

Πρωτοποριακοί – Πρωτότυποι Κινητήρες – Νέες Ιδέες

Κινητήρας Wankel

Ιστορικά Στοιχεία

Ο γερμανός μηχανολόγος Dr. Ing. Felix Heinrich Wankel γεννήθηκε το 1902 στον Μέλανα Δρυμό της Γερμανίας στην μικρή πόλη Swabia. Η Swabia είναι επίσης η γενέτειρα των Otto, Daimler και Benz. Έτσι λοιπόν και ο Wankel είχε από μικρός αγάπη για την τεχνολογία. Ακολούθησε λοιπόν ακαδημαϊκή μόρφωση και το 1925 άνοιξε το δικό του μηχανουργείο. Εργαζόταν αρκετά χρόνια πάνω στην ιδέα ενός περιστροφικού κινητήρα εσωτερικής καύσης και τελικά μετά τον Β΄ ΠΠ κατάφερε να συνεργαστεί με την εταιρία NSU για την κατασκευή περιστροφικών κινητήρων για μοτοσικλέτες.

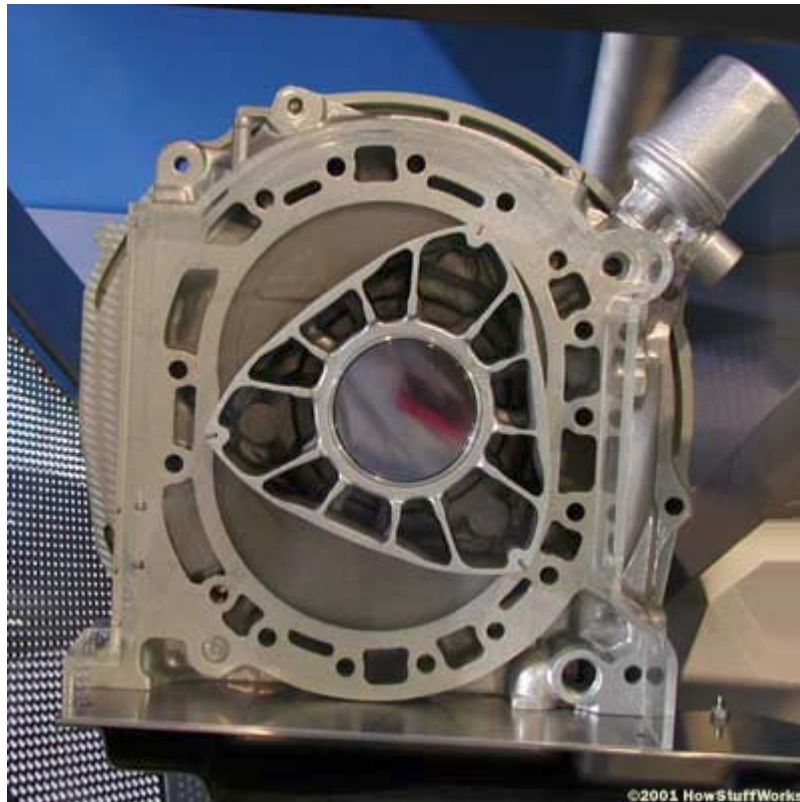
Ο πρώτος όμως πραγματικά λειτουργικός κινητήρας του Wankel ήταν ο DKM ο οποίος πρωτολειτούργησε το 1957. Ήταν σε θέση να λειτουργεί συνεχώς επί δυο ώρες και απέδιδε μέγιστη ισχύ της τάξης των 21 ίππων.

Η λειτουργία του κινητήρα Wankel

Ο περιστροφικός κινητήρας Wankel αποτελείται βασικά από 2 τμήματα, το κέλυφος του κινητήρα που ονομάζεται στάτης και το σύνολο άξονα εμβόλων το οποίο ονομάζεται ρότορας. Είναι και αυτός, ένας κινητήρας εσωτερικής καύσης σαν όλους του υπόλοιπους εμβολοφόρους παλινδρομικούς κινητήρες, μόνο που λειτουργεί με τελείως διαφορετικό τρόπο.

Σε έναν συμβατικό εμβολοφόρο παλινδρομικό κινητήρα εσωτερικής καύσης, ο κάθε κύλινδρος πραγματοποιεί σταδιακά όλες τις λειτουργίες του κινητήρα (εισαγωγή, συμπίεση, καύση - εκτόνωση και εξαγωγή). Ο

περιστροφικός κινητήρας πραγματοποιεί τις ίδιες λειτουργίες , μόνο που η κάθε μια πραγματοποιείται πάντα σε ένα και μοναδικό, σημείο του κινητήρα. Πρακτικά κάθε περιοχή του στάτη είναι αφιερωμένη σε μια ξεχωριστή λειτουργία, και ο ρότορας εναλλάσσεται μεταξύ των διαφόρων περιοχών για να εκτελέσει όλες τις παραπάνω λειτουργίες. Η μορφή του περιστροφικού κινητήρα Wankel φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, όπου παρουσιάζεται ο στάτης και ο ρότορας οι οποίοι παίζουν το ρόλο των κινύνδρον, των εμβόλων και όλων των υπολοίπων μηχανικών μερών του κλασικού κινητήρα.



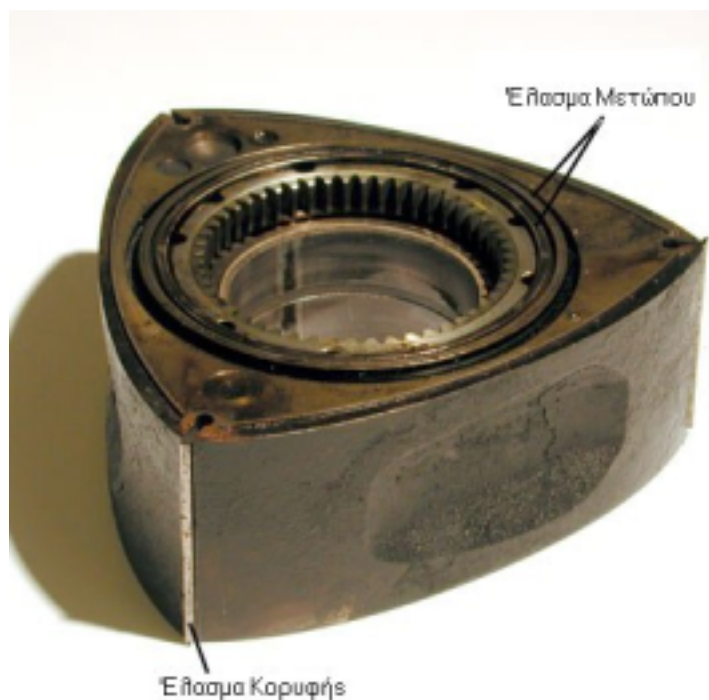
Όπως και στους συμβατικούς κινητήρες, έτσι και στον κινητήρα Wankel, παράγεται έργο από την καύση του συμπιεσμένου μίγματος αέρα – καυσίμου. Στους παλινδρομικούς κινητήρες η συμπίεση του μίγματος πραγματοποιείται στους κυλίνδρους από τα έμβολα, αντίθετα στον περιστροφικό κινητήρα η συμπίεση του καυσίμου επιτυγχάνεται λόγω της έκκεντρης περιστροφής του τριγωνικού εμβόλου μέσα στον στάτη. Ο

