

Τί γίνεται άπ' έδω και πέρα;



ΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΙ



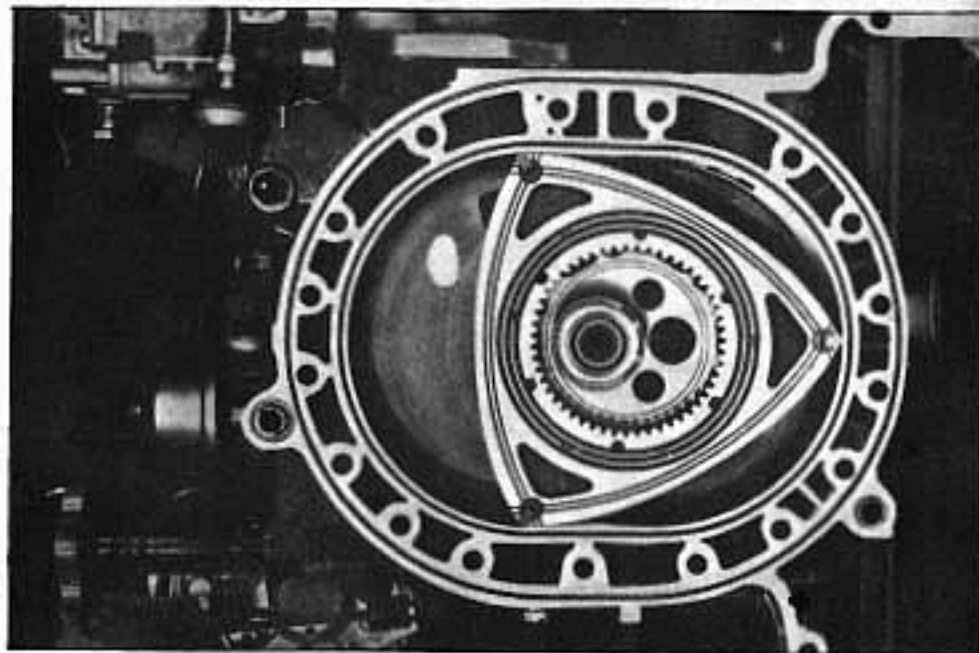
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



Φώλιε Βάνκελ. Ο άνθρωπος που τοποθέτησε την υπόθεση σε στέρεες βάσεις μαζί με τον Φρέντε της NSU.

Μετά από τις εκπλήξεις των πρώτων ετών, μετά από τις συζητήσεις, τις έρευνες και τις ατέλειωτες δημοσιεύσεις πάνω στο θέμα των περιστροφικών κινητήρων, ακολούθησε μία μακρά σιωπή. Η NSU άνημπορη να συνεχίσει, μετά τα τεράστια έξοδα που έκανε για να κατασκευάσει το Ro 80, έδωσε την σκυτάλη σε άλλους κατασκευαστές με τα δικαιώματα της παραγωγής των κινητήρων Βάνκελ. Κατά έναν περίεργο τρόπο ήταν οι Ιάπωνες και συγκεκριμένα η Τόγιο Κόγκυο, που έτέθη επικεφαλής της νέας εποχής. Οι Αμερικανοί σχεδόν ξέχασαν τους περιστροφικούς κινητήρες και οι Ευρωπαίοι κατασκευαστές παρουσίασαν πειραματικά αυτοκίνητα που μάλλον έγιναν για να προκαλέσουν το χλιαρό ενδιαφέρον των ειδικών τεχνικών συντακτών. Γι' αυτό, νομίζουμε ότι είναι καιρός για μία ειδικότερη ματιά στο όλο θέμα, και για μία προσπάθεια να δοθεί απάντησι στο ερώτημα: Τί είναι τέλος πάντων οι κινητήρες Βάνκελ; Ποιό είναι το μέλλον τους;

Δεν μπορεί να αμφισβητήσει κανείς το γεγονός ότι στους κινητήρες Βάνκελ είναι διαχυτή ή συμμετρία! Στη φωτογραφία μας διακρίνεται το εσωτερικό του κινητήρα της Τόγιο Κόγκυο. Η πλευρική θύρα εισαγωγής, μόλις αποκαλύπτεται στο επάνω αριστερό μέρος του κινητήρα. Η εξαγωγή διακρίνεται επάνω, δεξιά στο κάλυμμα. Η λευκή κηλίδα είναι φωτογραφική άτυπια. Άλλα σημεία ενδιαφέροντος. Τα τρία ελατήρια στις ισάριθμες κορυφές του τριγωνικού επιστενωτού ή ρότορ. Τα πλευρικά ελατήρια που αποκομίζουν από πλευρικά καλύμματα και τέλος, οι δίσκοι του φυκτικού ύγρου σ' όλη την περιφέρεια του μπλόκ.



