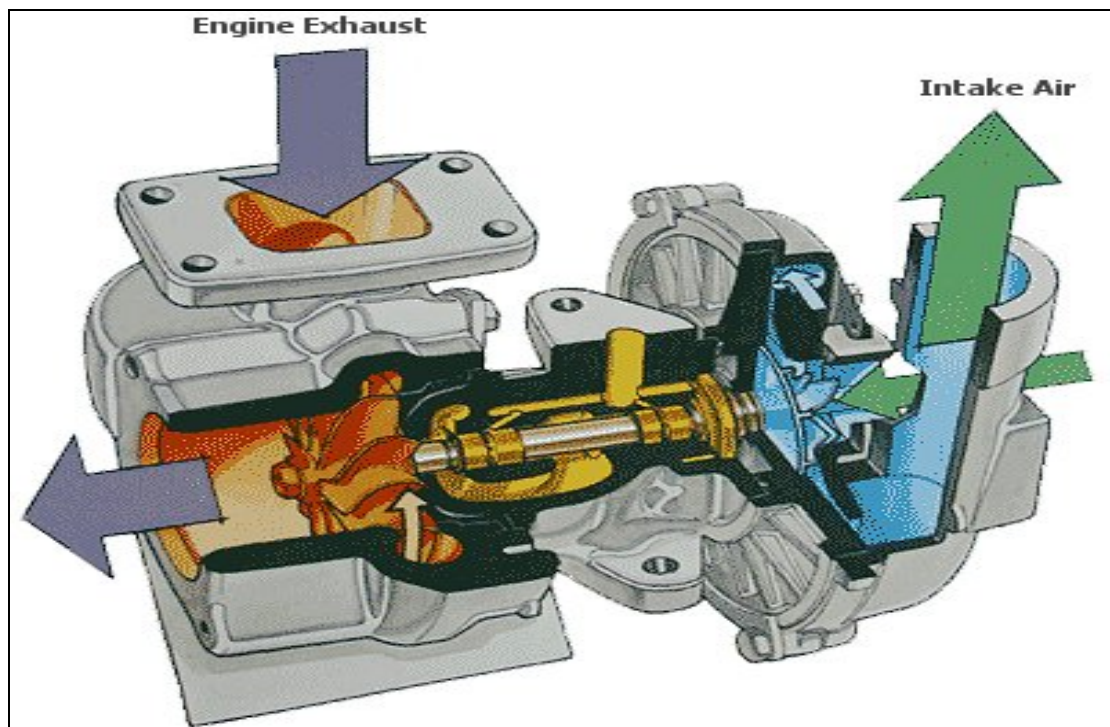


Σχ. Έτος 2012-2013  
ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ : 1<sup>ο</sup> ΕΠΑΛ ΚΙΑΤΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΒΟΧ1

ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

ΘΕΜΑ

**ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ ΜΗΧΑΝΩΝ**  
**ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ (TURBO)**



ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2013

Σχ. Έτος 2012-2013  
ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ : 1<sup>ο</sup> ΕΠΑΛ ΚΙΑΤΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΒΟΧ1

ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ (TURBO)



ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ : ΚΑΛΟΥΔΗΣ ΧΡΟΝΗΣ & ΜΠΙΖΑ ΣΩΤΗΡΙΑ

ΜΑΘΗΤΕΣ : ΒΟΡΤΟΛΛΟΜΙ ΚΛΟΝΤΙΑΝ , ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ , ΓΚΟΓΚΑ ΕΜΙΛΙΑΝΟ , ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ , ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗΣ ΒΛΑΣΗΣ , ΚΕΣΚΟ ΑΝΤΡΕΑ , ΚΟΥΣΠΑΣ ΑΝΤΩΝΗΣ , ΓΙΑΝΙ ΕΡΝΕΣΤ , ΓΚΙΑΤΑ ΡΟΥΝΤΙ , ΓΡΙΣΠΟΣ ΝΙΚΗΤΑΣ , ΖΙΟΥ ΠΑΝΑΪΌΤ , ΚΑΣΚΟΥΤΑΣ ΘΑΝΑΣΗΣ ΚΟΛΑ ΚΡΙΣΤΙΑΝ , ΛΙΓΚΑΣ ΒΑΣΙΛΗΣ .

ΦΙΛΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ :

ΜΑΓΚΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ,  
ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΓΙΑΝΝΗ ,  
ΚΑΣΩΡΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ .

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σκοπός της δραστηριότητας είναι , ως μαθητές :

- Να εξοικειωθούμε με τις έννοιες του κυβισμού και της ισχύος των μηχανών εσωτερικής καύσης.
- Να γνωρίσουμε ποια είναι η βασική λειτουργία των συστημάτων υπερπλήρωσης στους κινητήρες, δηλαδή των **turbo**.
- Να αφομοιώσουμε τη λειτουργία των συστημάτων ελέγχου και διαχείρισης της υπερπλήρωσης των κινητήρων.
- Να συγκεντρώσουμε στοιχεία για τα συστήματα υπερπλήρωσης που υπάρχουν σήμερα στην αγορά του αυτοκινήτου.
- Να επιλέξουμε κάποια συμβατικά οχήματα, υποψήφια για να μετατραπούν σε υπερπληρούμενα (turbo). Να συλλέξουμε για αυτά τεχνικά στοιχεία και οικονομικές προσφορές.
- Να οργανώσουμε και να παρουσιάσουμε σε μορφή συγγράμματος θέματα που μας είναι πλέον γνωστά.
- Να εντοπίσουμε και να παρουσιάσουμε τα κύρια σημεία της εργασίας μας, εντός του χρόνου που μας διατίθεται.
- Να κάνουμε χρήση ηλεκτρονικών μέσων παρουσίασης.

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	<b>ΣΕΛ</b>
1 . Υπερπλήρωση κινητήρων .....	5
2. Η υπερπλήρωση σήμερα .....	9
3.1. Στροβιλοσυμπιεστές καυσαερίων .....	9
3.1.1.Βαλβίδες ελέγχου στροβιλοσυμπιεστών.....	19
3.1.2.Τεχνικές πληροφορίες .....	20
3.1.3 Σύγχρονοι πετρελαιοκινητήρες .....	26
3.1.4.Ιστορικά στοιχεία .....	27
3.1.5 Οικονομικές προσφορές.....	27
3.2.Turbo με μεταβλητά πτερύγια .....	28
4. Μηχανικοί συμπιεστές .....	29
4.1. Σύστημα υπερπλήρωσης με κομπρέσορα .....	29
5. Πόροι – υλικά – εξοπλισμός .....	37
6. Βιβλιογραφία - Δυκτιογραφία.....	37

## 1. ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

( ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ ΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ )

Από το 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο του σχολικού βιβλίου του μαθήματος ΜΕΚ 1 των κυρίων Αγερίδη Γεώργιου, Καραμπίλα Πέτρου και Ρώσση Κυριάκου επιλέγουμε την αντίστοιχη θεωρία .

### 4.11.1 Βασικές αρχές λειτουργίας των συστημάτων υπερπλήρωσης (turbo)

Βασική αρχή της Μηχανικής είναι ότι η ισχύς ενός κινητήρα είναι ανάλογη με την ποσότητα του εισερχόμενου, σ' αυτόν, αέρα, και επειδή με τη σειρά της η ποσότητα αυτή είναι ανάλογη της πυκνότητάς του, η ισχύς ενός κινητήρα - έχοντας ως προϋπόθεση τον ίδιο κυβισμό και τις ίδιες στροφές λειτουργίας - μπορεί να αυξηθεί με την προσυμπίεση του αέρα, πριν αυτός εισέλθει στους κυλίνδρους.

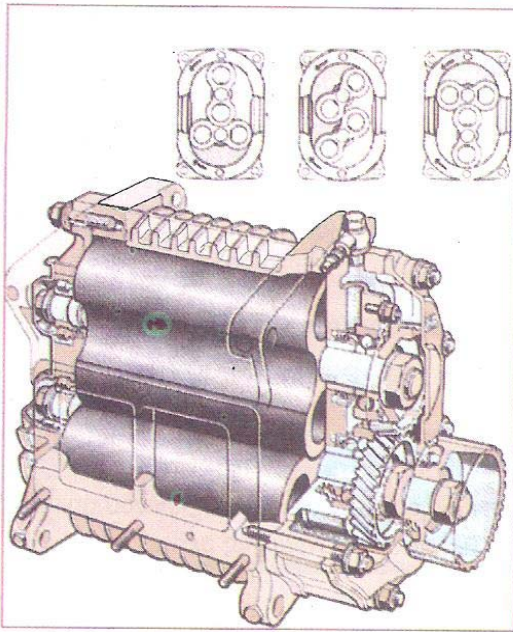
**Αυτή, ακριβώς, η αναγκαστική εισαγωγή ή προσυμπίεση του αέρα, ονομάζεται υπερπλήρωση.**

Ο βαθμός υπερπλήρωσης δείχνει την αύξηση της πυκνότητας του αέρα, σε σύγκριση με την αντίστοιχη ενός ατμοσφαιρικού κινητήρα. Ο βαθμός υπερσυμπίεσης εξαρτάται από το σύστημα που εφαρμόζεται (σχέση πίεσης που επιτυγχάνεται) και μπορεί να είναι ο μέγιστος, με δεδομένο

την αύξηση της πίεσης, όταν η θερμοκρασία του συμπιεσμένου αέρα (αέρα πλήρωσης) δεν αυξάνεται ή επανέρχεται στην αρχική της τιμή με τη βοήθεια ψύξης από τον εναλλάκτη αέρα - αέρα (ψυγείου αέρα - intercooler). Στους βενζινοκινητήρες, ο βαθμός υπερπλήρωσης περιορίζεται από την κρουστική καύση, σε περίπτωση μεγάλης προπορείας ανάφλεξης, ενώ στους πετρελαιοκινητήρες από τη μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας των κινητήρων αυτών.

Με σκοπό να αποφευχθούν τα προβλήματα αυτά, οι υπετροφοδοτούμενοι κινητήρες (turbo) έχουν χαμηλότερη σχέση συμπίεσης από τους αντίστοιχους ατμοσφαιρικούς.

Σκοπός της υπερπλήρωσης είναι να επιτρέψει στον κινητήρα την εισαγωγή και καύση μεγαλύτερης ποσότητας καυσίμου, ώστε να αυξηθεί η αποδιδόμενη ισχύς του.



Σχήμα 4.126: Μηχανικός υπερσυμπιεστής τύπου Roots

#### Πλεονεκτήματα της μηχανικής υπερπλήρωσης

- α) Σχετικά απλοί υπερσυμπιεστές, που τοποθετούνται στην κρύα πλευρά του κινητήρα, και στους οποίους τα καυσαέρια δεν έχουν καμία εμπλοκή.
- β) Ο τύπος αυτός υπερσυμπιεστή ανταποκρίνεται, αμέσως, στις αλλαγές του φορτίου του κινητήρα.

#### Μειονεκτήματα της μηχανικής υπερπλήρωσης

- α) Ο υπερσυμπιεστής αυτός κινείται από τον κινητήρα, προκαλώντας αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου.

#### 4.11.4 Υπερπλήρωση με την εκμετάλλευση της ενέργειας των καυσαερίων

Στην υπερπλήρωση με εκμετάλλευση της ενέργειας των καυσαερίων, η ενέργεια που χρειάζεται ο υπερσυμπιεστής, λαμβάνεται από τα καυσαέρια. Από τη μια λοιπόν, γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας, που στην περίπτωση των ατμοσφαιρικών κινητήρων δεν μπορεί να γίνει, εξαιτίας των συνθηκών εκτόνωσης που επιβάλλονται από το μηχανισμό του στροφαλοφόρου - μπιέλας, ενώ από την άλλη, η πίεση των καυσαερίων αυξάνεται ώστε να επιτευχθεί η αναγκαία ισχύς συμπίεσης.

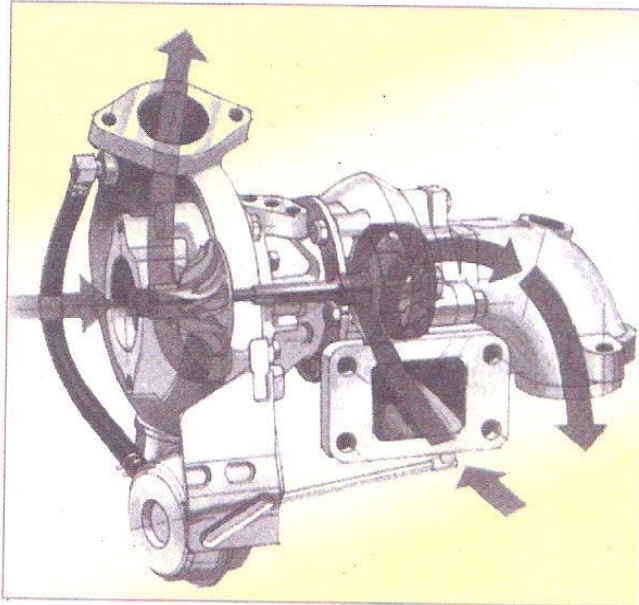
Σήμερα, στους σύγχρονους υπερτροφοδοτούμενους κινητήρες, η ενέργεια των καυσαερίων μετατρέπεται σε κινητική, μέσω μιας τουρμπίνας που κινείται από τα καυσαέρια, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση υπερσυμπιεστή για την προσυμπίεση του εισερχόμενου αέρα. Έτσι, ο συνδυασμός της τουρμπίνας που κινείται από τα καυσαέρια και του υπερσυμπιεστή, μας προσφέρει έναν υπερσυμπιεστή καυσαερίων ή υπερσυμπιεστή εξάτμισης, γνωστό και με την ονομασία «Φυγοκεντρικός υπερσυμπιεστής - Turbocharger».