ιδιόμορφος κύλινδρος του περιστροφικού κινητήρα παίρνει το χαρακτηριστικό αυτό σχήμα, λόγω ακριβώς αυτής της έκκεντρης περιστροφής του εμβόλου. Το σχήμα αυτό του κυλίνδρου είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε οι τρεις ακμές του τριγωνικού εμβόλου να βρίσκονται πάντα σε επαφή με τα τοιχώματα του κυλίνδρου και να τα σφραγίζουν. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται τρεις διαφορετικοί χώροι τελείως αποκομμένοι μεταξύ τους. Καθώς λοιπόν περιστρέφεται το έμβολο, μέσα στον κύλινδρο, αυτοί οι ανεξάρτητοι χώροι αυξάνουν και μειώνουν σταδιακά τον όγκο τους, εκτελώντας με αυτόν τον τρόπο τις απαραίτητες διαδικασίες για τη λειτουργία του κινητήρα.

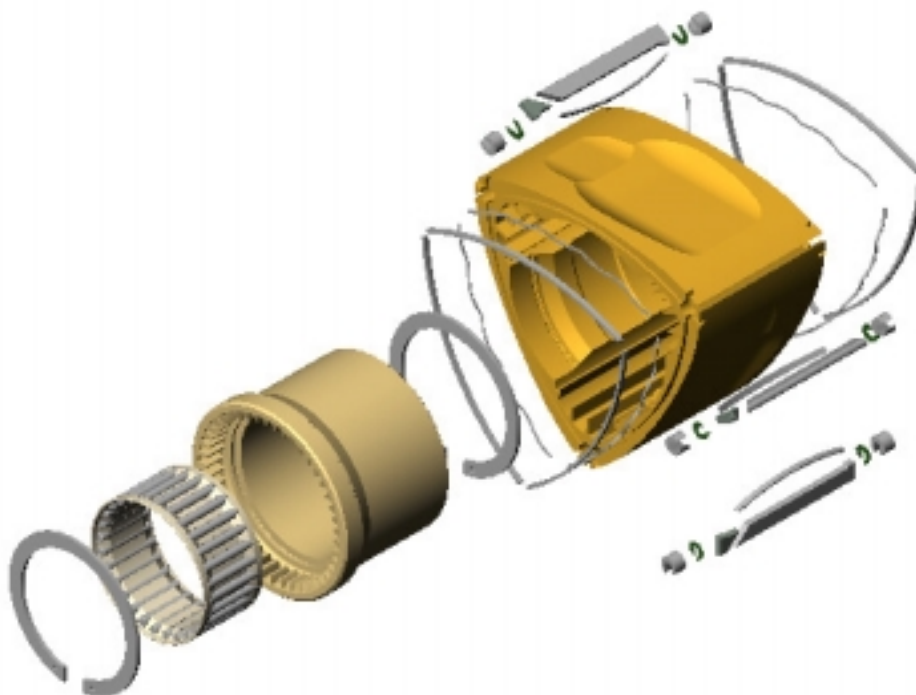
Περιγραφή των μερών του περιστροφικού κινητήρα

Ο Ρότορας

Ο ρότορας αποτελείται από τρεις κυρτές επιφάνειες κάθε μια από τις οποίες λειτουργεί σαν έμβολο. Η κάθε επιφάνεια διαθέτει έναν θύλακα ο οποίος αυξάνει τη χωρητικότητα του κινητήρα επιτρέποντας στο μίγμα να καταλάβει περισσότερο χώρο και να αναμειχθεί καλύτερα.



Όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα, η στεγανοποίηση των τριών περιοχών του κινητήρα επιτυγχάνεται μέσω ορισμένων σταγανοποιητικών ελασμάτων. Χρησιμοποιούνται τρία ελάσματα στις κορυφές του εμβόλου και δυο σε κάθε ένα από τα μέτωπα του εμβόλου. Στο εσωτερικό του ρότορα υπάρχει μια οδοντωτή στεφάνη, η οποία συνεργάζεται με έναν οδοντωτό τροχό ο οποίος είναι προσαρμοσμένος στο σταθερό κέλυφος του κινητήρα. Με την περιστροφή του οδοντωτού τροχού επιτυγχάνεται η έκκεντρη κίνηση του εμβόλου. Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα επιμέρους τμήματα του ρότορα.



Το κέλυφος (Στάτης)



Το κέλυφος του κινητήρα έχει περίπου οβάλ σχήμα, έτσι ώστε να βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με τον ρότορα. Η διαμόρφωση του κελύφους είναι τέτοια ώστε να χωρίζεται σε τέσσερις περιοχές, μια για κάθε φάση της λειτουργίας. Στο κέλυφος είναι επίσης τοποθετημένες και οι θυρίδες εισαγωγής και εξαγωγής του κινητήρα. Σε αντίθεση με τους κλασικούς τετράχρονους κινητήρες, στον περιστροφικό Wankel δεν συναντάμε βαλβίδες στην εισαγωγή και την εξαγωγή. Έτσι η θυρίδα εισαγωγής είναι συνδεδεμένη απ' ευθείας στην πολλαπλή εισαγωγής, ενώ η θυρίδα εξαγωγής στην εξάτμιση. Τέλος στο κέλυφος φιλοξενούνται τα μπουζί (σπινθηριστές) αλλά και τα κανάλια ψύξης του κινητήρα με το ψυκτικό υγρό.