Γράφει  
ό ΚΩΣΤΑΣ ΚΑΒΑΘΑΣ

ΒΑ ΗΤΑΝ άτοπο αν αρχίζαμε με το παρελθόν ή το μέλλον και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν ή αντιμετώπιζαν, οι περιστροφικοί κινητήρες, αν πρώτα δεν περιγράψαμε, με τον απλούστερο δυνατό τρόπο, τί ακριβώς είναι αυτοί οι κινητήρες και πώς εργάζονται.

Γιατί, βεβαίως, θα υπάρχουν αναγνώστες μας, που ήλθαν κάπως άργα στην οικογένεια και οι κινητήρες Βάνκελ θα τους είναι τελείως άγνωστοι. Άγνωστη θα τους είναι και η ιστορία των περιστροφικών κινητήρων, αν και κάποτε είχαμε ασχοληθεί με το θέμα αυτό και είχαμε ανακαλύψει ότι ακόμη και ο Τζέιμς Βάττ είχε κατασκευάσει μία πρωτόγονη μορφή περιστροφικού κινητήρα.

Ο περιστροφικός κινητήρας είναι μία ιδιαίτερα απλή μηχανική μορφή. Αποτελείται βασικά από ελάχιστα κινούμενα μέρη, κι αυτό είναι εκείνο που τον κάνει τόσο αγαπητό στους μηχανικούς που θέλουν μακριά.

Φαντασθήτε ένα τρίγωνο, κατασκευασμένο από ατσάλι, του οποίου οι τρεις πλευρές δεν είναι επίπεδες, αλλά κυρτές. Το τρίγωνο αυτό περιστρέφεται μέσα σ' ένα κάλυμμα, που μπορείτε να δείτε καθαρά στη φωτογραφία 1, που έχει σχήμα άνωκεντρώ 8.

Το τρίγωνο λέγεται ρότορ ή τροχοειδές και περιστρέφεται έκκεντρα μέσα σε κάλυμμα. Αυτό επιτυγχάνεται σχετικά εύκολα, αφού ο στραφοφόρος του κινητήρα είναι σταθερός και ο ρότορ περιστρέφεται γύρω από τον στραφοφόρο, αλλά και γύρω άπ' τον εαυτό του!

Ο κινητήρας της φωτογραφίας (1) δεν είναι της NSU, αλλά της Τόγιο Κόγκυο.

Κι αυτό έχει μεγάλη σημασία, όπως θα δούμε πιο κάτω, γιατί οι δύο εταιρίες διέτηραν θέβαια την βασική ιδέα του κινητήρα Βάνκελ, αλλά ακολούθησαν διαφορετικούς δρόμους στις κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

Ας περιγράψουμε, λοιπόν, την λειτουργία, με βάση την φωτ. 1. Οι λεπτομέρειες μπορούν να περιμένουν για αργότερα.

Όπως βλέπετε, πάνω από κάθε πλευρά του ρότορ υπάρχει ένας χώρος. Ένας χώρος που δεν μπορεί σ' αλήθεια να περιγραφεί, μη και αλλάξει συνεχώς σχήμα! Πότε μικραίνει και πότε μεγαλώνει, ανάλογα με την θέση που βρίσκεται το τριγωνικό «πιστόνι».

Ο χώρος αυτός, ή μάλλον οι χώροι αυτοί, είναι στην πραγματικότητα οι θάλαμοι καύσεως στους περιστροφικούς κινητήρες. Κι' από έδω αρχίζει μία μάλλον ενδιαφέρουσα και ελοφρό πολύπλοκη διαδικασία.

Σε κάθε θάλαμο καύσεως γίνονται τρεις εκρήξεις σε κάθε πλήρη περιστροφή του ρότορ και ο στραφοφόρος περιστρέφεται τρεις φορές ταχύτερα από τον ρότορ.

Αυτό σημαίνει ότι έχουμε μία εκρηξι σε κάθε θάλαμο, ανά μία πλήρη περιστροφή του στραφοφόρου!

Όταν έχουμε δύο ρότορες, τότε η σχέση εκρηξις - περιστροφή του στραφοφόρου είναι ανάλογη μ' εκείνη ενός τετρακυλίνδρου εν σειρά κινητήρα.