#### Πλεονεκτήματα της υπερπλήρωσης με εκμετάλλευση της ενέργειας των καυσαερίων

- α) Αισθητή αύξηση της ισχύος του κινητήρα και της ισχύος για διάφορους κυβισμούς
- β) Βελτιωμένη καμπύλη ροπής σε όλη την ωφέλιμη περιοχή στροφών του κινητήρα.
- γ) Αισθητή βελτίωση κατανάλωσης και συνεπώς εξοικονόμηση καυσίμων, σε σύγκριση με τους ατμοσφαιρικούς κινητήρες ίσης ισχύος.
- δ) Βελτίωση της ποιότητας των καυσαερίων.

### Μειονεκτήματα της υπερπλήρωσης με εκμετάλλευση της ενέργειας των καυσαερίων

- α) Η τοποθέτηση του υπερσυμπιεστή στη γραμμή των θερμών καυσαερίων απαιτεί υλικά, ανθεκτικά σε υψηλές θερμοκρασίες.
- β) Πρέπει να υπάρχει χώρος για την τοποθέτηση του υπερσυμπιεστή και του εναλλάκτη αέρα - αέρα (intercooler).



- γ) Χαμηλή ροπή στις χαμηλές στροφές λειτουργίες του κινητήρα.
- δ) Κακή (καθυστέρηση) χρονική απόκριση στις αλλαγές του φορτίου (φαινόμενο «υστέρησης» γνωστό και ως «turbo lag»).

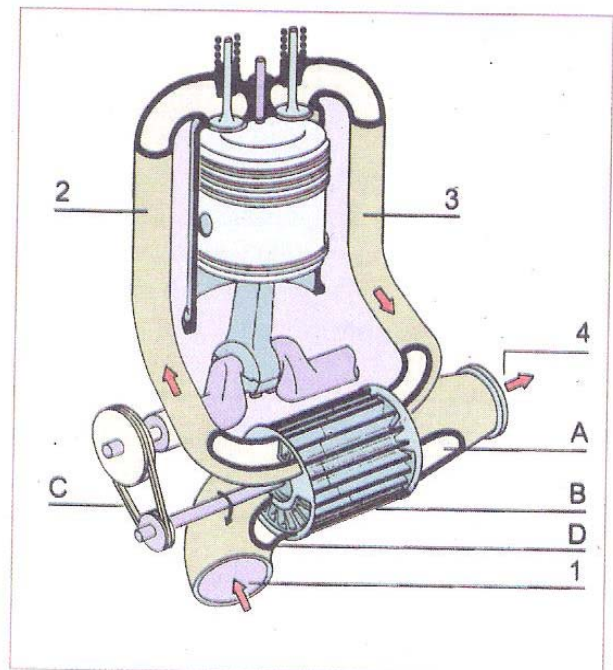
Σχήμα 4.127: Υπερσυμπιεστής καυσαερίων ή υπερσυμπιεστής εξάτμισης (Turbocharger)

### 4.11.5 Υπερπλήρωση με εκμετάλλευση των κυμάτων πίεσης

Η υπερπλήρωση αέρα με εκμετάλλευση των κυμάτων πίεσης, επιτυγχάνει άμεση ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των καυσαερίων και του εισερχόμενου αέρα, με σκοπό την αύξηση της πυκνότητας του τελευταίου. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση των διαφορετικών ταχυτήτων των σωματιδίων των καυσαερίων και των κυμάτων πίεσης, σύμφωνα με τις ιδιότητες αντανάκλασης των κυμάτων αυτών.

Σχήμα 4.128: Υπερσυμπιεστής κυμάτων πίεσης

- A. Θάλαμος καυσαερίων B. Ρότορας C. Ιμάντας
- D. Θάλαμος εισερχόμενου αέρα
- 1. Εισερχόμενος αέρας 2. Συμπιεσμένος αέρας
- 3. Καυσαέρια 4. Έξοδος καυσαερίων

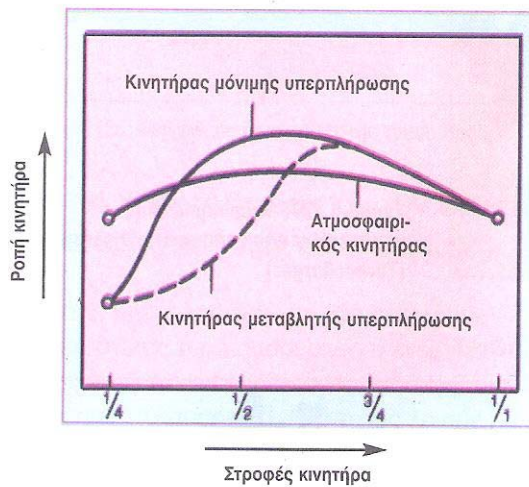


### Πλεονεκτήματα της υπερπλήρωσης μέσω κυμάτων πίεσης

- α) Γρήγορη απόκριση στις αλλαγές του φορτίου του κινητήρα γιατί η ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των καυσαερίων και του εισερχόμενου αέρα εκτελείται με την ταχύτητα του ήχου.
- β) Υψηλή συμπίεση στις χαμηλές στροφές λειτουργίας του κινητήρα.

### Μειονεκτήματα της υπερπλήρωσης μέσω κυμάτων πίεσης

- α) Περιορισμένη ευελιξία όσον αφορά την τοποθέτηση του μηχανισμού, λόγω της παρουσίας μάντα για τη μετάδοση της κίνησης αλλά και των αγωγών των αερίων.
- β) Αυξημένες ποσότητες καυσαερίων και αέρα σάρωσης.
- γ) Θορυβώδης λειτουργία.
- δ) Πολύ μεγάλη ευαισθησία στην αυξημένη αντίσταση στην πλευρά χαμηλής πίεσης.



Σχήμα 4.129: Καμπύλες ροπής κινητήρων με μόνιμη και μεταβλητή υπερπλήρωση σε σχέση με τον ατμοσφαιρικό κινητήρα



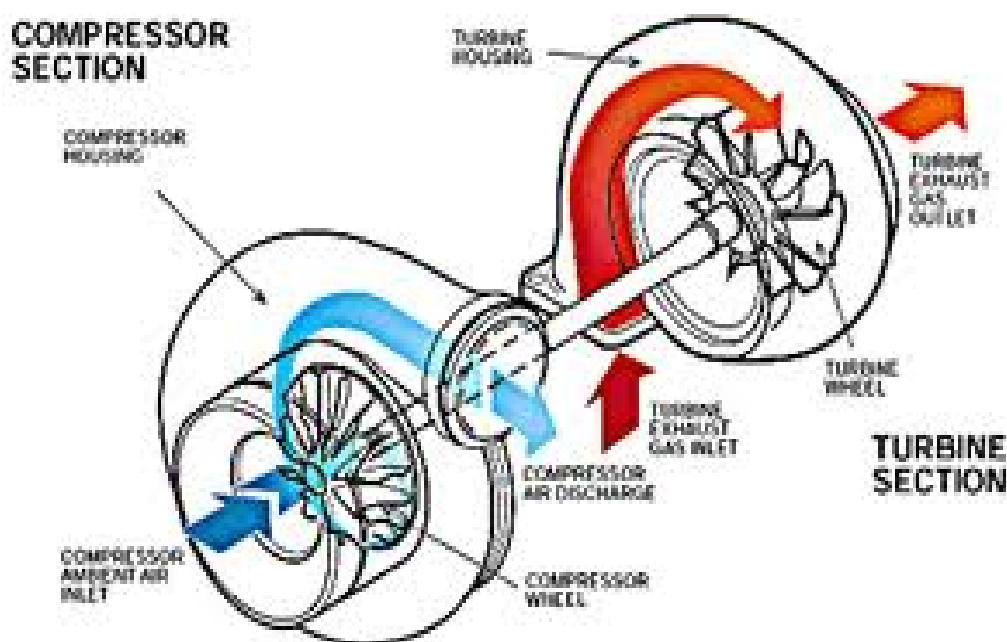
## 2. Η ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ ΣΗΜΕΡΑ

Η υπερπλήρωση κοινώς turbo (αγγλ .turbocharger) είναι η εισαγωγή συμπιεσμένου αέρα στους κυλίνδρους του κινητήρα και έχει σκοπό την αύξηση της ισχύος του. Για έναν κινητήρα με δεδομένα κυβισμό και υπόλοιπα χαρακτηριστικά, η υπερπλήρωση είναι ο μόνος τρόπος αύξησης ισχύος, εφόσον ούτε ο αριθμός στροφών ούτε η σχέση συμπίεσης μπορούν να αυξηθούν πάνω από κάποιο όριο. Εισάγοντας συμπιεσμένο αέρα στον κύλινδρο, επιτυγχάνουμε την είσοδο μεγαλύτερης μάζας αέρα στον συγκεκριμένο όγκο τον οποίο μπορούμε να τον αξιοποιήσουμε μαζί με παραπάνω καύσιμο ώστε να αποδώσει ο κινητήρας μας μεγαλύτερη ισχύ . Επομένως η καύση γίνεται πολύ πιο αποτελεσματικά, αυξάνοντας σημαντικά τη μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ του κινητήρα και τη μέγιστη ροπή του.

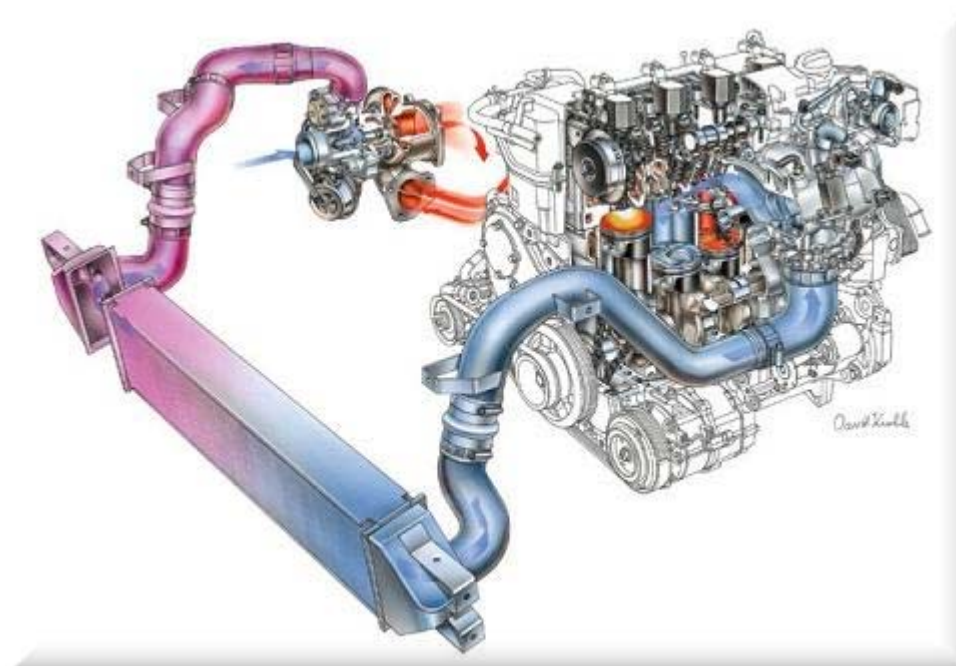
Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται περισσότερο σήμερα για την υπερπλήρωση είναι:

- 1 ] Ο **στροβιλοσυμπιεστής καυσαερίου** (το γνωστό τούρμπο).
- 2 ] Ο **μηχανικός συμπιεστής**. ( τον γνωστό κομπρέσορα )

### 3.1. ΣΤΡΟΒΙΛΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ( TURBO )



Αποτελείται από έναν αεριοστρόβιλο, που τοποθετείται στον αγωγό εξαγωγής καυσαερίων, και έναν αεροσυμπιεστή. Ο αεριοστρόβιλος κινείται εκμεταλλευόμενος την ενέργεια των καυσαερίων και παράγει ισχύ με την οποία θέτει σε λειτουργία τον αεροσυμπιεστή. Αυτός διοχετεύει συμπιεσμένο αέρα στους κυλίνδρους και επιτυγχάνει την υπερπλήρωση.



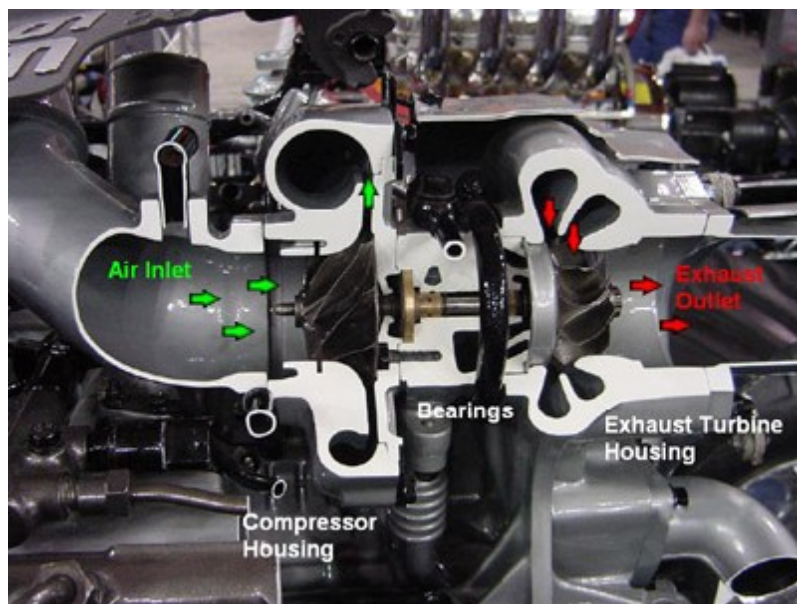
ΣΤΡΟΒΙΛΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ (TURBO)

Ο σκοπός του turbo είναι να καταφέρει να τροφοδοτήσει τον κινητήρα με περισσότερο αέρα, τον οποίο μπορούμε να τον αξιοποιήσουμε μαζί με παραπάνω καύσιμο ώστε να αποδώσει ο κινητήρας μας μεγαλύτερη ισχύ. Το turbo αποτελείται από 2 μέρη, τον στρόβιλο και τον συμπιεστή. Και ο στρόβιλος και ο συμπιεστής έχουν πανομοιότυπη μορφή, στρογγυλό σχήμα με μία είσοδο και μία έξοδο για το καθένα (μοιάζουν με το σχήμα του σαλιγκαριού) καθώς και από μία φτερωτή που εδράζεται πάνω σε έναν άξονα. Η διαφορά τους εντοπίζεται στο υλικό κατασκευής του κελύφους τους καθώς και στην αρχή λειτουργίας τους.

