα μεταβολής της σχέσης συμπίεσης και τη βαλβίδα που ρυθμίζει την εξαγωγή των καυσαερίων από την ομόθυμη θυρίδα. Επίσης εμπεριέχει τη θέση δύο εγχυτήρων καυσίμου για μελλοντικές ερευνητικές χρήσεις. Ο κύριος εγχυτήρας ψεκάζεται καύσιμο απευθείας επάνω στο χώρο όπου έχουμε τη μεταβολή της σχέσης συμπίεσης, επάνω στην κορώνα του εμβόλου.

Ο κινητήρας είναι υγρόψυκτος, φέρει σύστημα δύο αντικραδασμικών ατράκτων και η ψύξη του γίνεται με τη βοήθεια μίας ηλεκτρικής αντλίας.

Εκτεταμένη χρήση υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (CFD) έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για να εξασφαλιστεί η ικανοποιητική ψύξη του κινητήρα. Ένα χαρακτηριστικό που επικουρείται από την αφαίρεση της φλάτζας της κυλινδροκεφαλής που στεγανοποιεί τον κύλινδρο.

Το κυριότερο πλεονέκτημα όμως αυτής της αρχιτεκτονικής του κινητήρα εκτός από αυτό των υλικών που χρησιμοποιούνται από τη Lotus είναι η μείωση που επέφερε στις στρεβλώσεις της διαμέτρου του κυλίνδρου παρόλη την αφαίρεση των κοχλιών σύνδεσης μεταξύ κορμού και κεφαλής τα οποία απουσιάζουν λόγω ενιαίας αρχιτεκτονικής.

Μηχανισμός μεταβολής σχέσης συμπίεσης: Το κυριότερο εξάρτημα του κινητήρα αυτού είναι ο μηχανισμός ο οποίος μεταβάλλει τη σχέση συμπίεσης. Το κλείστρο συγκεκριμένα, το οποίο βρίσκεται στη κεφαλή και είναι κινούμενο αυξομειώνει το χώρο καύσης, άρα και τη σχέση συμπίεσης. Στην περίπτωση των εργαστηριακών πρωτότυπων, αυτό το

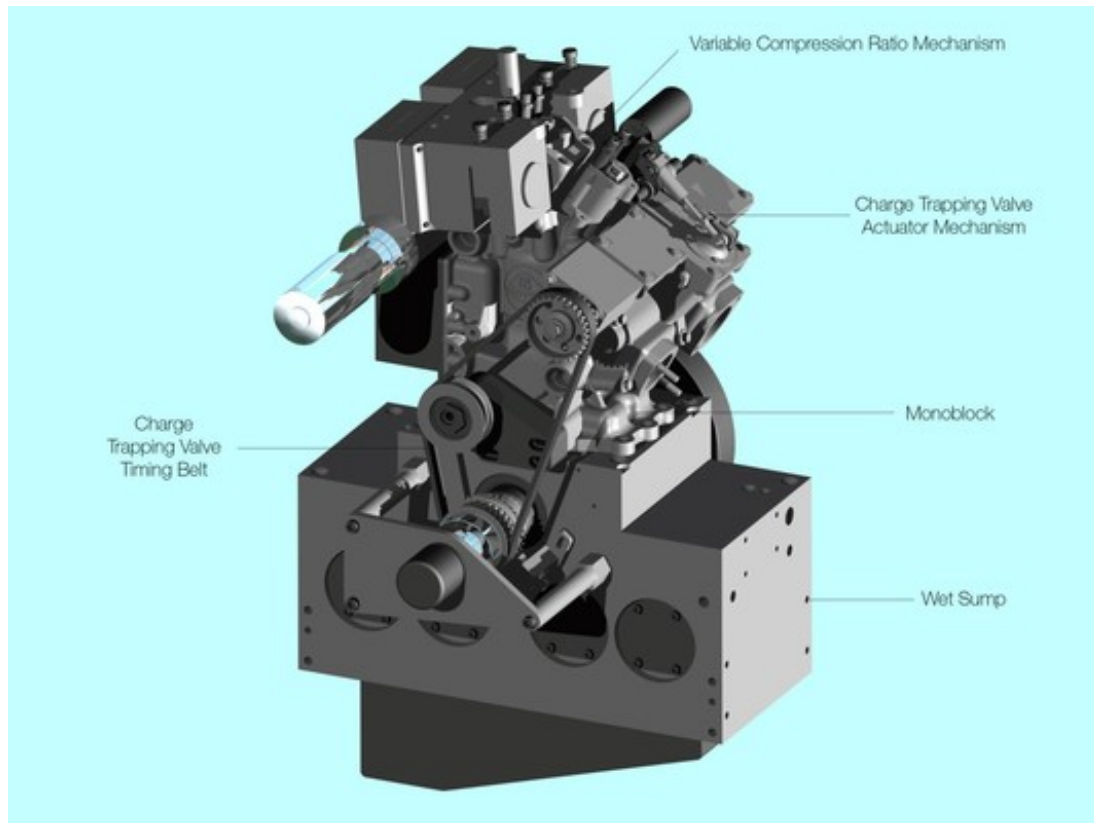
κλείστρο μετακινούνται από ένα διπλό εκκεντρικό μηχανισμό. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ταχύτητα του κλείστρου είναι ανεξάρτητη από τη ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα. Το κλείστρο είναι εσωτερικώς υδρόψυκτο και φέρει ελατήρια στεγανοποιήσεως.