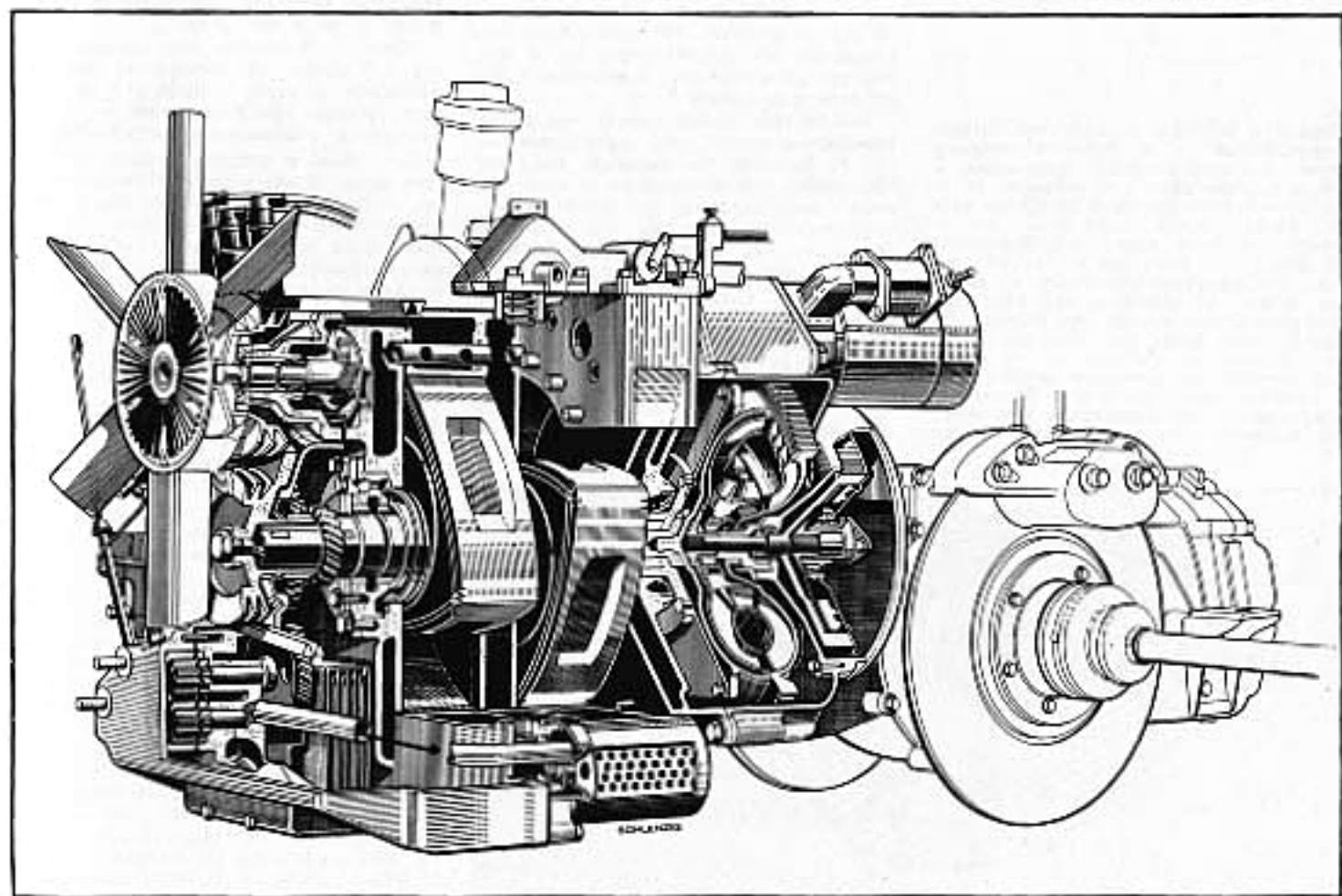
Οι λεπτομέρειες αυτές είναι απαραίτητες και χρειάζονται λίγη σκέψη για να γίνουν κατανοητές, αλλά δεν νομίζουμε ότι πρέπει να τις πάρете και πολύ σοβαρά σ' αυτό το στάδιο.

Πρώτα θα πρέπει να πούμε πώς γίνον-



Το 1956 η NSU κατασκεύασε μία μετασκληττα με κινητήρα 50 κ. έκ. για να έπιτεθεί στο παγκόσμιο ρεκόρ ταχύτητας της κλάσεως. Το αποτέλεσμα; Πέρα από 196 χλμ. την ώρα. Ο τρόπος; Ένας υπερσυμπιεστής, αυτός της φωτογραφίας 10, με τριγωνικό πιστόνι, που ανέδωσε την άπόδοσι του κινητήρα στο «Μπόρμ II» στους 260 γ/προς στο λίτρο! Ο υπερσυμπιεστής αυτός έγινε αργότερα ο πρώτος περιστροφικός κινητήρας. Ο DKM, με 125 κ. έκ. που απέδιδε 29 γ/πρους στις 17.000 στροφές.