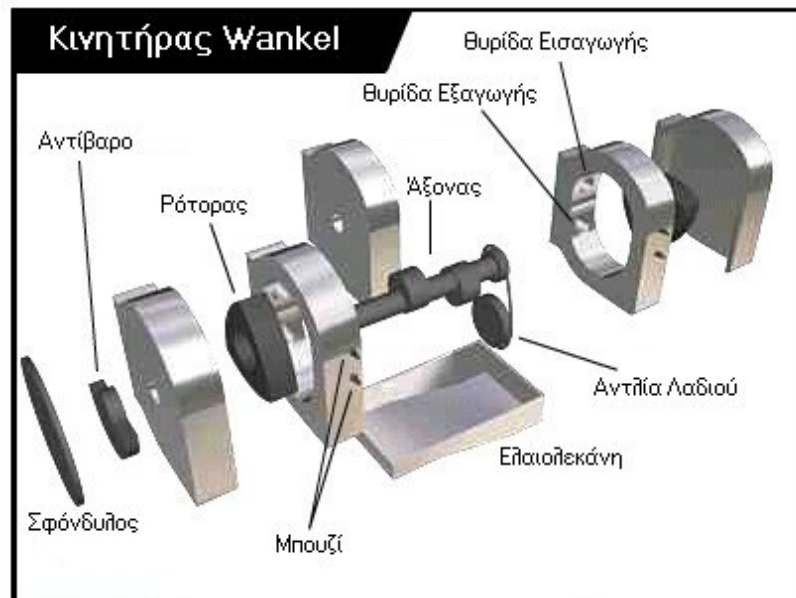
Ο άξονας του κινητήρα

Ο άξονας του περιστροφικού μοιάζει ελαφρά με τον στροφαλοφόρο των παλινδρομικών κινητήρων στη φιλοσοφία λειτουργίας του, και με τους εκκεντροφόρους στην εμφάνιση. Διαθέτει λοβούς τοποθετημένους έκκεντρα ως προς το κέντρο περιστροφής του άξονα. Ο κάθε ρότορας συνδέεται μέσω του οδοντωτού τροχού και της οδοντωτής στεφάνης με τον άξονα. Η λειτουργία των λοβών του άξονα μοιάζει αρκετά με αυτή των διωστήρων στους συμβατικούς κινητήρες, αφού μεταφέρουν τη δύναμη των στροφείων



στον άξονα με τη μορφή ροπής στρέψης. Ο άξονας του περιστροφικού

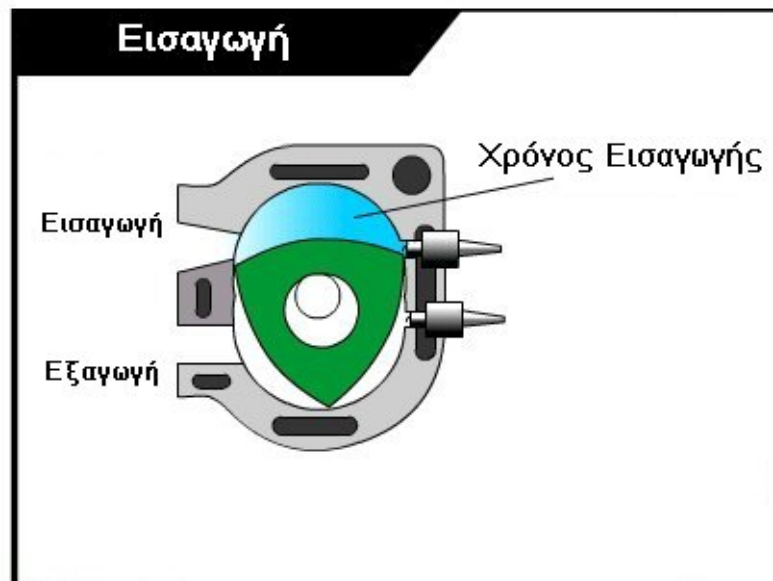
κινητήρα φαίνεται στην παραπάνω εικόνα. Ενώ στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ο τρόπος που συνεργάζονται τα διάφορα μέρη του κινητήρα Wankel μεταξύ τους.



Τα στάδια λειτουργίας του κινητήρα Wankel

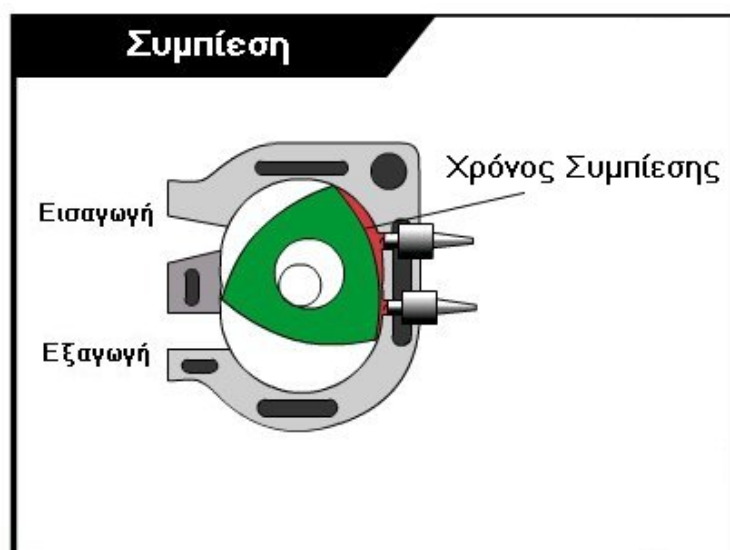
Ο περιστροφικός κινητήρας Wankel λειτουργεί σύμφωνα με τον 4χρονο κύκλο λειτουργίας του Otto. Ωστόσο εδώ οι χρόνοι λειτουργίας επιτυγχάνονται με τελείως διαφορετικό τρόπο. Όπως σημειώθηκε παραπάνω, ο ρότορας παίζει το ρόλο των εμβόλων και πιο συγκεκριμένα ο ρότορας αντιπροσωπεύει 3 έμβολα την ίδια στιγμή. Η κάθε πλευρά δηλαδή του ρότορα εκτελεί διαφορετική φάση της λειτουργίας την ίδια στιγμή. Στις παρακάτω παραγράφους παρουσιάζεται αναλυτικότερα η λειτουργία και οι φάσεις του περιστροφικού κινητήρα, μελετώντας όμως μια συγκεκριμένη πλευρά του ρότορα.