Ο στρόβιλος, είναι κατασκευασμένος από μαντέμι (ώστε να αντέχει τις υψηλές θερμοκρασίες). Έχει στο ένα μέρος του σαλιγκαριού του μία είσοδο, στην οποία διοχετεύονται τα καυσαέρια που έρχονται από την πολλαπλή εξαγωγής. Τα καυσαέρια συνεχίζουν την πορεία τους μέσα στο σαλιγγάρι και προσδίδουν μέρος της κινητικής τους ενέργειας στην φτερωτή αναγκάζοντάς την να περιστραφεί. και έπειτα βγαίνουν από την έξοδο του στροβίλου, η

οποία βρίσκεται στο πίσω μέρος του , και συνεχίζουν μέσω του down pipe την πορεία τους προς την ατμόσφαιρα .

Ο συμπιεστής είναι φτιαγμένος από αλουμίνιο . Η φτερωτή που έχει μέσα του , λόγω του ότι συνδέεται με έναν άξονα με την φτερωτή του στροβίλου , αναγκάζεται να περιστραφεί μιας και η φτερωτή του στροβίλου με την οποία συνδέονται περιστρέφεται . Έτσι η φτερωτή προσδίδει μέρος της κινητικής της ενέργειας στον εισερχόμενο αέρα ( αυξάνει δηλαδή την πίεση στον αέρα που είναι μετά την φτερωτή ) και έτσι ο συμπιεστής ρουφάει αέρα τον οποίο στέλνει πρώτα στο intercooler για να ρίξει την θερμοκρασία του και έπειτα μέσω των σωληνώσεων οδηγείται στον χώρο καύσης .



### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ TURBO**

1. Συγκρινόμενη με μια φυσικά αναπνευστική μηχανή της ίδιας ισχύς εξόδου, η κατανάλωση καυσίμου μιας μηχανής με turbo είναι χαμηλότερη, καθώς έχουμε χρήση της σπαταλημένης ενέργεια εξάτμισης η οποία συμβάλλει στην αποδοτικότητα της μηχανής. Λόγω της χαμηλότερης ογκομετρικής διάστασης μια μηχανής με turbo, οι τριβές και οι θερμικές απώλειες είναι λιγότερες.
2. Η αναλογία ισχύος, δηλ. ίπποι (η ισχύς εξόδου) / χιλιόγραμμα (βάρους μηχανών), των κινητήρων με υπερσυμπιεστή είναι πολύ καλύτερη από αυτό μιας φυσικά αναπνευστικής μηχανής.
3. Ο χώρος που απαιτείται για την εγκατάσταση ενός turbo είναι μικρότερος από αυτών μιας φυσικά αναπνευστικής μηχανής με την ίδια ισχύς εξόδου.
4. Η χαρακτηριστική ροπή ενός κινητήρα με turbo μπορεί να βελτιωθεί. Οφειλόμενη στο αποκαλούμενο "χαρακτηριστικό maxidyne" (μια πολύ υψηλή αύξηση ροπής σε χαμηλές στροφές του κινητήρα), κοντά στην πλήρη ισχύς εξόδου η οποία διατηρείται καλά κάτω από την εκτιμώμενη ταχύτητα της μηχανής. Επομένως, η

αναρρίχηση ενός λόφου απαιτεί τις λιγότερες εναλλαγές στο κιβώτιο ταχυτήτων και η απώλεια ταχύτητας είναι χαμηλότερη.

5. Η απόδοση που παρέχει ένα turbo σε υψηλά υψόμετρα είναι σημαντικά καλύτερη. Λόγω της χαμηλότερης πίεσης αέρα στα υψηλά ύψη, η απώλεια ισχύος μιας φυσικά αναπνευστικής μηχανής είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστική. Σε αντίθεση περίπτωση, η απόδοση του turbo βελτιώνεται λόγω του υψομέτρου ως αποτέλεσμα της μεγαλύτερης διαφοράς πίεσης μεταξύ της ουσιαστικά σταθερής πίεσης προς το turbo και της χαμηλότερης περιβαλλοντικής πίεσης στην έξοδο. Η χαμηλότερη πυκνότητα αέρα στην είσοδο του κελύφους εισαγωγής εξισώνεται κατά ένα μεγάλο μέρος. Ως εκ τούτου, η απώλεια ισχύος της μηχανής είναι πολύ μικρή ως αμελητέα.
6. Λόγω του μειωμένου γενικού μεγέθους, η εκπομπή ηχορύπανσης ενός turbo είναι μικρότερη σε σχέση με μια φυσικά αναπνευστική μηχανή με την ίδια ισχύς εξόδου. Ο ίδιος ο στροβιλοσυμπιεστής ενεργεί ως πρόσθετος σιγαστήρας εξάτμισης.

### **ΜΕΙΩΝΕΚΤΗΜΑΤΑ TURBO**

Βασικά μειονεκτήματα της χρήσης του στροβιλοσυμπιεστή καυσαερίων είναι:

1. Η κακή χρονική απόκριση στις αλλαγές του φορτίου (φαινόμενο "υστέρησης" γνωστό και ως turbo lag)
2. Η τοποθέτηση του στη γραμμή των θερμών καυσαερίων απαιτεί υλικά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες
3. Απαιτείται η χρήση μηχανισμού ψύξης του αέρα (intercooler) πριν αυτός εισαχθεί στους κυλίνδρους



## Υπάρχουν 6 βασικές αιτίες ζημιών ενός υπερσυμπιεστή

- Έλλειψη λαδιού
- Καθυστέρηση λαδιού
- Είσοδος ακαθαρσιών
- Εισαγωγή ξένων αντικειμένων
- Υπερθέρμανση
- Μη ζυγοστάθμιση



Πολλές πετρελαιομηχανές αλλά και βενζινομηχανές σήμερα είναι εφοδιασμένες με turbocharger για την αύξηση της ισχύος τους. Αυτό το όργανο ακριβείας επιτρέπει πολύ λίγη συντήρηση από τον ερασιτέχνη, μια και μόνο ένας ειδικός θα πρέπει να επεμβαίνει σε περίπτωση προβλήματος.

Το turbo, όπως είναι περισσότερο γνωστό στο ευρύτερο κοινό, είναι ένα μηχανικό σύστημα, που αυξάνει την αρχική ισχύ της μηχανής, με συγκριτικά μεγάλη οικονομία στα καύσιμα .

Λειτουργεί με τα καυσαέρια της εξάτμισης της κυρίας μηχανής, αυξάνοντας τη μάζα του αέρα στους κυλίνδρους για την πλήρη καύση του μίγματος.

Όπως ξέρουμε, τα καυσαέρια είναι μια μάζα καμένου μίγματος, που βγαίνει με ταχύτητα από τους κυλίνδρους προς την εξάτμιση. Η ταχύτητα με την οποία

φεύγουν τα καυσαέρια προς την εξάτμιση είναι μια άχρηστη ενέργεια, που η τεχνολογία εκμεταλλεύτηκε για την κίνηση του turbocharger. Το turbo δεν είναι τίποτε άλλο από ένας αεροσυμπιεστής (κομπρεσέρ), που κινείται από μια τουρμπίνα, η οποία με τη σειρά της παίρνει κίνηση από τα καυσαέρια, που αποβάλλονται. Ο συμπιεστής, λοιπόν, αυτός απορροφά μεγάλες μάζες αέρα, που τις τροφοδοτεί στους κυλίνδρους. Ο συμπιεστής και η τουρμπίνα είναι κεντραρισμένοι σ' έναν άξονα, που δουλεύει πάνω σε ρουλεμάν. Το όλο σύστημα λιπαίνεται με λάδι που διοχετεύεται υπό πίεση.

Η τουρμπίνα και ο συμπιεστής λειτουργούν φυγοκεντρικά με μια ταχύτητα πάνω από 90.000 στροφές το λεπτό, έχουν την ίδια διάμετρο και βρίσκονται τοποθετημένα σ' ένα κλειστό κάλυμμα. Στο ένα άκρο του άξονα βρίσκεται ο συμπιεστής και στο άλλο η τουρμπίνα. Είναι ένα σύστημα, που απαιτεί ακρίβεια λειτουργίας λόγω της μεγάλης ταχύτητάς του.

Επειδή χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια για την καλή λειτουργία και απόδοσή του, είναι απαραίτητη η σωστή χρήση και η συντήρηση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Αν και είναι μια απλή μηχανή, οι βλάβες που μπορεί να υποστεί από κακή χρήση ή συντήρηση είναι τεράστιες. Αντίθετα η επιμελημένη και σχολαστική συντήρηση συμβάλλει στην τέλεια λειτουργία και μακροζωία του.

Τι πρέπει να προσέχουμε στο turbo charger

Ας δούμε όμως όσο πιο απλά γίνεται τι θα πρέπει να γνωρίζουμε και να προσέχουμε στο turbocharger. Τα μέρη που απαρτίζουν το turbocharger είναι :

- a. Εισαγωγή αέρα από το φίλτρο.
- b. Εξαγωγή αέρα προς τους κυλίνδρους της μηχανής μέσω turbocharger /heat exchanger.
- c. Συμπιεστής.
- d. Εισαγωγή λαδιού.
- e. Εξαγωγή λαδιού.
- f. Εξαγωγή τουρμπίνας.
- g. Εισαγωγή καυσαερίων.

Ο αεροσυμπιεστής του turbo πρεσάρει τον αέρα και κατά συνέπεια αυξάνει τη θερμοκρασία του. Ψύχοντας τον αέρα πριν αυτός περάσει στους κυλίνδρους, μεγαλύτερη μάζα αέρα μπορεί να διοχετευτεί στη μηχανή,

κάνοντας την κρίσιμη θερμοκρασία στην κεφαλή του πιστονιού να περιοριστεί, δίνοντας καλύτερη και ασφαλέστερη λειτουργία στον κινητήρα. Γι' αυτό οι μηχανές θαλάσσης εφοδιασμένες με turbo έχουν ένα μεγάλο πλεονέκτημα έναντι αυτών της στεριάς, μια και μπορούν να έχουν ψύξη από την κυκλοφορία θάλασσας, άρα και μικρότερο όγκο.