Τομή του κινητήρα του Ro-80. Η τριμή αυτή έχει δημοσιευθή άπειρες φορές αλλά έχει το προσόν γού ότι προβάλλει άριστά τις λεπτομέρειές του. Από άριστερά προς τα δεξιά διακρίνονται: Ο άνεμιστήρας του φυκτικού ψυγείου και τα διάφραγμα βοηθητικά συστήματα κίνησης, οι δύο ρότορες με τους «θαλάμους» καύσεως στις πλευρές τους, ο απαραίτητος στο Ro-80 μετατροπικός ροπής και τέλος, τα διακόφρανα που φαίνονται ότι είναι μεγαλύτερα από τον κινητήρα!





# ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

τα οι εκρήξεις, η εισαγωγή και η έξοδος στους κινητήρες Βάνκελ και για τον σκοπό αυτό θα θέλαμε να ρίξετε μια ματιά στο σχήμα 2. Στο σχήμα αυτό διακρίνεται ο κινητήρας του NSU Ro 80, ο οποίος έχει αρκετές διαφορές από τον κινητήρα της Τόγιο Κόγκου.

Η σημαντικότερη βρίσκεται στην τοποθέτηση των εισαγωγών. Στον κινητήρα της Μάζντα οι εισαγωγές βρίσκονται στο πλαίσιο του ρότορ, ενώ στον κινητήρα της NSU βρίσκονται στην περιφέρειά του.

Οι εκρήξεις γίνονται μέσα στους θαλάμους που είναι «σκαμμένοι» στις τρεις πλευρές του ρότορ. Ο ρότορ περιστρέφεται και η κίνησή του αποκαλύπτει τις εισαγωγές και εισαγωγές, που βρίσκονται στην εσωτερική περιφέρεια του καλύμματος ή των καλυμμάτων, όταν ο κινητήρας έχει δύο ρότορες.

Το κάλυμμα, το μπλόκ όπως θα λέγαμε σ' ένα συμβατικό παλινδρομικό κινητήρα, διακρίνεται πολύ καλά στην φωτογραφία του Βάνκελ της Μάζντα. Σ' αυτό φαίνονται εύκολα οι δύο μορφές του ψυκτικού υγρού, που είναι και το «υπό» αριθμόν ένα» μυστικό για την επιτυχία ή την αποτυχία ενός κινητήρα Βάνκελ. Τους λόγους θα τους εξηγήσουμε αργότερα, αλλά αρκεί να αναφέρουμε τώρα το πόσο δύσκολο είναι να ψυχθούν οι τρεις κορυφές του ρότορ, οι οποίες έχουν μία τόσο μικρή επιφάνεια επαφής με το περιφερειακό — σε αντίθεση με το πλευρικό — κάλυμμα.

Τα πλευρικά καλύμματα στους περιστροφικούς κινητήρες είναι δύο άπλες επίπεδες πλάκες, ενώ το περιφερειακό κάλυμμα είναι μία πολύ πιο σύνθετη κατασκευή, η οποία απαιτεί ειδικά μηχανήματα για να φτιαχθεί. Το περιφερειακό κάλυμμα, με την πολυπλοκότητά του σ' όλη του την μεγελοπρέπεια, διακρίνεται καθαρά στην φωτογραφία 1.

Και τα τρία σημεία επαφής του ρότορ διακρίνονται επίσης στην φωτογραφία αυτή. Η θερμότητά της καύσεως, αλλά και της τριβής, που δημιουργούν οι τρεις κορυφές, είναι τεράστιες και πρέπει να μεταφερθεί από ψυκτικό υγρό από τις μικρές επιφάνειες των ελατηρίων, που βρίσκονται στις τρεις κορυφές του ρότορ.

Οι πρώτοι κινητήρες υπέφεραν σ' αυτό ακριβώς το σημείο και όλες οι προσπάθειες των μηχανικών - ερευνητών είχαν συγκεντρωθεί στο πώς να βρουν ένα μέταλλο, το οποίο θα άντεχε στις τεράστιες θερμοκρασίες, που αναπτύσσονταν στα ελατήρια.

Μία σύντομη παραβολή με τον γνωστό μας παλινδρομικό κινητήρα είναι αρκετή για να μας πληροφορήσει ότι εκεί τα ελατήρια έχουν μεγάλες επιφανείες επαφής με τα τοιχώματα των κυλίνδρων και δεν υπάρχει σοβαρό πρόβλημα στην μεταφορά της θερμότητας.