Εισαγωγή



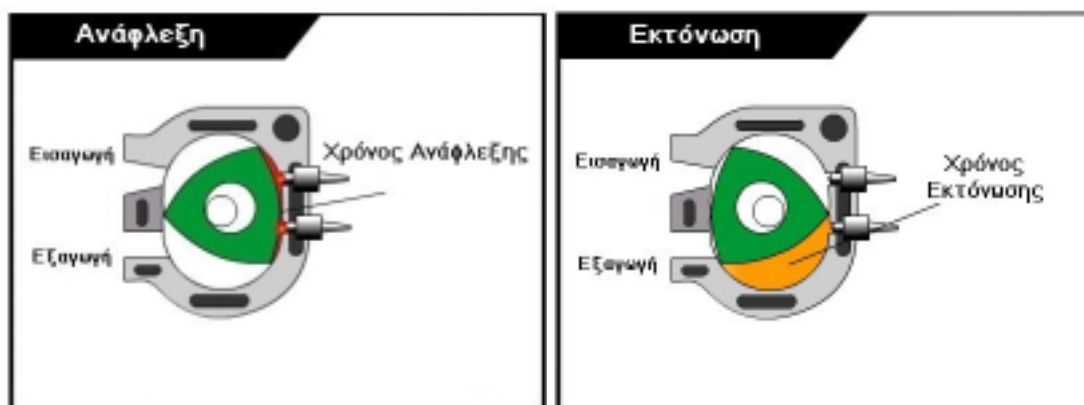
Η φάση της εισαγωγής ξεκινά, όταν η ακμή του ρότορα αποκαλύψει τη θυρίδα εισαγωγής. Τη στιγμή του αποκαλύπτεται η θυρίδα, ο όγκος του συγκεκριμένου "κυλίνδρου" είναι ο ελάχιστος δυνατός. Καθώς όμως περιστρέφεται το στροφέιο, ο όγκος μεγαλώνει δημιουργώντας υποπίεση η οποία αναρροφά καύσιμο μίγμα μέσω της θυρίδας. Όταν ο όγκος γίνει μέγιστος, τότε η επόμενη ακμή του ρότορα που έχει περιστραφεί κλείνει τη θυρίδα εισαγωγής και έτσι αρχίζει η συμπίεση.

Συμπίεση



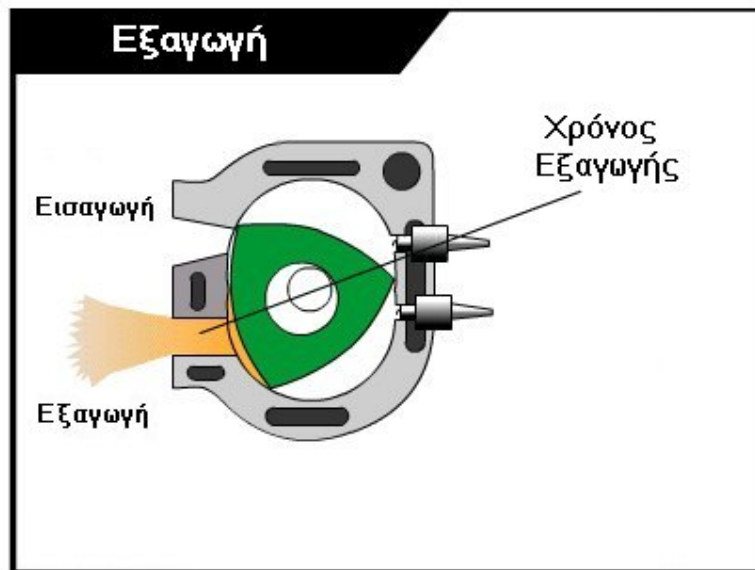
Καθώς ο ρότορας συνεχίζει την έκκεντρη κίνησή του μέσα στο κέλυφος του κινητήρα, ο χώρος που κατελάμβανε η πλευρά που πέρασε από τη φάση της εισαγωγής αρχίζει να μικραίνει. Έτσι λοιπόν το μίγμα αέρα / καυσίμου αρχίζει να συμπιέζεται. Έως τη στιγμή λοιπόν που η πλευρά αυτή του ρότορα φτάνει στην περιοχή που βρίσκονται οι σπινθηριστές (μπουζί), ο χώρος του μίγματος έχει γίνει ο ελάχιστος δυνατός και η συμπίεση μέγιστη. Στο σημείο αυτό αρχίζει η εκτόνωση.

Ανάφλεξη – Εκτόνωση



Οι περισσότεροι περιστροφικοί κινητήρες είναι εφοδιασμένοι με δυο μπουζί, για ταχύτερη εξάπλωση της φλόγας στον μακρύ θάλαμο καύσης και την ακαριαία εκτόνωση των αερίων της καύσης. Κατά τη στιγμή της ανάφλεξης λοιπόν έχουμε δημιουργία σπινθήρα από τα δυο μπουζί και ταχύτατη καύση του μίγματος. Η αύξηση της πίεσης των αερίων στο θάλαμο καύσης ωθεί το ρότορα να περιστραφεί προς την κατεύθυνση που μεγαλώνει ο όγκος του θαλάμου καύσης. Τα καυσαέρια συνεχίζουν να περιστρέφουν το ρότορα λόγω της πίεσής τους, έως ότου η ακμή του αποκαλύψει τη θυρίδα εξαγωγής.

Εξαγωγή



Όταν αποκαλυφθεί η θυρίδα της εξαγωγής, τα καυσαέρια που βρίσκονται στο θάλαμο καύσης υπό υψηλή πίεση, είναι ελεύθερα να διαφύγουν προς την εξάτμιση. Καθώς όμως συνεχίζεται η περιστροφή του στροφέιου, ο όγκος του θαλάμου καύσης μικραίνει και πάλι, αναγκάζοντας ότι καυσαέρια έχουν μείνει στον θάλαμο να αποχωρήσουν. Όταν ο όγκος του θαλάμου γίνει ελάχιστος, τότε το χείλος του ρότορα περνά πάλι από τη θυρίδα εισαγωγής και ο κύκλος επαναλαμβάνεται.

Διαφορές Περιστροφικών – Παλινδρομικών Κινητήρων

Κινούμενα μέρη

Ο περιστροφικός κινητήρας έχει πολύ λιγότερα κινούμενα μέρη από τον κλασικό τετράχρονο παλινδρομικό κινητήρα. Ένας τυπικός περιστροφικός κινητήρας Wankel με δυο ρότορες έχει μόνο τρία βασικά κινούμενα μέρη, τα οποία είναι: οι ρότορες και ο άξονάς τους. Αντίθετα, ακόμα και ο πιο απλός 4χρονος παλινδρομικός κινητήρας έχει περισσότερα από 40 κινούμενα μέρη, όπως τα έμβολα, τον εκκεντροφόρο, το στροφαλοφόρο, τους διωστήρες, τις βαλβίδες κ.λ.π. Αυτή η ελαχιστοποίηση των κινουμένων μερών στους

περιστροφικούς κινητήρες έχει πολύ θετικά αποτελέσματα στην αντοχή και την αξιοπιστία του κινητήρα. Για το λόγο αυτό, ορισμένοι κατασκευαστές μικρών ελικοφόρων αεροσκαφών χρησιμοποιούν περιστροφικούς κινητήρες και όχι παλινδρομικούς.

Ομαλότητα Λειτουργίας

Όλα τα κινούμενα μέρη στον περιστροφικό κινητήρα, κινούνται συνεχώς προς μία και μοναδική διεύθυνση και δεν αλλάζουν απότομα διεύθυνση κίνησης, όπως κάνουν π.χ. τα έμβολα στους κλασικούς παλινδρομικούς κινητήρες. Επίσης οι περιστροφικοί κινητήρες, κάνοντας χρήση αντίβαρων επιτυγχάνουν απόλυτη αντιστάθμιση των έκκεντρα κινούμενων μαζών, μηδενίζοντας όλων των ειδών τους κραδασμούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, την ομαλότατη και αθόρυβη λειτουργία των κινητήρων χωρίς ίχνος παλινδρομήσεων και κραδασμών.