Το σύστημα μεταβολής της σχέσης συμπίεσης ελέγχεται από έναν ηλεκτροκινητήρα. Επειδή δεν υπάρχουν βαλβίδες στοάνω μέρος του κυλίνδρου δεν υπάρχει ανάγκη για πρόβλεψη ειδικών χαραξιών «τσέπες» στην κορώνα του εμβόλου συμβάλλοντας έτσι, στην περαιτέρω μείωση του χώρου καύσης, άρα και τη συμπίεση και την αναλογία της. Όταν το κλείστρο βρίσκεται στην κατώτερη θέση του η σχέση συμπίεσης παίρνει την μεγαλύτερη τιμή της και αυτή έχει σχέση 40:1, τιμή υψηλότερη δυνατή από οποιοδήποτε άλλο κινητήρα μεταβλητής συμπίεσης. Η γεωμετρία του θαλάμου καύσης υπαγορεύτηκε από το χαρακτηριστικό του 2χρονου κύκλου λειτουργίας έναυσης με σπινθυριστή (μπουζί). Η θυρίδα εισαγωγής έχει σχεδιαστεί για να μεταφέρει αέρα στο σημείο όπου έχουμε την τοποθέτηση του σπινθυριστή.

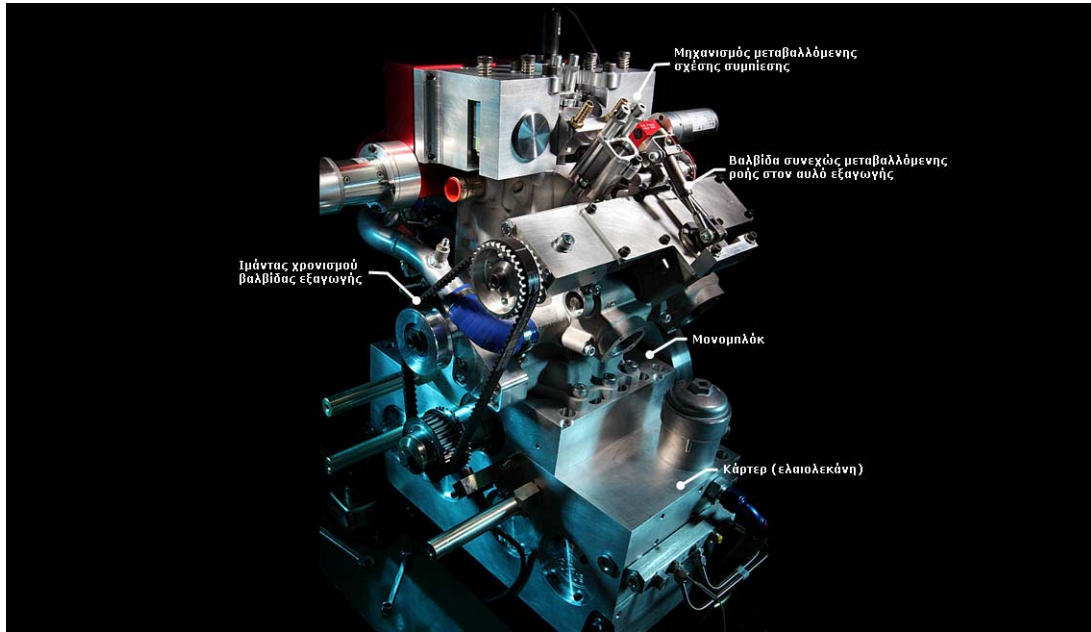
Μηχανισμός εξαγωγής καυσαερίων: Η βαλβίδα εξαγωγής των καυσαερίων που βρίσκεται στη θυρίδα της εξαγωγής παίρνει κίνηση από έναν κοντό αρθρωτό σύνδεσμο που είναι συνδεδεμένος με ένα έκκεντρο άξονα που περιστρέφεται με την ταχύτητα του στροφαλοφόρου με τον οποίο είναι συνδεδεμένος μέσω οδοντοτού ιμάντα. Ένας απλός σχετικά μηχανισμός όπως η βαλβίδα εξαγωγής της θυρίδας εξαγωγής αυτού του 2χρονου κινητήρα, προβλέπεται για την ασύμμετρη σε σχέση με την φάση της εισαγωγής περίοδο της εξαγωγής. ως εκ τούτου , έχουμε μια διαφοροποίηση σε σχέση με την κλασική λειτουργία του διαγράμματος PV ενός 2χρονου κινητήρα. Η τοποθέτηση ενός αρθρωτού συνδέσμου μεταξύ του έκκεντρου άξονα και της βαλβίδας εξαγωγής δίνει τη δυνατότητα διαφοροποίησης του χρονικού διαστήματος ανοίγματος της, αλλά και την ενεργή διατομή εξαγωγής των καυσαερίων και της λειτουργίας της.