Η όλη ιστορία στους περιστροφικούς κινητήρες βασίζεται σε τρεις παραμέτρους: Στον μικρό όγκο, στα ελάχιστα κινούμενα μέρη και στην όμοια λειτουργία. Ο μικρός όγκος είναι εμφανής σ' όλα τα αυτοκίνητα, που αυτή την στιγμή κινούνται από περιστροφικούς κινητήρες. Το Ro 80 είναι το μεγαλύτερο παράδειγμα, αλλά και τα προϊόντα της Τόγιο Κόγκου δεν πάνε πίσω! Και σε μία εποχή, που ο χώρος στοιχίζει ακριβώς, αυτό είναι μεγάλο προσόν.

Τα λίγα κινούμενα μέρη μεταφράζονται σε λιγότερες βλάβες, μικρότερα έξοδα συντηρήσεως και απλότατο στην κατασκευή. Τέλος, η όμοια λειτουργία είναι κάτι που μετρά ίσως περισσότερο απ' όλα για τον σύγχρονο άνθρωπο, του οποίου το μυαλό παλλές φορές πλησιάζει στα σύνορα της τρέλας, από τους θαυμάσιους.

Το «υπέροχο» στους περιστροφικούς κινητήρες είναι όπωσδήποτε περισσότερο από τα «κατά», αλλά όλοι βλέπουμε ότι, παρ' όλα που έχουν περάσει τόσα χρόνια από την ημέρα που λειτουργήσε ο πρώτος κινητήρας της NSU, οι περιστροφικοί κινητήρες δεν έχουν τοποθετηθεί σε όλα τα αυτοκίνητα. Ο λόγος είναι, σ' αλήθεια, άλλος. Είναι θέμα καθαρά οικονομικό. Διότι εύκολο μπορείτε να φαντασθείτε τι τεράστια κεφάλαια απαιτούνται για ν' αλλάξουν τα μηχανήματα που παράγουν παλινδρομικούς κινητήρες σε δεκάδες εργοστάσια σ' όλο τον κόσμο!

Όσοι οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν στα χρόνια της παραγωγής του, θα μπορούσαν να έχουν σωρευθεί από τα τμήματα έρευνών των βιομηχανιών — αν οι βιομηχανίες ενδιαφέρονταν περισσότερο.

Τρεις είναι οι πιθανές εστίες κακής λειτουργίας στους περιστροφικούς κινητήρες — αφήνοντας απ' έξω το κύριο και μεγάλο πρόβλημα των ελατηρίων. Και οι τρεις έχουν τις αντίστοιχες τους στους παλινδρομικούς κινητήρες, γι' αυτό θα προσπαθήσουμε να τις περιγράψουμε.

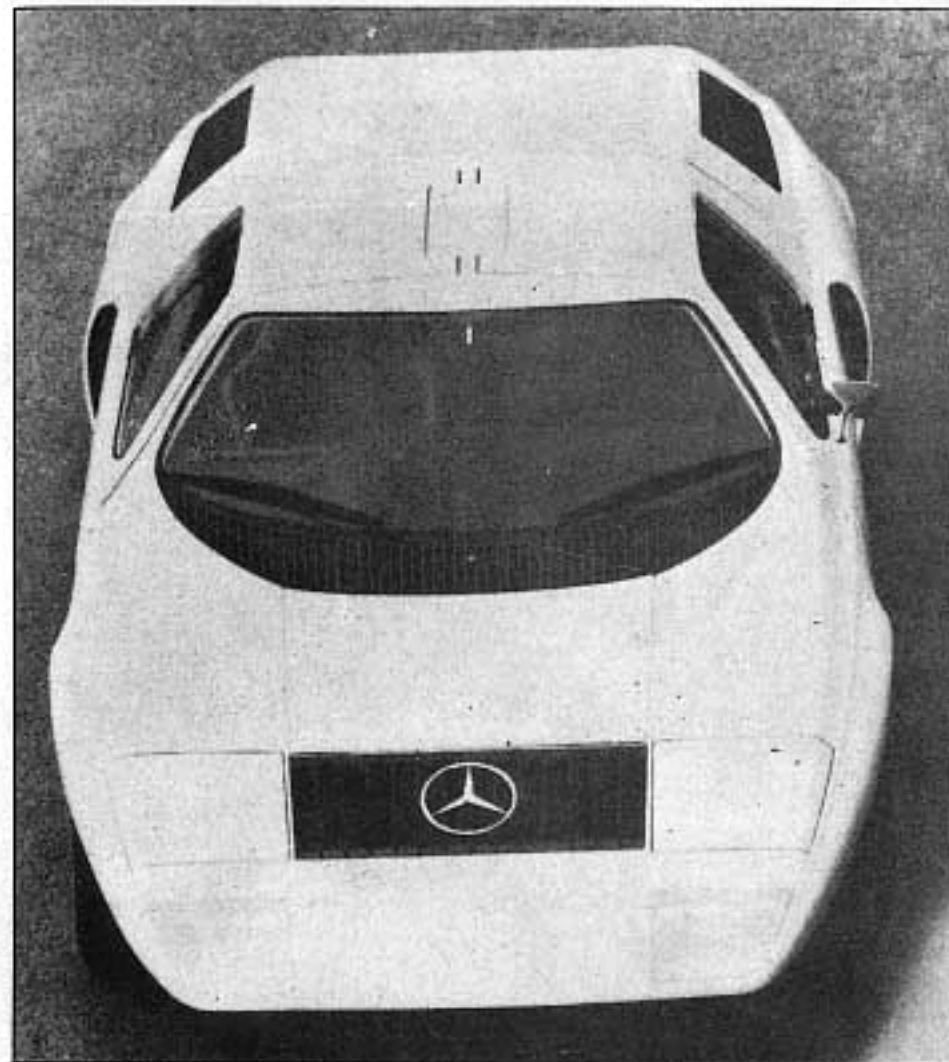
Καθώς ο ρότορ περιστρέφεται μέσα στο κάλυμμα του και οι εκρήξεις διδόμενται ή μια την άλλη, αλλά και τα κατάλοιπα της καύσεως πλημμυρίζουν τους μικροσκοπικούς θαλάμους, τα όρια μπορεί να ξεφύγουν από τρία σημεία.