Επίσης, η παραγωγή έργου στους περιστροφικούς κινητήρες διαρκεί 90° γωνίας στροφής του ρότορα. Αν συνυπολογιστεί το γεγονός πως ο ρότορας διαθέτει τρεις θαλάμους καύσης και περιστρέφεται με τριπλάσια ταχύτητα από τον κεντρικό άξονα, τότε παρατηρούμε πως σε έναν περιστροφικό κινητήρα με ένα ρότορα πραγματοποιείται παραγωγή έργου για 270° γωνία στροφής του κεντρικού άξονα. Αντίθετα σε έναν μονοκύλινδρο παλινδρομικό κινητήρα, η παραγωγή έργου διαρκεί 180° γωνία στροφής του στροφαλοφόρου άξονα.

Ταχύτητα Περιστροφής

Όπως σημειώθηκε παραπάνω, ο ρότορας περιστρέφεται με το $1/3$ της ταχύτητας του άξονα. Συνεπώς τα κύρια κινούμενα μέρη του περιστροφικού κινητήρα κινούνται με μικρότερη ταχύτητα από αυτή των κινουμένων μερών

του κλασικού παλινδρομικού κινητήρα. Το γεγονός αυτό είναι επίσης θετικό για την αξιοπιστία του κινητήρα.

Μειονεκτήματα – Κατασκευαστικά Προβλήματα

Βασικό μειονέκτημα του περιστροφικού κινητήρα Wankel είναι η σχετικά ρυπογόνος λειτουργία του. Λόγω της ταχύτατης περιστροφής του ρότορα και απουσίας βαλβίδων στις θυρίδες, δεν επιτυγχάνεται τέλεια διαχείριση του μίγματος. Έτσι δεν πραγματοποιείται τέλεια καύση, με αποτέλεσμα τη δημιουργία αρκετών ρυπογόνων ουσιών. Ωστόσο στα τελευταία εξελιγμένα μοντέλα του περιστροφικού κινητήρα, έχουν αντιμετωπιστεί με τη βοήθεια καταλυτών τα περισσότερα από τα προβλήματα αυτά.

Ένα άλλο μειονέκτημα του κινητήρα αυτού, είναι το μεγάλο κόστος κατασκευής. Παρά λοιπόν το γεγονός πως ο αριθμός των κινουμένων μερών του κινητήρα είναι μικρός, το κόστος κατασκευής παραμένει υψηλό, λόγω των ελάχιστων κινητήρων του τύπου που κατασκευάζονται συνολικά, σε σχέση με τους κλασικούς παλινδρομικούς εμβολοφόρους κινητήρες.

Τέλος, οι περιστροφικοί κινητήρες εμφανίζουν και το πρόβλημα της αυξημένης κατανάλωσης σε σχέση με τους παλινδρομικούς. Αυτό συμβαίνει λόγω της χαμηλότερης θερμοδυναμικής απόδοσης που παρουσιάζουν. Η διαφορά αυτή στη θερμοδυναμική απόδοση των δυο κινητήρων οφείλεται κυρίως στο μεγάλο μήκος του θαλάμου καύσης του περιστροφικού κινητήρα. Το σχήμα εξάλλου του θαλάμου καύσης στους κινητήρες Wankel δεν είναι ιδανικό ως προς την εκμετάλλευση των προωστικών δυνάμεων των καυσαερίων. Ένα ποσοστό δηλαδή της παραγόμενης ενέργειας χάνεται καθώς τα αέρια πιέζουν το έμβολο προς διάφορες κατευθύνσεις. Επίσης, η

κατασκευή του περιστροφικού κινητήρα δεν επιτρέπει την επίτευξη υψηλών τιμών συμπίεσης, η οποία είναι ανάλογη της απόδοσης.

Κινητήρας Μεταβλητής Συμπίεσης (Saab SVC)

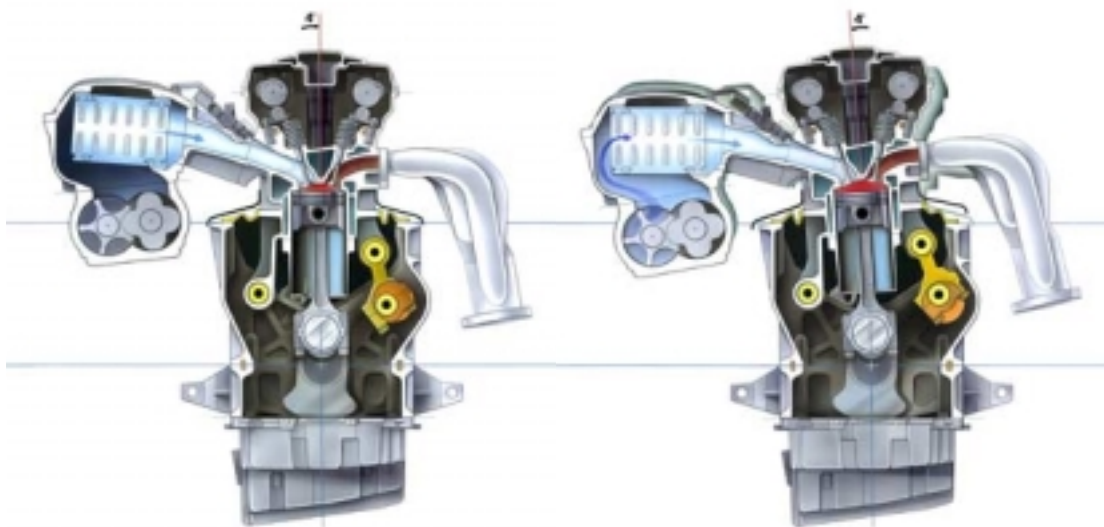


Στην έκθεση αυτοκινήτου της Γενεύης το 2000, η Σουηδική αυτοκινητοβιομηχανία Saab εξέπληξε τους πάντες με το νέο καινοτόμο κινητήρα μεταβλητής συμπίεσης που κατασκεύασε. Πολλοί ισχυρίζονται ότι η καινοτομία αυτή της Saab συγκρίνεται σε σπουδαιότητα με την επινόηση της υπερτροφοδότησης ή της ηλεκτρονικής διαχείρισης του κινητήρα. Εκ πρώτης όψεως όμως ο κινητήρας δεν προδιαθέτει για την τεράστια καινοτομία που εισάγει στη μηχανολογία. Έτσι λοιπόν στις επόμενες παραγράφους ακολουθεί μια περιγραφή της λειτουργίας του αλλά και μια ανάλυση των βασικών αρχών της λειτουργίας του.