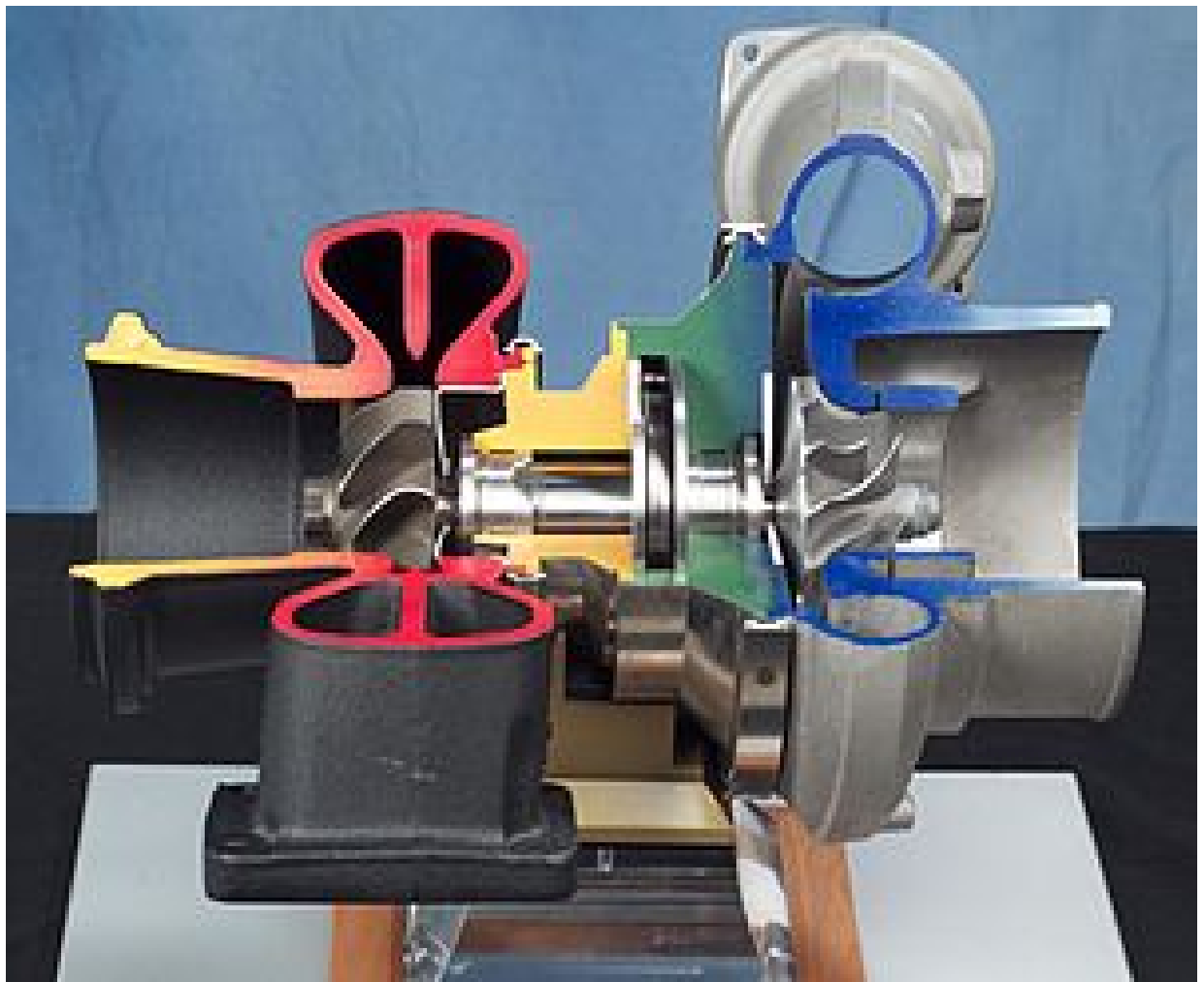
## **Προληπτικά μέτρα**

1. Πριν ξεκινήσουμε μια καινούρια μηχανή ή μετά από γενική επισκευή, τοποθετούμε ένα φίλτρο στην είσοδο του λαδιού, που έχει σαν σκοπό τη λίπανση του ρουλεμάν. Το φίλτρο αυτό, που αλλάζουμε μετά από ορισμένες ώρες λειτουργίας, χρησιμοποιείται πριν η μηχανή πάρει όλο το φορτίο της.
2. Αν η μηχανή δεν έχει δουλέψει για αρκετό διάστημα, παράδειγμα για ένα μήνα, χρειάζεται να λαδώσουμε τα ρουλεμάν με το λαδικό, από το ειδικό σημείο λίπανσης του turbo.
3. Δεν επιτρέπεται σε καμία περίπτωση να σβήσουμε τη μηχανή, μόλις σταματήσουμε. Το turbo έχει αυξημένη θερμοκρασία και στροφές, που η απότομη πτώση τους μπορεί να προκαλέσει ζημιά. Είναι απαραίτητη η λειτουργία της μηχανής στο ρελαντί για τόσο χρόνο, όσο χρειάζεται να φτάσει το turbo στις ελάχιστες στροφές και ελάχιστη θερμοκρασία, δηλαδή τουλάχιστον πέντε λεπτά. Άλλωστε θα πρέπει να συνηθίσουμε να σβήνουμε τη μηχανή Diesel αφού κρυώσει, γύρω στα πέντε λεπτά, ακόμα και αν δεν είναι εφοδιασμένη με turbo.
4. Θα πρέπει να παρακολουθούμε συνέχεια την πίεση του λαδιού της μηχανής, που είναι εφοδιασμένη με turbocharger (για παράδειγμα 30 lb/in<sup>2</sup>, για πλήρες φορτίο). Αν η ένδειξη του μανόμετρου είναι χαμηλότερη, θα πρέπει να κάνουμε έλεγχο, για να εντοπίσουμε το πρόβλημα και να αποκατασταθεί η πίεση, διαφορετικά η βλάβη, που μπορεί να προξενηθεί είναι άμεση.

## **Συντήρηση**

1. Καθαρίζουμε το φίλτρο του αέρα σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Αν η μηχανή δουλεύει σε περιβάλλον, που δεν είναι καθαρό, επιβάλλεται συχνότερος καθαρισμός.
2. Ελέγχουμε τακτικά τα συστήματα εισαγωγής και εξάτμισης για διαρροές ή φθορές στις ενώσεις των σωληνώσεων. Οποιαδήποτε φθορά ή διαρροή επιβάλλεται να διορθώνεται άμεσα, με μεγάλη σχολαστικότητα στο λύσιμο και δέσιμο.
3. Κατά τη διάρκεια της συντήρησης, παίρνουμε προσεκτικά μέτρα για να μην πέσει σκόνη, σκουπίδια ή μικροαντικείμενα στα συστήματα εισαγωγής και εξάτμισης, γιατί μπορεί να καταστρέφουν το συμπιεστή και την τουρμπίνα.
4. Αν τύχει να αντικαταστήσουμε την πολλαπλή της μηχανής, καλό είναι να προτιμήσουμε μια του ίδιου τύπου. Οι μηχανές εφοδιασμένες με turbo έχουν πολλαπλές από ειδικό κράμα, που δεν σκουριάζει, ούτε σπάει σε μικρά κομμάτια. Τα τρίμματα μιας σπασμένης πολλαπλής θα αναρροφηθούν από το turbo με συνέπεια τη ζημιά του.

5. Ελέγχουμε αν οι σωλήνες του λαδιού του turbo είναι φραγμένες ή κατεστραμμένες. Εξετάζουμε με προσοχή το εσωτερικό του κυλίνδρου της εξόδου του λαδιού, όταν αλλάζουμε λάδια.
6. Ελέγχουμε τον αναπνευστήρα του κάρτερ του λαδιού και τον συντηρούμε όπως προβλέπει ο κατασκευαστής.
7. Χρησιμοποιούμε πάντα λάδια γνωστών οίκων, του βαθμού που προβλέπει ο κατασκευαστής.
8. Ελέγχουμε μήπως η εξάτμιση είναι φραγμένη ή κατεστραμμένη, γιατί κάτι τέτοιο θα ανεβάσει την πίεση στην εξάτμιση και θα πέσει η απόδοση της μηχανής.
9. Αν διαπιστώσουμε κάποια κακή λειτουργία του turbo αυτή μπορεί να οφείλεται σε κάποιο σκουπίδι στα ρουλεμάν. Θα το καταλάβουμε αν αλλάξει ο ήχος του. Στρέφουμε με το χέρι το turbo για να ελευθερωθεί το σκουπίδι.





## Σημεία που θέλουν προσοχή

1. Οι κραδασμοί από την κύρια μηχανή πολλές φορές έχουν σαν συνέπεια να παθαίνουν ζημιά οι ενώσεις των σωληνώσεων του αέρα και του λαδιού λίπανσης. Καθημερινά θα πρέπει να ελέγχουμε για διαρροές στα παραπάνω, αλλά και στην κυκλοφορία του νερού, αν το turbo μας είναι υδρόψυκτο.

2. Φραγμένα φίλτρα αέρα, ασυγχρόνιστες αντλίες πετρελαίου και υπερβολική αντίθλιψη στο σύστημα εξαγωγής, που προκαλεί μερικό φράξιμο, μπορεί να κάνει το turbo να καπνίζει.

3. Το ξαφνικό σταμάτημα του turbo από έλλειψη λίπανσης ή υπερβολικό παίξιμο του άξονα, μπορεί να προκαλέσει ζημιά στα στρεφόμενα μέρη του, που συνήθως κτυπούν στο κάλυμμα.

4. Αν υπάρχει ανάγκη και εφόσον δεν υπάρχουν σκουπίδια, είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε τη μηχανή για μικρό χρονικό διάστημα, σε χαμηλές όμως στροφές.

5. Ο καθαρός αέρας είναι το παν για το turbocharger. Οι τεράστιες ποσότητες αέρα, που μπαίνουν στον αεροσυμπιεστή, επιβάλλουν να είμαστε σχολαστικοί στην καθαρότητά του. Ελέγχουμε συχνά τις ελαστικές σωληνώσεις μεταξύ του φίλτρου του αέρα και του συμπιεστή. Καταλαβαίνετε τι συμβαίνει όταν ένα κομματάκι περάσει μέσα! Με τις στροφές, που στρέφεται, θα το τινάξει.

6. Μάθετε πώς αφαιρείται το κάλυμμα του συμπιεστή. Έτσι μόνο θα μπορείτε να καθαρίζετε συχνά τα στρεφόμενα μέρη.

7. Η τουρμπίνα, ο συμπιεστής και ο άξονας είναι κατασκευασμένο με πολύ μικρές ανοχές, γι αυτό θέλουν χαμηλή θερμοκρασία λειτουργίας. Ελέγχουμε, λοιπόν, τακτικά το ψυγείο για να βεβαιωθούμε πως λειτουργούν κανονικά.

8. Η λίπανση του turbo, ειδικά επειδή λειτουργεί σε πολλές στροφές, χρειάζεται μεγάλη προσοχή. Με μεγάλη σχολαστικότητα πρέπει να αλλάζουμε τα φίλτρα, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και να χρησιμοποιούμε πάντα λάδια καλής ποιότητας, όπως είπαμε παραπάνω, ειδικά για μηχανές εφοδιασμένες με turbocharger.

Για άλλη μια φορά θα πρέπει να τονίσουμε πως η συντήρηση του turbo μπορεί να γίνει μόνο από εξειδικευμένο τεχνικό, εκτός από τα πολύ απλά πράγματα, που μπορούμε να κάνουμε μόνοι μας. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να καταφεύγουμε σε κάποιον ανειδίκευτο ή ερασιτέχνη φίλο μας, που τα ξέρει αυτά... Είναι σχεδόν κανόνας πως η επέμβαση ανειδίκευτου προκαλεί μεγαλύτερη βλάβη και όχι σπάνια, καταστροφή του turbocharger.



**PRECISION**  
TURBO &  
ENGINE

### **3.1.1. ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ**

Για τον έλεγχο της λειτουργίας του στροβιλοσυμπιεστή και την προστασία του κινητήρα χρησιμοποιούμε τρεις βαλβίδες . Αυτές είναι :

1 ) Η **Βαλβίδα Εκτόνωσης ή Βαλβίδα Ανακούφισης ή Buster** . Αυτή τοποθετείται στο κύκλωμα των καυσαερίων και ενώνεται με την πολλαπλή εισαγωγής με ένα σωλήνα μικρής διαμέτρου . Όταν η πίεση στην εισαγωγή ανέβει σε υψηλά επίπεδα και κινδυνεύει ο κινητήρας να σπάσει , η πίεση αυτή μεταφέρεται μέσω του μικρού σωλήνα στη βαλβίδα και την ενεργοποιεί .

Τότε μια σημαντική ποσότητα των καυσαερίων παρακάμπτει την τουρμπίνα και φεύγει κατευθείαν προς την εξάτμιση . Οι στροφές της τουρμπίνας πέφτουν οπότε λιγότερος αέρας εισέρχεται στη μηχανή .

2 ) Η **Βαλβίδα Ανακύκλωσης Του Εισερχόμενου Αέρα , ή Σκάστρα ή Waste Gate**. Τοποθετείται στο κύκλωμα του αέρα εισαγωγής και ενώνει την πλευρά της χαμηλής πίεσης με την πλευρά της υψηλής πίεσης . Δηλαδή την αναρρόφηση με την κατάθληψη του συμπιεστή . Ενώνεται επίσης και με ένα σωλήνα μικρής διαμέτρου με την πολλαπλή εισαγωγής για να ενεργοποιείται όταν η πίεση εκεί περάσει κάποια όρια .

Όταν ενεργοποιηθεί , μια σημαντική ποσότητα του συμπιεσμένου αέρα δεν οδηγείται προς την πολλαπλή εισαγωγής αλλά επιστρέφει στην αναρρόφηση του συμπιεστή . Έτσι έχουμε επιβράδυνση του κινητήρα αφού εκτονώνεται η πίεση στην εισαγωγή , χωρίς να έχουμε επιβράδυνση της τουρμπίνας . Αυτό μειώνει πολύ την *“υστέρηση” (turbo lag)* και το Turbo είναι έτοιμο να δώσει όλη την ισχύς του σε επόμενη ζήτηση ..

Παλαιότερα δεν γινόταν ανακυκλωση του αέρα , αλλά γινόταν εκτόνωση στο περιβάλλον . Από εκεί πήρε και το όνομα σκάστρα .

3 ) Η **Ηλεκτρονικά Ρυθμιζόμενη Βαλβίδα Ελεγχου Πίεσης , ή μαγνητικός διακόπτης** Πρόκειται για βαλβίδα που τη συναντάμε σε σύγχρονους κινητήρες και συνδέεται ηλεκτρικά με τον εγκέφαλο διαχείρισης του κινητήρα .

Ενώνεται με τρεις σωλήνες μικρής διατομής . Ο πρώτος συνδέεται με την πλευρά της υψηλής πίεσης του αέρα εισαγωγής ( μετά την τουρμπίνα ) . Ο δεύτερος με την πλευρά της χαμηλής πίεσης της εισαγωγής ( πριν τη τουρμπίνα ) . Τέλος ο τρίτος συνδέεται με τη βαλβίδα εκτόνωσης ( Buster ) και μάλιστα στο σημείο που αυτή δέχεται την ενεργοποίησή της .

Έτσι ανάλογα με το σήμα που παίρνει ο μαγνητικός διακόπτης από τον εγκέφαλο αλλά και το μέγεθος της υψηλής πίεση εισαγωγής ενεργοποιεί τη βαλβίδα εκτόνωσης καυσαερίων ( Buster ) .

Τις δύο πρώτες βαλβίδες μπορούμε να τις συνανατήσουμε και μόνες τους και σε συνδιασμούς .

Δεν είναι λίγες οι φορές που στην αγορά οι ονομασίες του μπερδεύονται .

### 3.1.2 .ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΕΙΕΣ

Για περισσότερες πληροφορίες σας παραθέτουμε απόσπασμα από το βιβλίο του εργαστηριακού οδηγού των ΜΕΚ ΙΙ που διατίθεται στα σχολεία των κυρίων Καραπάνου Χαράλαμπου , Κατσιλιέρη Ανάργυρου και Κουντουρά Λίνου .

Οι στροβιλοσυμπιεστές (τουρμπίνες) αποτελούνται από δύο στροβιλομηχανές συνδεδεμένες μεταξύ τους: Μία τουρμπίνα και έναν συμπιεστή. Ο συμπιεστής κινείται από την τουρμπίνα και εφοδιάζει τους κυλίνδρους του κινητήρα με αέρα υπό πίεση. Η τουρμπίνα κινείται από την ενέργεια των καυσαερίων, μέρος των οποίων περνά μέσα από αυτήν (πριν καταλήξουν στην εξάτμιση) και την περιστρέφει με πολύ υψηλές στροφές, που κυμαίνονται από 50.000 μέχρι και 240.000 στροφές/λεπτό (Εικ. 2.5.1).

Η πίεση του αέρα που ο στροβιλοσυμπιεστής παρέχει στους κυλίνδρους κυμαίνεται από 0,2 έως 1,2 Bar, σπάνια έως 2,2 Bar.