α) Από τις θυρίδες εισαγωγής και εξαγωγής, όπως ακριβώς συμβαίνει και στους δίχροτους κινητήρες.

β) Από τις στενωσές που δημιουργούνται ανάμεσα στις κορυφές του ρότορ και το κάλυμμα του και όταν οι στροφές του κινητήρα περάσουν τα παραδεκτά όρια. Τότε η αντίστροφη όπτική επιπέδυνση — για την οποία παραθέτουμε ένα μικρό σχήμα και την δική μας θεωρία για την ύπαρξή της — πιέζει τα ελατήρια των κορυφών προς τα μέσα και συνδέει τον χώρο που περιέχει συμπιεσμένο μίγμα με τον χώρο που περιέχει μίγμα το οποίο καίγεται, και

γ) Η όψη του — ή των — μπουζί που πάλι συνδέει δύο θαλάμους με διαφορετικές εσωτερικές καταστάσεις λειτουργίας.

Η περίπτωση (α) έχει την αντίστοιχία της στην υπερέκλυση της λειτουργίας των βαλβίδων στους συμβατικούς κινητήρες.



Το αυτοκίνητο! Η επαναστατική C—111. Πρώτη προσπάθεια της Γερμανικής εταιρείας στους περιστροφικούς κινητήρες.

Δόκτορας Φρέντε — κάτω απ' τον όπιο έγινε η περισσότερη εργασία στους περιστροφικούς κινητήρες — τοποθέτησαν έναν ειδικό χαλκίνο κύλινδρο, έτσι που η μέγιστη θερμοκρασία του να είναι πολύ πιο χαμηλή από την επικίνδυνη μέγιστη θερμοκρασία, που επηρέαζε το αλουμίνιο του μπλόκ.

Γράψαμε στην αρχή, ότι ένα απ' τα μεγαλύτερα προβλήματα των περιστροφικών κινητήρων είναι εκείνο της ψύξεως. Οι διάφορες εταιρείες που ασχολήθηκαν μαζί του έκολλήσαν και διάφορους δρόμους. Η NSU χρησιμοποίησε περιφερειακή ψύξη. Η Μάζντα και η Κούρτις Ράιτ χρησιμοποίησαν αδανική ψύξη.

Ο ίδιος ο ρότορ ψύχεται και στις τρεις περιπτώσεις με λάδι, που παίρνει από το κέντρο του και εξεσφενδονίζεται προς τα άκρα του, εσωτερικά μέσω ενός ιδιαίτερα πολυπλόκου και εύπορου συστήματος διόδων.