Όπως είναι γνωστό, οι υπερτροφοδοτούμενοι κινητήρες κατασκευάζονται έτσι ώστε να λειτουργούν με μικρότερο λόγο (σχέση) συμπίεσης από τους ατμοσφαιρικούς. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η δημιουργία πολύ υψηλών πιέσεων στον θάλαμο καύσης οι οποίες οδηγούν σε φαινόμενα προανάφλεξης και κρουστικής καύσης, με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση της κυλινδροκεφαλής. Έτσι λοιπόν ο υπερτροφοδοτούμενος κινητήρας εμφανίζουν τη μέγιστη δυνατή συμπίεση, μόνο όταν λειτουργούν σε υψηλές στροφές. Όμως όταν η πίεση υπερπλήρωσης μειωθεί, λόγω της μείωσης των στροφών λειτουργίας του κινητήρα, τότε παρουσιάζεται το πρόβλημα της χαμηλής σχέσης συμπίεσης. Στις χαμηλές λοιπόν στροφές λειτουργίας, ο κινητήρας

υπολειτουργεί. Το πρόβλημα αυτό μελέτησε η Saab και κατέληξε στην κατασκευή του πρώτου κινητήρα μεταβλητής συμπίεσης.

Το όνομα SVC του κινητήρα "κρύβει" τις λέξεις Variable Compression οι οποίες σημαίνουν Μεταβλητή Συμπίεση. Ωστόσο για την επίτευξη της μεταβολής της συμπίεσης επινοήθηκε ένας πρωτοποριακός μηχανισμός ο οποίος μετακινεί την κυλινδροκεφαλή και ένα μέρος του κορμού του κινητήρα από τον υπόλοιπο κορμό και τα έμβολα, μεταβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο τον όγκο του θαλάμου καύσης άρα και τη συμπίεση. Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται καλύτερα η λειτουργία του μηχανισμού αυτού, όπου στο αριστερό σχήμα, ο κινητήρας λειτουργεί με μεγάλη σχέση συμπίεσης 14:1, ενώ στο δεξί με χαμηλή σχέση συμπίεσης 8:1.



Όπως φαίνεται παραπάνω, ο κινητήρας διαθέτει κυλινδροκεφαλή ενσωματωμένη με τους κυλίνδρους (monohead) οι οποίοι στους συμβατικούς κινητήρες αποτελούν μέρος του κορμού του κινητήρα. Η σύνθετη αυτή κυλινδροκεφαλή είναι έτσι στηριγμένη στον κορμό, ώστε μπορεί να αποκτήσει κλίση 4° ως προς το επίπεδο του κορμού του κινητήρα. Η κλίση αυτή μπορεί να επιτευχθεί με την περιστροφή ενός άξονα εφοδιασμένοι με έκκεντρα

κομβία, στον οποίο είναι στηριγμένη η ελεύθερη πλευρά της κυλινδροκεφαλής. Έτσι λοιπόν όταν ο άξονας περιστραφεί και ανασηκώσει τη μια πλευρά της κυλινδροκεφαλής κατά 4° , ο όγκος του θαλάμου καύσης μεταβάλλεται, αυξομειώνοντας τη σχέση συμπίεσης του κινητήρα.

Η πραγματική όμως καινοτομία του κινητήρα αυτού, είναι ο πολύ απλός και αξιόπιστος μηχανισμός μεταβολής της συμπίεσης, ο οποίος δεν απαιτεί πολλά κινούμενα μέρη, πολύπλοκες κατασκευές ή σπάνια και ακριβά υλικά στεγανοποίησης. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι οι θυρίδες ψύξης της κεφαλής είναι ξεχωριστές από αυτές του κορμού του κινητήρα, συμβάλλοντας ακόμα περισσότερο στην “ανεξάρτητη λειτουργία” της κεφαλής και του κορμού.



Η μεταβολή της συμπίεσης επιτρέπει στον κινητήρα της Saab να λειτουργεί με πιέσεις υπερπλήρωσης της τάξης των 2.8bar οι οποίες ωστόσο δεν μπορούν να επιτευχθούν από τους υπερσυμπιεστές εξάτμισης (Turbo) που υπάρχουν αυτή τη στιγμή. Για το λόγο

αυτό, στον πρωτότυπο κινητήρα χρησιμοποιείται μηχανικός υπερσυμπιεστής. Η πίεση υπερπλήρωσης και η σχέση συμπίεσης μεταβάλλονται αυτόματα από το ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης του κινητήρα λαμβάνοντας υπ’ όψιν παραμέτρους όπως οι στροφές λειτουργίας του κινητήρα, το μεταφερόμενο

φορτίο, τη θερμοκρασία, την ποιότητα του καυσίμου κ.α. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η σχεδόν ιδανική λειτουργία του κινητήρα κάτω από όλες τις συνθήκες λειτουργίας, άρα και ο περιορισμός της κατανάλωσης και των εκπεμπόμενων ρύπων με ταυτόχρονη αύξηση της απόδοσης.

Η απόδοση του πρωτοποριακού αυτού κινητήρα είναι εκπληκτική. Το πρωτότυπο μοντέλο που παρουσιάστηκε στην έκθεση της Γενεύης είχε χωρητικότητα 1.600cc και απέδιδε μέγιστη ισχύ 225 ίππων και 224lbft ροπής στρέψης. Η απόδοση αυτή αντιστοιχεί σε αυτή ενός καλού ατμοσφαιρικού κινητήρα των 3.000 κυβικών εκατοστών, ενώ την ίδια στιγμή η κατανάλωση είναι 30% λιγότερη. Έτσι, ενώ η απόδοση αγγίζει τη μοναδική για αυτοκίνητο παραγωγής τιμή των 150 ίππων / λίτρο, η κατανάλωση είναι ιδιαίτερα περιορισμένη και οι εκπομπές ρύπων ικανοποιούν ακόμα και τους πιο αυστηρούς κανονισμούς, όπως αυτόν της πολιτείας της Καλιφόρνια καθώς και τον ευρωπαϊκό EU4.

Το μοναδικό μειονέκτημα του κινητήρα μεταβλητής συμπίεσης είναι η περισσότερο πολύπλοκη κατασκευή του σε σχέση με τους κλασικούς κινητήρες. Ωστόσο είναι σχεδόν σίγουρο πως οι κινητήρες αυτοί θα αρχίσουν να παράγονται κανονικά σε μερικά χρόνια και αφού τελειοποιηθεί η εξέλιξή τους.

Honda Mini 4 Stroke Engine

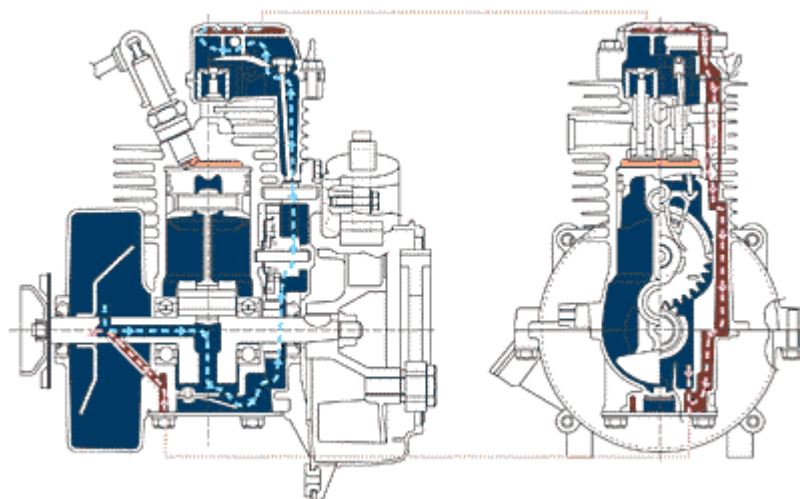
Ο μοναδικός κινητήρας που λειτουργεί σε οποιαδήποτε γωνία

Η Honda κατασκεύασε πρόσφατα, τον μοναδικό τετράχρονο κινητήρα, ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει χωρίς πρόβλημα σε οποιαδήποτε γωνία κλίσης, ακόμα και ανάποδα. Όλοι οι κινητήρες έχουν ένα όριο κλίσης, πέρα

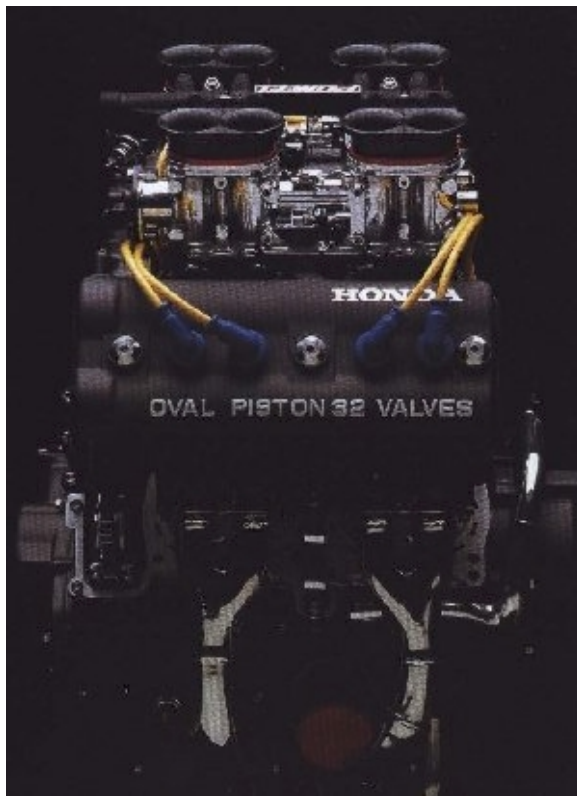
από το οποίο δεν μπορούν να λειτουργήσουν, διότι δεν είναι δυνατή η λίπανση των κινούμενων μηχανικών τους μερών. Στον νέο μικρό κινητήρα της Ιαπωνικής εταιρίας, μια αντλία περιστρεφόμενη "αλυσίδας" κυκλοφορεί διαρκώς το λιπαντικό στον κινητήρα χρησιμοποιώντας ως κινητήρια δύναμη την παλινδρομική κίνηση του εμβόλου. Αξίζει εδώ να σημειωθεί πως η αντλία δεν στέλνει μόνο το λιπαντικό από την ελαιολεκάνη (κάρτερ) προς την καεφαλή όπως γίνεται συνήθως αλλά και από την κεφαλή προς το κάρτερ. Αυτή ακριβώς η λειτουργία επιτρέπει την τοποθέτηση του κινητήρα με οποιαδήποτε γωνία κλίσης.

Επιπλέον, σχεδόν όλες οι πλευρές του κινητήρα διαθέτουν επικοινωνούσες εφεδρικές ελαιολεκάνες οι οποίες εξασφαλίζουν την αποθήκευση του λιπαντικού κατά τη διάρκεια της λειτουργίας υπό κλίση. Αν δεν υπήρχαν τα βοηθητικά αυτά δοχεία, το λιπαντικό θα εισχωρούσε στον θάλαμο καύσης επηρεάζοντας αρνητικά τη λειτουργία του κινητήρα.

Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται ο έξυπνος σχεδιασμός της αντλίας που κυκλοφορεί το λιπαντικό αλλά και οι περιφερειακές ελαιολεκάνες.



Κινητήρας με μη κυλινδρικά έμβολα (Honda NR 750)



Όταν πριν από αρκετά χρόνια άλλαξαν οι κανονισμοί των αγώνων ταχύτητας μοτοσικλετών GP, επετράπη η συμμετοχή μοτοσικλετών με δίχρονους κινητήρες χωρητικότητας 500cc καθώς και με τετράχρονους 750cc. Όπως όμως είναι γνωστό ο δίχρονος κινητήρας παράγει έργο κάθε μια περιστροφή του στροφάλου, ενώ ο τετράχρονος

κάθε δυο. Είναι λοιπόν αναμενόμενο, ο δίχρονος να αποδίδει περίπου διπλάσια ισχύ από τον τετράχρονο ίδιας χωρητικότητας. Έτσι λοιπόν όταν άρχισαν να ανταγωνίζονται οι νέες δίχρονες μοτοσικλέτες τις αγωνιστικές τετράχρονες, φάνηκε πως η διαφορά των 250cc υπέρ των τετράχρονων δεν ήταν ικανή να αντισταθμίσει τη διαφορά ισχύος των κινητήρων. Έτσι οι περισσότεροι κατασκευαστές άρχισαν να εξελίσσουν αμέσως δίχρονους κινητήρες.

Ωστόσο από το Ιαπωνική Honda αντί να προχωρήσει αμέσως στην υιοθέτηση δίχρονου κινητήρα, έφτασε στα όρια της εξέλιξης του τετράχρονου, κατασκευάζοντας ένα μοναδικό μηχανολογικό αριστούργημα, τον κινητήρα της αγωνιστικής μοτοσικλέτας NR 750. Η εξέλιξη του κινητήρα αυτού στην αγωνιστική του μορφή άρχισε το 1979 και συνεχίστηκε έως το 1987, όπου και

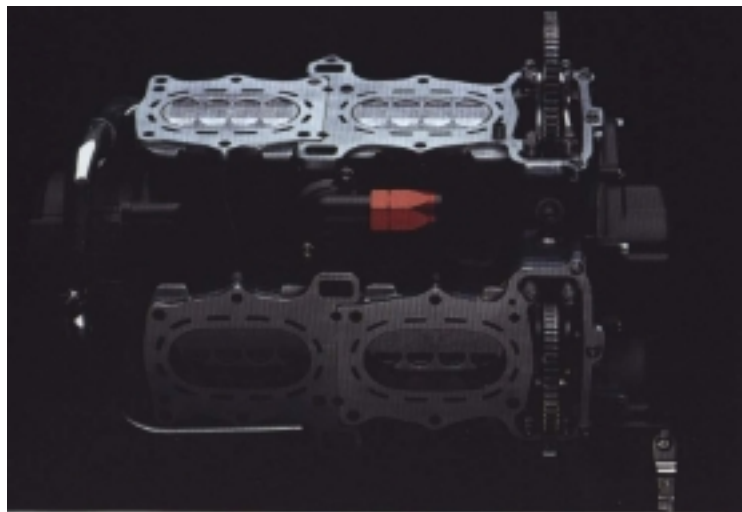
σταμάτησε την αγωνιστική του εμπλοκή και μπήκε σε περιορισμένη παραγωγή έως και το 1991.



Η αρχιτεκτονική του κινητήρα είναι πραγματικά μοναδική ακόμα και με τα σημερινά δεδομένα και αποτελεί μια τεχνολογική και μηχανολογική άσκηση της Honda η οποία ήταν πολύ μπροστά από την εποχή της. Ο κινητήρας λοιπόν αποτελείτο από 4 αλουμινένια έμβολα, τα οποία όμως δεν είχαν κυλινδρική αλλά οβάλ μορφή. Τα έμβολα αυτά παλινδρομούσαν σε

αντίστοιχους αλουμινένιους κυλίνδρους σε διάταξη V γωνίας 90° καλυμμένους με ειδική αντιτριβική επίστρωση (Nikasil). Ο κάθε κύλινδρος διέθετε 8 βαλβίδες, τέσσερις εισαγωγής και τέσσερις εξαγωγής, καθώς και δυο μπουζί.

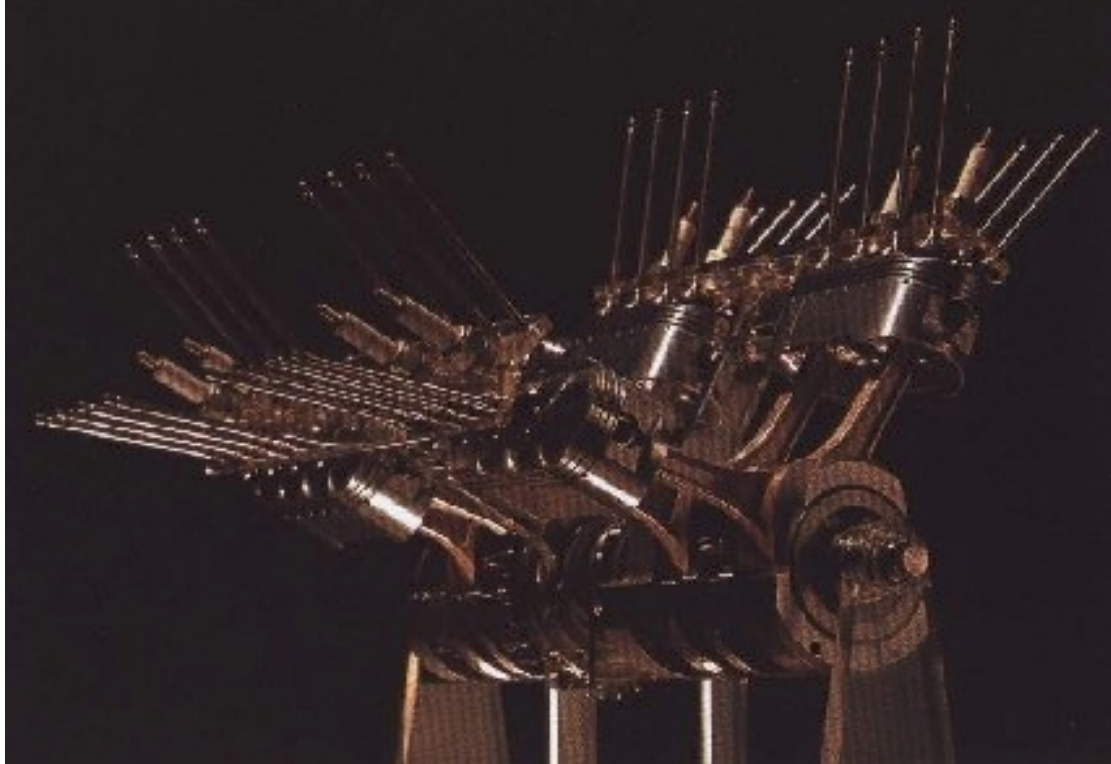
Αντίστοιχα τα έμβολα διέθεταν δυο διωστήρες οι οποίοι συνεργάζονταν με το στροφαλοφόρο άξονα μέσω δύο κομβίων. Ουσιαστικά δηλαδή ήταν ένας



οκτακύλινδρος V κινητήρας του οποίου τα έμβολα ήταν ενωμένα ανά δυο.

Οι 8βάλβιδες κεφαλές και τα διπλά μπουζί έδιναν τη δυνατότητα στον κινητήρα να περιστρέφεται έως τις 20.000rpm στην αγωνιστική του έκδοση, αποδίδοντας περίπου 200 ίππους από 750cc πετυχαίνοντας την απίστευτη

τιμή ειδικής ισχύος των 266 ίππων περίπου / λίτρο. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται καθαρά η απίστευτη αρχιτεκτονική των κινουμένων μερών του κινητήρα.



Παρά όμως τις εκπληκτικές δυνατότητες του κινητήρα αυτού στον τομέα των επιδόσεων, η λειτουργία του αποδείχθηκε αρκετά αναξιόπιστη, παρουσιάζοντας προβλήματα στεγανότητας, ταλαντώσεων και υψηλών θερμοκρασιών στους πολύ υψηλούς ρυθμούς περιστροφής που λειτουργούσε. Έτσι λοιπόν το 1987 εγκατέλειψε τους αγώνες και πέρασε στην παραγωγή βρίσκοντας θέση στην πρωτοποριακή μοτοσικλέτα της Honda που ονομάστηκε φυσικά NR. Στην πολιτική του πια έκδοση λειτουργούσε έως τις 14.000 στροφές ανά λεπτό αποδίδοντας μέγιστη ισχύ 130 ίππων, τιμή κορυφαία για κινητήρα παραγωγής ακόμα και με τα σημερινά δεδομένα.