Σε αυτόν τον μεταβλητό κύκλο υπό μεικτό φορτίο μπορεί να καθυστερήσει η εξαγωγή των καυσαερίων διαμέσου της βαλβίδας αυτής για περαιτέρω επέκταση της φλόγας μέσα στον κύλινδρο. Η θέση

του αρθρωτού συνδέσμου ελέγχεται από το ηλεκτρονικό σύστημα του κινητήρα. Όλα τα εξαρτήματα αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν εξελιχθεί από τη Lotus έτσι ώστε να μην υπάρχουν τυχόν δονήσεις κατά τη λειτουργία τους και να συνεργάζονται αρμονικά.



Πλαινη όψη κινητήρα LOTUS OMNIVORE



Πλαινη όψη κινητήρα LOTUS OMNIVORE



MERCEDES BENZ DIESOTTO

Το 2007 η Γερμανική εταιρία παρουσιάζει στο πρωτότυπο F700 τον εν λόγω κινητήρα. Όπως υποδηλώνει το όνομα του και απ ό,τι ισχυρίζεται η ίδια η εταιρία έχουμε ένα πρωτοποριακό συνδυασμό δύο κύκλων λειτουργίας του ΟΤΤΟ και DIESEL.

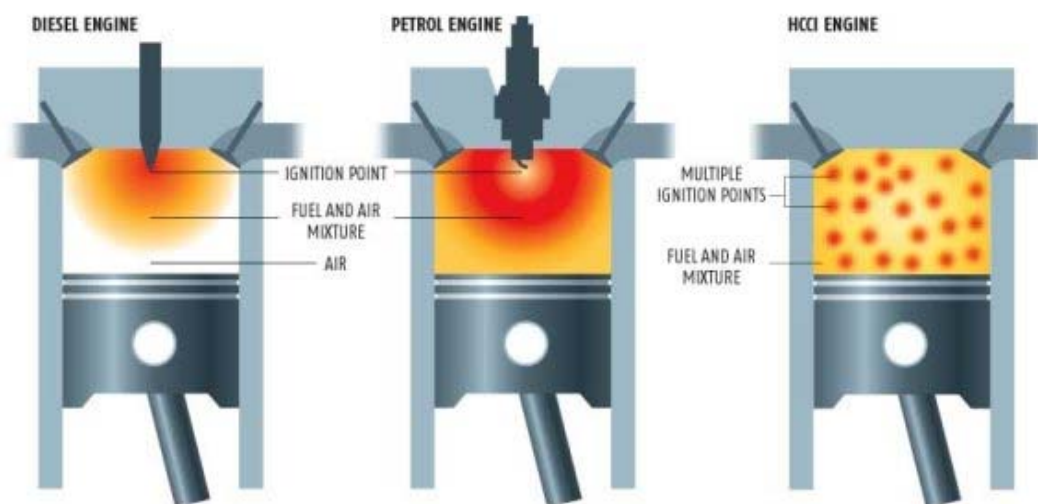
Σχετικά με τους κινητήρες Diesel, σήμερα αποφασιστικά βήματα για την εξέλιξή τους συνδυάζουν υψηλές τιμές ισχύος και ροπής με αξιοσημείωτα χαμηλή κατανάλωση. Στυλοβάτες των παραπάνω επιτευγμάτων είναι η υπερτροφοδότηση και τα συστήματα άμεσου ψεκασμού πετρελαίου μέσω των συστημάτων Common Rail⁷. Η εταιρία δείχνει να ασπάζεται κι αυτή το περίφημο “Downsizing” (μείωση κυβισμού των κινητήρων), αυξάνοντας την απόδοση, τοποθετώντας στο F700 για υποστήριξη υβριδικής διάταξης αποτελώντας το θερμικό κινητήρα. Επίσης, χρησιμοποιείται η πρωτοποριακή τεχνολογία HCCI, όπως αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Κατά τη διάρκεια της εκκίνησης, ή της λειτουργίας πλήρους φορτίου, το μείγμα αέρα-καυσίμου αναφλέγεται με τη βοήθεια σπινθυριστή, όπως στη λειτουργία ενός συμβατικού κινητήρα. Στην περίπτωση χαμηλού φορτίου έχουμε τη μετάβαση σε HCCI λειτουργία. Αυτή, ελαχιστοποιεί τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου όπως επίσης και τις παραγώμενες