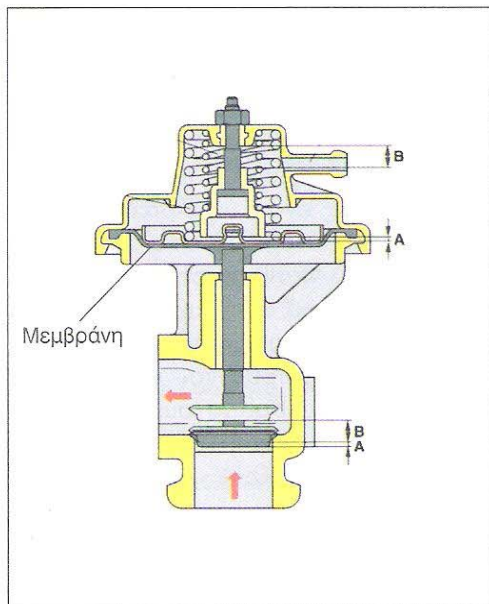
Κατά τη συμπίεση ο αέρας θερμαίνεται μέχρι και 180° C. Προκειμένου να αυξηθεί η πυκνότητά του και να εισχωρήσει έτσι μεγαλύτερη μάζα αέρα στους κυλίνδρους, ο εισερχόμενος αέρας ψύχεται σε έναν εναλλάκτη αέρα-αέρα, το intercooler.

Ο υπέρθερμος αέρας εξάλλου αυξάνει την τάση για αυταναφλέξεις, που ήδη υπάρχει στους υπερτροφοδοτούμενους κινητήρες. Αυτό συμβαίνει λόγω της εισαγωγής του αέρα με υψηλότερη πίεση από την ατμοσφαιρική, πράγμα που αντιστοιχεί σε έναν υψηλότερο βαθμό συμπίεσης από ό,τι θα είχε ο ίδιος κινητήρας, εάν ήταν ατμοσφαιρικός. Για το λόγο αυτό και προκειμένου να αποφευχθούν οι αυταναφλέξεις (πειράκια), οι υπερτροφοδοτούμενοι κινητήρες έχουν μικρότερο βαθμό συμπίεσης από τους ατμοσφαιρικούς (7:1 αντί του συνήθους 9:1 έως 10:1).



Εικ. 2.5.1 Τομή στροβιλοσυμπιεστή

Εάν η πίεση στους κυλίνδρους ανεβεί περισσότερο του επιτρεπτού ο κινητήρας θα καταστραφεί. Προκειμένου να αποδίδει ο στροβιλοσυμπιεστής και σε μεσαίες στροφές χωρίς ταυτόχρονα να αυξηθεί η πίεση σε επικίνδυνα επίπεδα στις υψηλές στροφές λειτουργίας του,



Εικ. 2.5.2 Βαλβίδα περιορισμού πίεσης τουρμπίνας

χρησιμοποιείται ένα ρυθμιστικό στοιχείο που περιορίζει την πίεση του στροβιλοσυμπιεστή η βαλβίδα ελέγχου πίεσης του υπερσυμπιεστή (βαλβίδα εκτόνωσης, βαλβίδα ανακούφισης, Buster).

Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης του υπερσυμπιεστή (περιοριστής πίεσης) ρυθμίζεται από ένα έμβολο που ενεργοποιείται από την πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής. Όταν η πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής αυξηθεί πέραν ενός συγκεκριμένου ορίου, η βαλβίδα ανοίγει μια διέξοδο προς την εξάτμιση, οπότε ένα μέρος των καυσαερίων διαφεύγει προς αυτή

και η τουρμπίνα λειτουργεί με περιορισμένη παροχή. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η πίεση σε επιθυμητά επίπεδα. (Εικ. 2.5.2).

Διακρίνουμε διαφόρων ειδών ρυθμίσεις:

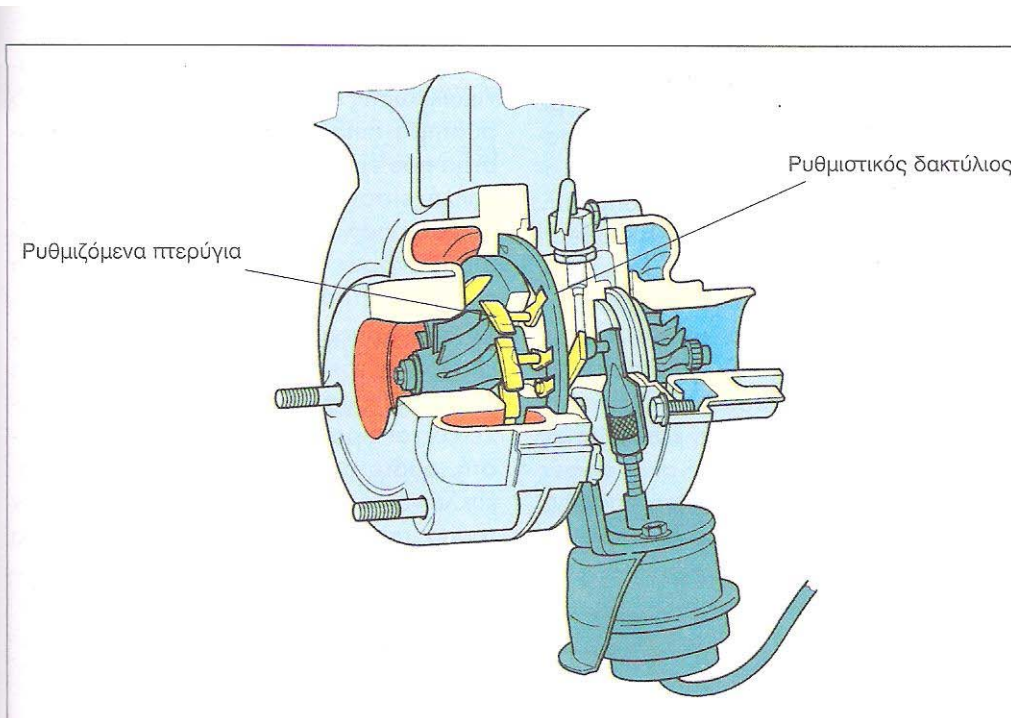
**Απευθείας ρύθμιση** από την πίεση που επικρατεί στην πολλαπλή εισαγωγής.

### Ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενη βαλβίδα ελέγχου πίεσης τουρμπίνας.

Η πίεση του στροβιλοσυμπιεστή ρυθμίζεται ηλεκτρονικά λαμβάνοντας υπόψη πολλές παραμέτρους λειτουργίας του κινητήρα, όπως τη θέση της πεταλούδας γκαζιού, τυχόν σήμα αυταναφλέξεων (πειράκια), θερμοκρασία περιβάλλοντος και κινητήρα, στροφές κινητήρα, υψομετρικές διαφορές και την πίεση (μέσω ενός αισθητήρα) στην πολλαπλή εισαγωγής. Ο ηλεκτρονικός εγκέφαλος του συστήματος ενεργοποιεί την παροχή πίεσης στη βαλβίδα εκτόνωσης, μέσω μιας παλινδρομικής βαλβίδας που συνδέει την πολλαπλή εισαγωγής με τη βαλβίδα εκτόνωσης οπότε απαιτείται ενεργοποίησή της, ή με την πλευρά της αναρρόφησης αέρα, πριν από την τουρμπίνα, όσο δεν χρειάζεται ρύθμιση.

### Στιγμιαία υπερπλήρωση (Overboost).

Σε ορισμένες κατασκευές με ηλεκτρονική ρύθμιση, όταν πατηθεί το πεντάλ του γκαζιού μέχρι τέλους, ενεργοποιείται βραχυπρόθεσμα ένα σύστημα αύξησης της πίεσης. Η αύξηση επιτυγχάνεται με την ενεργοποίηση της παλινδρομικής βαλβίδας που κλείνει τη βαλβίδα εκτόνωσης, ώστε ολόκληρη η ποσότητα του καυσαερίου να διοχετευτεί στην τουρ-



Εικ. 2.5.3 Στροβιλοσυμπιεστής με ρυθμιζόμενα πτερύγια

μπίνα και να ανεβάσει σε ελάχιστο χρόνο την πίεση. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται η επιτάχυνση του οχήματος.

#### Στροβιλοσυμπιεστές με ρυθμιζόμενα πτερύγια.

Τους καθιστά αναγκαίους η απαίτηση για υψηλή ροπή κινητήρα στις χαμηλές στροφές και ταυτόχρονα η αποφυγή μεγάλων πιέσεων, σε λειτουργία του κινητήρα με μεγάλο φορτίο. (Εικ. 2.5.3).

Σε λειτουργία με μικρές ποσότητες καυσαερίου, τα πτερύγια εισαγωγής στην τουρμπίνα αποκτούν μία τέτοια κλίση που στενεύει το διάυλο εισόδου των καυσαερίων. Τα αέρια αποκτούν έτσι μια σχετικά μεγάλη ταχύτητα ενώ ταυτόχρονα το ρεύμα του εισερχομένου αέρα κατευθύνεται προς την ακραία

πλευρά των πτερυγίων, οπότε η ακτίνα επενέργειας μεγαλώνει (μεγαλύτερος βραχίονας ροπής).

Οι στροφές της τουρμπίνας αυξάνονται, οπότε η πίεση του στροβιλοσυμπιεστή και η ροπή του κινητήρα μεγαλώνουν.

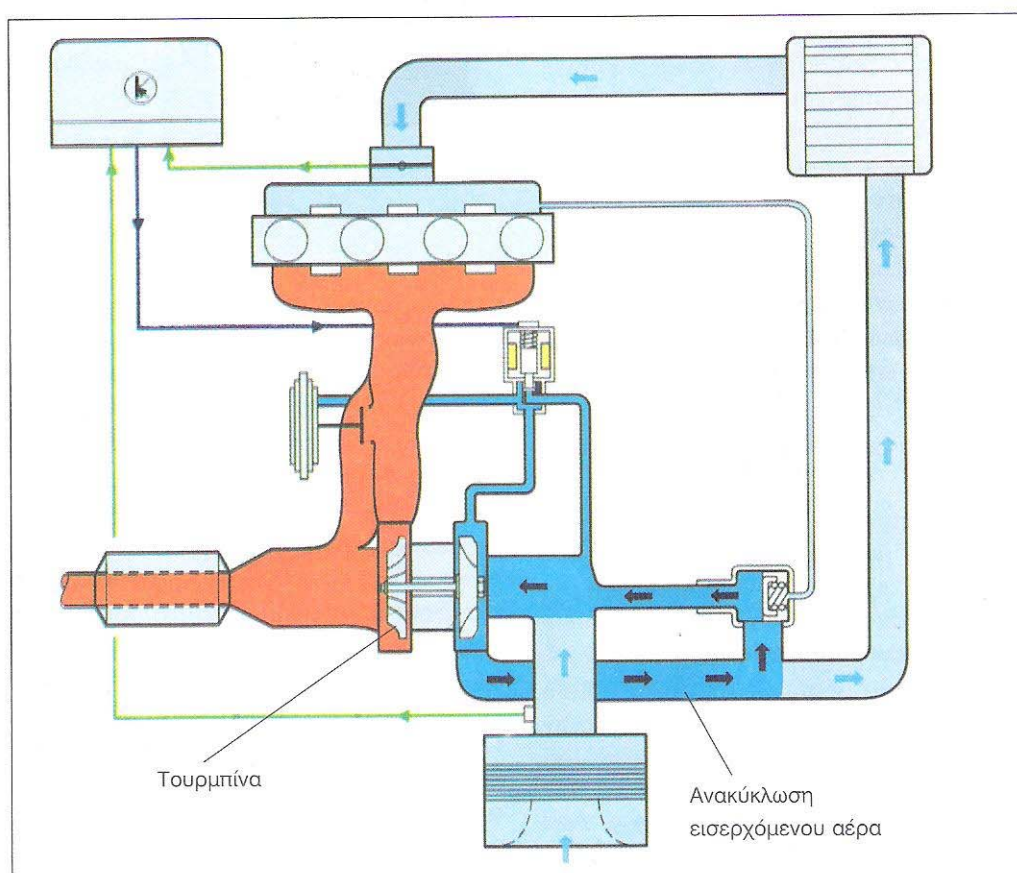
Σε λειτουργία με μεγάλο όγκο καυσαερίων τα πτερύγια ανοίγουν, η διατομή εισόδου των αερίων στην τουρμπίνα μεγαλώνει, τα καυσαέρια καλύπτουν όλο το μήκος των περιστρεφόμενων πτερυγίων, ενώ η ταχύτητα τους ελαττώνεται. Σε αυτή τη ρύθμιση η τουρμπίνα μπορεί να λειτουργήσει με μεγάλες ποσότητες καυσαερίου, χωρίς να αυξηθεί η πίεση του στροβιλοσυμπιεστή σε επικίνδυνα επίπεδα.