Οι πρώτοι ρότορες ήταν κατασκευασμένοι από μαλακό σίδηρο, αλλά τελευταία η Τόγιο ακολουθεί έναν άλλον δρόμο. Κατασκευάζει τους ρότορες από χυτό αλουμίνιο! Κι' αυτό, γιατί πρακτικά να χύσει λίγη από την ογκομετρική απόδοσή του κινητήρα — λόγω υψηλότερων θερμοκρασιών — λόγω υψηλότερων θερμοκρασιών του εισερχόμενου μίγματος — για να έχει οικονομία καυσίμων όταν το γκάζι είναι μισοανοιχτό, όπως συμβαίνει π.χ. στα 3/4 της ζωής ενός αυτοκινήτου.

## ΤΑ ΠΕΡΙΦΗΜΑ ΕΛΑΤΗΡΙΑ

Τίποτα δεν έχει αυξηθεί περισσότερο από τους ανθρώπους που παρηκολούθησαν κάπως στενότερα την εξέλιξη των κινητήρων Βάνκελ, από τα περίφημα ελατήρια. Κι' όχι μόνο τα ελατήρια των τριών κορυφών, που όπως και τα ελατήρια στους συμβατικούς κινητήρες, έχουν σκοπό να σφραγίσουν έναν χώρο από έναν άλλο χώρο, αλλά και τα πλευρικά ελατήρια που διακρίνονται καθαρά σαν όμοκεντροί κύκλοι στην φωτ. 1.

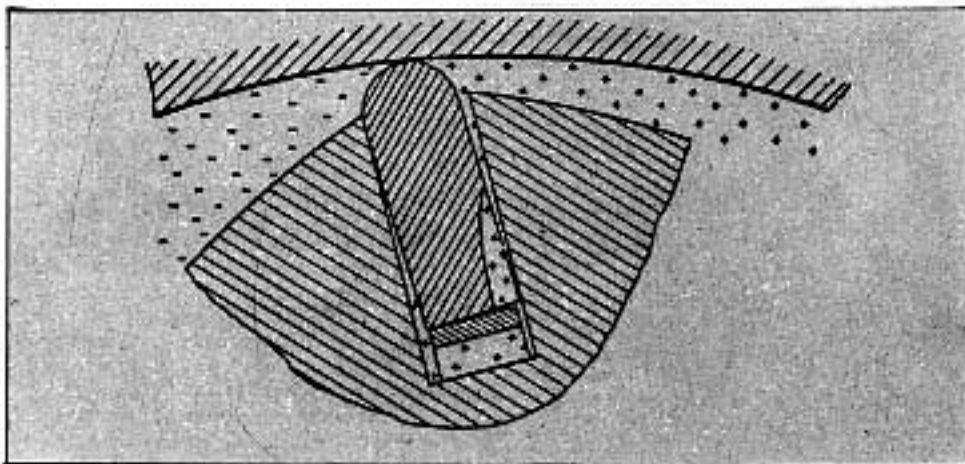
Τα πρώτα είχαν πάντα την μερίδα του λέοντος στις αυξητικές και στους πανοικεφάλους των ερευνητών.

Η NSU άρχισε με ελατήρια από άνθρακα, με μία μικρή ποσότητα κάποιου εύγενούς μετάλλου. Τα ελατήρια αυτά περιστρέφονταν επάνω στην χρωμισμένη εσωτερική επιφάνεια του καλύμματος. Σε γενικές γραμμές, το μίγμα αυτό εργάστηκε καλά, αλλά ο άνθρακας έσπαζε όταν το καύσιμο που χρησιμοποιούσε ο κινητήρας δεν ήταν καλό και παρουσιάζονταν συμπτώματα προεκρήξεων.

Τα άλλαξε, λοιπόν, με ελατήρια από άπλο χυτοσίδηρο, που άκουμποσαν πάνω σε επιφάνειες που, με ηλεκτρόλυση, είχαν αποκτήσει ένα στρώμα άνθρακώδους νικελίου ή άνθρακώδους βοξαιτίου, ανάλογα με την εποχή και την πρόοδο των ερευνών, για τις οποίες μιλάμε.

Αλλά δεν ήταν, και δεν είναι, μόνο τα προβλήματα των προεκρήξεων που άνησχυσαν τα ελατήρια και τους επιστήμονες! Ήταν και άλλα μηχανικά φαινόμενα, που είχαν σχέση με τους διαφορετικούς

Τομή στα ελατήρια κορυφής που δείχνει υπερβολικά — το ποσοστό κίνησης τους μέσα στις υποδοχές τους, καθώς ο ρότορ κινείται μέσα στο κάλυμμα. Μ' ένα μονοκόμματο ελατήριο χειριζόταν χρώνος πολλές για την υψηλή πίεση, που υπήρχε στο δεξιά μέρος του ελατηρίου, να οθήσει στη βάση του και να το βοηθήσει στη σφράγισή των χώρων. Οι τεχνικοί έκοψαν το ελατήριο στη βάση του φτιάχνοντας τον θύλακα που βλέπετε. Η υψηλή πίεση βρήκε ένα χώρο να σταθεί και να κάνει την δουλειά της, το ποσοστό κίνησης του ελατηρίου μειώθηκε και η σφράγισή έγινε καλύτερη! Το παραλληλόγραμμο που διακρίνεται στη βάση του ελατηρίου είναι ένα ελατήριο πίεσης.