θερμοκρασίες καυσαερίων. Επιπρόσθετα, η λειτουργία του κινητήρα υποστηρίζεται από καταλυτικό μετατροπέα τριών σταδίων και για την αποδοτική λειτουργία του ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Ο εν λόγω κινητήρας έχει 4κύλινδρο αρχιτεκτονική και κυβισμό 1,8 λίτρων ο οποίος δεν στερεί ποτέ τις επιδόσεις σε ένα μεσαίο οικογενειακό αυτοκίνητο. Ένας δύο σταδίων υπερτροφοδότης καυσαερίων είναι υπεύθυνος για την άριστη απόδοσή του και τις υψηλές τιμές παραγώμενης ισχύος και ροπής. Συγκεκριμένα, η απόδοσή του είναι 175kW (238hp) και συνεπικουρείται από ηλεκτροκινητήρα ισχύος 15kW (20hp) και η μέγιστη συνδιαζόμενη ροπή αντιστοιχεί στα 40Kgm. Ενδεικτικό για την πρόωση του συστήματος του πρωτότυπου F700 είναι οι επιδόσεις 0-100 σε 7,5", με μέση κατανάλωση 5,3 λίτρα/100Km και εκπομπές ρύπων 127gr CO₂/km. Τιμές εξαιρετικά χαμηλές και προσφιλείς για το περιβάλλον.

REDUCING SOOT AND NO_x EMISSIONS

In HCCI and petrol engines, the fuel and air are mixed before combustion, preventing the soot emissions of diesel engines. Only HCCI engines have multiple ignition points throughout the chamber. This plus their lean burn keeps temperatures low, preventing formation of nitrogen oxides (NO_x)



Εικόνα κατά την οποία γίνονται ορατές οι διαφορές στη διασπορά της φλόγας σε σχέση με ένα κινητήρα Diesel (αριστερά) Otto (κέντρο) και HCCI (δεξιά)



Εικόνα πρωτότυπου MERCEDES BENZ F700

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Όπως αντιλαμβάνεται ο μελετητής της παρούσης πτυχιακής εργασίας, η τεχνολογία αυτή των κινητήρων είναι σχετικά νέα και δεν είναι ιδιαίτερα γνωστή ακόμη και στο τομέα των τεχνικών που ασχολούνται εκτενώς η ακόμη κι επαγγελματικά με την επιστήμη των Μ.Ε.Κ.

Παρ' όλα αυτά η ενασχόληση με την εν λόγω τεχνολογία μεγάλων ερευνητικών κέντρων και αυτοκινητοβιομηχανιών τόσο της Ευρώπης όσο και της Ιαπωνίας, τη καθιστούν ως μια εξέλιξη η οποία είναι προ των πυλών και δεν θα αργήσει η ώρα που θα τη δούμε σε ένα όχημα στο δρόμο.

Ιδιαίτερα από τη στιγμή όπου οι νόρμες ρύπων επιβατικών (κι όχι μόνο) οχημάτων της Ευρώπης, γίνονται αυστηρότερες η τεχνολογία αυτή δείχνει μονόδρομος.

Ετσι η Ε.Ε με παλαιότερες αποφάσεις τις αποφάσησε να χρηματοδοτήσει τις έρευνες των Ευρωπαϊών κατασκευστών με σκοπό να βελτωθεί ο βαθμός απόδοσης των θερμικών αυτών μηχανών αλλά και η οδηγισιμότητα τους. Ετσι σύμφωνα με πληροφορίες η μείωση της κατανάλωσης κατά το έτος 2002 κυμαίνονταν μεταξύ 18%-24% των ερευνητικών πρωτότυπων της PEUGEOT, αλλά και των παραγόμενων ρύπων από τις κινητήριες μονάδες αυτές. Από μόνα τους αυτά τα ποσοστά κατανάλωσης και σε το συνδιασμό τις παραγόμενες τιμές ισχύος και ροπής, καθιστούν τους κινητήρες ικανούς να εκτοπίσουν σε πολλές περιπτώσεις τους θερμικούς κινητήρες Diesel ή ακόμη και να καταστήσουν την επιλογή ενός υβριδικού συστήματος πρόωσης περιττή.

Κατά αυτόν τον τρόπο μειώνοντας σχετικά τη πολυπλοκότητα και το βάρος ενός επιβατικού οχήματος έχουμε μείωση της κατανάλωσης καυσίμου αλλά και των παραγόμενων ρύπων.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω η εν λόγω τεχνολογία διακρίνεται για τα ενεργειακά αλλά και τα οικολογικά οφέλη της κανοντάς τη έτσι τον επόμενο σταθμό εξέλιξης των μηχανών εσωτερικής καύσης.

Επεξήγηση όρων που έχουν επισημανθεί κατά τη διάρκεια αυτής της πτυχιακής εργασίας.

1. Κρουστική καύση: Ονομάζεται το φαινόμενο στις Μ.Ε.Κ όπου έχουμε ανάφλεξη του συμπιεζόμενου μίγματος αέρα-καυσίμου πριν από το βέλτιστο χρόνο της κορύφωσης της καύσης στο θεωρητικό κύκλο λειτουργίας των Μ.Ε.Κ. Δημιουργείται έτσι ωστικό κύμα μέσα στο κύλινδρο το οποίο προκαλεί μεγάλη πίεση μέσα στο κύλινδρο με καταστροφικές συνέπειες για τον κινητήρα.
2. Οκτάνια :Είναι ένα πρότυπο μέτρο της απόδοσης του καυσίμου. Οσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός οκτανίων, τόσο το καύσιμο μπορεί να αντέξει στη μεγάλη του συμπίεση μέσα στο κύλινδρο από το πιστόνι. Σε γενικές γραμμές τα καύσιμα με υψηλότερη βαθμολογία οκτανίων χρησιμοποιούνται σε κινητήρες υψηλής απόδοσης. Εάν χρησιμοποιείται στους κινητήρες χαμηλής βαθμολογίας οκτανίων καύσιμο, ενδέχεται να έχουμε κρουστική καύση και να επέλθει βλάβη στο κινητήρα.
3. Μεταβλητός χρονισμός και βύθιση βαλβίδων: Ονομάζεται το σύνολο των τεχνολογιών που αξιοποιούνται σε ένα κινητήρα με σκοπό να μεταβάλλουν τη βύθιση της βαλβίδας η το χρονικό διάστημα το οποίο θα παραμείνει ανοικτή η κλειστή, ενώ ο κινητήρας είναι σε λειτουργία. Υπάρχουν πολλοί τρόποι μεταβολής των παραπάνω παραμέτρων όπως υλεκτροδραυλικά, μηχανικά, χωρίς εκκεντροφόρους. Κ.α.
4. Advance (Αβάνς) : Μονάδα μέτρησης του είναι οι μοίρες στροφαλοφόρου που αντιστοιχούν στη γωνία του στροφαλοφόρου όπου δίνεται ο σπινθήρας (η εκκινεί ο ψεκασμός του εκχυτήρα σε πετρελαιοκινητήρες) πρώτου το Α.Ν.Σ.