### Βαλβίδα ανακύκλωσης (σκάστρα).

Κατά την επιβράδυνση του οχήματος με τον κινητήρα, δημιουργείται μπροστά από την κλειστή πεταλούδα γκαζιού μια υψηλή πίεση που προέρχεται από την συνέχιση της λειτουργίας του στροβιλοσυμπιεστή λόγω της αδρανείας περιστροφής του. Στη συνέχεια επιβραδύνεται σημαντικά η περιστροφή του, έτσι ώστε όταν ξαναανοίξει η πεταλούδα να εισχωρεί απότομα μία ποσότητα αέρα υπό πίεση, ενώ απαιτείται και κάποιος χρόνος για να επανέλθουν οι στροφές της τουρμπίνας στα επιθυμητά επίπεδα. Για να αποφευχθούν αυτές οι παρενέρ-

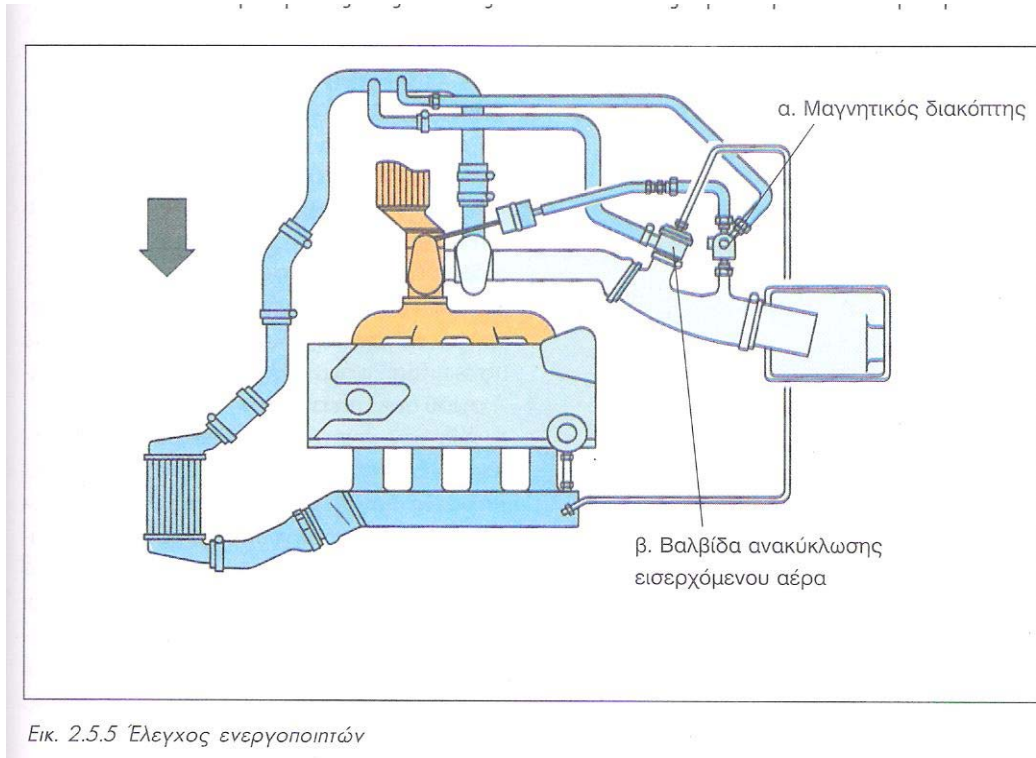
γειες, χρησιμοποιείται ένα σύστημα ανακύκλωσης του αέρα (Waste-gate). Το σύστημα αυτό αποτελείται από μία βαλβίδα που είναι συνδεδεμένη με την πολλαπλή εισαγωγής. Όταν η πίεση υπερβεί ένα συγκεκριμένο μέγεθος, η βαλβίδα ανοίγει και διοχετεύει την πίεση προς την ατμόσφαιρα (σκάστρα).

Σε σύγχρονους κινητήρες η βαλβίδα ενεργοποιείται ηλεκτρομαγνητικά και η πίεση δεν αφήνεται ελεύθερη, αλλά διοχετεύεται προς την είσοδο του συμπιεστή, οπότε ο παρεχόμενος αέρας ανακυκλώνεται σε μεγάλο βαθμό. Με τον τρόπο αυτό, η τουρμπίνα συνεχίζει να



Εικ. 2.5.4 Λειτουργία Βαλβίδας ανακύκλωσης

κινείται με αμείωτες σχεδόν στροφές και είναι έτοιμη να επαναλειτουργήσει χωρίς καθυστέρηση, αμέσως μόλις ανοίξει η πεταλούδα γκαζιού. (Εικ. 2.5.4).



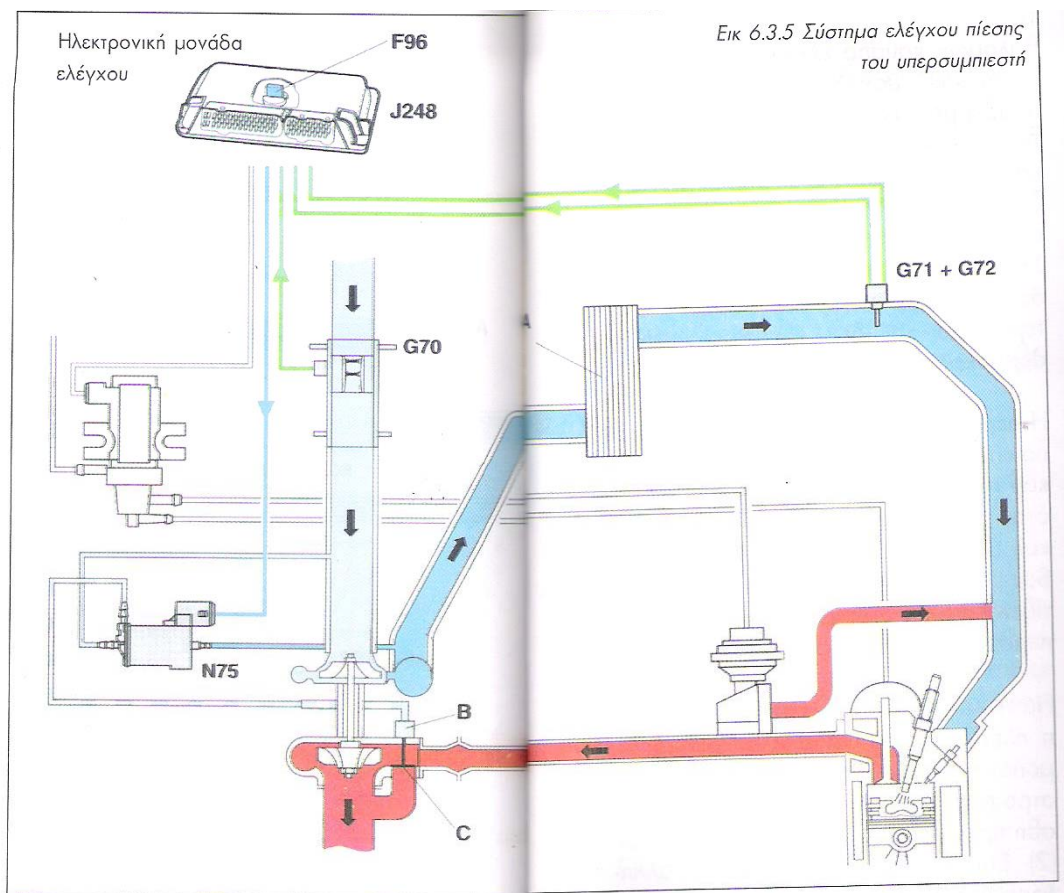
Εικ. 2.5.5 Έλεγχος ενεργοποιτών





### 3.1.3 Σύγχρονοι πετρελαιοκινητήρες

Στους σύγχρονους πετρελαιοκινητήρες υπάρχει ηλεκτρονική μονάδα που κάνει ολοκληρωμένη διαχείριση του κινητήρα, οπότε ελέγχει και τις πιέσεις του στροβιλοσυμπιεστή.



### **3.1.4. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Στην δεκαετία του '70, με την είσοδο του στροβιλοσυμπιεστή μέσα στον αυτοκινούμενο αθλητισμό, ειδικά μέσα από τον συναγωνισμό στην Formula 1, τα επιβατικά αυτοκίνητα με υπερσυμπιεστές έγιναν πολύ δημοφιλή. Η λέξη "τούρμπο" έγινε αρκετά μοντέρνα. Σε εκείνο τον χρόνο, σχεδόν κάθε κατασκευαστής αυτοκινήτου πρόσφερε τουλάχιστον ένα κορυφαίο μοντέλο που εξοπλίστηκε ο βενζινοκινητήρας του με υπερσυμπιεστή. Εντούτοις, αυτό το φαινόμενο εξαφανίστηκε μετά από μερικά έτη επειδή αν και ο βενζινοκινητήρας με υπερσυμπιεστή ήταν ισχυρότερος, δεν ήταν οικονομικός. Επιπλέον, η "στροβιλο-καθυστέρηση", η καθυστερημένη ανταπόκριση των στροβιλοσυμπιεστών, ήταν σε εκείνη την περίοδο ακόμα σχετικά μεγάλη και μη αποδεκτή από τους περισσότερους πελάτες.

Σήμερα: Η περιβαλλοντική αποδοχή

Σήμερα, οι βενζινοκινητήρες όχι μόνο ξεχωρίζουν από την προοπτική της απόδοσης, αλλά εμφανίζονται μάλλον και ως μέσο μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου και συνεπώς, της περιβαλλοντικής ρύπανσης εξ αιτίας των χαμηλότερων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Εντούτοις, μερικοί βενζινοκινητήρες με υπερτροφοδότηση από τη δεκαετία του '60 και τη δεκαετία του '70 υπάρχουν ακόμα και σήμερα. Αυτήν την περίοδο, η αρχή λειτουργίας τις υπερτροφοδότησης είναι η χρήση της ενέργειας του αερίου της εξάτμισης με απώτερο σκοπό την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και τις εκπομπές καυσαερίων. Επομένως, οι στροβιλοσυμπιεστές συμβάλλουν αρκετά στην περιβαλλοντική προστασία και την διατήρηση των στοιχείων συμπεριφοράς ενέργειας.

### **3.1.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΡΟΣΦΟΡΕΣ**

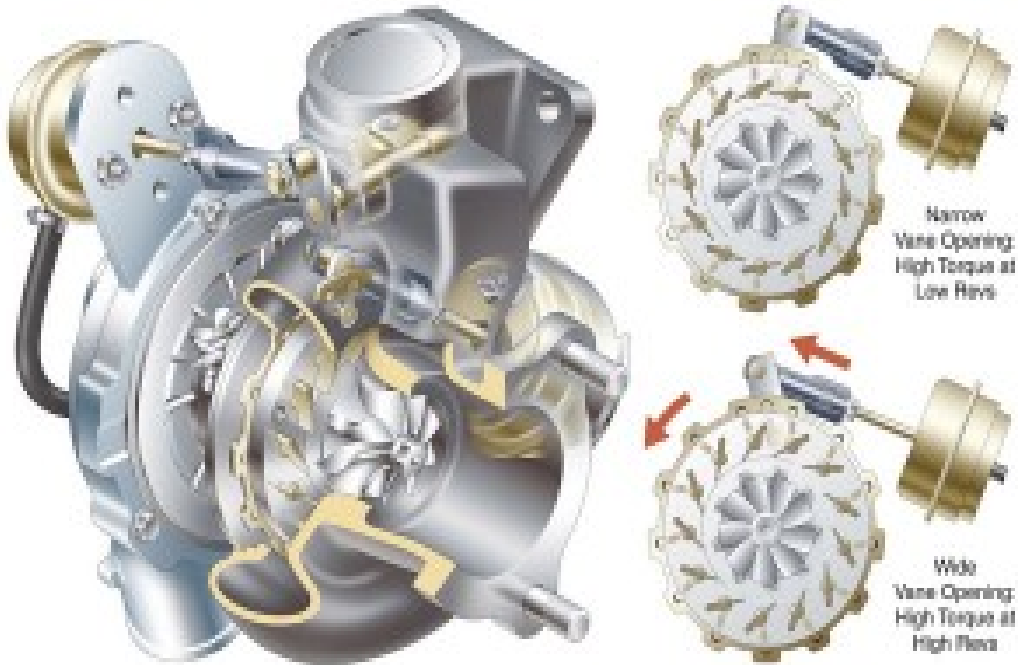
Μετά από επισκέψεις που κάναμε σε συνεργεία όπου ασχολούνται με μετατροπές απλών οχημάτων σε υπερπληρούμενα σας παραθέτουμε τα κάτωθι στοιχεία :

α) Για ένα FIAT Pundo 1100 cc , η προμήθεια του στροβιλοσυμπιεστή με διπλά πτερύγια , του intercooler , των σωληνώσεων, των βαλβίδων και της εγκατάστασης ανέρχεται στο ποσό των **1.500,00 ευρώ** .

β) Για ένα Mitsubishi Lancer 1800 cc , η προμήθεια του στροβιλοσυμπιεστή , του intercooler , των σωληνώσεων, των βαλβίδων και της εγκατάστασης ανέρχεται στο ποσό των **2.500,00 ευρώ** .