Η (β) στην αναήδηση των βαλβίδων, αλλά χωρίς τους φοβερούς θαυμάσιους που οκλούνται στους συμβατικούς κινητήρες και η (γ) είναι... μοναδική στους κινητήρες Βάνκελ! Δεν υπάρχει δηλαδή αντίστοιχία στους συμβατικούς κινητήρες. Κι' αυτό είναι απλό, διότι το μπουζί τοποθετείται σε κάποιο σημείο του μπλόκ, κι' επειδή δεν είναι δυνατόν να προεξέχει μέσα στον χώρο που περιστρέφεται ο ρότορ, τοποθετείται σ' ένα μικρό «τουνελ», που συγκοινωνεί με τον θάλαμο καύσεως. Όταν, όμως, το ελατήριο κορυφής του ρότορ φθάσει στο τουνελ του μπουζί, τότε οι δύο χώροι συγκοινωνούν!

Η NSU χρησιμοποίησε πάντα ένα μπουζί στους κινητήρες της. Από την ημέρα που εργάστηκε ο πρώτος κινητήρας των 500 κ. εκ., ο KKM 502 μέχρι τον KKM 812, που δεν είναι άλλος από τον κινητήρα του Ro 80, η γερμανική εταιρεία πίστευε ότι ένα μπουζί ήταν αρκετό και ένα πρόβλημα διαφυγής της ήταν επίσης αρκετό από τα δύο, που χρησιμοποίησε π.χ. η Τόγιο Κόγκου.

Πολλοί απόρησαν και οκέφθηκαν ότι η Μάζντα τοποθέτησε δύο μπουζί, όπως μερικοί κατασκευαστές αυτοκινήτων τοποθετούν δύο εξατμίσεις σε κάτι εραπία, για να το κάνουν περισσότερο «μέσα».

Κι' αυτό γιατί γνώριζαν καλά το πρόβλημα της διαφυγής και δεν πίστευαν ότι θα βρεθεί μηχανικός «στα καλά του», που θα ήθελε να έχει δύο απ' αυτά τα προβλήματα στον κινητήρα!

Δεν ήταν, όμως, έτσι, όπως ο χρόνος απέδειξε. Γιατί η Τόγιο Κόγκου έστρεψε την NSU, την Κούρτις Ράιτ και κάθε άλλη εταιρεία, που «αγόρασε» τα δικαιώματα παραγωγής του περιστροφικού κινητήρα από τον καλό κύριο καθηγητή, Φέλιε Βάνκελ.

Σήμερα, στη σειρά παραγωγής της υπάρχουν περισσότερα αυτοκίνητα με περιστροφικούς κινητήρες, παρά με συμβατικούς. Κι' αν θυμάστε, μόλις πριν λίγους μήνες, οι δοκιμαστές του περιοδικού μας είχαν στα χέρια τους έναν RX2 που τόσο μεγάλη έντυπωσι τους έκανε με τις επιδόσεις του. Και η τοποθέτηση των δύο μπουζί δεν ήταν διαφορετικό «κόλπο», αλλά ένας τρόπος να καταπολεμηθούν οι μικρές ταχύτητες στο μέτωπο της φλόγας, στους θαλάμους καύσεως σ' έναν κινητήρα με τρεις εκρήξεις σε κάθε περιστροφή του στροφαλοφόρου.

Η τοποθέτηση των δύο μπουζί μείωσε τις θερμοκρασίες μέσα στον θάλαμο, κι' έκανε την λειτουργία του κινητήρα πιο όμοια, αλλά κράτησε μαζί της και το μειονέκτημα της διαφυγής.

Στους πρώτους κινητήρες η NSU τοποθέτησε το μπουζί απ' εύθειες μέσα στο αλουμινένιο μπλόκ. Το αποτέλεσμα ήταν καταστρεπτικό. Στα κάτω μέρη, κοντά δηλαδή στο σημείο που γινόταν η διαπήδηση, οι μεγάλες θερμοκρασίες έσπαζαν το αλουμίνιο και το χρώμιο, που ήταν επενδεδυμένα η εσωτερική επιφάνεια του μπλόκ. Σύντομα, όμως, οι μηχανικοί του