5. HCCI: (Ελεγχόμενη αυτοανάφλεξη καυσίμου) : Η λειτουργία αυτή εμπεριέχει χαρακτηριστικά που συναντούνται και στους δυο τύπους 4χρονων κινητήρων (Diesel, Otto). Αυτή είναι η χρήση σπινθηριστή και η απευθείας έκχυση καυσίμου μέσα στο κύλινδρο και στη συνέχεια την ελεγχόμενη αυτοανάφλεξη του. Σε αυτούς τους κινητήρες όπως στους κλασικούς τύπους μηχανών Otto το καύσιμο το καύσιμο με τον αέρα αναμυγνύονται μαζί. Ωστόσο αντί να χρησιμοποιούν ηλεκτρική εκκένωση για να αναφλεγεί ένα μέρος του μείγματος (το υπολοιπο αναφλέγεται λόγω της τύρβης της φλόγας μέσα στο κύλινδρο) η πυκνότητα και η θερμοκρασία του μείγματος τίθενται υπο συμπίεση έως ότου ολόκληρο το μείγμα να αναφλεγεί αυθόρμητα. Η στρομματοποιμένη καύση με συμπίεση βασίζεται στη αδιαβατική συμπίεση μέσω της οποίας αυξάνεται η θερμοκρασία και την αύξηση της πυκνότητας του μίγματος, αλλά η καύση εκδηλώνεται στο όριο της αυτοανάφλεξης του μίγματος καυσίμου-αέρα. Το σημείο διαφοροποίησης της καύσης στους κινητήρες ελεγχόμενης αυτοανάφλεξης είναι ότι η ανάφλεξη συμβαίνει σε πολλά σημεία του μίγματος αέρα- καυσίμου αυτόματα. Δεν υπάρχει πάροχος σε αυτή τη περίπτωση σπινθήρα, γεγονός το οποίο κάνει δύσκολο τον έλεγχο του κινητήρα. Παρ'όλα αυτά με την εξέλιξη των μικροεπεξεργαστών και τη βαθιά κατανόηση της διαδικασίας καύσης με τη βοήθεια Η/Υ , γίνεται δυνατή η χρήση της συγκεκριμένης τεχνικής, επιτυγχάνοντας επιδόσεις ενώς βενζινοκινητήρα, με κατανάλωση καυσίμου μιας μονάδας Diesel με ότι αυτό σημαίνει για τους παραγόμενους ρύπους. Πρακτικά οι κινητήρες αυτοί επιτυγχάνουν πιο χαμηλά επίπεδα NO_x χωρίς τη χρήση καταλύτη. Οι εκπομπές όμως άκαυστων υδρογονανθράκων και CO εξακολουθούν να είναι υψηλά (λόγω χαμηλότερων υψηλών θερμοκρασιών) όπως και στους σύγχρονους κινητήρες άμεσου ψεκασμού κατά τη λειτουργία τους με στοιχειομετρικό μίγμα. Πρόσφατες έρευνες ωστόσο έχουν δείξει ότι η χρήση δύο καυσίμων με διαφορετική αντιδραστικότητα (π.χ βενζίνη με πετρέλαιο) μπορεί να βοηθήσει

στην επίλυση ορισμένων δυσκολιών ελέγχου της ανάφλεξης και να καεί αποτελεσματικά και αποδοτικά το μείγμα αυτό.

6. Συστήματα Common Rail : Τεχνολογία ψεκασμού καυσίμου τόσο για πετρελαιοκινητήρες. Η πίεση του ψεκασμού στα συστήματα αυτά φτάνει τα 1000 bar, σε αντίθεση με χαμηλής πίεσης ψεκασμού καυσίμου συστήματα που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ :

Η παρούσα πτυχιακή εργασία δεν θα μπορούσε να εκπονηθεί χωρίς τη πολύτιμη βοήθεια την οποία παρείχε ο εισηγητής καθηγητής :(Dr.-Ing) Κ. ΚΩΝ/ΝΟΣ ΔΑΥΙΔ ο οποίος διάθεσε τις γνώσεις του την υπομονή και το ενδιαφέρον του σχετικά με ένα θέμα άγνωστο για πολλούς μηχανολόγους μηχανικούς ειδικευόμενους στο τομέα αλλά ακόμη και επαγγελματίες τεχνικούς που ασχολούνται με τις Μ.Ε.Κ.

Τέλος θα ήθελα να αφιερώσω την εργασία αυτή στην οικογένεια μου, η οποία με στηρίζει με όλους τους δυνατούς τρόπους σε όλα τα στάδια της ζωής μου, όπως και σε όλους τους όσους αγαπώ κι αποτελούν ουσιαστικούς συνοδοιπόρους στη ζωή μου.