### **3.2. TURBO ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΠΤΕΡΥΓΙΑ**

Σύστημα υπερτροφοδότησης μεταβαλλόμενης γεωμετρίας

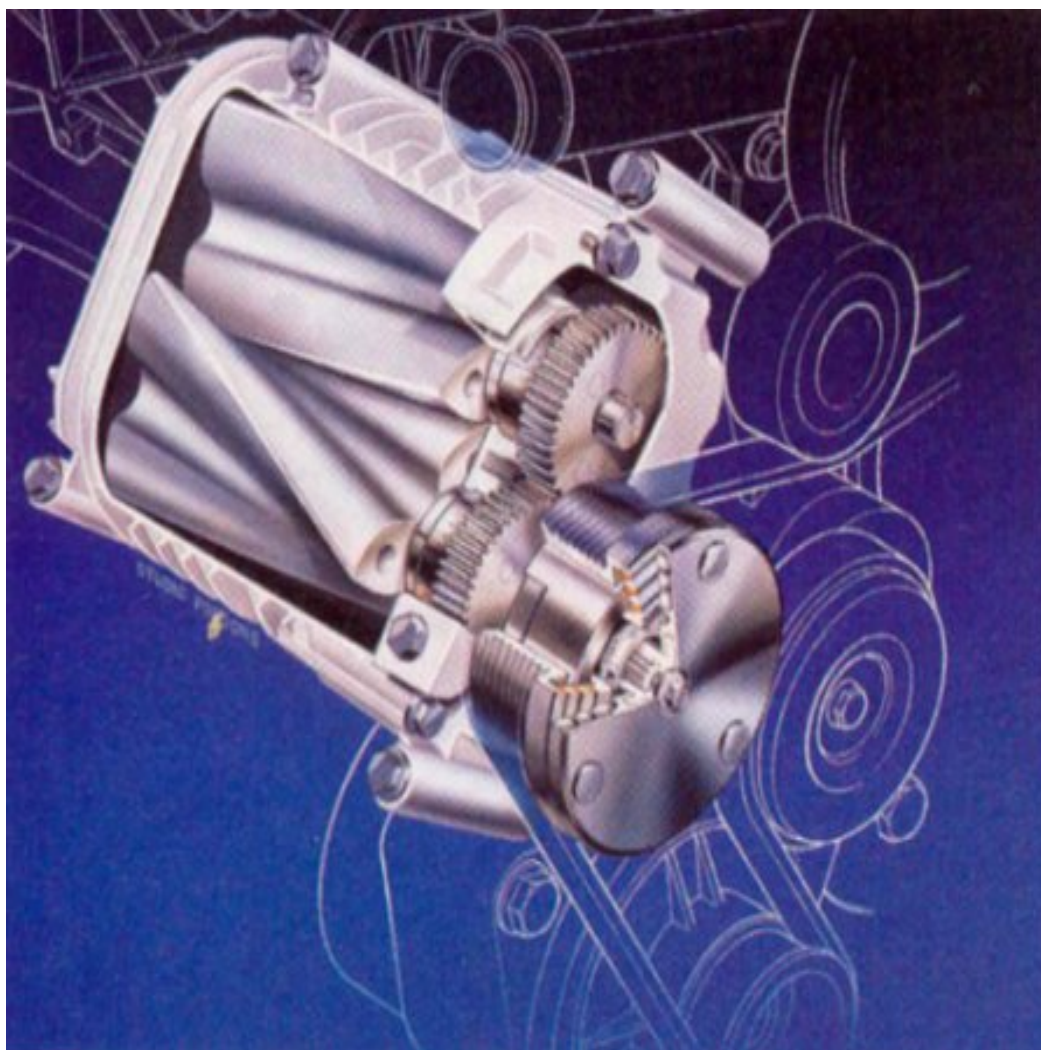


Η μικρή απόδοση των υπερσυμπιεστών στις χαμηλές στροφές είναι ένα πρόβλημα που ψάχνει ακόμα να βρει τη λύση του στα ερευνητικά κέντρα των αυτοκινητοβιομηχανιών, αποτελώντας και το σημαντικότερο μειονέκτημα των υπερτροφοδοτούμενων κινητήρων σε σχέση με τους ατμοσφαιρικούς. Μια νέα λύση προτείνεται τώρα από τη Χόντα, με τη μορφή ενός Συστήματος Τούρμπο Μεταβλητών Πτερυγίων (Variable Wing Turbo System). Στον υπερσυμπιεστή αυτόν υπάρχουν 4 πτερύγια με μεταβλητό σχήμα που περιβάλλουν τη φτερωτή του στροβίλου. Με τη μεταβολή του σχήματος τους, που ελέγχεται από τον υπολογιστή ελέγχου του συστήματος ψεκασμού, μεταβάλλεται η ταχύτητα της ροής των καυσαερίων στο στρόβιλο και κατά συνέπεια και η παρεχόμενη υπερσυμπίεση από το συμπιεστή. Έτσι είναι δυνατή η παραγωγή επαρκούς ροπής σ' όλη την κλίμακα των στροφών, χωρίς μάλιστα να υπάρχει ανάγκη ύπαρξης βαλβίδας διαφυγής. Επειδή τα πτερύγια κλείνουν στιγμιαία μόλις πατηθεί το «γκάζι» για επιτάχυνση από χαμηλή ταχύτητα, υπάρχει μια βελτίωση της απόκρισης του κινητήρα σε σχέση με τους κοινούς υπερσυμπιεστές. Έτσι το πρόβλημα της καθυστέρησης απόκρισης (turbo lag) που χαρακτηρίζει τους κινητήρες τούρμπο σχεδόν εξαλείφεται όπως υποστηρίζει η Χόντα. Η τοποθέτηση του νέου υπερσυμπιεστή σ' ένα 2λιτρο V6 κινητήρα, που στην ατμοσφαιρική έκδοσή του αποδίδει 145 ίππους, αύξησε την ισχύ του στους 190 ίππους!!!

#### **4. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ**

Είναι συμπιεστές αέρα που συνδέονται μηχανικά με τον κινητήρα, συνήθως με τον στροφαλοφόρο άξονα, ώστε να πάρουν την απαραίτητη ισχύ για τη λειτουργία τους. Είναι αποδοτικότεροι σε χαμηλές στροφές. Στον συνδυασμό των δύο συστημάτων λειτουργεί πρώτα ο μηχανικός συμπιεστής στις χαμηλές στροφές, μέχρι τα καυσαέρια να αποκτήσουν την απαιτούμενη ενέργεια. Τότε σταματά και αρχίζει να λειτουργεί ο στροβιλοσυμπιεστής. Το σύστημα είναι σχετικά πολύπλοκο και εφαρμόζεται σε μεγάλα οχήματα.

##### **4.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗΣ ΜΕ ΚΟΜΠΡΕΣΟΡΑ**



Οι μηχανικοί υπερσυμπιεστές ανακαλύφθηκαν την δεκαετία του 1920 σε αγώνες αυτοκινήτων με σκοπό την βελτίωση τους αλλά μετέπειτα

εμφανιστήκαν και σε αυτοκίνητα παράγωγης. Από εκείνη την περίοδο, και για αρκετά χρόνια μετά, οι μηχανικοί υπερσυμπιεστές ήταν τα μοναδικά συστήματα που μπορούσαν να στραγγαλίσουν την αναπνοή του κινητήρα και να αυξήσουν σημαντικά την ισχύ και την ροπή του.

Για να γίνει κάτι τέτοιο, δηλαδή η συμπίεση του αέρα, ένα σύστημα γραναζιών ή ένας ιμάντας αναλάμβανε την μετάδοση της κίνησης από τον στροφαλοφόρο άξονα στον στρόβιλο. Οι μηχανικοί υπερσυμπιεστές είχαν το μονοπώλιο της αγοράς μέχρι να εμφανιστούν την δεκαετία του '60 τα πρώτα συστήματα turbo. Η αρχή λειτουργίας τους ήταν η ίδια καθώς και τα δύο συστήματα υπερπλήρωναν τους θαλάμους καύσης με επιπλέον αέρα. Ο τρόπος όμως με τον οποίο όμως γίνεται κάτι ανάλογο είναι εντελώς διαφορετικός. Σε αντίθεση με τους μηχανικούς υπερσυμπιεστές, τα turbo δεν λαμβάνουν κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα αλλά από την κινητική ενέργεια των καυσαερίων την ώρα που αυτά οδεύουν προς την εξάτμιση. Και πάλι, όμως, πήρε αρκετά χρόνια στα turbo για να υπερνικήσουν τους συμπιεστές.

Το σημαντικότερο πρόβλημα είχε να κάνει με την χρονική υστέρηση, το περίφημο turbo-lag. Στα παλιότερα μοντέλα, όπως το Fiat Uno Turbo, την ώρα που ο οδηγός βύθιζε το γκάζι το αυτοκίνητο δεν επιτάχυνε αμέσως αλλά ορισμένα δευτερόλεπτα αργότερα, ειδικά όταν ο κινητήρας λειτουργούσε σε χαμηλές στροφές. Αρχικά, αυτό συνέβαινε διότι στα πρώτα συστήματα turbo το βάρος του στροβίλου και του συμπιεστή ήταν σχετικά μεγάλο και ήταν δύσκολο να υπερνικηθεί η αδράνεια της συναρμογής. Από την άλλη, στις χαμηλές στροφές λειτουργίας του κινητήρα, ο όγκος των καυσαερίων ήταν μικρός και ο άξονας του turbo αργούσε να πάρει «φόρα».

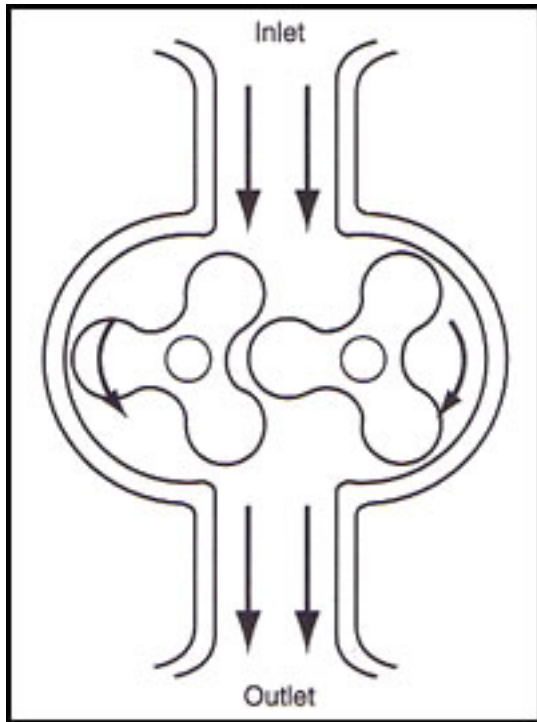
Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν ελαφρύτερα υλικά και το πρόβλημα μειώθηκε αισθητά. Επίσης, ο ηλεκτρονικός έλεγχος βελτίωσε ριζικά την λειτουργία των συστημάτων turbo ενώ το αποκορύφωμα ήρθε με την εξέλιξη των diesel. Μέχρι τότε τα turbo έβρισκαν εφαρμογή κυρίως σε σπορ αυτοκίνητα οπότε οι γκρίνιες για turbo-lag και έλλειψη ροπής στις χαμηλές στροφές περνούσαν σε δεύτερη μοίρα. Ωστόσο, οι diesel ώθησαν τους μηχανικούς να εξελίξουν την τεχνολογία των turbo, μέχρι να κατασκευάσουν στροβιλοσυμπιεστές οι οποίοι με την βοήθεια ενός υδραυλικού μηχανισμού είχαν την δυνατότητα να μεταβάλλουν την γωνία των πτερυγίων τους, ανάλογα με τις στροφές λειτουργίας του κινητήρα, για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της ενέργειας από τα καυσαέρια.

Ας ανοίξουμε όμως παρένθεση για να επανέλθουμε στους μηχανικούς υπερσυμπιεστές. Σε αντίθεση με τα συστήματα turbo, για αυτούς ο όρος turbo-lag είναι άγνωστος καθώς η υπερσυμπίεση είναι ανάλογη με τις στροφές του στροφαλοφόρου, χωρίς να εξαρτάται από την δύναμη των καυσαερίων. Η ροπή, άφθονη, σχεδόν από το ρελαντί. Όσο όμως ο δείκτης του στροφόμετρου πλησιάζει τα κόκκινα η ανάπτυξη μεγάλων τριβών μεταξύ των μηχανικών μερών έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ισχύος. Συνυπολογίστε δε και την απώλεια έργου του κινητήρα καθώς ο μηχανικός υπερσυμπιεστής «κλέβει» δύναμη από τον στροφαλοφόρο για να λειτουργήσει.

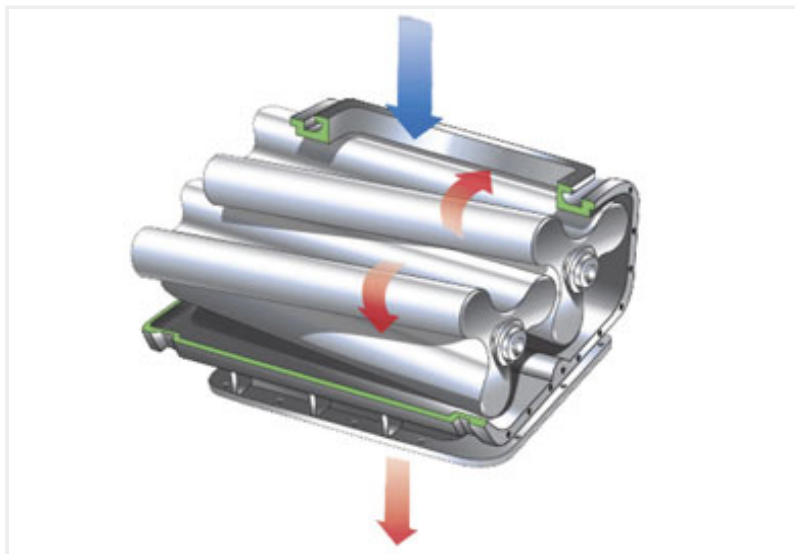


Μηχανικός υπερσυμπιεστής τύπου Roots (Mercedes-Benz)

Η Mercedes-Benz ήταν ένας από τους κατασκευαστές αυτοκινήτων που εδώ και χρόνια χρησιμοποιούσε μηχανικούς υπερσυμπιεστές στις περίφημες εκδόσεις με τα διακριτικά Kompressor· εξού και η ελληνιστί «κομπρέσορας». Και λέμε, «ήταν», διότι και αυτή με την σειρά της αντιλήφθηκε πως δεν είχε εξαντλήσει τα περιθώρια και πως όφειλε να αντικαταστήσει τους περίφημους κομπρέσορες της με τα turbo. Δεν μπορούσε να κάνει και αλλιώς, διότι με φυσιολογική οδήγηση οι κομπρέσορες καταναλώνουν λίγο περισσότερο καύσιμο από turbo. Για ποιο λόγο; Είπαμε, αντλούν συνεχώς δύναμη από τον κινητήρα ο οποίος για να αντεπεξέλθει «καίει» περισσότερο. Όσο πιο πολύ καύσιμο «καίγεται» τόσο αυξάνεται και η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται από την εξάτμιση στο περιβάλλον. Έτσι, λοιπόν, οι προδιαγραφές ρύπων είναι ένας ακόμη λόγος που αποφάσισε η γερμανική φίρμα να σπάσει την παράδοσή της με τους κομπρέσορες και να στραφεί και προς τα turbo· αρχής γενομένης από την νέα A-200 Turbo των 200 ίππων. Χρειάστηκε να πάρει αρκετό διάστημα στην Mercedes-Benz, σε αντίθεση με την VW η οποία εγκατέλειψε τους μηχανικούς υπερσυμπιεστές -θυμηθείτε τα Golf G40 και Corrado G60- από τότε που η Saab έδωσε λύση με τις εκδόσεις LP (Light Pressure). Σίγουρα, είναι λυπηρό όταν μια τεχνολογία όπως οι κομπρέσορες θα περάσει στα ράφια των μηχανικών. Αλλά έτσι έχουν τα πράγματα. Ακόμη και η GM, η οποία διαθέτει κινητήρα 3,8 λίτρων που τοποθετείται στην Pontiac Grand Prix και με την βοήθεια κομπρέσορα αποδίδει 264 ίππους, είναι θέμα χρόνου πότε θα ακολουθήσει το παράδειγμα της Mercedes-Benz.



Το πρώτο σύστημα υπερτροφοδότησης ενός κινητήρα. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι μηχανικών υπερσυμπιεστών, ο τύπος **Roots** ο τυπος **Centrifugal** και ο τυπος **Twin-Screw**

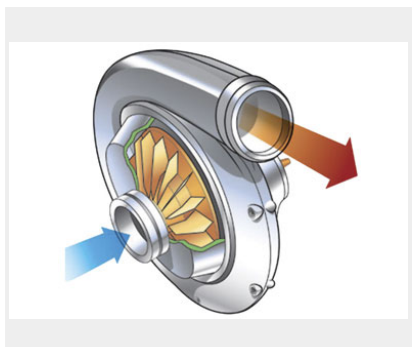


#### **Roots**

Ο πιο διαδεδομένος μηχανικός υπερσυμπιεστής είναι ο τύπου Roots. Ο αέρας εγκλωβίζεται σε περιορισμένο χώρο ανάμεσα στους δύο κοχλίες, όπου συμπιέζεται. Οι κοχλίες αυτοί σπρώχνουν τον αέρα με δύναμη στην εισαγωγή και στη συνέχεια στο

θάλαμο καύσης. Οι υπερσυμπιεστές τύπου Roots έχουν συνήθως μεγάλο μέγεθος και τοποθετούνται στο πάνω μέρος του κινητήρα.

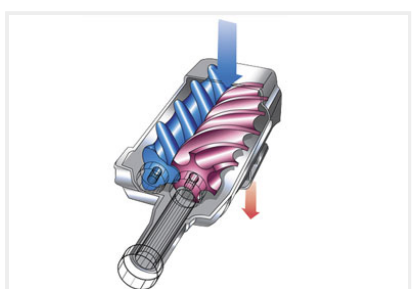




### **Centrifugal**

Πρόκειται για ένα εντελώς διαφορετικό τύπο υπερσυμπιεστή, ο οποίος περισσότερο θυμίζει σε σχήμα αυτό του υπερσυμπιεστή καυσαερίων (turbo). Ένα μικρό στροφέιο αναλαμβάνει να απορροφήσει αέρα και στη συνέχεια να τον κατευθύνει στο εσωτερικό του. Χάρη στη φυγοκεντρική δύναμη (centrifugal force), ο αέρας ωθείται έξω από το σύστημα και ένας διαχύτης αναλαμβάνει τη μετατροπή του

συνδυασμού μεγάλης ταχύτητας και μικρής πίεσης στο αντίστροφο. Οι συμπιεστές αυτού του τύπου διακρίνονται για την απόδοση που προσφέρουν, το χαμηλό τους βάρος, αλλά και το μικρό μέγεθός τους.



### **Twin-Screw**

Ο τύπου Twin-screw υπερσυμπιεστής βασίζεται στην αρχή θεωρίας του αντίστοιχου τύπου Roots, με τη διαφορά ότι εδώ οι κοχλίες έχουν κωνική μορφή της θυρίδας εξαγωγής του αέρα. Έτσι εξασφαλίζουν μεγαλύτερη απόδοση, αλλά έχουν και αυξημένο κόστος. Επίσης, αυτού του τύπου οι υπερσυμπιεστές παράγουν

περισσότερο θόρυβο σε σχέση με τους τύπου Roots.

Βασικά συστήματα του κομπρέσορα ήταν ο **Εναλλάκτης θερμότητας (Intercooler)** και η **Βαλβίδα εκτόνωσης (relief valve)** “σκάστρα”

### **Κομπρέσορας Rotrex**

Οι κομπρέσορες Rotrex αποτελούν την ιδανική λύση για την βελτίωση της ιπποδύναμης κάθε αυτοκινήτου. Τα μοναδικά του χαρακτηριστικά, χάρη στην πατενταρισμένη τεχνολογία του συστήματος μετάδοσης, καθιστούν τον Rotrex ως μια επιλογή με πολλά και σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι άλλων λύσεων υπερτροφοδότησης.

### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΝΤΙ TURBO**

Απουσία υστέρησης στο πάτημα του γκαζιού (lag)

Χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας

Καμία επέμβαση-τροποποίηση στο σύστημα ψύξης του αυτοκινήτου

Καμία επέμβαση-τροποποίηση στο σύστημα λίπανσης του αυτοκινήτου

Καμία επέμβαση-τροποποίηση στο σύστημα εξαγωγής του αυτοκινήτου

Ευκολία εγκατάστασης

Χαμηλό κόστος

### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΚΟΜΠΡΕΣΟΡΑ**

Υψηλός βαθμός αδιαβατικής απόδοσης

Χαμηλή θερμοκρασία εισερχόμενου αέρα

Η απόδοση δεν πέφτει με την αύξηση των στροφών

Εσωτερική συμπίεση μέσα στον κομπρέσορα, όχι

στην πολλαπλή εισαγωγής  
Χαμηλές παρασιτικές απώλειες (μηχανολογική απόδοση στο σύστημα μετάδοσης μέχρι και 98%)  
Συμπαγείς διαστάσεις - χαμηλό βάρος  
Ευκολία εγκατάστασης  
Χαμηλό κόστος

### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΟΜΠΡΕΣΟΡΑ**

- Μεγάλη αξιοπιστία και υψηλή αντοχή λόγω της απουσίας γραναζιών
- Χαμηλός θόρυβος λόγω της απουσίας γραναζιών
- Υψηλότερη απόδοση εξαιτίας του υψηλότερου ρυθμού περιστροφής
- Καλύτερη απόδοση στις χαμηλές στροφές

Όλα τα παραπάνω δείχνουν ότι οι κομπρέσορες Rotrex μπορούν να προσφέρουν υψηλά επίπεδα απόδοσης με αξιοπιστία και χωρίς προβληματισμούς όσον αφορά την τοποθέτηση ή και την χρήση τους. Οι Rotrex είναι ιδανική λύση για όσους αναζητούν αυξημένη ιπποδύναμη χωρίς τις δυσκολίες της τουρμπίνας και του ογκομετρικού κομπρέσορα. Εύκολη τοποθέτηση, υψηλή και ασφαλής απόδοση.

Το μυστικό πίσω από την υψηλή απόδοση, την απaráμιλλη αξιοπιστία, τις περιορισμένες διαστάσεις και τα χαμηλά επίπεδα θορύβου του Rotrex είναι το υψηλής τεχνολογίας σύστημα μετάδοσης της περιστροφικής κίνησης του Rotrex.

Οι πολύ υψηλές ταχύτητες και ο περιορισμένος θόρυβος είναι μερικά μόνο από τα πλεονεκτήματα του Rotrex έναντι των συμβατικών συστημάτων με γρανάζια. Το πατενταρισμένο σύστημα του Rotrex μεταδίδει την κίνηση μέσω δυνάμεων τριβής σε κυκλικά περιστροφικά εξαρτήματα. Το σύστημα βασίζεται σε ένα «ελαστικό δαχτυλίδι» το οποίο έχει την κατάλληλη προφόρτιση για να εξασφαλίζει την επαφή των περιμετρικά περιστρεφόμενων «πλανητών» με τον κεντρικό άξονα.

Αυτό το πατενταρισμένο φαινόμενο «ράμπας» αυξάνει την αποδοτικότητα και την αξιοπιστία όλων των κινουμένων μερών καθώς αυτορυθμίζει την μεταφορά ροπής ανάλογα με το ποσό της ροπής που ασκείται στην είσοδο του συστήματος.

Για την περαιτέρω αύξηση της απόδοσης του συστήματος, χρησιμοποιείται ένα ειδικό λάδι «τριβής», το Rotrex SX100. Αυτό το υγρό είναι τελευταίας γενιάς και η χημική του σύσταση βασίζεται σε ελαιώδεις ουσίες συνθετικών υδρογονανθράκων. Σχεδιασμένο ειδικά για χρήση με τους κομπρέσορες Rotrex, το SX100 στιγμιαία αυξάνει το ιξώδες του σε συνθήκες υψηλής πίεσης. Έτσι ενισχύει την μετάδοση της περιστροφικής κίνησης, καθώς εξασφαλίζει την ιδανική δύναμη τριβής μεταξύ όλων των εξαρτημάτων που περιστρέφονται, ενώ παράλληλα τα ψύχει και τα προστατεύει.

Αυτό το εξελιγμένο σύστημα μετάδοσης σε συνδυασμό με την τελευταία λέξη της τεχνολογίας στην φυγοκεντρική συμπίεση, η οποία χαρακτηρίζεται από

την υψηλή αδιαβατική απόδοση και τα χαμηλά επίπεδα θορύβου, δίνουν στον κομπρέσορα Rotrex το ξεκάθαρο πλεονέκτημα έναντι των άλλων μορφών υπερτροφοδότησης.

Ο πιο διαδεδομένος μηχανικός υπερσυμπιεστής είναι ο τύπου Roots. Ο αέρας εγκλωβίζεται σε περιορισμένο χώρο ανάμεσα στους δύο κοχλίες, όπου συμπιέζεται. Οι κοχλίες αυτοί σπρώχνουν τον αέρα με δύναμη στην εισαγωγή και στη συνέχεια στο θάλαμο καύσης. Οι υπερσυμπιεστές τύπου Roots έχουν συνήθως μεγάλο μέγεθος και τοποθετούνται στο πάνω μέρος του κινητήρα.

#### Centrifugal

Πρόκειται για ένα εντελώς διαφορετικό τύπο υπερσυμπιεστή, ο οποίος περισσότερο θυμίζει σε σχήμα αυτό του υπερσυμπιεστή καυσαερίων (turbo). Ένα μικρό στροφέιο αναλαμβάνει να απορροφήσει αέρα και στη συνέχεια να τον κατευθύνει στο εσωτερικό του. Χάρη στη φυγοκεντρική δύναμη (centrifugal force), ο αέρας ωθείται έξω από το σύστημα και ένας διαχύτης αναλαμβάνει τη μετατροπή του συνδυασμού μεγάλης ταχύτητας και μικρής πίεσης στο αντίστροφο. Οι συμπιεστές αυτού του τύπου διακρίνονται για την απόδοση που προσφέρουν, το χαμηλό τους βάρος, αλλά και το μικρό μέγεθός τους.

#### Twin-Screw

Ο τύπου Twin-screw υπερσυμπιεστής βασίζεται στην αρχή θεωρίας του αντίστοιχου τύπου Roots, με τη διαφορά ότι εδώ οι κοχλίες έχουν κωνική μορφή της θυρίδας εξαγωγής του αέρα. Έτσι εξασφαλίζουν μεγαλύτερη απόδοση, αλλά έχουν και αυξημένο κόστος. Επίσης, αυτού του τύπου οι υπερσυμπιεστές παράγουν περισσότερο θόρυβο σε σχέση με τους τύπου Roots.

### Εναλλάκτης θερμότητας (Intercooler)



Το συγκεκριμένο σύστημα δεν είναι παρά ένα ψυγείο που στόχος του είναι να συμπυκνώσει τον ζεστό αέρα μειώνοντας την θερμοκρασία του. Τοποθετείται ανάμεσα στο σύστημα

υπερτροφοδότησης και στην πολλαπλή εισαγωγής και ψύχει τον συμπιεσμένο αέρα προτού αυτός φτάσει στον θάλαμο καύσης. Η πυκνότητα του αυξάνεται βελτιώνοντας την ποιότητα της καύσης και παράλληλα επιτρέπει την αύξηση της σχέσης συμπίεσης χωρίς να υπερθερμαίνεται η κυλινδροκεφαλή. Στην φωτογραφία φαίνεται σύστημα της BMW με μηχανικό υπερσυμπιεστή.

### Βαλβίδα εκτόνωσης



Το σλόγκαν των "τουρμπάκηδων": σκάστρα και τα μυαλά στα άστρα!

Λέγεται και βαλβίδα ανακούφισης (relief valve), γνωστή και ως "σκάστρα". Ο συγκεκριμένος τύπος βαλβίδας χρησιμοποιείται στα συστήματα υπερτροφοδότησης (κινητήρες turbo ή με μηχανικό υπερσυμπιεστή). Σκοπός της είναι ο περιορισμός της πίεσης μέχρι ένα προβλεπόμενο όριο το οποίο δεν θα πρέπει να ξεπεραστεί ώστε να προστατευτεί το σύστημα από περίπτωση υπερπίεσης. Όταν ένα σύστημα turbo λειτουργεί η πίεση σε αυτό αυξάνεται σημαντικά φτάνοντας σε κάποιο σημείο πίεσης (π.χ. περίπου στα 1,2 bar, τα αγωνιστικά πάνω από 1,8 bar). Λίγο πριν από αυτό το σημείο η ανοίγει η βαλβίδα ανακούφισης και αφήνει ένα μέρος των καυασερίων να παρακάμψει τον στρόβιλο. Με τον τρόπο αυτό η τουρμπίνα συνεχίζει να γυρίζει με αμείωτες στροφές και χωρίς να αλλοιωθεί η πίεση του συστήματος ώστε να μπορεί να επαναλειτουργεί με ελάχιστη υστέρηση.

## **5 . ΠΟΡΟΙ - ΥΛΙΚΑ – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Σχολικά βιβλία.

Εργαστήριο Η/Υ του σχολείου.

Διαδίκτυο.

Περιοδικά κι εφημερίδες.

Τεχνικά εγχειρίδια και διαφημιστικά έντυπα εταιρειών.

Μεταχειρισμένα ανταλλακτικά από δωρεές συνεργείων αυτοκινήτων.

## **6 . ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΔΙΚΤΥΟΓΡΑΦΙΑ**

Σχολικό βιβλίο ΜΕΚ Ι.

Σχολικό βιβλίο ΜΕΚ Ι-εργαστηριακός οδηγός.

Σχολικό βιβλίο ΜΕΚ ΙΙ.

Σχολικό βιβλίο ΜΕΚ ΙΙ- εργαστηριακός οδηγός.

Περιοδικός τύπος.

Τεχνικά εγχειρίδια , διαφημιστικά έντυπα και ιστοσελίδες εταιρειών αυτοκινήτου.

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις