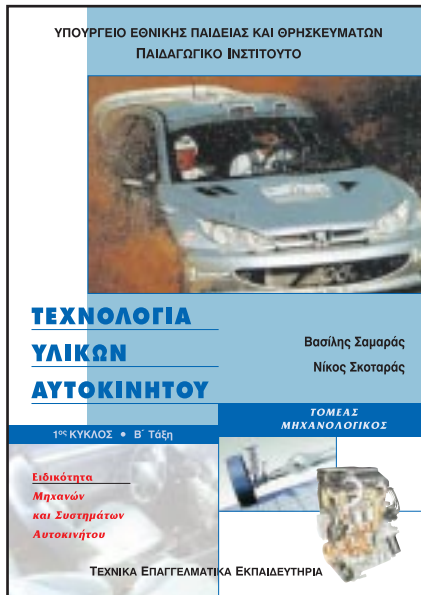


## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ



### Ενέργεια 2.3.2: «Ανάπτυξη των Τ.Ε.Ε. και Σ.Ε.Κ.»

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ:

**Σταμάτης Αλαχιώτης**

*Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών*

*Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

Έργο:

«Βιβλία Τ.Ε.Ε.»

– Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:

**Γεώργιος Βούτσιος**

*Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

– Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα

**Δαφέρμος Ολύμπιος**

*Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Βασίλης Σαμαράς

Νίκος Σκοταράς

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

1ος Κύκλος Β΄ Τάξη

Ειδικότητα: *Μηχανών και Συστημάτων Αυτοκινήτου*

ΤΟΜΕΑΣ  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ

### ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

- Βασίλης Σαμαράς, Μηχανολόγος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης
- Νίκος Σκοταράς, Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ 12

### ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ

- Θωμάς Μανίκας, Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης

### ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ

- Καφετζόπουλος Κωνσταντίνος, Χημικός, Πάρεδρος με θητεία στο Π.Ι.
- Σιδηράς Δημήτριος, Χημικός Μηχανικός, Λέκτορας Πανεπιστημίου Πειραιά
- Στραβοπόδης Μιχαήλ, Μηχανολόγος Μηχανικός, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης

### ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

- Αστεριάδης Νικόλαος, Φιλολόγος

### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- Μπαμπά Μαρία

### ATELIER

- COSMOSWARE

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ  
Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα  
Δαφέρμος Ολύμπιος  
Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

**Τ**ο βιβλίο αυτό γράφτηκε για τους μαθητές της β΄ τάξης του 1ου κύκλου του Μηχανολογικού Τομέα ειδικότητας 'Μηχανών και Συστημάτων Αυτοκινήτου'. Περιλαμβάνει συνολικά 15 κεφάλαια.

Στόχος του βιβλίου είναι να παρουσιάσει σε γενικές γραμμές βασικές έννοιες των υλικών που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία του αυτοκινήτου με περιγραφές, παραδείγματα και προβληματισμούς πάνω στη χρήση τους. Είναι προφανές ότι στα πλαίσια ενός τρίωρου μαθήματος δεν είναι δυνατό να καλυφθεί το σύνολο των υλικών που χρησιμοποιούνται σήμερα, έγινε προσπάθεια όμως να περιληφθούν τουλάχιστον τα σπουδαιότερα. Η δομή του βιβλίου, όπως θα διαπιστώσετε, είναι τέτοια που να επιτρέπει στον διδάσκοντα, ανάλογα με τον διαθέσιμο χρόνο αλλά και το ενδιαφέρον των μαθητών, να εμβαθύνει κατά περίπτωση με τη βοήθεια ελεύθερου αναγνώσματος αλλά και βιβλιογραφίας που προτείνουμε.

Στο 1ο κεφάλαιο παρουσιάζονται γενικά στοιχεία των υλικών (κατάταξη, επιλογή, ιδιότητες) με παραδείγματα χρήσης τους.

Στο 2ο κεφάλαιο περιλαμβάνεται μια εκτενής αναφορά των χρησιμοποιούμενων μετάλλων στο αυτοκίνητο. Έχει συγκεντρωθεί υλικό πολλών χρόνων με παραδείγματα παραγωγικών διαδικασιών αλλά και χρήσης των μετάλλων και κραμάτων διαφόρων τύπων στο αυτοκίνητο. Πληθώρα πινάκων με συνδυασμούς υλικών, προδιαγραφών και χρήσεων υπάρχουν για απλή αναφορά αλλά και για εμβάθυνση αν απαιτηθεί.

Στο 3ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πολυμερή με πλήθος πινάκων, αναφορών και παραδειγμάτων. Υπάρχουν και εδώ ελεύθερα αναγνώσματα για εμβάθυνση και προτεινόμενες δραστηριότητες που θα βοηθήσουν

τους μαθητές να εμπεδώσουν τις διαφορές και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων πολυμερών στη βιομηχανία του αυτοκινήτου.

Στο 4ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα σύνθετα υλικά με ελεύθερο ανάγνωσμα πάνω στη διαδικασία παραγωγής τους και παραδείγματα εφαρμογής τους.

Στο 5ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κεραμικά υλικά του αυτοκινήτου με παραδείγματα χρήσης τους και προβληματισμό πάνω στη μελλοντική χρήση των υλικών αυτών και τους περιορισμούς που προκύπτουν.

Στο 6ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διάφορα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο.

Στο 7ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα στεγανωτικά υλικά, οι κόλλες και οι διάφορες χρήσεις τους στο αυτοκίνητο, με παραδείγματα και φωτογραφίες πρακτικών εφαρμογών.

Στο 8ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η διάβρωση των υλικών και τα μέτρα αντιδιαβρωτικής προστασίας που πρέπει να λαμβάνονται για τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα.

Στο 9ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διάφορα είδη χρωμάτων και βερνικιών που χρησιμοποιούμε στις βαφές των αυτοκινήτων.

Στο 10ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διάφορα είδη κρυστάλλων που συναντάμε στα σύγχρονα αυτοκίνητα.

Στο 11ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διάφορα λιπαντικά, βασικές έννοιες της λίπανσης, στοιχεία προδιαγραφών και τυποποίησης των λιπαντικών, παραδείγματα χρήσης τους στα αυτοκίνητα.

Στο 12ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διάφορα είδη καυσίμων, βασικές έννοιες σχετικά με την καύση, προδιαγραφές των εν χρήσει καυσίμων και τυποποίησή τους.

Στο 13ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διάφορα υγρά (υδραυλικά, συστήματος ψύξης, ψυκτικό μέσο κλιματισμού κλπ) που συναντάμε στα αυτοκίνητα, με αναφορά στη σύσταση, τις προδιαγραφές και τις ιδιότητές τους.

Στο 14ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διάφορα επικίνδυνα υλικά που συναντάμε στο συνεργείο αυτοκινήτων, οι επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου και τα μέσα προφύλαξης που πρέπει να λαμβάνουμε για την αντιμετώπισή τους.

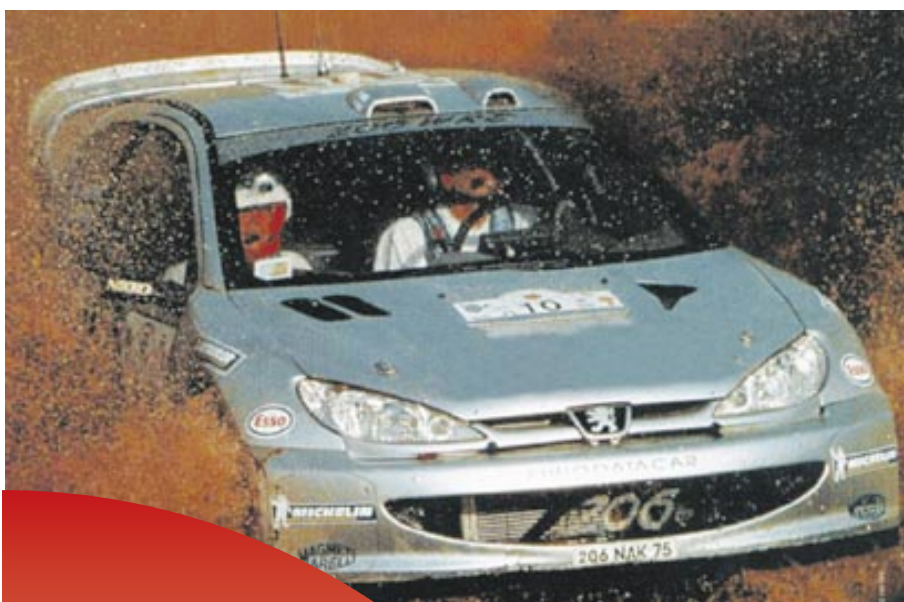
Στο 15ο κεφάλαιο παρουσιάζονται θέματα σχετικά με την ανακύκλωση των υλικών του αυτοκινήτου, τους τρόπους συλλογής των υλικών αυτών και τη διαχείριση των αποβλήτων ενός συνεργείου αυτοκινήτων.

Επιθυμούμε να ευχαριστήσουμε την συντονιστική ομάδα έργου του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου κ.κ. Ο. Δαφέρμο, Ν. Ροζάκο, Ι. Καρβέλη, Σ. Πάγκαλο, Θ. Μανίκα (συντονιστή) για την άψογη και εποικοδομητική συνεργασία καθόλη τη διάρκεια συγγραφής του βιβλίου. Επίσης ευχαριστούμε τους κριτές κ.κ. Κ. Καφετζόπουλο, Δ. Σιδηρά, Μ. Στραβοπόδη για τα εύστοχα σχόλιά τους αλλά και την μεγάλη υπομονή τους στη λεπτομερειακή μελέτη του βιβλίου, αποτέλεσμα των οποίων ήταν η σαφής βελτίωση της τελικής μορφής του.

*Οι συγγραφείς*

κεφάλαιο 1

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ



1.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

1.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

1.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ







## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να αναφέρετε τις ομάδες κατάταξης των υλικών.
- ✓ Να περιγράφετε τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η επιλογή των υλικών.
- ✓ Να αναφέρετε τις ιδιότητες των υλικών και να περιγράφετε την κάθε μία δίνοντας παραδείγματα.

### 1.1 Κατάταξη των υλικών

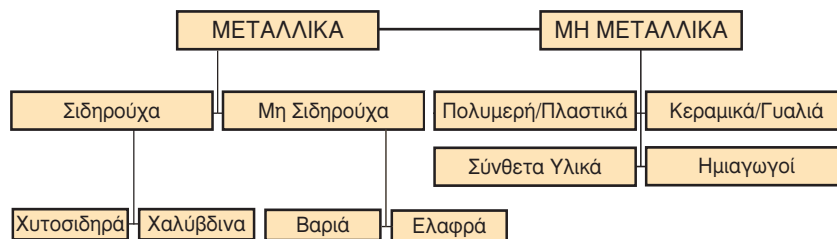
Η χρήση των διαφόρων υλικών συνδέεται στενά με το ξεκίνημα του ανθρώπινου πολιτισμού. Ο άνθρωπος, από την εμφάνισή του πάνω στη γη, άρχισε να χρησιμοποιεί διάφορα υλικά με τα οποία κατασκεύαζε εργαλεία και όπλα απαραίτητα για την επιβίωσή του. Έτσι πέρασε από τη λίθινη εποχή, στην εποχή του χαλκού, στην εποχή του ορείχαλκου, στην εποχή του σιδήρου. Στις μέρες μας μπαίνουμε σε μια άλλη εποχή, εκείνη των εξειδικευμένων υλικών ειδικών απαιτήσεων. Τέτοια υλικά χρησιμοποιούνται σήμερα στην αεροδιαστημική, την αεροναυπηγική, την αυτοκινητοβιομηχανία, την βιομηχανία εργαλείων παραγωγής και αλλού.

Για την επιλογή ενός υλικού που θα χρησιμοποιηθεί σε κάποιο εξάρτημα, πρωταρχικό μέλημα των τεχνικών είναι οι ιδιότητες του υλικού αυτού να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις λειτουργίας του εξαρτήματος. Αυτές οι απαιτήσεις κατ' αρχήν εκτιμώνται ή προσδιορίζονται. Περιλαμβάνουν τεχνολογικά χαρακτηριστικά (αντοχή σε εφελκυσμό ή θλίψη, αντίσταση στη φθορά, στις δονήσεις ή τις κρούσεις), φυσικά χαρακτηριστικά (βάρος, ηλεκτρικές ιδιότητες), χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το περιβάλλον λειτουργίας (ασφαλής λειτουργία κάτω από δυσμενείς συνθήκες θερμοκρασίας, διάβρωσης κλπ.)

Ο τεχνικός πρέπει να γνωρίζει ποιες από τις ιδιότητες αυτές είναι ση-

μαντικές, πως προσδιορίζονται οι τιμές των μεγεθών αυτών, ποιοι περιορισμοί και απαγορεύσεις μπαίνουν στη χρήση των διαφόρων υλικών.

Η πιο κλασική διαίρεση/κατάταξη των υλικών είναι εκείνη που τα διακρίνει σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα μεταλλικά και τα μη μεταλλικά. Τα μεταλλικά με τη σειρά τους χωρίζονται σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα. Τα σιδηρούχα χωρίζονται σε χυτοσιδηρά και σε χαλύβδινα. Τα μη σιδηρούχα χωρίζονται σε βαριά μη σιδηρούχα και σε ελαφρά μη σιδηρούχα. Τα μη μεταλλικά χωρίζονται σε πολυμερή/πλαστικά, κεραμικά-γυαλιά, σύνθετα υλικά και ημιαγωγούς.



**Σχήμα 1.1** Κατάταξη των υλικών

## 1.2 Επιλογή των υλικών

Η βιομηχανία αυτοκινήτου από μόνη της καταναλώνει περίπου 60 εκατομμύρια μετρικούς τόνους βιομηχανικών υλικών παγκοσμίως κάθε χρόνο – κυρίως χάλυβα, χυτοσίδηρο, αλουμίνιο, χαλκό, γυαλί, μόλυβδο, ελαστικό και ψευδάργυρο.

Είναι πολύ σημαντικό να τονίσουμε από την αρχή ότι η επιλογή υλικού στην σημερινή πραγματικότητα είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Η εργασία επιλογής υλικού γίνεται πλέον από ομάδες ειδικών .

Τέσσερις είναι οι ομάδες κριτηρίων για την επιλογή των υλικών:

- Ομάδα Α: γεωμετρίας ενός εξαρτήματος.
- Ομάδα Β: ιδιοτήτων (μηχανικών, φυσικών, χημικών) ενός εξαρτήματος.
- Ομάδα Γ: λειτουργίας και συντήρησης ενός εξαρτήματος.
- Ομάδα Δ: βιομηχανοποίησης ενός εξαρτήματος.

Τυπικές ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν στην ομάδα Α (γεωμετρία):

- Τί μέγεθος έχει το εξάρτημα;
- Έχει πολύπλοκο σχήμα, άξονες συμμετρίας, χωρίζεται σε μικρότερα πιο απλά σχήματα;
- Πόσες διαστάσεις πρέπει να προσδιορίσουμε;
- Ποιές διαστάσεις είναι ακριβείας και πόσης ;
- Πώς συνεργάζεται με άλλα εξαρτήματα;
- Τί απαιτήσεις τελικού φινιρίσματος επιφάνειας υπάρχουν;
- Πώς επηρεάζεται μια διάσταση από τη φθορά και τί ρόλο θα παίξει στο μέλλον στη συνεργασία του εξαρτήματος με τα άλλα εξαρτήματα;
- Θα μπορούσε μια μικρή αλλαγή στη γεωμετρία του εξαρτήματος να αυξήσει την λειτουργικότητα και την ευκολία παραγωγής του;

Τυπικές ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν στην ομάδα Β (ιδιότητες):

- Πόση αντοχή σε εφελκυσμό πρέπει να έχει το εξάρτημα;
- Τί αντοχή πρέπει να έχει σε κρούσεις;
- Αντιμετωπίζει εναλλασσόμενα φορτία;
- Τί επιφανειακή προστασία πρέπει να έχει; Σε ποια σημεία; Πόσο βαθιά;
- Μέσα σε ποιό θερμοκρασιακό εύρος πρέπει να έχει αυτές τις ιδιότητες;
- Πόσο μπορεί να καμφθεί ή να αλλάξει σχήμα και ακόμα να λειτουργεί ικανοποιητικά;
- Υπάρχουν ηλεκτρικές απαιτήσεις; Αγωγιμότητα; Αντίσταση;
- Απαιτούνται μαγνητικές ιδιότητες;
- Υπάρχουν θερμικές απαιτήσεις; Θερμική αγωγιμότητα;
- Πρέπει το εξάρτημα να είναι διαφανές;

- Το βάρος του παίζει σημαντικό ρόλο;
- Πόσο σημαντική είναι η εμφάνισή του; Το χρώμα του;

Τυπικές ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν στην ομάδα Γ (λειτουργία-συντήρηση):

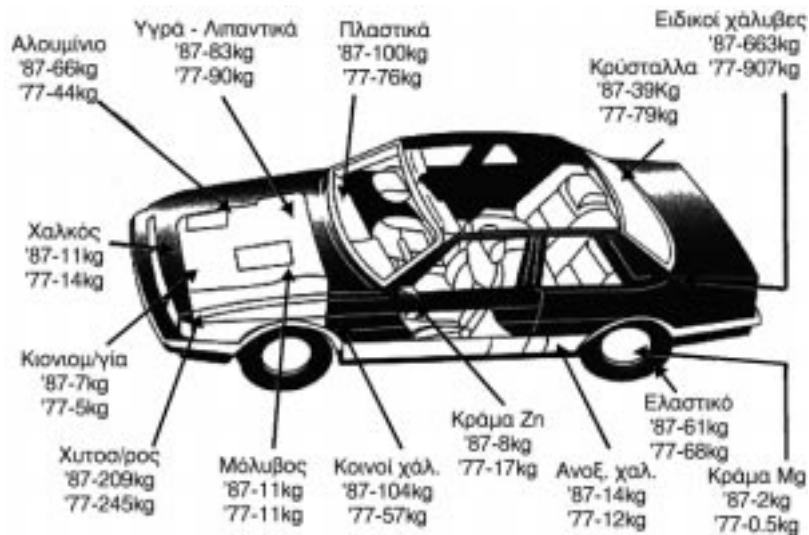
- Ποιά είναι η χαμηλότερη, η ψηλότερη και η κανονική θερμοκρασία που πρέπει να λειτουργεί το εξάρτημα; Η θερμοκρασία αλλάζει περιοδικά; Πόσο γρήγορα συμβαίνουν οι αλλαγές θερμοκρασίας;
- Ποιό είναι το δυσμενέστερο περιβάλλον από πλευράς διάβρωσης μέσα στο οποίο καλείται να λειτουργήσει το εξάρτημα;
- Ποιά είναι η επιθυμητή διάρκεια ζωής του εξαρτήματος σύμφωνα με το πρόγραμμα συντήρησης;
- Κάθε πότε πρέπει να επιθεωρείται και να συντηρείται;
- Τί επίδραση έχει η αστοχία του εξαρτήματος αυτού στην αξιοπιστία όλου του μηχανισμού όπου είναι ενταγμένο;
- Πρέπει το εξάρτημα να κατασκευαστεί με τη σκέψη της εύκολης αποσυναρμολόγησης και της ανακύκλωσής του;

Τυπικές ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν στην ομάδα Δ (βιομηχανοποίηση):

- Πόσα εξαρτήματα θα παραχθούν; Με ποιο ρυθμό;
- Έχει τυποποιημένες διαστάσεις τόσο σαν πρώτη ύλη όσο και σαν τελικό προϊόν;
- Έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να κατεργάζεται, να μορφοποιείται, να συγκολλάται εύκολα ;
- Ποιό είναι το μεγαλύτερο και ποιό το μικρότερο πάχος;
- Ποιό είναι το επιθυμητό ποιοτικό επίπεδο σε σχέση με τα παρόμοια εξαρτήματα που υπάρχουν στην αγορά;
- Ποιές είναι οι απαιτήσεις ποιοτικού ελέγχου;
- Υπάρχουν ιδιαιτερότητες σε ότι αφορά την συναρμολόγηση;

Στο παρακάτω σχήμα 1.2 παρουσιάζονται συνοπτικά μερικές από τις

διαφοροποιήσεις που έγιναν στην αυτοκινητοβιομηχανία στη δεκαετία '77-'87 και αφορούσαν την εξέλιξη των υλικών.



Διαφορά βάρους  
'87-'77: -13%  
(χαλ. = χάλυβες)

**Σχήμα 1.2** Αλλαγές υλικών στην αυτοκινητοβιομηχανία '77-'87

### 1.3 Ιδιότητες των υλικών

Μπορούμε να κατατάξουμε τις ιδιότητες των υλικών σε τέσσερις κατηγορίες:

- α) Φυσικές ιδιότητες.
- β) Μηχανικές ιδιότητες.
- γ) Χημικές ιδιότητες.
- δ) Ιδιότητες κατεργασίας.

Θα αναφερθούμε στις σπουδαιότερες από κάθε κατηγορία.

### α) Φυσικές ιδιότητες

Φυσικές ιδιότητες είναι οι ιδιότητες εκείνες που μπορούν να μετρηθούν ή να παρατηρηθούν χωρίς να επιφέρουν αλλαγή στη χημική σύσταση των υλικών. Τέτοιες ιδιότητες είναι η πυκνότητα, τα σημεία βρασμού και τήξης, η θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα, η διαφάνεια, η θερμική διαστολή, η ικανότητα μαγνήτισης κλπ.

- **Πυκνότητα:** Ονομάζουμε τη μάζα που έχει ένα σώμα στη μονάδα του όγκου. Μονάδα μέτρησης είναι το  $\text{kg/m}^3$ . Παραθέτουμε τιμές πυκνοτήτων διαφόρων υλικών:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1** Πυκνότητα διαφόρων υλικών σε  $\text{kg/m}^3$

Υλικό	Πυκνότητα ( $\text{kg/m}^3$ )
Αλουμίνιο	2700
Ασφαλτος	1200
Γυαλί	2400-2700
Ελαστικό τεχνητό	1000-2000
Ελαστικό φυσικό	1350
Θαλασσινό νερό	1020-1030
Κασσίτερος	7300-7500
Μόλυβδος	11300
Νερό καθαρό	1000
Ξύλο	370-1000
Οινόπνευμα	790
Σίδηρος καθαρός	7860
Χαλκός	8900
Χάλυβας κοινός	7850
Χυτοσίδηρος	7250
Ψευδάργυρος	7130-7200

- **Σημείο Βρασμού:** Ονομάζουμε τη θερμοκρασία στην οποία αρχίζει η παραγωγή ατμών από όλη τη μάζα ενός θερμαινόμενου υγρού με μορφή φυσαλίδων, υπό σταθερή πίεση. Στη θερμοκρασία αυτή λέμε ότι το υγρό βράζει. Η θερμοκρασία αυτή παραμένει σταθερή καθόλη τη διάρκεια του βρασμού και εξαρτάται μόνο από τη φύση του υγρού και την εξωτερική πίεση. Παραθέτουμε τιμές σημείων βρασμού διαφόρων χημικών ουσιών:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2** Σημείο βρασμού διαφόρων χημικών ουσιών, σε °C, σε πίεση 1 atm

Χημικές Ουσίες	Σημείο Βρασμού σε °C
Ήλιο	- 268.9
Αιθέρας	34.5
Αλκοόλη	78
Διοξειδίο του άνθρακα	- 78.52
Θείο	445.6
Ναφθαλίνη	217.96
Νερό	100
Οξυγόνο	- 182
Υδράργυρος	357
Υδρογόνο	- 252.8
Χαλκός	2300
Ψευδάργυρος	906

➤ **Σημείο Τήξης:** Ονομάζουμε τη θερμοκρασία στην οποία ένα σώμα αρχίζει να μετατρέπεται από τη στερεά στην υγρή κατάσταση. Στη θερμοκρασία αυτή λέμε ότι το στερεό λιώνει. Η θερμοκρασία αυτή παραμένει σταθερή καθόλη τη διάρκεια της τήξης και εξαρτάται μόνο από τη φύση του υλικού και την εξωτερική πίεση. Παραθέτουμε τιμές σημείων τήξης διαφόρων υλικών:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3** Σημείο τήξης διαφόρων υλικών, σε °C, σε πίεση 1 atm

Υλικό	Σημείο Τήξης °C
Αλουμίνιο	658
Αμμωνία	-78
Βολφράμιο	3370
Γυαλί	1200
Θείο	115
Κασσίτερος	232
Κοινός χάλυβας	1350
Λευκόχρυσος	1750
Μόλυβδος	327
Νερό	0
Οινόπνευμα	-114
Παραφίνη	54
Σίδηρος	1535
Υδράργυρος	-39
Χαλκός	1084
Ψευδάργυρος	420



- **Θερμική αγωγιμότητα:** Είναι η ιδιότητα που περιγράφει την ευκολία διάδοσης της θερμότητας μέσα από τη μάζα του υλικού. Τα σώματα που έχουν την ιδιότητα αυτή σε μεγάλο βαθμό λέγονται καλοί αγωγοί της θερμότητας (χαλκός, αλουμίνιο, σίδηρος), ενώ εκείνα τα σώματα που έχουν την ιδιότητα αυτή σε μικρό βαθμό λέγονται κακοί αγωγοί της θερμότητας (πλαστικά, γυαλί, αέρας). Κριτήριο για τη σύγκριση των υλικών αποτελεί ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  (μεγάλος συντελεστής, μεγάλη θερμική αγωγιμότητα). Παραθέτουμε τιμές του συντελεστή  $\lambda$  για διάφορα υλικά.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4** Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$ , σε W/mK

Υλικό	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (W/mK)
Αλουμίνιο	203.52
Άσφαλτος	0.17
Γυαλί	0.81
Ορείχαλκος	53.96
Υαλοβάμβακας	0.046
Χαλκός	383.79
Χάλυβας	58.15
Χυτοσίδηρος	58.15

- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα:** Είναι η ιδιότητα του υλικού να επιτρέπει τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από τη μάζα του. Τα σώματα που έχουν την ιδιότητα αυτή σε μεγάλο βαθμό λέγονται καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού (άργυρος, χαλκός, αλουμίνιο), ενώ εκείνα τα σώματα που έχουν την ιδιότητα αυτή σε μικρό βαθμό λέγονται κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού (μάρμαρο, πορσελάνη κλπ)
- **Διαφάνεια:** Είναι η ιδιότητα που έχουν ορισμένα σώματα να επιτρέπουν τη διέλευση του φωτός μέσα από τη μάζα τους. Διαφανή ονομάζουμε τα σώματα όταν τα αντικείμενα που βρίσκονται πίσω τους είναι ευδιάκριτα (γυαλί). Ημιδιαφανή ονομάζουμε τα σώματα όταν τα αντικείμενα που βρίσκονται πίσω τους δεν φαίνονται ευδιάκριτα αλλά συγκεχυμένα (γαλακτόχρωμο γυαλί). Αδιαφανή ονομάζονται τα σώματα που απορροφούν όλες τις ακτίνες του φωτός

και δεν αφήνουν να διακριθούν τα πίσω τους αντικείμενα (μέταλλα, ξύλο, μάρμαρο).

- **Θερμική διαστολή:** Είναι η ιδιότητα που έχουν τα σώματα να αυξάνονται κατά τις διαστάσεις τους όταν θερμαίνονται. Πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη στα όργανα μέτρησης, όπως και κατά τη φάση της συναρμολόγησης εξαρτημάτων.
- **Ικανότητα μαγνήτισης:** Είναι η ιδιότητα που έχουν ορισμένα σώματα να αποκτούν χαρακτηριστικά μαγνήτη (σιδηρούχα υλικά, νικέλιο, κοβάλτιο)
- **Ιξώδες:** Είναι η ιδιότητα που χαρακτηρίζει την ευκολία ροής ενός υλικού. Στον πίνακα 1.5 παραθέτουμε τιμές του ιξώδους για διάφορα υγρά και αέρια σε  $m^2/s$  (μικρό ιξώδες, εύκολη ροή)

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5** Τιμές ιξώδους για διάφορα υγρά και αέρια στους  $20^\circ C$ , σε  $m^2/s$

Υγρά / Αέρια	Τιμές ιξώδους ( $m^2/s$ )
νερό	1.006
νέφτι	1.49
υδράργυρος	1.55
γλυκερίνη	850
καστορέλαιο	986
αέρας	$1.81 \times 10^{-6}$
υδρογόνο	$0.88 \times 10^{-6}$
άζωτο	$1.74 \times 10^{-6}$
ήλιο	$1.97 \times 10^{-6}$
Διοξειδίο του άνθρακα	$1.46 \times 10^{-6}$

## 6) Μηχανικές ιδιότητες

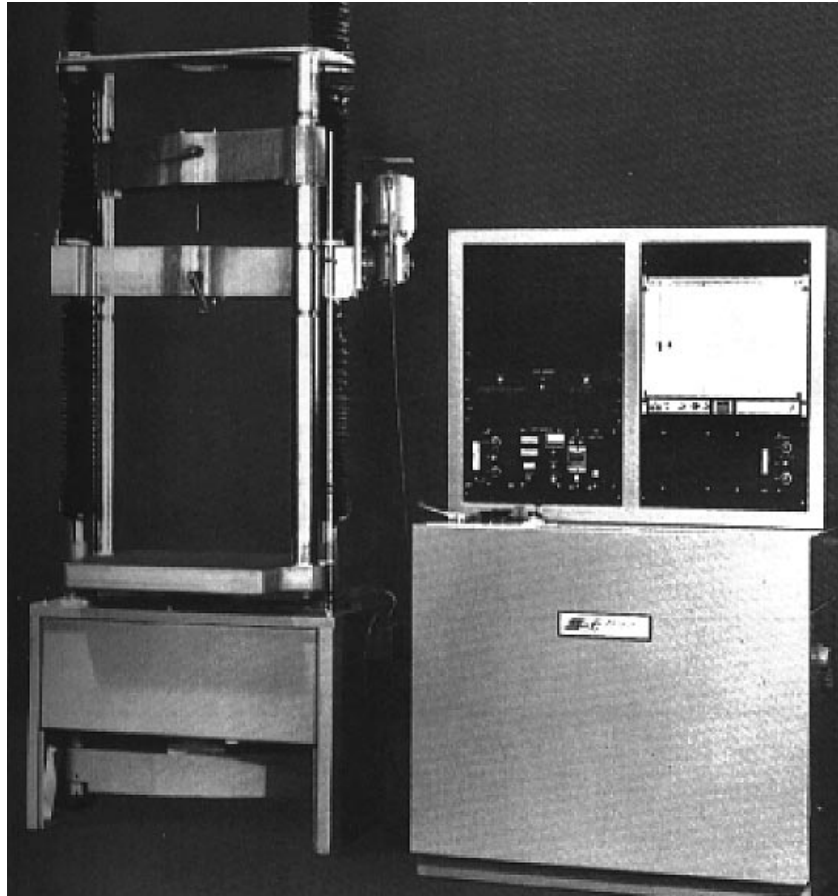
Μηχανικές ιδιότητες των υλικών είναι εκείνες που περιγράφουν την συμπεριφορά τους κάτω από την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων. Τέτοιες ιδιότητες είναι η ελαστικότητα, η πλαστικότητα, η αντοχή σε εφελκυσμό, η σκληρότητα, η αντοχή σε κρούση, η κόπωση, ο ερπυσμός κλπ.

- **Ελαστικότητα:** Όταν σε ένα σώμα επιδράσουν εξωτερικές δυνάμεις, παραμορφώνεται, δηλαδή επιμηκύνεται, ή επιβραχύνεται, ή κάμπτεται. Η παραμόρφωση αυτή έχει σχέση με το μέγεθος των δυνάμεων που ενεργούν πάνω στο σώμα. Όταν η παραμόρφωση είναι πρόσκαιρη, δηλαδή όταν, μόλις σταματήσουν να ενεργούν οι δυνάμεις, το σώμα επανέρχεται στην αρχική του μορφή, τότε η παραμόρφωση λέγεται *ελαστική* και η ιδιότητα του σώματος να επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση λέγεται *ελαστικότητα*.
- **Πλαστικότητα:** Εάν οι εξωτερικές δυνάμεις αυξηθούν πέρα από ένα ορισμένο όριο, που καλείται *όριο ελαστικότητας*, τότε, μόλις σταματήσουν να ενεργούν, ένα μέρος των παραμορφώσεων χάνεται, ενώ το υπόλοιπο παραμένει μόνιμα. Οι παραμορφώσεις που παραμένουν λέγονται *μόνιμες ή πλαστικές* και η ιδιότητα του σώματος να παραμορφώνεται μόνιμα, χωρίς όμως να σπάει, λέγεται *πλαστικότητα*.
- **Αντοχή σε εφελκυσμό:** Είναι ιδιότητα που εκφράζει την αντίσταση ενός υλικού σε εξωτερικές δυνάμεις που τείνουν να το επιμηκύνουν. Χαρακτηριστικό μέγεθος της αντοχής σε εφελκυσμό είναι το όριο θραύσης, το μέγιστο δηλαδή φορτίο που επιβάλλεται στο υλικό πριν από τη θραύση του. Μονάδα μέτρησης της αντοχής σε εφελκυσμό είναι το  $N/mm^2$ . Παραθέτουμε ενδεικτικές τιμές ορίων θραύσης διαφόρων καθαρών ουσιών και κραμάτων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.6** Όρια θραύσης διαφόρων καθαρών ουσιών και κραμάτων, σε  $N/mm^2$

Ουσίες / Κράματα	Όριο θραύσης ( $N/mm^2$ )
Αλουμίνιο	150
Γυαλί	800
Κασσίτερος	20
Μόλυβδος	20
Χαλκός	365
Χρυσός	270
Ορείχαλκος	470-700
Χάλυβας	500-1500
Χυτοσίδηρος	400-600

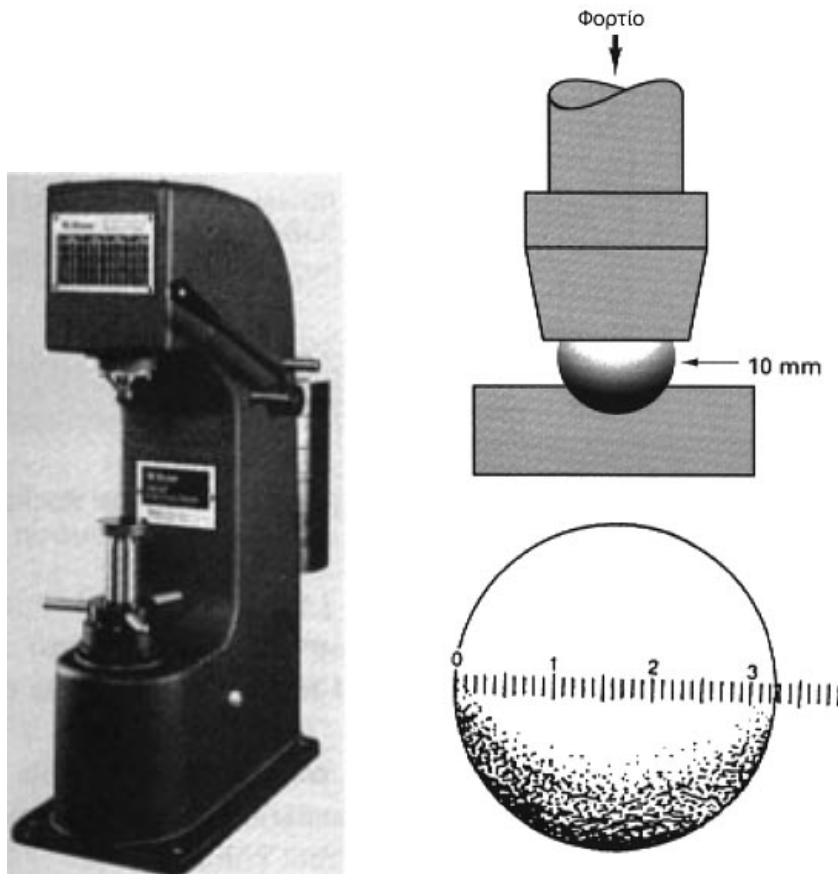
Στο σχήμα 1.3 που ακολουθεί, παρουσιάζεται μια σύγχρονη μηχανή ελέγχου υλικών σε εφελκυσμό και θλίψη.



**Σχήμα 1.3** Μηχανή ελέγχου υλικών σε εφελκυσμό και θλίψη

- **Σκληρότητα:** Είναι η ιδιότητα ενός υλικού να ανθίσταται στη διείσδυση ενός ξένου σώματος που πιέζει την επιφάνειά του με κάποια συγκεκριμένη δύναμη και για ορισμένη χρονική διάρκεια. Μαλακά υλικά είναι ο μόλυβδος, ο χαλκός, το καθαρό αλουμίνιο. Σκληρά υλικά είναι οι σκληρυμένοι χάλυβες, τα σκληρομέταλλα.

Μέθοδοι σκληρομέτρησης υπάρχουν τρεις(3): η μέθοδος Brinell, η μέθοδος Rockwell, η μέθοδος Vickers. Στο σχήμα 1.4 παρουσιάζεται μια μηχανή ελέγχου σκληρότητας υλικών με τη μέθοδο Brinell. Στον πίνακα 1.7 παρουσιάζονται συνοπτικά τα γενικά χαρακτηριστικά των διαφόρων μεθόδων σκληρομέτρησης.

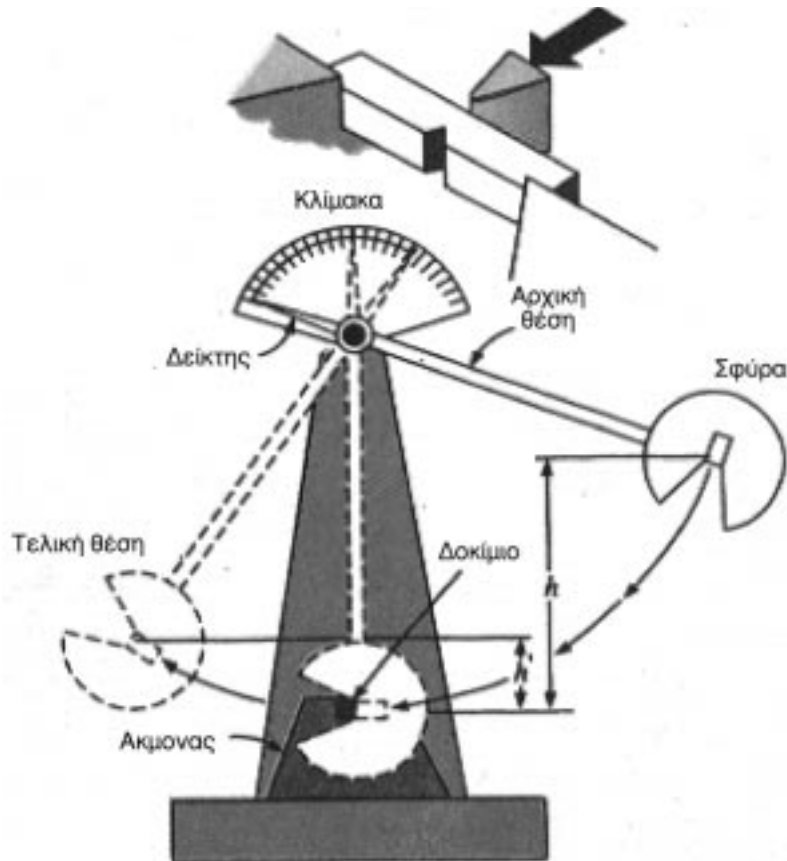


Σχήμα 1.4 Μηχανή ελέγχου σκληρότητας με τη μέθοδο Brinell.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.7 Γενικά χαρακτηριστικά μεθόδων σκληρομέτρησης

Δοκιμή Σκληρότητας	Διεισδυτής	Φορτίο	Χρήσεις
<b>Brinell</b>	Σφαίρα βαμμένου χάλυβα διαμέτρου 10mm(πρότυπη)	30000 N (πρότυπη)	Μαλακά υλικά και ανομοιογενή
<b>Rockwell C</b>	Κώνος διαμαντιού, 120°, καμπυλότητας 0.02mm	Προφόρτιση 100 N Φόρτιση 1500 N	Σκληρά υλικά Βαμμένοι χάλυβες
<b>Rockwell B</b>	Σφαίρα βαμμένου χάλυβα 1/16 in	Προφόρτιση 100 N Φόρτιση 1000 N	Μαλακά υλικά
<b>Vickers</b>	Πυραμίδα διαμαντιού 136°	Μερικά N έως χιλιάδες N	Σκληρά και μαλακά υλικά

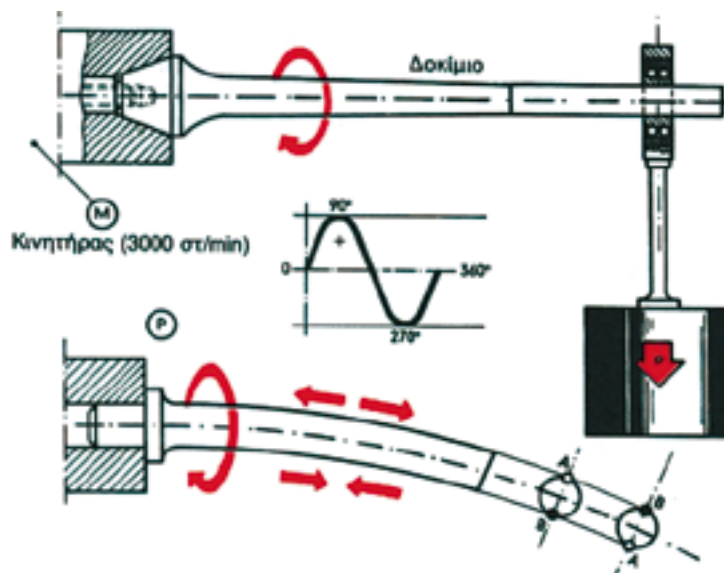
- **Αντοχή σε κρούση:** Η ιδιότητα ενός υλικού να αντέχει σε κρούσεις λέγεται δυσθραυστότητα. Ο έλεγχός της γίνεται με δύο μεθόδους, την μέθοδο Charpy και τη μέθοδο Izod. Στο σχήμα 1.5 παρουσιάζεται η μέθοδος Charpy. Τα υλικά με μεγάλη δυσθραυστότητα λέγονται και όλκιμα (σπάζουν δύσκολα), ενώ τα υλικά με μικρότερη δυσθραυστότητα λέγονται και ψαθυρά (σπάζουν εύκολα). Όλκιμα υλικά είναι τα περισσότερα καθαρά μέταλλα (Fe, Al, Cu, Pb), όπως και αρκετά κράματα (χάλυβες με μικρή περιεκτικότητα σε άνθρακα, ο μπρούντζος Cu-Sn, ο ορείχαλκος Cu-Zn). Ψαθυρά υλικά είναι τα κεραμικά υλικά, το γυαλί, ο γύψος, οι χάλυβες με μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα, ο χυτοσίδηρος κλπ.



**Σχήμα 1.5 Έλεγχος δυσθραυστότητας με τη μέθοδο Charpy.**

(Μεγάλη διαφορά μεταξύ  $h$  και  $h'$  σημαίνει μεγάλη δυσθραυστότητα του δοκιμίου).

- **Κόπωση:** Σαν κόπωση μπορούμε να ορίσουμε τη μείωση της αντοχής του υλικού υπό την επίδραση εναλλασσόμενων, περιοδικών και συνεχών φορτίων, η οποία μετά από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε αστοχία του υλικού (θραύση από κόπωση). Η αστοχία λόγω κόπωσης έχει αφετηρία κάποια επιφανειακή ατέλεια του υλικού, όπως π.χ. από επιφανειακή ρωγμή, χαραγή κλπ. Οι έντονες μηχανικές καταπονήσεις αλλά και η παρουσία διαβρωτικών συνθηκών του περιβάλλοντος υποβοηθούν το φαινόμενο της κόπωσης με αποτέλεσμα την πρόωρη αστοχία πολλών υλικών. Ο ελλιπής σχεδιασμός μεταλλικών εξαρτημάτων (ύπαρξη γωνιών και γενικά εγχοπών) δημιουργεί συγκέντρωση τάσεων και μείωση της αντοχής τους σε κόπωση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Η βελτίωση της αντοχής σε κόπωση επιτυγχάνεται με την εξαίλιψη επιφανειακών ατελειών (υποψήφιος θέσεις έναρξης ρωγμής) με λείανση, καθώς και με μεθόδους επιφανειακής σκλήρυνσης όπως π.χ. με αμμοβολή, υαλοβολή, ενανθράκωση, εναζώτωση κλπ. Στο σχήμα 1.6 που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα παράδειγμα κόπωσης από επιβολή μεταβαλλόμενης δύναμης.



Σχήμα 1.6 Κόπωση δοκιμίου με επιβολή μεταβαλλόμενης δύναμης

- **Ερπυσμός:** Είναι η αυξανόμενη πλαστική παραμόρφωση η οποία οφείλεται στο μεγάλο χρονικό διάστημα επιβολής του φορτίου, στο

μέγεθος του φορτίου και στη θερμοκρασία που βρίσκεται το υλικό (π.χ. η μόνιμη παραμόρφωση στα ράφια μιας βιβλιοθήκης μετά από μακροχρόνια φόρτιση, το κάψιμο των λαμπτήρων βολφραμίου (W) λόγω λειτουργίας σε υψηλή θερμοκρασία 1750 °C κλπ). Πρακτικά η παραμόρφωση λόγω ερπυσμού αποκτά σημαντικές τιμές σε υψηλές θερμοκρασίες. Ο ερπυσμός δεν παρατηρείται μόνο σε μέταλλα με σχετικά χαμηλό σημείο τήξης. Παρατηρείται επίσης σε υλικά τα οποία καταπονούνται σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως π.χ. οι εναλλάκτες θερμότητας, οι αντιστάσεις κλιβάνων, τα εξαρτήματα στο εσωτερικό θαλάμων καύσης, οι πτερωτές αεροστροβίλων και ατμοστροβίλων. Στις δοκιμές ερπυσμού εφαρμόζουμε εφελκυστικές τάσεις κάτω από υψηλές θερμοκρασίες και μετρούμε με ακρίβεια παραμορφώσεις για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

### γ) Χημικές ιδιότητες

Χημικές ιδιότητες ονομάζονται τα χαρακτηριστικά εκείνα γνωρίσματα των υλικών που, όταν εκδηλώνονται, προκαλούν τη δημιουργία νέου σώματος. Χημικές ιδιότητες είναι η οξειδωση, η καύση, κλπ.

- **Αντοχή στη χημική διάβρωση:** Πολλά σώματα όταν υποστούν την επίδραση νερού, αέρα ή άλλων χημικών ουσιών, π.χ. ατμών οξέων, διαβρώνονται. Η δυνατότητα που έχει ένα υλικό να ανθίσταται στη διάβρωση αυτή λέγεται *αντοχή στη χημική διάβρωση*.
- **Αντοχή στο πύρωμα:** Εκφράζει την αντίσταση που παρουσιάζει ένα υλικό απέναντι στη φωτιά. Εάν πρόκειται για σώμα οργανικό (π.χ. ξύλο, πλαστικό, χαρτί κλπ.) σε θερμοκρασία σχετικά χαμηλή απανθρακώνεται, ενώ σε μεγαλύτερη καίγεται.

Υλικά ανθεκτικά στην πύρωση είναι οι πυρίμαχοι λίθοι, το μπετόν, ειδικό γυαλί πυρασφαλείας κλπ. Σαν θερμοκρασία ανάφλεξης ενός υλικού ορίζουμε τη θερμοκρασία στην οποία πρέπει να θερμανθεί ώστε να δώσει ατμούς αρκετούς για να αναφλεγούν με την προσέγγιση φλόγας ή σπινθήρα. Εύφλεκτα ονομάζονται τα υλικά με σημείο ανάφλεξης μέχρι 100°F (37,8°C) και μη εύφλεκτα με σημείο ανάφλεξης 100°F και άνω, σύμφωνα με την NFPA (National Fire Protection Association).

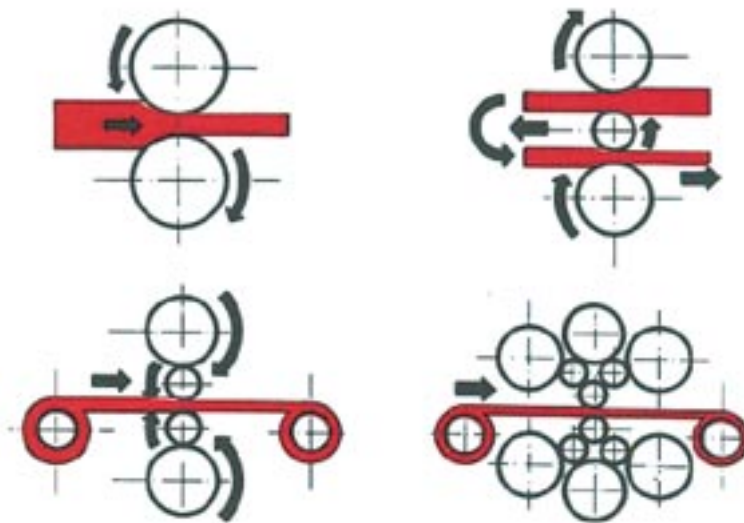
Είναι σημαντικό να τονιστεί εδώ η σημασία των χημικών ιδιοτήτων των υλικών τόσο σε σχέση με θέματα υγιεινής και ασφάλειας (κεφ. 14), όσο και με την προστασία του περιβάλλοντος (κεφ. 15)



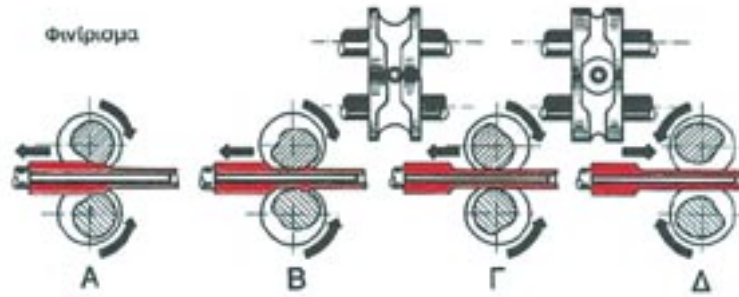
**δ) Ιδιότητες κατεργασίας**

Οι ιδιότητες αυτές έχουν σχέση με την καταλληλότητα των υλικών να υποστούν διάφορα είδη κατεργασίας. Σαν κατεργασίες έχουμε δύο μεγάλες ομάδες, τις κατεργασίες κοπής (τόρνευση, φρεζάρισμα, πλάνισμα, διάτρηση, ρεκτιφιέ κλπ) και τις κατεργασίες διαμόρφωσης (σφυρηλασία, έλαση, διέλαση, βαθιά κοίλανση, κάμψη, αποτύπωση, χύτευση κλπ). Ιδιότητες κατεργασίας είναι η ελατότητα, το εύχυτο, η κατεργασιμότητα, η δυνατότητα βαφής, η συγκολλησιμότητα.

- **Ελατότητα:** Είναι η ιδιότητα, που έχουν πολλά μέταλλα, να αλλάζουν σχήμα και μορφή χωρίς να θραύονται, όταν επιδράσουν πάνω τους εξωτερικές θλιπτικές δυνάμεις. Η ελατότητα είναι ιδιότητα ανάλογη με την πλαστικότητα του πηλού. Χάρη στην ιδιότητα αυτή τα μέταλλα είναι δυνατό να υποστούν έλαση, διέλαση, σφυρηλάτηση, αποτύπωση, κάμψη, κοίλανση κλπ. (βλ. σχήμα 1.7, σχήμα 1.8)

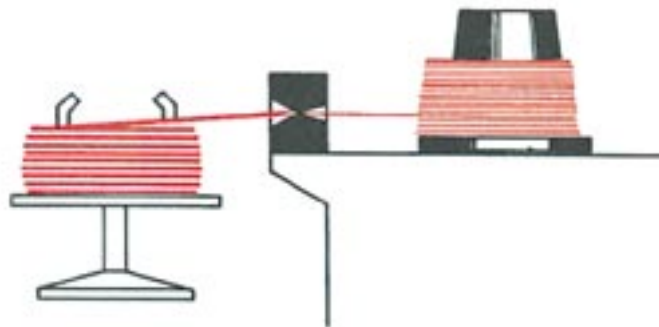


**Σχήμα 1.7 Διαδικασίες έλασης μέσα από πολλαπλά έλαστρα.**



**Σχήμα 1.8 Διαδικασίες διέλασης (παραγωγή σωλήνων χωρίς ραφή)**

- **Ολκιμότητα:** Είναι η ιδιότητα που έχουν ορισμένα μέταλλα να μορφοποιούνται σε σύρματα υπό την επίδραση εφελκυστικών δυνάμεων. Η διαδικασία συνίσταται στη μετατροπή σε σύρμα μιας ράβδου που είναι εκ των προτέρων διαμορφωμένη (βλ. σχήμα 1.9)



**Σχήμα 1.9 Παραγωγή συρμάτων (συρματοποίηση)**

- **Ευχυτότητα:** Είναι η ιδιότητα των υλικών να παίρνουν το σχήμα των καλουπιών μέσα στα οποία τοποθετούνται σε κατάσταση τήξης δίνοντας προϊόντα ικανοποιητικής ποιότητας. Τα αντικείμενα που παράγονται με τη χύτευση λέγονται χυτά (βλ. σχήμα 1.10)



*Σχήμα 1.10 Παραγωγή χυτού τεμαχίου*

- **Κατεργασιμότητα:** Είναι η ιδιότητα του υλικού να αφαιρείται εύκολα με κοπή κατά την κατασκευή εξαρτημάτων επιθυμητών διαστάσεων. Η ιδιότητα αυτή είναι δεδομένη στα περισσότερα υλικά όπως π.χ. χάλυβες, χυτοσίδηροι, αλουμίνιο, χαλκός κλπ. Ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε υλικού επιλέγονται τα κατάλληλα εργαλεία και οι συνθήκες κατεργασίας. Μη κατεργάσιμα είναι τα πολύ μαλακά και τα ψαθυρά-σκληρά υλικά, π.χ. το καουτσούκ και το γυαλί.
- **Δυνατότητα βαφής:** Είναι ένα χαρακτηριστικό πλεονέκτημα ορισμένων μετάλλων να αποκτούν μεγαλύτερη αντοχή σε εφελκυσμό, σκληρότητα κλπ. μετά από θερμική κατεργασία. Η κατεργασία της βαφής είναι εντελώς καθορισμένη για κάθε τέτοιο μέταλλο σε ό,τι αφορά το ύψος της θερμοκρασίας, το χρόνο που θα παραμείνει σε αυτήν, το μέσο μέσα στο οποίο θα γίνει η απόψυξη καθώς και τη θερμοκρασία του μέσου απόψυξης.
- **Συγκολλησιμότητα:** Είναι η ιδιότητα των υλικών να συνενώνονται μόνιμα και στέρεα αφού θερμανθούν, σε θερμοκρασία που εξαρτάται από την χρησιμοποιούμενη μέθοδο. Αποτελεί χαρακτηριστικό των χαλύβων, καθαρών ή χαλυβοκραμάτων, κραμάτων αλουμινίου, κραμάτων χαλκού και μερικών πλαστικών. Ειδικά σε ό,τι αφορά τους χάλυβες, η πρόσμιξη άνθρακα ή πυριτίου δρα αρνητικά, ενώ αντίθετα η πρόσμιξη μαγγανίου ή μολυβδαινίου δρα θετικά.



### ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Η πιο κλασσική διαίρεση/κατάταξη των υλικών είναι εκείνη που τα διακρίνει σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα μεταλλικά και τα μη μεταλλικά. Τα μεταλλικά με τη σειρά τους χωρίζονται σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα υλικά. Τα σιδηρούχα χωρίζονται σε χυτοσιδηρά και χαλύβδινα. Τα μη σιδηρούχα χωρίζονται σε βαριά μη σιδηρούχα και ελαφρά μη σιδηρούχα. Τα μη μεταλλικά χωρίζονται σε πολυμερή/πλαστικά, κεραμικά-γυαλιά, σύνθετα υλικά και ημιαγωγούς.
- Τέσσερις είναι οι ομάδες κριτηρίων για την επιλογή των υλικών:
  - α) Ομάδα απαιτήσεων της γεωμετρίας ενός εξαρτήματος.
  - β) Ομάδα απαιτήσεων ιδιοτήτων ενός εξαρτήματος.
  - γ) Ομάδα απαιτήσεων λειτουργίας και συντήρησης ενός εξαρτήματος.
  - δ) Ομάδα απαιτήσεων βιομηχανοποίησης ενός εξαρτήματος.
- Μπορούμε να κατατάξουμε τις ιδιότητες των υλικών σε τέσσερις κατηγορίες:
  - α) Φυσικές ιδιότητες.
  - β) Μηχανικές ιδιότητες.
  - γ) Χημικές ιδιότητες.
  - δ) Ιδιότητες κατεργασίας.



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σε ποιές μεγάλες κατηγορίες κατατάσσονται τα υλικά;
2. Σε ποιές ομάδες χωρίζονται τα μεταλλικά;
3. Σε ποιές ομάδες χωρίζονται τα μη μεταλλικά;
4. Σε αντίστοιχο του σχήματος 1.1 να δώσετε παραδείγματα υλικών ανά μεγάλη κατηγορία και ομάδα.
5. Ποιές είναι οι ομάδες κριτηρίων για την επιλογή των υλικών;

6. Ποιές τυπικές ερωτήσεις καλούμαστε να απαντήσουμε στην ομάδα απαιτήσεων της γεωμετρίας ενός εξαρτήματος;
7. Ποιές τυπικές ερωτήσεις καλούμαστε να απαντήσουμε στην ομάδα απαιτήσεων ιδιοτήτων ενός εξαρτήματος;
8. Ποιές τυπικές ερωτήσεις καλούμαστε να απαντήσουμε στην ομάδα απαιτήσεων λειτουργίας και συντήρησης ενός εξαρτήματος;
9. Ποιές τυπικές ερωτήσεις καλούμαστε να απαντήσουμε στην ομάδα απαιτήσεων βιομηχανοποίησης ενός εξαρτήματος;
10. Η κατασκευή ενός σύγχρονου αυτοκινήτου από ένα και μόνο υλικό προσκρούει σε κάποιες απαιτήσεις που τίθενται τόσο από πλευράς σχεδιασμού, όσο και από πλευράς αντοχής, συντήρησης και βιομηχανοποίησης. Αναπτύξτε κατά τη γνώμη σας αυτούς τους περιορισμούς.
11. Στην εξέλιξη της αυτοκινητοβιομηχανίας την τελευταία δεκαετία ποιά υλικά φαίνεται να προτιμούνται σε βάρος των παραδοσιακών;
12. Σε ποιές κατηγορίες κατατάσσομε τις ιδιότητες των υλικών;
13. Αναφέρετε μερικές φυσικές ιδιότητες. Τί γνωρίζετε για τη θερμική αγωγιμότητα και τί για τη διαφάνεια; Δώστε παραδείγματα.
14. Κατατάξτε με βάση την πυκνότητα (από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη) τα παρακάτω υλικά: αλουμίνιο, γυαλί, μόλυβδος, νερό, χαλκός, χάλυβας κοινός, χυτοσίδηρο.
15. Τί είναι πιο εύκολο να λιώσουμε στο σχολικό εργαστήριο, μόλυβδο ή χάλυβα και γιατί ; Απαντήστε με βάση μια φυσική ιδιότητα.
16. Αναφέρετε μερικές μηχανικές ιδιότητες. Τί γνωρίζετε για την αντοχή σε εφελκυσμό και τη σκληρότητα ; Αναφέρετε τις μεθόδους σκληρομέτρησης. Δώστε παραδείγματα σκληρών και μαλακών υλικών.
17. Θέλω να σκληρομετρήσω ένα βαμμένο χάλυβα. Ποιά μέθοδο σκληρομέτρησης θα εφαρμόσω;
18. Θέλω να φτιάξω ένα εργαλείο από ένα μέταλλο. Είναι δυνατό να γίνει είτε από αλουμίνιο είτε από ορείχαλκο. Αν δεν επηρεαστώ από το κόστος τότε ποιά λύση θα προτιμήσω ώστε να έχω μεγα-

λύτερη ασφάλεια έναντι θραύσης; Απαντήστε με βάση μια μηχανική ιδιότητα.

19. Τί ονομάζουμε κόπωση και τί ερπυσμό;
20. Τί ονομάζουμε ελαστικότητα και τί πλαστικότητα;
21. Αναφέρετε μερικές ιδιότητες κατεργασίας. Τί γνωρίζετε για την ελατότητα και την ευχυτότητα;
22. Τί ονομάζουμε κατεργασιμότητα; Δώστε παραδείγματα κατεργασιμων και μη κατεργάσιμων υλικών .
23. Τί ονομάζουμε δυνατότητα βαφής; Ποιοί παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο κατά τη διαδικασία της βαφής;
24. Τί ονομάζουμε συγκολλησιμότητα; Ποιά στοιχεία δίνουν με την προσθήκη τους θετική επίδραση στην συγκόλληση των χαλύβων και ποιά αρνητική;



**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 1ου κεφαλαίου.**

1. Προτείνεται η από πλευράς του καθηγητή προσκόμιση μικρών εξαρτημάτων με βάση το σχήμα 1.1 (δηλ. σιδηρούχων μετάλλων , μη σιδηρούχων μετάλλων, πολυμερών, κεραμικών, σύνθετων υλικών κλπ.) Είναι προτιμητέο τα απάρτια αυτά να αποτελούν μέρη αυτοκινήτων( μοχλοί, αντλίες νερού, διανομέας-ντιστριμπιτέρ, βαλβίδες, καρμπυρατέρ, διωστήρες, εκκεντροφόροι κλπ) που εύκολα μπορεί να προμηθευτεί από το εργαστήριο.
2. Με βάση τα διάφορα προσκομιζόμενα εξαρτήματα του αυτοκινήτου να γίνονται μικρές ασκήσεις ανάλυσης και αξιολόγησης πάνω στα κριτήρια επιλογής των διαφόρων χρησιμοποιούμενων υλικών, π.χ. παρατήρηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών, της μηχανικής αντοχής, της δυνατότητας και ευκολίας συντήρησης, της δυνατότητας παραγωγής, της επίπτωσης στο περιβάλλον κλπ. Μετά τη συζήτηση και τον προβληματισμό ακολουθεί γραπτή εργασία με βάση τις ερωτήσεις της παραγρ. 1.2.
3. Δίνεται μικρή υπολογιστική άσκηση πάνω στις πυκνότητες των

διαφόρων υλικών(πίνακας 1.1) για πλήρη κατανόηση των ελαφρών και βαρέων μετάλλων. Σύγκριση με το νερό. Διαφορά μεταξύ μάζας, βάρους και όγκου που συγχέονται κυρίως λόγω της καθημερινής τριβής μας με το νερό.

4. Δίνεται μικρή άσκηση με τήξη και χύτευση μολύβδου. Επεξήγηση της δυνατότητας εργαστηριακής χρήσης του μολύβδου λόγω της φυσικής του ιδιότητας του χαμηλού ``σημείου τήξης`` και της ιδιότητας κατεργασίας της ``ευχυτότητας``.
5. Δίνεται μικρή άσκηση με θέρμανση του άκρου μιας μεταλλικής λάμας και του άκρου μιας ξύλινης ράβδου ίδιας διατομής και μήκους. Μέτρηση της θερμοκρασίας στο άλλο άκρο και επεξήγηση της θερμικής αγωγιμότητας. Το ίδιο για διάφορα μέταλλα για εξαγωγή και καταγραφή αποτελεσμάτων με τις διαφοροποιήσεις που παρουσιάζουν.
6. Δίνεται μικρή άσκηση με θέρμανση διαφόρων μετάλλων ίδιας διατομής και μήκους και μέτρηση της αύξησης του μήκους τους. Επεξήγηση της θερμικής διαστολής.
7. Δίνεται μικρή άσκηση με ανάρτηση βαρών από διάφορα μέταλλα συγκεκριμένης διατομής και μήκους και μέτρηση των ορίων θραύσης . Σύγκριση με τα δεδομένα του πίνακα 1.6.
8. Να γίνουν μικρές ασκήσεις με τον υπάρχοντα εργαστηριακό εξοπλισμό για εμπέδωση της έννοιας της ελατότητας π.χ. έλαση, σφυρηλάτηση, αποτύπωση, κάμψη κλπ.
9. Να γίνουν ασκήσεις συγκόλλησης με διάφορα είδη συγκολλούμενων μετάλλων και ηλεκτροδίων για την κατάδειξη της επίδρασης των διαφόρων στοιχείων στην συγκολλησιμότητα.
10. Να δοθεί άσκηση συλλογής υλικών (εξαρτημάτων) αυτοκινήτου, κατά κατηγορία, σε διάφορες ομάδες μαθητών και αξιολόγησής τους.

## κεφάλαιο 2

## ΜΕΤΑΛΛΑ



2.1 Η ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

2.2 ΣΙΔΗΡΟΥΧΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

2.3 ΜΗ ΣΙΔΗΡΟΥΧΑ ΜΕΤΑΛΛΑ







## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να περιγράφετε την εσωτερική δομή των μετάλλων και τη διάταξη στο χώρο των κόκκων τους, τόσο για τα καθαρά μέταλλα όσο και για τα κράματα.
- ✓ Να αναφέρετε τις μεθόδους παραγωγής πρωτογενούς σιδήρου, τη σύσταση και τις ιδιότητές του.
- ✓ Να αναφέρετε τις μεθόδους παραγωγής χάλυβα και την περαιτέρω επεξεργασία που υφίστανται
- ✓ Να αναφέρετε τις κατηγορίες των χαλύβων και τη σύνθεσή τους.
- ✓ Να ονομάζετε τα είδη των χαλύβων με βάση τον προορισμό και τη χρήση τους.
- ✓ Να αναφέρετε από ποια είδη χαλύβων κατασκευάζονται τα διάφορα εξαρτήματα και μέρη του αυτοκινήτου.
- ✓ Να ονομάζετε τα είδη των χυτοσιδήρων και να αναφέρετε τη σύσταση και τις ιδιότητές τους.
- ✓ Να αναφέρετε εξαρτήματα και μέρη του αυτοκινήτου που κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο.
- ✓ Να αναφέρετε τις ομάδες κατάταξης των μη σιδηρούχων μετάλλων και τις γενικές ιδιότητές τους.
- ✓ Να αναφέρετε ξεχωριστά για κάθε είδος τις ιδιότητες των μη σιδηρούχων βαρέων και ελαφρών μετάλλων και των κραμάτων τους.
- ✓ Να αναφέρετε εξαρτήματα και μέρη του αυτοκινήτου που κατασκευάζονται από μη σιδηρούχα βαρέα και ελαφρά μέταλλα ή κράματά τους.

## 2.1 Η εσωτερική δομή των μετάλλων

Τα χημικά στοιχεία διακρίνονται σε μέταλλα (περίπου 70 τον αριθμό) και σε αμέταλλα (περίπου 30 τον αριθμό). Αυτή η διάκριση οφείλεται στη διαφοροποίηση των ανωτέρω στοιχείων από άποψης χημικών και φυσικών ιδιοτήτων. Οι ιδιότητες των μετάλλων καθορίζονται από τη δομή τους και τη διάταξη που έχουν οι κόκκοι τους στο χώρο. Αυτή η δομή ανήκει αφενός μεν στο δεδομένο φυσικό είδος ενός υλικού, αφετέρου δε σχηματίζεται κατά την παραγωγή και επεξεργασία του.

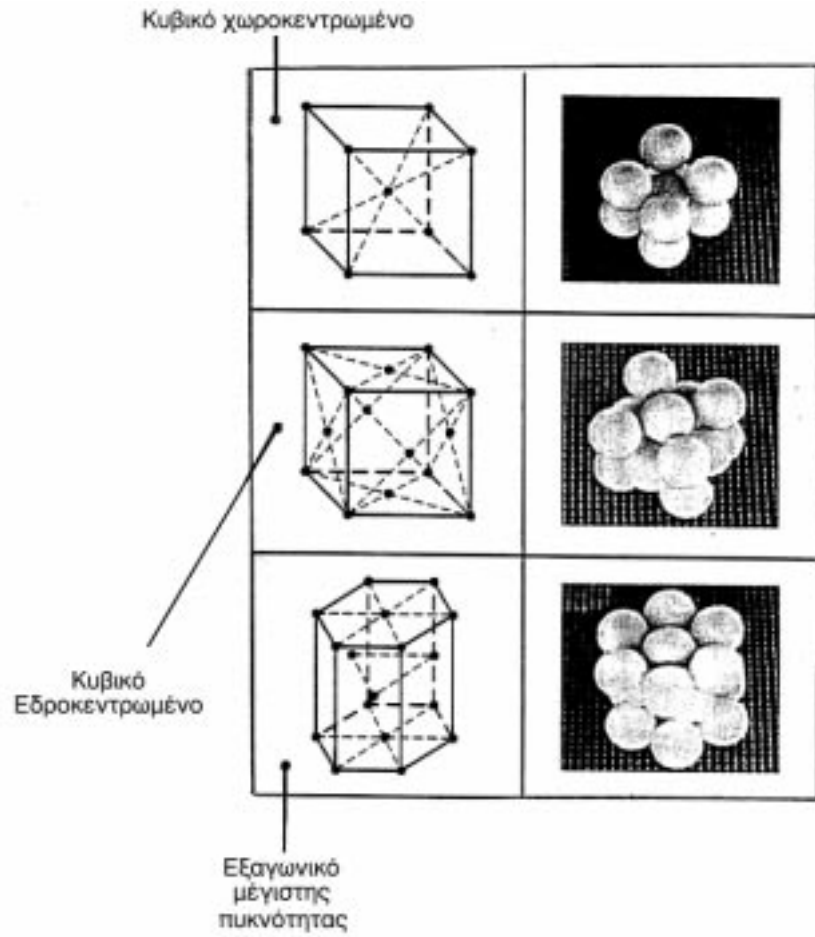
Τα βασικά κρυσταλλικά πλέγματα με βάση τα οποία κρυσταλλώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό των μετάλλων είναι τα ακόλουθα :

- Το κυβικό χωροκεντρωμένο με παραδείγματα μετάλλων όπως Fe, Cr, Mn, W, Ti, Na, K, V, Cb, Ta.
- Το κυβικό εδροκεντρωμένο με παραδείγματα μετάλλων όπως Fe, Al, Cu, Ni, Ca, Au, Ag, Pb, Pt.
- Το εξαγωνικό μέγιστης πυκνότητας με παραδείγματα μετάλλων όπως Be, Cd, Mg, Zn, Zr.

Στο σχήμα 2.1 παρουσιάζονται τα βασικά κρυσταλλικά πλέγματα των μετάλλων.

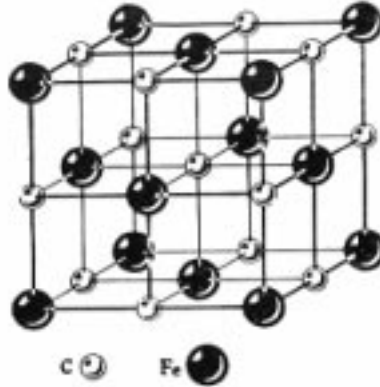
Κατά την παραγωγή τους τα μέταλλα είναι σε κατάσταση τήγματος. Με την ψύξη στερεοποιούνται ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται και η δομή τους, δηλαδή το είδος του κρυσταλλικού πλέγματος, το μέγεθος και η διάταξη των κόκκων. Κόκκοι είναι κρύσταλλοι με σαφή όρια και διαφορετικό μεταξύ τους προσανατολισμό. Τα καθαρά μέταλλα έχουν ενιαία-ομοιογενή δομή και σχετικά μικρή αντοχή. Τα περισσότερα από αυτά χρησιμοποιούνται στην πράξη όχι υπό καθαρή μορφή αλλά σαν κράματα.

Το κράματα είναι μεταλλικά υλικά που προέρχονται από την ανάμιξη δύο ή περισσότερων μετάλλων ή μίγματα από ένα τουλάχιστον μέταλλο και αμέταλλα. Η κατασκευή-δημιουργία των κραμάτων γίνεται επίσης σε υγρή κατάσταση, το τήγμα. Τα στοιχεία του κράματος προσθέτονται στο βασικό ρευστό μέταλλο και διαλύονται σ' αυτό ομοιόμορφα. Κατά την πήξη του τήγματος, σχηματίζονται διαφορετικά είδη κόκκων, των οποίων η σύσταση, το κρυσταλλικό πλέγμα, το μέγεθος ποικίλει ανάλογα με τα συστατικά του κράματος, την κατά βάρος αναλογία τους και τις συνθήκες πήξης του κράματος.



**Σχήμα 2.1** Κρυσταλλικά πλέγματα μετάλλων.

Στο σχήμα 2.2 παρουσιάζεται μια τέτοια σύνθεση κράματος στο κυβικό εδροκεντρωμένο σύστημα (ωστενίτης).



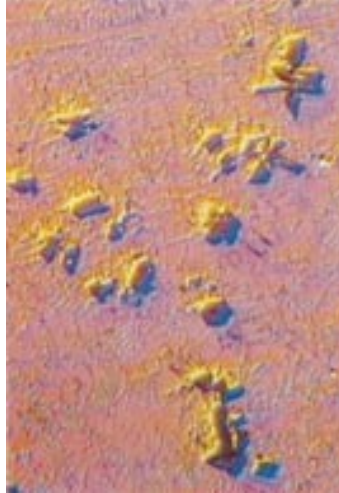
**Σχήμα 2.2** Κράμα σιδήρου με άνθρακα (ωστενίτης)

Στο σχήμα 2.3 παρουσιάζεται μια φωτογραφία λεπτού φύλλου κράματος Al-Cu.



**Σχήμα 2.3** Λεπτό φύλλο κράματος Al-Cu (φωτογραφία)

Στο σχήμα 2.4 παρουσιάζεται μια φωτογραφία ενός λεπτού φύλλου κράματος Al που χρησιμοποιείται στην κατασκευή εμβόλων κινητήρων.



**Σχήμα 2.4** Κράμα Al που χρησιμοποιείται στην παραγωγή εμβόλων κινητήρων (φωτογραφία)

Στο σχήμα 2.5 παρουσιάζεται μια επεξεργασμένη φωτογραφία φύλλου κράματος Al-Cu-Fe-Mn-Si.



**Σχήμα 2.5** Φύλλο κράματος Al-Cu-Fe-Mn-Si. (φωτογραφία)

## 2.2 Σιδηρούχα μέταλλα

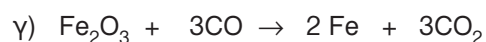
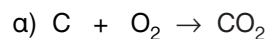
Στη φύση ο σίδηρος βρίσκεται υπό μορφή χημικών ενώσεων με άλλα μέταλλα και στοιχεία και ποτέ καθαρός, εκτός από ελάχιστες ποσότητες που προέρχονται από μετεωρίτες. Αυτό το σύνολο του σιδήρου και των άλλων στοιχείων ή ενώσεων (Si, Al, CaCO<sub>3</sub>, Mg, κλπ) αποτελεί το *μετάλλευμα*. Γενικά σαν *μετάλλευμα* μπορούμε να ορίσουμε ένα σύνολο φυσικών υλών που περιέχουν μεταλλικές ενώσεις σε αρκετό ποσοστό ώστε η εξαγωγή του μετάλλου με βιομηχανικές μεθόδους να είναι τεχνικοοικονομικά συμφέρουσα. Το εκμεταλλεύσιμο ή όχι ενός μεταλλεύματος σιδήρου εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε Fe. Αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 30%.

Υπάρχουν μεταλλεύματα οξειδωτικών ενώσεων (Μαγνητίτης, ερυθρός αιματίτης, ολιθικός σίδηρος), ανθρακικών ενώσεων (σιδερίτης ή σχιστολιθικός σίδηρος), θειικών ενώσεων κλπ.

### 2.2.1 Σίδηρος

#### ► Παραγωγή σιδήρου- Σύσταση- Ιδιότητες

Το μετάλλευμα μεταφέρεται στην υψικάμινο (σχήμα 2.6) όπου το επεξεργαζόμαστε για την τελική παραγωγή σιδήρου. Στην πρώτη φάση επεξεργασίας του, οι ενώσεις του σιδήρου με την βοήθεια κωκ και συλλιπασμάτων (διάφορα πρόσθετα) υφίστανται χημική επεξεργασία και μετατρέπονται σε χυτοσίδηρο. Κατά την καύση του άνθρακα (C), παράγεται διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) το οποίο κατά την άνοδο συναντά και άλλον άνθρακα (C) και μετατρέπεται σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Το μονοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνει τον ήδη πυρωμένο σίδηρο (Fe). Οι απλές χημικές εξισώσεις της πρωτογενούς παραγωγής χυτοσίδηρου έχουν ως εξής :

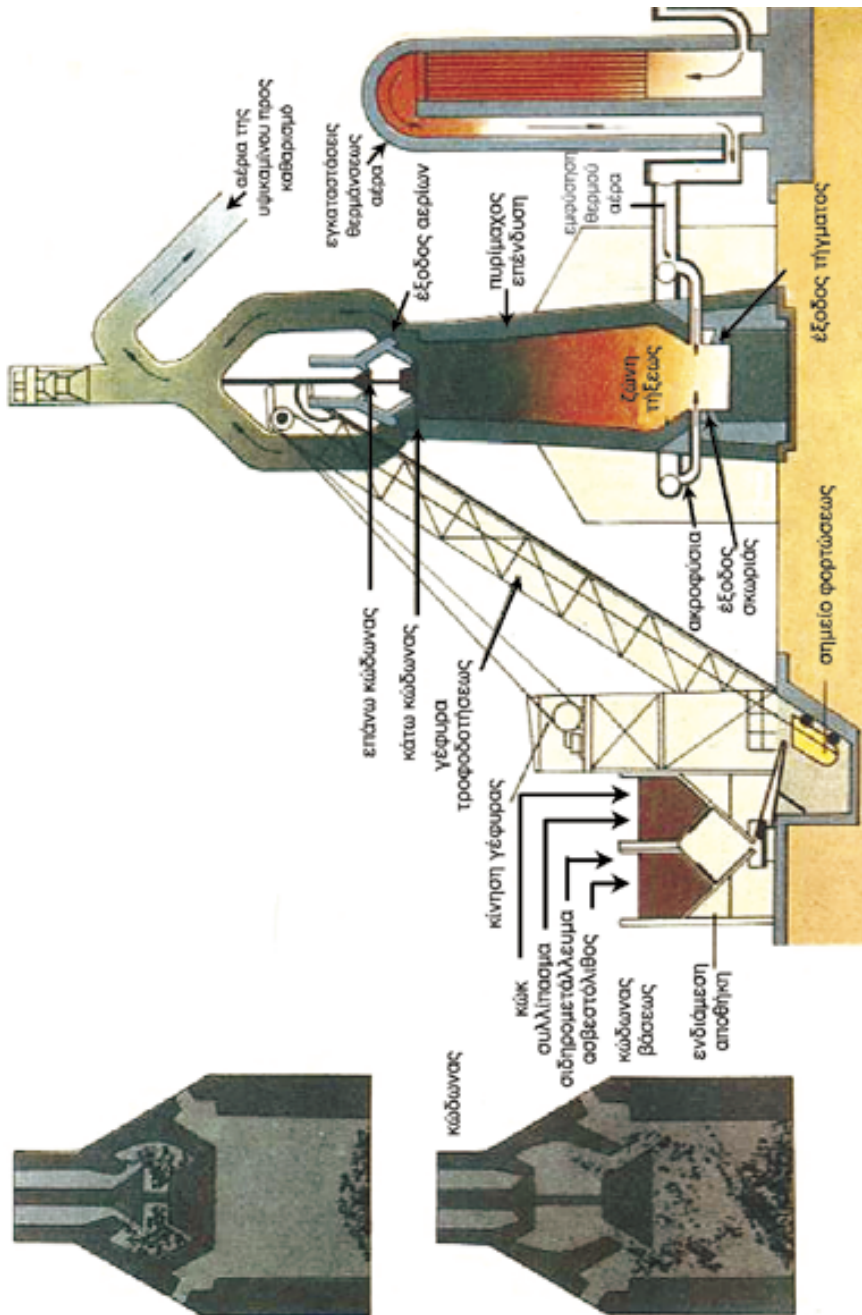


Ο παραγόμενος πρωτογενής χυτοσίδηρος περιέχει έως 90% σίδηρο, 4% άνθρακα και μικρές ποσότητες μαγγανίου, πυριτίου, φωσφόρου και

θείου. Ανάλογα με τη σύνθεσή του, διακρίνεται σε πρωτογενή χυτοσίδηρο για παραγωγή χάλυβα και σε πρωτογενή χυτοσίδηρο για παραγωγή χυτών αντικειμένων. Ο πρώτος έχει υψηλό ποσοστό μαγγανίου και επιφάνεια θραύσης γυαλιστερή αργυρή, ενώ ο δεύτερος έχει υψηλό ποσοστό πυριτίου και επιφάνεια θραύσης γκρίζα.

Περίληπτικά λοιπόν, έχουμε την ύπαρξη σιδηρομεταλλευμάτων στη φύση τα οποία με την κατάλληλη επεξεργασία μας δίνουν την πρώτη ύλη για την παραγωγή είτε χυτοσιδήρου, είτε χάλυβα, που είναι οι δύο μορφές του χρησιμοποιούμενου σήμερα σιδήρου. Λεπτομέρειες θα αναφέρουμε στις παραγράφους 2.2.2 (χάλυβας) και 2.2.3 (χυτοσίδηρος).





Σχήμα 2.6 Συγκρότημα υψικαμίνου

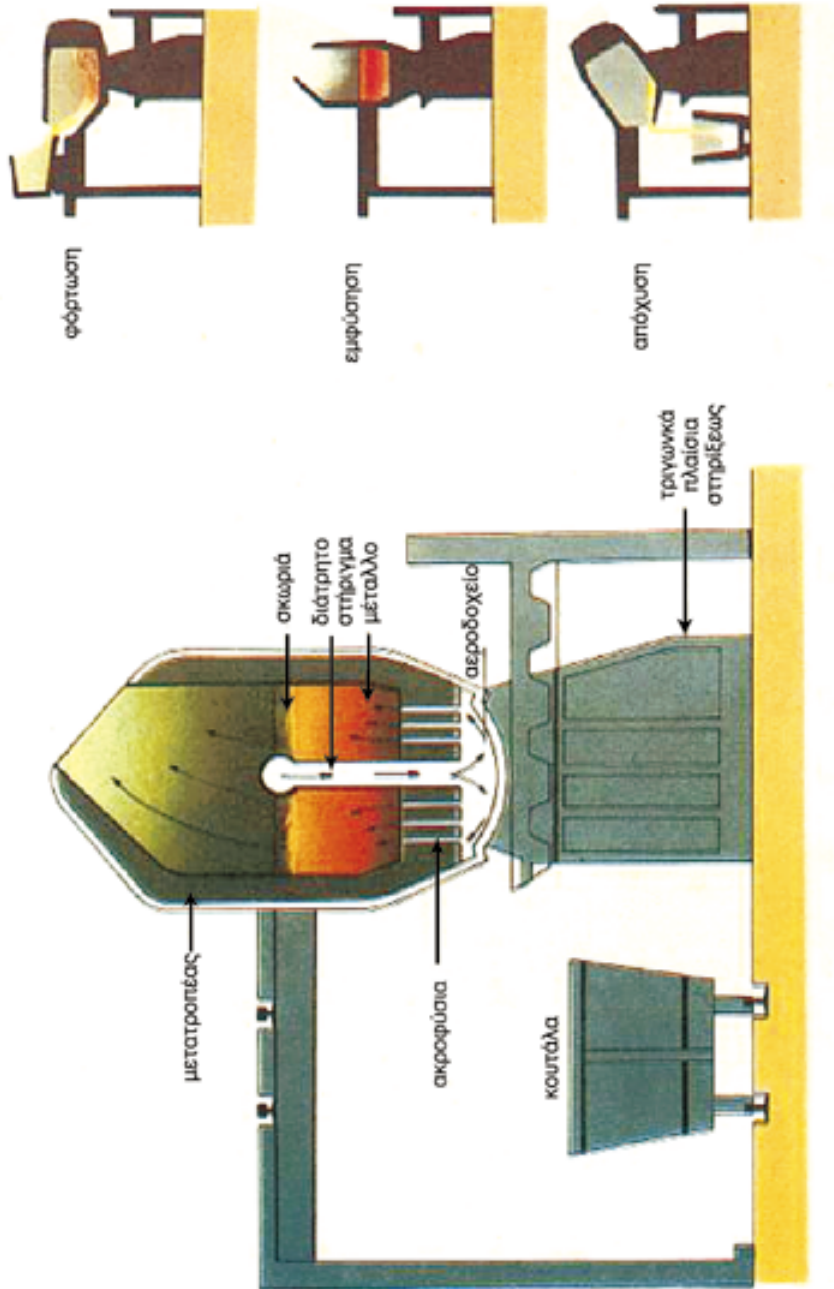
## 2.2.2 Χάλυβας

### ► Παραγωγή χάλυβα- σύσταση- περαιτέρω επεξεργασία

Ο χάλυβας που είναι το κυριότερο σιδηρούχο κράμα παράγεται, όπως είπαμε, από τον πρωτογενή χυτοσίδηρο που παρασκευάζεται στην υψικάμινο. Για να μετατρέψουμε τον πρωτογενή χυτοσίδηρο σε χάλυβα πρέπει να μειώσουμε το ποσοστό του άνθρακα, του μαγγανίου και του πυριτίου και να εξαλείψουμε τελείως το φώσφορο και τις ξένες προσμείξεις. Οι γνωστότερες μέθοδοι παραγωγής χάλυβα είναι οι : **μέθοδος Bessemer**, 1856, (σχήμα 2.7), **μέθοδος Siemens-Martin**, 1857, (ανοικτής εστίας) (σχήμα 2.8), **μέθοδος οξυγόνου** (σχήμα 2.9), **μέθοδος του ηλεκτρικού φούρνου** (σχήμα 2.10)

Η αρχή λειτουργίας της **μεθόδου Bessemer** στηρίζεται στην απομάκρυνση των ακαθαρσιών από ένα τήγμα ακάθαρτου χυτοσιδήρου μετά από εμφύσηση ενός ρεύματος αέρα δια μέσου της μάζας του.

Ο καθαρός σίδηρος μετατρέπεται στη συνέχεια σε χάλυβα μετά από εκ νέου προσθήκη του απαιτούμενου ποσοστού άνθρακα και διαφόρων άλλων πρόσθετων. Οι κύριες ακαθαρσίες του χυτοσιδήρου είναι ο άνθρακας, το πυρίτιο, το μαγγάνιο, το θείο και ο φωσφόρος. Οι ακαθαρσίες αυτές αντιδρούν με το οξυγόνο του αέρα και σχηματίζουν οξειδία. Τα οξειδία αυτά είτε απομακρύνονται μετά την καύση, όπως στην περίπτωση του άνθρακα (στην περίπτωση αυτή σχηματίζεται μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα), είτε σχηματίζουν, όπως στην περίπτωση του πυριτίου και του μαγγανίου, μια σκουριά, η οποία επιπλέει πάνω από το τήγμα. Δεν απαιτείται η πρόσδοση εξωτερικών ποσών θερμότητας, γιατί κατά τις χημικές αντιδράσεις, που λαμβάνουν χώρα, εκλύονται σημαντικά ποσά θερμότητας, τα οποία διατηρούν το κράμα σε κατάσταση τήγματος.



Σχήμα 2.7 Μέθοδος παραγωγής χάλυβα Bessemer

Μεταγενέστερη της μεθόδου Bessemer είναι η **μέθοδος Siemens-Martin**, ή αλλιώς μέθοδος της ανοικτής εστίας. Και με τη μέθοδο αυτή ο χάλυβας παράγεται από χυτοσίδηρο. Ο χυτοσίδηρος θερμαίνεται με φυσικό αέριο ή με μαζούτ και προστίθεται ένα υλικό, πλούσιο σε οξυγόνο, όπως για παράδειγμα σιδηρομετάλλευμα, για να εξασφαλίσει το οξυγόνο που απαιτείται. Επίσης μέσα στο φούρνο προστίθενται και διάφορα συλλιπάσματα, ανάλογα με τις ακαθαρσίες που πρέπει να απομακρυνθούν. Το αποτέλεσμα είναι η αφαίρεση του άνθρακα και ο σχηματισμός σκουριάς, η οποία απορρίπτεται από κατάλληλη έξοδο του φούρνου.

Στο σχήμα 2.8 που ακολουθεί παρουσιάζεται ένας τέτοιος φούρνος ανοικτής εστίας για παραγωγή χάλυβα. Η αβαθής εστία του φούρνου φορτώνεται με scraps και ανθρακικό ασβέστιο. Στη συνέχεια τροφοδοτείται με τήγμα χυτοσιδήρου και ακολουθεί θέρμανση με φλόγα από ένα κατάλληλο καυστήρα. Γίνεται επίσης εμφύσηση οξυγόνου από ένα διάτρητο σωλήνα για την επιτάχυνση της διεργασίας.



**Σχήμα 2.8** Φούρνος ανοικτής εστίας παραγωγής χάλυβα  
(Μέθοδος Siemens-Martin, 1857)

Η μέθοδος ανοικτής εστίας που περιγράψαμε πιο πάνω είναι αποτελεσματική αλλά βραδεία και καταναλώνει μεγάλες ποσότητες καυσίμων. Αυτός είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο έχει εκτοπιστεί από την μέθοδο οξυγόνου (σχήμα 2.9). Η μέθοδος αυτή είναι ταχύτερη και επειδή η διεργασία είναι εξώθερμη (η αντίστοιχη αντίδραση παράγει θερμότητα) δεν απαιτούνται καύσιμα. Σήμερα περισσότερο από το 60% της παγκόσμιας παραγωγής χάλυβα παράγεται με τη μέθοδο οξυγόνου και το ποσοστό αυτό αυξάνεται συνεχώς.



**Σχήμα 2.9** Η κορυφή ενός βασικού μετατροπέα παραγωγής χάλυβα με τη μέθοδο οξυγόνου

Σύμφωνα με τη **μέθοδο οξυγόνου** τροφοδοτείται τήγμα χυτοσιδήρου μέσα σε μια δεξαμενή ή μετατροπέα, ο οποίος είναι μονωμένος με πυρίμαχη επένδυση. Η δεξαμενή είναι στερεωμένη κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να στρέφεται προς τα πλάγια για την τροφοδότηση του τήγματος και να φέρεται μετά στην κατακόρυφη θέση για το επόμενο στάδιο της διεργασίας. Κατά το στάδιο αυτό, μέσα στη δεξαμενή κατεβαίνει ένας σωλήνας ο οποίος ψύχεται με νερό και χρησιμεύει για την εμφύσηση οξυγόνου μέσα στο τήγμα.

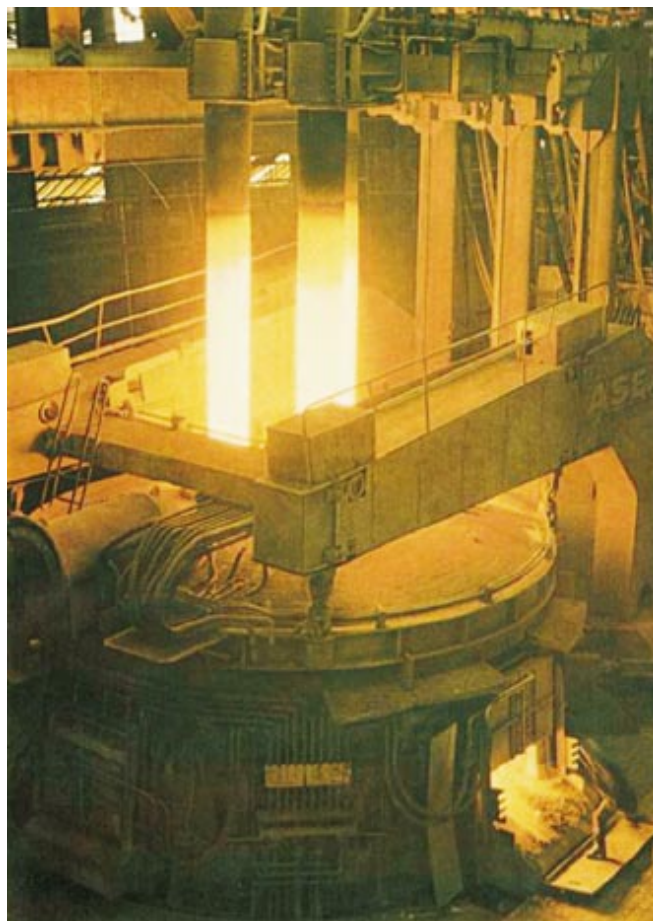
Ο σωλήνας του οξυγόνου κατεβαίνει τόσο, ώστε το χείλος του να βρίσκεται μόλις πάνω από την επιφάνεια του τήγματος. Μεταξύ του οξυγόνου και του άνθρακα που περιέχεται στο τήγμα, πραγματοποιείται μια ταχύτατη χημική αντίδραση. Ο στροβιλισμός που δημιουργείται μέσα στο τήγμα από την εμφύσηση του οξυγόνου εξασφαλίζει την επαφή του άνθρακα με το οξυγόνο.

Κατά τη διάρκεια της εμφύσησης του οξυγόνου παράγονται μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα και διαφόρων άλλων αναθυμιάσεων. Τα αέρια αυτά απάγονται με τη βοήθεια ανεμιστήρων και χοανών.

Στο τέλος του κύκλου γίνεται μια στροφή της δεξαμενής προς τα πλάγια για να παραληφθεί ο χάλυβας και στη συνέχεια αποχύνεται και η σκουριά που έχει σχηματιστεί. Μετά από τα παραπάνω στάδια, ο μετατροπέας είναι έτοιμος για να συνεχίσει με τον επόμενο παραγωγικό του κύκλο.

Μερικοί τύποι χαλύβων και σχεδόν όλοι οι κραματωμένοι χάλυβες (σελίδα 53) παράγονται σε **ηλεκτρικούς φούρνους** από τους οποίους ο σπουδαιότερος είναι ο φούρνος του ηλεκτρικού τόξου (σχήμα 2.10). Μέσα στο φούρνο τοποθετείται ένα ζυγισμένο ψυχρό φορτίο ακρήστων χαλύβων (scrap), σε μερικές περιπτώσεις μαζί με μια κατάλληλη ποσότητα ψυχρού χυτοσιδήρου, και προκαλείται η έναυση του ηλεκτρικού τόξου με τη βοήθεια των ηλεκτροδίων.

Το ηλεκτρικό τόξο παράγει μεγάλες ποσότητες θερμότητας και προκαλεί την ταχύτερη τήξη του φορτίου. Διάφορα συλλιπάσματα προστίθενται από μια κατάλληλη μηχανή τροφοδοσίας δια μέσου μιας πλευρικής πόρτας του φούρνου και κατά τον ίδιο τρόπο γίνεται επίσης και η προσθήκη των απαιτούμενων στοιχείων κραματοποίησης. Τυπικά παραδείγματα χαλύβων παραγομένων με τη μέθοδο αυτή είναι οι ανοξειδωτοι χάλυβες, οι χάλυβες εργαλείων κλπ.



**Σχήμα 2.10 Φούρνος ηλεκτρικού τόξου**

Μετά την παραγωγή του ο χάλυβας υφίσταται περαιτέρω επεξεργασία είτε για δημιουργία νέων κραμάτων είτε για την απομάκρυνση ανεπιθύμητων συστατικών. Οι πιο γνωστές μέθοδοι είναι η *αποξειδωση* και η *απαέρωση με κενό*.

Ο έτοιμος πλέον ρευστός χάλυβας χυτεύεται και παίρνει έτσι την αρχική του μορφή για την επόμενη φάση επεξεργασίας του στα έλαστρα. Το μεγαλύτερο μέρος χυτεύεται σε *συνεχή χύτευση*. Σε ειδικές μόνο περιπτώσεις κάνουμε χύτευση σε μεταλλικά καλούπια.

Στο σχήμα 2.11 παρουσιάζεται η πρώτη αυτή χύτευση του χάλυβα στο χαλυβουργείο για τη δημιουργία πρώτης μορφής για την επόμενη φάση κατεργασίας.



**Σχήμα 2.11 Συνεχής χύτευση χάλυβα σε ράβδους**

Στην επόμενη φάση, κάνοντας χρήση των ιδιοτήτων των μετάλλων (που αναφέραμε στην παράγραφο 1.3 δ) , μπορούμε με διάφορες κατεργασίες εν ψυχρώ και εν θερμώ να παράγουμε προϊόντα έτοιμα για χρήση στη βιομηχανία. Έτσι με έλαση εν θερμώ και εν ψυχρώ παράγουμε μορφοσίδηρο, χαλύβδινες ράβδους, σύρματα, λαμαρίνες, μπάρες. Με διέλαση παράγουμε σωλήνες χωρίς ραφή. Με σφυρηλασία παράγουμε πολλά μικρά σφυρήλατα αντικείμενα.

Άλλες επεξεργασίες των χαλύβων, στη βιομηχανοποιημένη πλέον μορφή τους, έχουμε : *την κοίλανση, την κάμψη, την απότμηση, την περιώθηση, τα διάφορα είδη συγκολλήσεων, τις διάφορες θερμικές κατεργασίες, τις διάφορες επιφανειακές κατεργασίες, τις διάφορες επικαλύψεις* κλπ. Λεπτομερής αναφορά των επεξεργασιών αυτών ξεφεύγει των ορίων του βιβλίου αυτού, υπάρχουν όμως στην προτεινόμενη βιβλιογραφία όλα τα στοιχεία για εκείνον που θα θελήσει να ασχοληθεί εκτενέστερα.

Στο σχήμα 2.12 παρουσιάζεται η φάση της εν θερμώ έλασης και στο



σχήμα 2.13 παρουσιάζεται η φάση της εν ψυχρώ έλασης για παραγωγή φύλλων λαμαρίνας.



*Σχήμα 2.12 Παραγωγή λαμαρίνας με έλαση εν θερμώ*



*Σχήμα 2.13 Παραγωγή λαμαρίνας με έλαση εν ψυχρώ*

➤ **Κατάταξη και σύνθεση των χάλυβων- κατηγορίες ποιότητας χάλυβα**

Ανάλογα με τη χημική σύστασή τους οι χάλυβες μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες :

- **Κοινοί ή ανθρακούχοι χάλυβες.** Περιέχουν έως 1.0% Mn και ελάχιστα ποσοστά προσμίξεων θείου (S) και φωσφόρου (P) έως 0.05%. Πρόκειται για μαλακούς χάλυβες (μικρή περιεκτικότητα σε C) που παρουσιάζουν αυξημένη συγκολλησιμότητα.
- **Κραματωμένοι χάλυβες.** Έχουμε τρεις υποκατηγορίες.
  - Ελαφρά κραματωμένοι χάλυβες. Περιέχουν προσμίξεις μέχρι 2%. Τέτοιοι είναι οι δομικοί ή κατασκευαστικοί χάλυβες.
  - Μέτρια κραματωμένοι χάλυβες. Περιέχουν προσμίξεις από 2% έως 10%.
  - Ισχυρά κραματωμένοι χάλυβες. Περιέχουν προσμίξεις πάνω από 10%. Τέτοιοι είναι οι ανοξείδωτοι χάλυβες, οι εργαλειοχάλυβες, οι ταχυχάλυβες, κλπ.

Ανάλογα με τον προορισμό τους οι χάλυβες μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες :

- **Χάλυβες διαμόρφωσης.** Αυτοί υφίστανται περαιτέρω μηχανική κατεργασία (έλαση, διέλαση)
- **Χυτοχάλυβες.** Παράγονται απευθείας με χύτευση υπό μορφή χυτωνών.

Ανάλογα με τη χρήση τους οι χάλυβες μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες :

- **Χάλυβες κατασκευών.** Είναι χάλυβες με μικρά σχετικά ποσοστά κραματικών στοιχείων (Mn, Cr) και χρησιμοποιούνται σε πλήθος κατασκευών, όπως π.χ. λέβητες, ρουλεμάν, ψυχρή έλαση, άξονες, διωστήρες, κλπ
- **Χάλυβες εργαλείων.** Περιέχουν συνήθως μεγάλα ποσοστά κραματικών στοιχείων (W, Mo, Cr, V), τα οποία ευνοούν την αύξηση της σκληρότητας και της αντίστασης σε φθορά και τριβή. Χρησιμοποιούνται για κατασκευή εργαλείων κοπής (κοπτικά τόννου, φρέζας, πλάνης, κλπ) , ή διαμόρφωσης (μήτρες, έμβολα, καλούπια χύτευσης-κοπής-διαμόρφωσης) .

- **Χάλυβες θερμικής αντοχής.** Περιέχουν σε μεγάλο ποσοστό Cr και χρησιμοποιούνται για κατασκευή σιδηροτροχιών, φούρνων, σωληνώσεων διυλιστηρίων, μπόιλερ, κλπ.
- **Χάλυβες ανοξειδωτοι.** Είναι χάλυβες που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου απαιτείται υψηλή αντοχή σε διάβρωση. Π.χ. χημική βιομηχανία, εναλλάκτες θερμότητας, ιατρικά εργαλεία, είδη κουζίνας (μαχαιροπήρουνα) κλπ. Περιέχουν σε μεγάλο ποσοστό Cr, Ni.
- **Χάλυβες ηλεκτρομαγνητικών εφαρμογών.** Χρησιμοποιούνται για κατασκευή πυρήνων μετασχηματιστών, μονίμων μαγνητών κλπ.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για να προσδιορίσουμε την ποιότητα ενός χάλυβα στην πράξη είναι η αντοχή που έχει σε καταπόνηση εφελκυσμού. Έτσι όταν ακούμε για χάλυβα 37, εννοούμε χάλυβα με ενδεικτική τιμή σε εφελκυσμό 370 N/mm<sup>2</sup>, όταν για χάλυβα 70, εννοούμε χάλυβα με ενδεικτική τιμή σε εφελκυσμό 700 N/mm<sup>2</sup> κ.ο.κ.

➤ **Ιδιότητες των χαλύβων- συντομογραφία- χρήση στο αυτοκίνητο**

Η ονοματολογία των χαλύβων γίνεται σύμφωνα με διάφορα συστήματα τυποποίησης στον κόσμο, όπως DIN, NF, BS, UNI, ASTM, κλπ. Υπάρχει πλήρης αντιστοιχία μεταξύ των διαφόρων συστημάτων, απαραίτητη για την συνεννόηση αλλά και για τη διακίνηση των διαφόρων χαλύβων ανά τον κόσμο. Πιο κάτω, σε πίνακες δίνουμε ενδεικτικά παραδείγματα ονοματολογίας και τυποποίησης χαλύβων καθώς και μια τέτοια αντιστοιχία τυποποίησης .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1** Χάλυβες κατασκευών

ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ DIN	ΑΝΤΟΧΗ N/mm <sup>2</sup>	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ BRINELL HB	% C
1.0301	C 10	490-640	131	0.07-0.13
1.0401	C 15	590-780	146	0.12-0.18
1.0711	9 S 20	360-530	159	≤ 0.13
1.0715	9 SMn 28	380-570	170	≤ 0.14
1.0718	9 SMnPb 28	380-570	170	≤ 0.14
1.0721	10 S 20	360-530	159	0.07-0.13
1.1121	Ck 10	490-640	131	0.07-0.13
1.1141	Ck 15	590-780	146	0.12-0.18
1.5732	14 NiCr 10	830-1080	205	0.10-0.17
1.5752	14 NiCr 14	880-1180	230	0.10-0.17
1.5860	14 NiCr 18	1080-1320	245	0.10-0.17
1.5919	15 CrNi 6	780-1060	217	0.12-0.17
1.6587	17 CrNiMo 6	980-1270	229	0.14-0.19
1.7131	16 MnCr 5	640-930	207	0.14-0.19
1.7262	15 CrMo 5	640-930	207	0.13-0.17
1.7326	25 MoCrS 4	780-1080	217	0.23-0.29
1.8504	34 CrAl 6	540-780	217	0.30-0.37
1.8506	34 CrAlS 5	440-930	217	0.30-0.37
1.8509	41 CrAlMo 7	735-980	262	0.38-0.45
1.8519	31 CrMoV 9	1080-1230	248	0.26-0.34
1.8523	39CrMoV139	1080-1420	262	0.35-0.42
1.8550	34 CrAlNi 7	1000-1470	245	0.30-0.37

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2** Χάλυβες εργαλείων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ DIN	ΑΝΤΟΧΗ N/mm <sup>2</sup>	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ BRINELL HB	% C
1.1520	C 70 W1	640	190	0.65-0.74
1.1525	C 80 W1	640	190	0.75-0.85
1.1620	C 70 W2	640-760	190	0.65-0.74
1.1730	C 45 W	640-700	190-207	0.40-0.50
1.1830	C 85 W	760-830	225-248	0.80-0.90
1.2082	X 20 Cr 13	980-1370	200	0.17-0.22
1.2242	59 CrV 4	1080-1670	235	0.55-0.62
1.2311	40CrMnMo7	930-1470	230	0.35-0.45
1.2542	45 WCrV 7	1180-1470	225	0.40-0.50
1.2601	X165CrMoV12	1570-1960	231	1.55-1.75
1.2622	X60WcrMoV94	1470-2060	270	0.55-0.65
1.2710	45 NiCr 6	1180-1570	238	0.40-0.50
1.2726	26 NiCrMoV 5	1180-1420	240	0.22-0.30
1.2744	57NiCrMoV77	1080-1670	248	0.50-0.60
1.2842	90 MnCrV 8	1370-1670	211	0.85-0.95
1.4120	X20CrMo13	880-1470	260	0.17-0.22

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3** Χάλυβες θερμικής αντοχής

ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ DIN	ΑΝΤΟΧΗ N/mm <sup>2</sup>	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ BRINELL HB	% C
1.4700	8 CrSi 7 7	490-640	192	≤ 0.10
1.4712	X 10 CrSi 6	540-690	195	≤ 0.12
1.4713	X10CrAl7	420-620	192	≤ 0.12
1.4722	X10CrSi13	540-690	195	≤ 0.12
1.4724	X10CrAl13	450-650	192	≤ 0.12
1.4741	X10CrSi18	540-690	215	≤ 0.12
1.4742	X10CrAl18	500-700	212	≤ 0.12
1.4762	X10CrAl24	520-720	223	≤ 0.12
1.4821	X20CrNiSi254	600-850	235	0.10-0.20
1.4828	X15CrNiSi2012	500-750	223	≤ 0.20
1.4841	X15CrNiSi2520	550-800	223	≤ 0.20
1.4845	X12CrNi2521	500-750	192	≤ 0.15
1.4861	X10NiCr3220	490-740	200	≤ 0.12
1.4864	X12NiCrSi3616	550-800	223	≤ 0.15
1.4876	X10NiCrAlTi3220	540-740	192	≤ 0.12
1.4878	X12CrNiTi189	500-750	192	≤ 0.12
1.5310	8 SiTi 4	350-500	151	≤ 0.10

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4** Χάλυβες ανοξειδωτοι

ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ DIN	ΑΝΤΟΧΗ N/mm <sup>2</sup>	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ BRINELL HB	% C
1.4000	X 7 Cr 13	450-700	130-210	≤ 0.08
1.4001	X 7 Cr 14	-----	130-180	≤ 0.08
1.4002	X 7 CrAl 13	450-700	130-210	≤ 0.08
1.4005	X 12 CrS 13	590-780	170-210	≤ 0.15
1.4006	X 10 Cr 13	550-750	140-210	0.08-0.12
1.4016	X 8 Cr 17	450-600	130-170	≤ 0.08
1.4021	X 20 Cr 13	650-960	180-275	0.18-0.22
1.4024	X 15 Cr 13	650-800	180-230	0.13-0.17
1.4057	X 22 CrNi 17	800-950	225-275	0.14-0.23
1.4104	X 12 CrMoS 17	550-850	160-235	0.10-0.17
1.4113	X 6 CrMo 17	450-650	130-180	≤ 0.08
1.4116	X 45 CrMoV 15	900	260	0.42-0.48
1.4301	X 5 CrNi 18 9	500-700	130-180	≤ 0.07
1.4401	X 5 CrNiMo 18 10	500-700	130-180	≤ 0.07
1.4510	X 8 CrTi 17	450-600	130-170	≤ 0.07
1.4541	X 10 CrNiTi 18 9	500-750	130-190	≤ 0.08
1.4571	X10CrNiMoTi1810	500-750	130-190	≤ 0.08

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5** Αντιστοιχίες τυποποιημένων χαλύβων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ DIN	ΣΥΜΒΟΛΟ AFNOR	ΣΥΜΒΟΛΟ B.S.	ΣΥΜΒΟΛΟ AISI-SAE
1.0301	C 10	C 10	040 A 10	M 1010
1.0401	C 15	C 12	040 A 15	M 1015
1.1121	Ck 10	XC 10	045 M 10	1010
1.1141	Ck 15	XC 18	080 M 15	1015
1.2842	90 MnCrV 8	90 MV 8	BO 2	O 2
1.4000	X 7 Cr 13	Z 3 C 14	403 S 17	403
1.4002	X 7 CrAl 13	Z 6 CA 13	405 S 17	405
1.4016	X 8 Cr 17	Z 8 C 17	430 S 15	430
1.4301	X 5 CrNi 18 9	Z 6 CN 18.09	304 S 15	304
1.4401	X5CrNiMo1810	Z6CND17.12	316 S 16	316
1.4541	X10CrNiTi18 9	Z6CNT18.10	321 S 12	321
1.4571	X10CrNiMoTi1810	Z6CNDT17.12	320 S 17S	320
1.5732	14 NiCr 10	14 NC 11	-----	3415
1.5752	14 NiCr 14	14 NC 12	655 A 12	E 3310

Σε ότι αφορά τους χρησιμοποιούμενους χάλυβες στο αυτοκίνητο έχουμε :

- Από τους χάλυβες κατασκευών του πίνακα 2.1 κατασκευάζονται μηχανικά μικρά κομμάτια, λεβιέδες, σύνδεσμοι, χιτώνια, πείροι, οδοντωτοί τροχοί, σύνδεσμοι καρντάν, εκκεντροφόροι, αλυσίδες, πινιόν, ρουλεμάν, κιβώτια ταχυτήτων, άξονες, τροχαλίες αλυσίδων, ελατήρια διαφόρων τύπων, πείροι εμβόλων, πείροι αλυσίδων, άξονες γραναζιών, κλπ (σχήμα 2.14).
- Από τους χάλυβες θερμικής αντοχής του πίνακα 2.3 κατασκευάζονται βαλβίδες εισόδου μέσης αντοχής για μηχανές κάθε είδους, βαλβίδες εξόδου για μηχανές υψηλών απαιτήσεων, πτερύγια στροβίλων τούρμπο, πόρτες, σκελετοί πόρτας, κλπ (σχήμα 2.15).
- Από τους ανοξειδωτους χάλυβες του πίνακα 2.4 κατασκευάζονται μέρη των κινητήρων που απαιτούν αυξημένη αντοχή στη σκουριά, ανοξειδωτα ρουλεμάν, εξατμίσεις, μέρη βαλβίδων και αντλιών, πιστόνια, βάσεις βαλβίδων, πρόσωπα βαλβίδων, πρόσωπα ελατηρίων, σωληνάκια, σώματα βαλβίδων, κλπ.





*Σχήμα 2.14 Εξαρτήματα αυτοκινήτου από χάλυβες κατασκευών*



*Σχήμα 2.15 Φυγοκεντρικός υπερσυμπιεστής με πτερύγια από χάλυβα θερμικής αντοχής.*

Στο σχήμα 2.16 παρουσιάζεται η αποθήκη ενός σύγχρονου εργοστασίου παραγωγής χάλυβα με πλήθος τελικών προϊόντων.



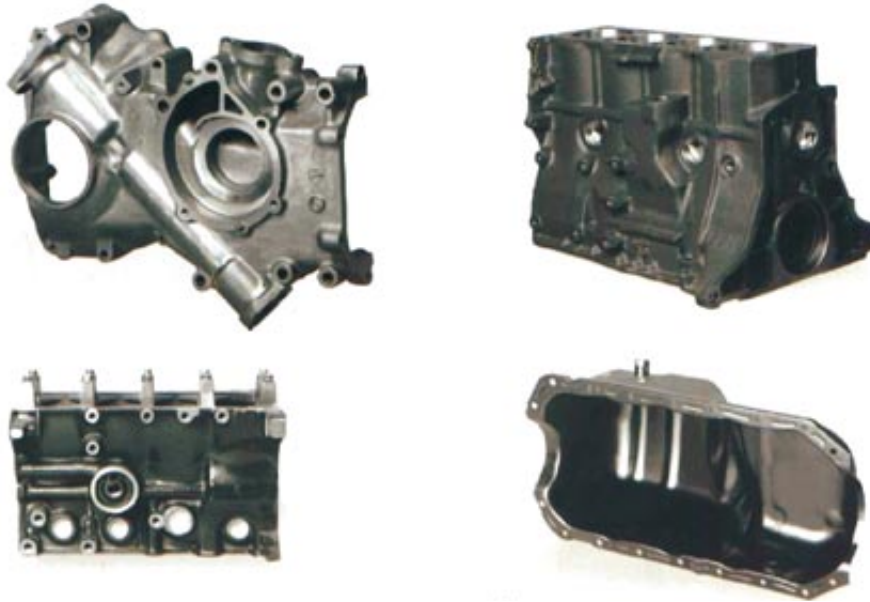
*Σχήμα 2.16 Αποθήκη τελικών προϊόντων εργοστασίου χάλυβα*

### 2.2.3 Χυτοσίδηρος

► **Είδη- σύσταση- ιδιότητες- συντομογραφία- χρήση στο αυτοκίνητο**

Έχουμε τα παρακάτω είδη χυτοσιδήρου :

- **Γκρίζος ή φαιός χυτοσίδηρος.** Με ποσοστό άνθρακα μέχρι 4% και πυριτίου 3-4%. Χαρακτηρίζεται από καλή ευχυτότητα, λόγω της οποίας κατασκευάζονται εξαρτήματα και κατασκευές πολύπλοκης γεωμετρίας. Χρησιμοποιείται στην αυτοκινητοβιομηχανία για κατασκευή κεφαλών κυλίνδρων, πλακιδίων συμπλέκτη, κιβωτίων ταχυτήτων, εδράνων κλπ. Σύμβολό του κατά DIN 1691 το GG. Έτσι έχουμε χυτοσιδήρους GG10, GG15, GG20, GG25, GG30, GG35, GG40, με αντοχή από 10 dN/mm<sup>2</sup> μέχρι 40dN/mm<sup>2</sup>, και σκληρότητα Brinell από 143 μέχρι 285 HB. (Σχήμα 2.17)



**Σχήμα 2.17** Εξαρτήματα αυτοκινήτου από φαιό χυτοσίδηρο.

- **Χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη.** Το είδος αυτό του χυτοσιδήρου προέρχεται από τον γκρίζο χυτοσίδηρο με προσθήκη μαγνησίου (Mg) , όταν ακόμα είναι ρευστός. Το μαγνήσιο βοηθά κατά τη χύτευση να δημιουργηθεί ο γραφίτης σε σχήμα σφαιρικό, πράγμα που προσδίδει σε μεγάλο βαθμό την καλή πλαστικότητα και δυσθραυστότητα αυτού του χυτοσιδήρου. Το πυρίτιο βρίσκεται στο 2-3%. Λόγω των βελτιωμένων μηχανικών του ιδιοτήτων, ο σφαιροειδής χυτοσίδηρος χρησιμοποιείται για την κατασκευή *χυτοπρεσαριστών τεμαχίων, όπως σωμάτων αντλιών και βαλβίδων, αξόνων, κελυφών κινητήρων, οδοντοτροχών, στροφαλοφόρων αξόνων, χιτωνίων κυλίνδρων και γενικά εξαρτημάτων που καταπονούνται σε κρουστικές ή εναλλασσόμενες φορτίσεις.* Σύμβολό του κατά DIN 1693 το GGG. Έτσι έχουμε χυτοσιδήρους GGG-40, GGG-50, GGG-60, GGG-70, GGG-80, με αντοχή από 40 dN/mm<sup>2</sup> μέχρι 80 dN/mm<sup>2</sup> και σκληρότητα Brinell από 130 μέχρι 352 HB. (Σχήμα 2.18)



Σχήμα 2.18 Εξαρτήματα αυτοκινήτου από χυτοσίδηρο σφαιροειδούς γραφίτη.

- Μαλακτός χυτοσίδηρος, μαύρος, ανοπτημένος χωρίς αφαίρεση άνθρακα.** Ο μαλακτός χυτοσίδηρος κατασκευάζεται από ένα αρχικό τήγμα σιδήρου με περίπου 3% άνθρακα, 1% πυρίτιο και 0.5% μαγγάνιο. Χυτεύεται για την παραγωγή λεπτότοιχων αντικειμένων. Ο μαλακτός χυτοσίδηρος παρουσιάζει καλή ευχυτότητα, καλή κατεργασιμότητα, μέτρια δυσθραυστότητα και αντοχή στη διάβρωση. Οι βασικές του χρήσεις είναι στην αυτοκινητοβιομηχανία για παραγωγή μικρών χυτών, π.χ. μοχλών, κλειδιών, διωστήρων κλπ. Σύμβολό του κατά DIN 1692 το GTS. Έτσι έχουμε χυτοσιδήρους GTS-35-10, GTS-45-06, GTS-55-04, GTS-65-02, GTS-70-02, με αντοχή από 35 dN/mm<sup>2</sup> μέχρι 70 dN/mm<sup>2</sup> και σκληρότητα Brinell από 149 μέχρι 311 HB. (Σχήμα 2.19)



Σχήμα 2.19 Διωστήρας από μαλακό χυτοσίδηρο

- Μαλακτός χυτοσίδηρος, λευκός, ανοπτημένος με αφαίρεση άνθρακα.** Διαφέρει από τον προηγούμενο ως προς το είδος της θερμικής κατεργασίας και την εμφάνιση της επιφάνειας θραύσης. Ιδιότητες και χρήσεις παρόμοιες με τον μαύρο. Σύμβολό

του κατά DIN 1692 το GTW. Έτσι έχουμε χυτοσιδήρους GTW-35-04, GTW-40-05, GTW-45-07, με αντοχή από 35 dN/mm<sup>2</sup> μέχρι 45 dN/mm<sup>2</sup> και σκληρότητα Brinell από 207 μέχρι 230 HB.

- **Κραματωμένοι χυτοσίδηροι.** Είναι χυτοσίδηροι που περιέχουν προσμίξεις Ni, Mo, Cr, Si, οι οποίες βελτιώνουν τη σκληρότητα και την αντίσταση σε φθορά, την αντοχή σε κρούση κλπ, με αποτέλεσμα τη χρήση τους σε πιο απαιτητικές εφαρμογές. Στο αυτοκίνητο χρησιμοποιούνται στα τύμπανα φρένων, στους δίσκους συμπλέκτη, στα ελατήρια εμβόλων των βενζινοκινητήρων κλπ. Σύμβολό του κατά DIN 1695 το G-X. Έτσι έχουμε χυτοσιδήρους G-X 300/NiMo3Mg, G-X 260/NiCr 4 2 , G-X 300/CrNiSi 9 5 2, G-X 300/CrMoNi 15 2 1, G-X 260/CrMoNi 20 2 1, G-X 260/Cr 27, G-X 300/CrMo 27 1, με αντοχή από 28 dN/mm<sup>2</sup> μέχρι 70 dN/mm<sup>2</sup> και σκληρότητα Brinell από 500 μέχρι 690 HB. (σχήμα 2.20)



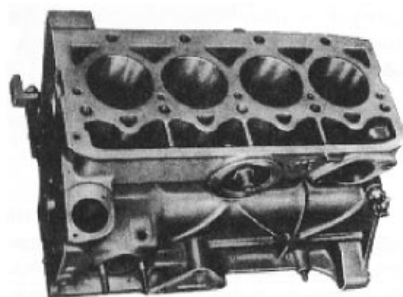
Σχήμα 2.20 Σύστημα συμπλέκτη (πλατώ-δίσκος)

Στον πίνακα 2.6 παρουσιάζονται αντιστοιχίες τυποποίησης χυτοσιδήρων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6** Αντιστοιχίες τυποποιημένων χυτοσιδήρων

ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ DIN	ΑΝΤΟΧΗ dN/mm <sup>2</sup>	ΣΚΛΗΡ. BRINELL HB	% C	AFNOR (Γαλλία)	B.S. (Αγγλία)	AISI-SAE (Η.Π.Α.)
GG 15	15	163-229	2-4	Ft 15 D	Gr.150	25 B
GG 25	25	170-241	2-4	Ft 25 D	Gr.260	40 B
GG 40	40	207-285	2-4	Ft 40 D	Gr.400	60 B
GGG 50	50	160-260	3.2-3.5	FGS500.7	500/7	65.45.12
GGG 80	80	248-352	3.2-3.5	FGS800.2	800/2	120.90.02
GTS-35-10	35	149-163	2-3	MN35-10	B340/12	Gr.32510
GTW-35-04	35	207-220	2-3	MB35-7	W340/3	-----
GTW-40-05	40	192-229	2-3	MB40-10	W410/4	-----
G-X 300 NiMo 3 Mg	70	500-690	2.8-3.5	-----	-----	-----
G-X 260 CrMoNi2021	45	600-690	2.3-2.9	-----	Grade 3 C	IID20% CrMoLC

Στα σχήματα 2.21 και 2.22 που ακολουθούν παρουσιάζονται κορμοί κινητήρων μονομπλόκ και με χιτώνια, κατασκευασμένοι από φαιό χυτοσίδηρο.



**Σχήμα 2.21** Κορμός κινητήρα μονομπλόκ από χυτοσίδηρο



**Σχήμα 2.22** Κορμός κινητήρα με χιτώνια, από χυτοσίδηρο

### 2.3 Μη σιδηρούχα μέταλλα

#### Κατάταξη- ονομασία και συντομογραφία- γενικές ιδιότητες.

Στα μη σιδηρούχα μέταλλα συγκαταλέγονται όλα τα καθαρά μέταλλα εκτός του σιδήρου και όλα τα κράματα στα οποία ο σίδηρος δεν καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό.

Όπως έχουμε αναφέρει και στην εισαγωγή, τα μη σιδηρούχα μέταλλα κατατάσσονται σε βαρέα μέταλλα (πυκνότητα  $> 5000 \text{Kg/m}^3$ ) και σε ελαφρά μέταλλα (πυκνότητα  $< 5000 \text{Kg/m}^3$ ).

Η ονομασία των καθαρών μετάλλων γίνεται ανάλογα με το βαθμό καθαρότητας π.χ. καθαρό αλουμίνιο.

Η συντομογραφία των καθαρών μετάλλων απαρτίζεται από το χημικό σύμβολο του μετάλλου και το βαθμό καθαρότητας επί τοις %. Έτσι έχουμε Al99.5, Ni99.95, Zn98.5 κλπ.

Η ονομασία των κραμάτων των μη σιδηρούχων μετάλλων περιλαμβάνει το βασικό μέταλλο και τη λέξη χυτό ή κράμα. π.χ. κράμα αλουμινίου.

Η συντομογραφία των κραμάτων των μη σιδηρούχων μετάλλων περιλαμβάνει το χημικό σύμβολο του βασικού μετάλλου, καθώς και τα στοιχεία του κράματος με αναγραφή της συμμετοχής τους σε ποσοστά. Π.χ. AlCu4.5Si1.

Στην συντομογραφία συχνά προτάσσονται γράμματα όπως G-, GK-, GD-, και έτσι π.χ. έχουμε G-AlMg3Si (χυτό κράμα σε άμμο), GK-AlSi9Mg (χυτό κράμα σε καλούπι), GD-AlMg9 (χυτοπρεσαριστό κράμα).

Στην συντομογραφία επίσης προσαρτώνται γράμματα όπως F, W, G με κάποιο αριθμό που συνήθως είναι το 1/10 της μηχανικής αντοχής σε  $\text{N/mm}^2$ .

Έτσι έχουμε AlMg4.5Mn-F27 που σημαίνει κράμα αλουμινίου με ελάχιστη αντοχή  $27 \text{dN/mm}^2$ , ή AlMgSiCu-W32 που σημαίνει κράμα αλουμινίου μαλακό με αντοχή  $32 \text{dN/mm}^2$ , ή AlZnMgCu1.5-G48 που σημαίνει κράμα αλουμινίου ανοπτημένο με αντοχή  $48 \text{dN/mm}^2$ .

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι τα καθαρά μη σιδηρούχα μέταλλα διαμορφώνονται εύκολα και παρουσιάζουν περιορισμένη αντοχή. Όταν θέλουμε να βελτιωθούν οι ιδιότητές τους, τα χρησιμοποιούμε με προσθήκη άλλων στοιχείων. Για τους λόγους αυτούς, σε εξαρτήματα που δέχονται φορτία και καταπονήσεις χρησιμοποιούμε κράματα μη σιδηρούχων μετάλλων και όχι καθαρά μέταλλα.

### 2.3.1 Μη σιδηρούχα βαρέα μέταλλα

#### Χαλκός- κασσίτερος- μόλυβδος- νικέλιο- ψευδάργυρος και τα κράματά τους

Ο **χαλκός** είναι το πρώτο μέταλλο που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος είτε καθαρό είτε με τη μορφή κράματος (κρατέρωμα) . Ο χαλκός σαν καθαρό μέταλλο έχει χρώμα κόκκινο, κρυσταλλώνεται στο κυβικό εδροκεντρωμένο κρυσταλλικό πλέγμα (βλέπε παράγραφο 2.1) και λιώνει στους 1083 °C. Η πυκνότητά του είναι ίση με 8900 Kg/m<sup>3</sup>. Παρουσιάζει μεγάλη ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα. Επίσης η ολκιμότητά του είναι τέτοια ώστε να μπορεί να διαμορφωθεί εύκολα σε εξαρτήματα διαφόρων γεωμετριών, π.χ. ράβδους, σύρματα, φύλλα κλπ. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στην ηλεκτρολογία. Τέτοια ηλεκτρολογικά προϊόντα παρουσιάζονται στο σχήμα 2.23.



**Σχήμα 2.23 Προϊόντα κραμάτων χαλκού (δυναμό)**

Ο χαλκός παράγεται με δύο τρόπους, θερμικά σε φούρνους τήξης, μέθοδος που ονομάζεται *ξηρή οδός*, και ηλεκτρολυτικά, μέθοδος που ονομάζεται *υγρή οδός* .

Πολλές φορές οι προσθήκες κραματικών στοιχείων βελτιώνουν βασικές ιδιότητες π.χ. η προσθήκη ψευδαργύρου (Zn) βελτιώνει την μηχανική αντοχή, η προσθήκη κασσιτέρου (Sn) βελτιώνει την αντοχή στη διάβρωση,



η προσθήκη μολύβδου (Pb) την κατεργασιμότητα στην κοπή. Τα βασικά κράματα χαλκού είναι τα ακόλουθα :

- Κράμα Cu-Zn (ορείχαλκος)
- Κράμα Cu-Sn (μπρούντζος)
- Κράμα Cu-Al (χαλκοαλουμίνιο)
- Κράμα Cu-Ni (χαλκονικέλιο)

Ο ορείχαλκος είναι κράμα χαλκού και ψευδαργύρου. Η συνηθέστερη αναλογία είναι 30%-45% ψευδάργυρος και 55%-70% χαλκός. Έχει χρώμα κιτρινωπό, χυτεύεται, πρεσάρεται, λιμάρεται εύκολα. Είναι σκληρότερος από τον χαλκό.

Ο μπρούντζος είναι κράμα χαλκού και κασσιτέρου. Χυτεύεται εύκολα αλλά δεν αντέχει σε πολλές επεξεργασίες. Γι αυτό χρησιμοποιείται κυρίως στην κατασκευή χυτών αντικειμένων, π.χ. αγαμάτων. Έχει μεγάλη ηχητικότητα και γι αυτό από μπρούντζο κατασκευάζονται και οι καμπάνες. Άλλοι πάλι μπρούντζοι μεγαλύτερης αντοχής χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εδράνων ολίσθησης (κουζινέτα).

Βασικά είδη μπρούντζου είναι ο μπρούντζος φωσφόρου, με εφαρμογές σε έδρανα και κουζινέτα που καταπονούνται σε τριβή, ο μπρούντζος ψευδαργύρου, με εφαρμογές στην κατασκευή πυροβόλων αλλά και νομισμάτων, ο μπρούντζος μολύβδου, με εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία και στην κατασκευή εδράνων υψηλών απαιτήσεων με μεγάλες φορτίσεις και ανεπαρκή λίπανση.

Το χαλκοαλουμίνιο είναι κράμα μεγάλης αντοχής σε διαβρωτικό περιβάλλον, λόγω της αυθόρμητης δημιουργίας προστατευτικού στρώματος οξειδίου του αργιλίου ( $Al_2O_3$ ). Έχουμε δύο είδη χαλκοαλουμινίου: το μονοφασικό χαλκοαλουμίνιο, με εφαρμογές στην κατασκευή σωλήνων, εναλλακτών θερμότητας, στην κοσμηματοποιία και στην κατασκευή διακοσμητικών αντικειμένων, και το διφασικό χαλκοαλουμίνιο με εφαρμογές στη χημική βιομηχανία, στην κατασκευή αξόνων, πτερωτών, εδράνων κλπ.

Το χαλκονικέλιο κρυσταλλώνεται στο κυβικό εδροκεντρωμένο κρυσταλλικό πλέγμα. Το νικέλιο σε ποσοστό μεγαλύτερο του 15% αλλάζει το χρώμα του χαλκού από κόκκινο σε λευκό. Παρουσιάζει μεγάλη ολκιμότητα και έτσι μπορεί εύκολα να διαμορφωθεί με έλαση, διέλαση, σφυρηλάτηση κλπ. Λόγω της ομοιογένειας που παρουσιάζει, με την ύπαρξη μιας μόνο φάσης σε κάθε αναλογία, εμφανίζει *εξαιρετική αντοχή στη διάβρω-*

ση και μάλιστα κάτω από σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. θαλάσσιο περιβάλλον). Χρησιμοποιείται για την κατασκευή σωλήνων, εναλλακτών θερμότητας, όπου απαιτείται υψηλή αντοχή στη διάβρωση, αλλά και στην κοπή νομισμάτων.

**Ο κασσίτερος** παραλαμβάνεται από το ορυκτό κασσιτερίτης (θειούχος κασσίτερος – SnS). Είναι μέταλλο με χρώμα γκριζωπό, εξαιρετικά μαλακό και εύτηκτο (λιώνει στους 232°C). Η πυκνότητά του είναι περίπου ίση με 7300 Kg/m<sup>3</sup>. Όπως ο ψευδάργυρος, έτσι και ο κασσίτερος είναι μέταλλο που δεν οξειδώνεται εύκολα ούτε στον αέρα ούτε στο νερό, γι' αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για επικαλύψεις μετάλλων (επικασσιτερώσεις-κεφ. 8). Είναι ελατός, περισσότερο από τον ψευδάργυρο, και όλκιμος. Έτσι από τον κασσίτερο κατασκευάζονται φύλλα και σύρματα. Κατασκευάζονται ακόμα λεπτότατα φύλλα, τα οποία επειδή δεν οξειδώνονται, χρησιμεύουν για τη συσκευασία τροφίμων (τυριών, βουτύρου, σοκολάτας κλπ).

Ο κασσίτερος με άλλα μέταλλα σχηματίζει κράματα πολύ χρήσιμα, όπως ο *μπρούντζος* που είδαμε πιο πάνω, το *λευκό ή αντιτριβικό μέταλλο* (αντιμόνιο-κασσίτερος), κράματα με το μόλυβδο όπως το *συγκολλητικό κράμα των λευκοσιδηρουργών* (45%-65% σε κασσίτερο), το *συγκολλητικό κράμα των λεβητοποιιών* (30%-45% σε κασσίτερο) και το *συγκολλητικό κράμα των υδραυλικών* (25% σε κασσίτερο).

Από παλιά είναι γνωστά και άλλα κράματα του κασσίτερου με σημεία τήξης κάτω των 100° C και αναλογία κασσίτερου μέχρι 25%, όπως τα κράματα του Newton, του Darcey, του Lipowitz, του Wood κ.α. Με το νιόβιο τέλος σχηματίζει κράμα χαρακτηριζόμενο από υπεραγωγιμότητα, την οποία διατηρεί μέχρι την θερμοκρασία των 18°K και κάτω από την επίδραση ισχυρών μαγνητικών πεδίων.

**Ο μόλυβδος** είναι από τα πιο βαριά μέταλλα με πυκνότητα 11300 Kg/m<sup>3</sup> και κρυσταλλώνεται στο κυβικό εδροκεντρωμένο κρυσταλλικό πλέγμα. Λιώνει στους 327° C και παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στη διάβρωση. Διαμορφώνεται εύκολα με χύτευση και παρουσιάζει πολύ μεγάλη όλκιμότητα, τόσο που μπορεί εύκολα να παραμορφωθεί με το χέρι. Παλαιότερα από μόλυβδο κατασκευάζονταν νομίσματα, κοσμήματα και αργότερα οροφές κατοικιών. Σήμερα από μόλυβδο κατασκευάζονται συσσωρευτές, επενδύσεις χημικών δοχείων και θωρακίσεις αντιδραστήρων για προστασία από την ακτινοβολία γ και X. Τα βασικότερα κράματα μολύβδου είναι :

- *Κράματα μολύβδου-αντιμονίου (Pb-Sb)* . Περιέχουν 7%-12% Sb με αποτέλεσμα την αύξηση της σκληρότητας και της αντοχής. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σχαρών ηλεκτρικών συσσωρευτών.
- *Κράματα μολύβδου-κασσιτέρου (Pb-Sn)*. Είναι κράματα με ποσοστό κασσιτέρου 20%-50% και χρησιμοποιούνται, λόγω του χαμηλού σημείου τήξης, σαν συγκολλητικό υλικό για ψυχρές κολλήσεις, όπως η κασσιτεροκόλληση (καλάι).
- *Κράματα μολύβδου-αντιμονίου-κασσιτέρου(Pb-Sb-Sn)*. Τα κράματα αυτά περιέχουν 5%-10% Sn και 5%-20% Sb, παρουσιάζουν πολύ καλή ευχυτότητα και χρησιμοποιούνται στην κατασκευή τυπογραφικών στοιχείων. Είναι γνωστά και ως λευκά μέταλλα.

Η εξαγωγή του μολύβδου από τα μεταλλεύματά του περιλαμβάνει το στάδιο της απομάκρυνσης του θείου, το στάδιο της αναγωγικής τήξης μέσα σε κάμινο και τέλος το στάδιο του καθαρισμού.

**Το νικέλιο** είναι μέταλλο μαγνητικό (όπως ο σίδηρος και το κοβάλτιο). Έχει πυκνότητα  $8900 \text{ Kg/m}^3$  και λιώνει στους  $1453^\circ \text{ C}$ . Το νικέλιο κρυσταλλώνεται στο κυβικό εδροκεντρωμένο κρυσταλλικό πλέγμα. Είναι αδρανές και παρουσιάζει έτσι εξαιρετική αντίσταση στη διάβρωση. Τα βασικά κράματα του νικελίου με βιομηχανικό ενδιαφέρον είναι τα παρακάτω :

- *Κράματα Νικελίου-Χαλκού (Ni-Cu)*. Ονομάζονται και *monel*. Είναι κράματα με σύσταση περίπου 70% Ni και 30% Cu, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην κατασκευή δοχείων και δεξαμενών στη χημική βιομηχανία. Επίσης χρησιμοποιούνται και στη ναυπηγική, π.χ. στην κατασκευή αξόνων προπελών πλοίων.
- *Κράματα Νικελίου-Τιτανίου (Ni-Ti)*. Ονομάζονται και *nitinol*. Είναι κράματα με σύσταση 55% Ni και 45% Ti . Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές για την κατασκευή ειδικών διακοπών, συρμάτων, ενισχυμένων κατασκευών και ικανοποιούν απαιτήσεις της αεροδιαστημικής τεχνολογίας, όπως στην περίπτωση κατασκευής εξαρτημάτων κεραιών δορυφόρων.
- *Υπερκράματα*. Είναι κράματα Ni-Cr-Co-Mo-Ti-Al και Ni-Cr-Co-Fe-Mo-Ti-Al-W που σκληραίνουν σε μεγάλο βαθμό με κατάλληλες θερμικές κατεργασίες. Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στη διάβρωση και οξείδωση υψηλών θερμοκρασιών, καθώς επίσης και μεγάλη αντοχή

στον ερπυσμό. Παρουσιάζουν εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων τόσο σε χημική όσο και σε μηχανική αντοχή. Αντέχουν σε *επιθετικές ατμόσφαιρες*, όπου επικρατούν εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες και έντονα οξειδωτικό περιβάλλον. Είναι δομικά στοιχεία για την κατασκευή εξαρτημάτων φούρνων, χημικών αντιδραστήρων με έντονα όξινο περιβάλλον, ηλεκτρικών αντιστάσεων, μηχανών και πτερυγίων αεριοστροβίλων, θαλάμων καύσης κλπ. Μερικά καθιερωμένα τέτοια κράματα είναι : *Inconel 700, Hastelloy C, Nimonic 75, Astroloy, AlumeI, Duranickel*.

Η παραγωγή νικελίου περιλαμβάνει δύο στάδια. Στο πρώτο, το νικελιούχο μετάλλευμα υπόκειται σε επεξεργασία εμπλουτισμού<sup>1</sup> σε νικέλιο και μερικής αποσιδήρωσής του. Το συσσωμάτωμα που προκύπτει περιέχει κατά βάση νικέλιο, σίδηρο και χαλκό.

Στο δεύτερο στάδιο το συσσωμάτωμα επεξεργάζεται κυρίως με χημικό τρόπο (διαλύματα χλωριούχων ενώσεων) και μέσα από μια πολύπλοκη διαδικασία απομακρύνεται με καταβύθιση<sup>2</sup> ο χαλκός, και με εκχύλιση<sup>3</sup> το κοβάλτιο και ο σίδηρος. Στη συνέχεια με ηλεκτρόλυση ανακτάται το νικέλιο σε μεταλλική κατάσταση.

**Ο ψευδάργυρος** κρυσταλλώνεται στο εξαγωνικό μεγίστης πυκνότητας και λιώνει στους 420° C. Ο καθαρός ψευδάργυρος έχει μέτριες μηχανικές ιδιότητες αλλά παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στην διάβρωση στον αέρα, λόγω της δημιουργίας οξειδίου του ψευδαργύρου (ZnO) στην επιφάνειά του. Έτσι χρησιμοποιείται ευρύτατα σε οικοδομικές, ηλεκτρολογικές και όχι μόνο εφαρμογές, σαν ' 'θυσιαζόμενο' ' ηλεκτρόδιο για την προστασία από τη διάβρωση στις μεταλλικές κατασκευές. Επίσης χρησιμοποιείται σαν επικαλυπτικό υλικό για την προστασία από τη διάβρωση (γαλβανισμένες και επιψευδαργυρωμένες λαμαρίνες-κεφ. 8).

Τα κράματα του ψευδαργύρου με το μεγαλύτερο πρακτικό ενδιαφέρον είναι τα κράματα Zn-Al, γνωστά με την εμπορική ονομασία *Zamac*. Τα κράματα αυτά είναι ιδιαίτερα εύχυτα. Χρησιμοποιούνται σαν εξαρτήματα πλυντηρίων, ραδιοφώνων, παιχνιδιών, πλαισίων κλπ. και στην αυτοκινητοβιομηχανία στους εξαεριωτές (καρμπυρατέρ), μετρητές, χειρολαβές και άλλα εξαρτήματα.

1 αύξηση της περιεκτικότητας

2 κατακρήμνιση λόγω μεγαλύτερου ειδικού βάρους

3 επιλεκτική διάλυση

Στο σχήμα 2.24 παρουσιάζεται η διαδικασία θερμού γαλβανίσματος μεγάλων μεταλλικών τεμαχίων σε ‘μπάνιο’ ψευδαργύρου.



**Σχήμα 2.24** Μέθοδος θερμού γαλβανίσματος (μπάνιο ψευδαργύρου)

### **Ιδιότητες- χρήση στο αυτοκίνητο**

Σε όλες τις προηγούμενες αναφορές της παραγράφου 2.3.1 παρουσιάστηκαν αναλυτικά οι ιδιότητες τόσο των καθαρών μη σιδηρούχων βαρέων μετάλλων όσο και των κραμάτων τους. Εντελώς περιληπτικά θα ξαναθυμηθούμε εδώ μερικές από τις χρήσεις τους στην αυτοκινητοβιομηχανία. Έτσι έχουμε το χαλκό να χρησιμοποιείται σε μέρη του ηλεκτρικού συστήματος του αυτοκινήτου, τον μπρούντζο σε κουζινέτα με ελλειπή λίπανση και σε έδρανα υψηλών απαιτήσεων, τα κράματα του κασίτερου σαν αντιτριβικά μέταλλα (λευκά μέταλλα), τον μόλυβδο στους συσσωρευτές, το νικέλιο στις επιμεταλλώσεις μερών του αυτοκινήτου και κράματά του σε εξατμίσεις και τμήματα κινητήρων τούρμπο, τον ψευδάργυρο σε αντιδιαβρωτική προστασία μερών του αυτοκινήτου, στο ‘καρμπυρατέρ’, στις χειρολαβές κλπ.

### 2.3.2 Μη σιδηρούχα ελαφρά μέταλλα

#### Αλουμίνιο- μαγνήσιο- τιτάνιο και τα κράματά τους

**Το αλουμίνιο** μαζί με το μαγνήσιο και το τιτάνιο ανήκει στην κατηγορία των ελαφρών μη σιδηρούχων μετάλλων. Έχει πυκνότητα  $2700 \text{ Kg/m}^3$ . Το αλουμίνιο και τα κράματά του εμφανίζουν μεγάλη αντοχή στη διάβρωση λόγω της αυθόρμητης δημιουργίας επιφανειακού στρώματος οξειδίου του αργιλίου ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), που είναι λεπτό και αδιαπέραστο από το οξυγόνο, προστατεύοντας έτσι το υλικό από περαιτέρω οξείδωση και διάβρωση. Κρυσταλλώνεται στο κυβικό εδροκεντρωμένο κρυσταλλικό πλέγμα και λιώνει στους  $661^\circ \text{ C}$ . Επιπλέον, λόγω της μεγάλης μηχανικής αντοχής που επιδεικνύει σε σχέση με το βάρος του (το  $1/3$  περίπου του σιδήρου), καθίσταται βασικό δομικό στοιχείο στις κατασκευές όπου απαιτείται ταυτόχρονα υψηλή αντοχή και χαμηλό βάρος, όπως π.χ. στην αυτοκινητοβιομηχανία και κυρίως στην αεροναυπηγική. Το ντουραλουμίνιο, κράμα πολύ γνωστό στην αεροναυπηγική, αποτελείται από Al 95%, Cu 4%, Mg 0,5%, Mn 0,5%, παραπλήσιο του A.A. (*Aluminium Association*) 2024 του πίνακα 2.8, παρουσιάζει αντοχή σε εφελκυσμό τριπλάσια εκείνης του καθαρού Al.

Τα διάφορα κράματα αλουμινίου διακρίνονται σε χυτά κράματα και σε κράματα διαμόρφωσης. Τυποποιούνται δε σύμφωνα με την (A.A.) στις παρακάτω 8 κατηγορίες του πίνακα 2.7.

Εκτός της τυποποίησης αυτής έχουμε και τη γερμανική τυποποίηση κατά DIN 17007 με 5 ψηφία. Έτσι το πρώτο ψηφίο που στους χάλυβες είναι 1 (βλ. πίνακες 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5) στο αλουμίνιο είναι το 3.

Στον πίνακα 2.8 δίνονται αντιστοιχίες των δύο συστημάτων τυποποίησης για τα πιο γνωστά χρησιμοποιούμενα κράματα αλουμινίου τόσο στην αυτοκινητοβιομηχανία όσο και στην αεροναυπηγική.

Στον πίνακα 2.9 παρουσιάζονται τα υλικά των ηλεκτροδίων ή συρμάτων, που χρησιμοποιούνται σε κολλήσεις κάθε είδους, των κραμάτων αλουμινίου σύμφωνα με το DIN 1732.

Στον πίνακα 2.10 παρουσιάζονται τα πιο γνωστά κράματα αλουμινίου καθώς και τα μέρη του αυτοκινήτου όπου χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη αυτοκινητοβιομηχανία.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7** Σειρές κραμάτων αλουμινίου κατά Α.Α.

ΣΕΙΡΑ	ΚΥΡΙΑ ΠΡΟΣΜΙΞΗ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1000	Καθαρό αλουμίνιο > 99.00%	ΟΧΙ (δεν επιδέχεται)	Κοινές χρήσεις, βιομηχανία τροφίμων, οικοδομικές εφαρμογές.
2000	Χαλκός (Cu)	ΝΑΙ (επιδέχεται)	Αυτοκινητοβιομηχανία, αεροναυπηγική.
3000	Μαγγάνιο(Mn)	ΟΧΙ (δεν επιδέχεται)	Χρήσεις όμοιες με τη σειρά 1000 αλλά με μεγαλύτερες απαιτήσεις σε αντοχή.
4000	Πυρίτιο (Si)	ΟΧΙ (δεν επιδέχεται)	Σύρματα συγκολλήσεων, σκελετοί μικρών σκαφών θαλάσσης.
5000	Μαγνήσιο (Mg)	ΟΧΙ (δεν επιδέχεται)	Οικοδομικές εφαρμογές, κατασκευή σωλήνων και λεβήτων, πυργίσκοι αρμάτων μάχης, θαλάσσιες εφαρμογές.
6000	Μαγνήσιο και πυρίτιο(Mg,Si)	ΝΑΙ (επιδέχεται)	Οικοδομικές εφαρμογές, αυτοκινητοβιομηχανία, αεροναυπηγική.
7000	Ψευδάργυρος και μαγνήσιο(Zn,Mg)	ΝΑΙ (επιδέχεται)	Αεροναυπηγική, αυτοκινητοβιομηχανία, κατασκευή όπλων, σιδηροδρομικά εξαρτήματα, αθλητικά είδη.
8000	Άλλο στοιχείο	-----	-----

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8** Αντιστοιχία κραμάτων αλουμινίου κατά DIN και A.A. χρησιμοποιούμενων στην αυτοκινητοβιομηχανία και την αεροναυπηγική

ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ DIN	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ A.A.	ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΚΥΡΙΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ
AlCuMg2	3.1355	2024	Cu 3.8-4.9 %	Αεροναυπηγική
AlCu2Mg0.5	3.1303	2036	Cu 2.2-3.0 %	Αυτοκιν/νία
AlMg4.5Mn	3.3547	5083	Mg 4.0-4.9 %	Αυτοκιν/νία
AlMgSiPb	3.0615	6012	Mg 0.6-1.2 % Si 0.6-1.2 %	Αυτοκιν/νία
AlMgSiCu	3.3211	6061	Mg 0.8-1.2 % Si 0.4-0.8 %	Αεροναυπηγική
AlZn4.5Mg1	3.4335	7020	Zn 4.0-5.0 % Mg 1.0-1.4 %	Αυτοκιν/νία
AlZnMgCu1.5	3.4365	7075	Zn 5.1-6.1 % Mg 2.1-2.9 %	Αεροναυπηγική

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.9** Ηλεκτρόδια και σύρματα συγκόλλησης αλουμινίων

ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ DIN	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ
S-Al99.8	3.0286	Καθαρό Al
S-Al99.5	3.0259	Καθαρό Al
S-Al99.5Ti	3.0805	Καθαρό Al
S-AlMn	3.0516	Mn 0.9-1.4 %
S-AlMg3	3.3536	Mg 2.6-3.4 %
S-AlMg5	3.3556	Mg 4.5-5.5 %
S-AlMg4.5Mn	3.3548	Mg 4.3-5.2 %
S-AlSi5	3.2245	Si 4.5-5.5 %
S-AlSi12	3.2585	Si 11.0-13.5 %



**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.10** Κράματα αλουμίνιου αυτοκινητοβιομηχανίας

ΣΥΜΒΟΛΟ ΚΑΤΑ Α.Α.	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ <sup>1)</sup> Ή ΣΥΜΒΟΛΟ <sup>2)</sup> ΚΑΤΑ DIN	ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΧΡΗΣΗ
A332	AlSi12CuMgNi <sup>2)</sup>	Si 11.0-13.0 %	Έμβολα μηχανών
-----	AlSi13Mg1CuNi <sup>2)</sup>	Si 12.0-13.5 %	Έμβολα μηχανών
393	AlSi21CuNiMg <sup>2)</sup>	Si 20.0-22.0 %	Έμβολα μηχανών
390 ή A390 ή B390	AlSi17Cu4Mg <sup>2)</sup>	Si 16.0-18.0 %	Κορμοί μηχανών- χιτώνια Κυλινδροκεφαλές
392	AlSi19MgCu <sup>2)</sup>	Si 18.0-20.0 %	Κορμοί μηχανών- χιτώνια
-----	AlMg5SiCu <sup>2)</sup>	Mg 4.5-5.5 %	Κυλινδροκεφαλές
-----	AlCu4Ni2Mg <sup>2)</sup>	Cu 3.8-4.2 %	Κυλινδροκεφαλές
-----	AlSi8Cu3Mg <sup>2)</sup>	Si 7.0-9.5 %	Κυλινδροκεφαλές
2002	AlCuMg <sup>1)</sup>	Cu 1.5-2.5 %	Κύριο σώμα αυτοκινήτου
2036	AlCuMg <sup>1)</sup>	Cu 2.2-3.0 %	Κύριο σώμα αυτοκινήτου
2037	AlCuMg <sup>1)</sup>	Cu 1.4-2.2 %	Κύριο σώμα αυτοκινήτου
5182	AlMg <sup>1)</sup>	Mg 4.0-5.0 %	Κύριο σώμα αυτοκινήτου
6010	AlMgSi <sup>1)</sup>	Si 0.8-1.2 %	Κύριο σώμα αυτοκινήτου
7016	AlZnMgCu <sup>1)</sup>	Zn 4.0-8.2 %	Προφυλακτήρες αυτοκινήτου
7029	AlZnMgCu <sup>1)</sup>	Zn 4.2-5.2 %	Προφυλακτήρες αυτοκινήτου
7046	AlZnMg <sup>1)</sup>	Zn 6.6-7.6 %	Προφυλακτήρες αυτοκινήτου
7146	AlZnMg <sup>1)</sup>	Zn 6.6-7.6 %	Προφυλακτήρες αυτοκινήτου

Στο σχήμα 2.25 παρουσιάζεται ο σκελετός ενός σύγχρονου αυτοκινήτου από κράματα αλουμινίου.

**Σχήμα 2.25** Σκελετός αυτοκινήτου από κράμα αλουμινίου

Εκτός από όσα αναφέραμε στην αρχή της παραγράφου 2.3 για την ονοματολογία και τις συντομογραφίες των μη σιδηρούχων μετάλλων στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθούμε με συντομία σε κάποια πρόσθετα σύμβολα που χρησιμοποιούνται με την κωδικοποίηση Α.Α. για να δείξουμε το είδος της θερμικής κατεργασίας (βαφή, γήρανση κλπ.) των κραμάτων αλουμινίου.

Το γράμμα που χρησιμοποιούμε για το λόγο αυτό είναι το Τ συνοδευόμενο συνήθως από ένα αριθμό από το 1 μέχρι το 10. Έτσι π.χ. για ένα κράμα του πίνακα 2.8 θα μπορούσαμε να έχουμε 2024-T3 ή 6061-T4 ή 7075-T6 κλπ. ΠΡΟΣΟΧΗ! Θερμική κατεργασία όπως έχουμε τονίσει στον πίνακα 2.7 επιδέχονται οι σειρές 2000, 6000 και 7000 μόνο.

*Τι σημαίνουν όμως οι αριθμοί αυτοί;*

- T1 - Ψύξη από τη θερμοκρασία της θερμής διαμόρφωσης και φυσική γήρανση.*
- T2 - Ψύξη από τη θερμοκρασία της θερμής διαμόρφωσης, κατεργασία εν ψυχρώ και εν συνεχεία φυσική γήρανση.*
- T3 - Διαλυτοποίηση, υπερβαφή, κατεργασία εν ψυχρώ και φυσική γήρανση.*
- T4 - Διαλυτοποίηση, υπερβαφή και φυσική γήρανση.*
- T5 - Ψύξη από τη θερμοκρασία της θερμής διαμόρφωσης και τεχνητή γήρανση.*
- T6 - Διαλυτοποίηση, υπερβαφή και τεχνητή γήρανση.*
- T7 - Διαλυτοποίηση, υπερβαφή και σταθεροποίηση.*
- T8 - Διαλυτοποίηση, υπερβαφή, κατεργασία εν ψυχρώ και τεχνητή γήρανση.*
- T9 - Διαλυτοποίηση, υπερβαφή και τεχνητή γήρανση με κατεργασία εν ψυχρώ.*
- T10 - Ψύξη από τη θερμοκρασία θερμής διαμόρφωσης, κατεργασία εν ψυχρώ και εν συνεχεία τεχνητή γήρανση.*

*Η περαιτέρω εξέταση του θέματος αυτού ξεφεύγει από τα όρια του παρόντος βιβλίου. Εκείνο που πρέπει να έχουμε στο νου μας όμως είναι ότι για κάθε τύπο κράματος υπάρχει και μια αντίστοιχη θερμική κατεργασία (τις περισσότερες φορές πολύπλοκη) που οδηγεί το συγκεκριμένο κράμα σε μεγαλύτερη αντοχή.*

Η συνεχώς εξελισσόμενη τεχνολογία κατάφερε να δημιουργήσει κράματα αλουμινίου με αντοχή παρόμοια κραματωμένου χάλυβα αλλά και με βάρος το 1/3 περίπου εκείνου. Το κέρδος από μια τέτοια χρησιμοποίηση κραμάτων με υψηλές αντοχές αλλά και με μειωμένο βάρος είναι προφανές, τόσο στην αεροναυπηγική αλλά και πρόσφατα στην αυτοκινητοβιομηχανία.

**Το μαγνήσιο** είναι ένα πολύ ελαφρύ μέταλλο, πυκνότητας  $1700 \text{ Kg/m}^3$ , που χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές όπου απαιτείται μεγάλη αντοχή και χαμηλό βάρος. Έχει καλή αντοχή στη διάβρωση σε ατμοσφαιρικές συνθήκες αλλά το προστατευτικό οξειδίο που δημιουργείται στην επιφά-

νεια είναι ασταθές, κυρίως κάτω από την παρουσία αλάτων. Κρυσταλλώνεται στο εξαγωνικό μεγίστης πυκνότητας πλέγμα και λιώνει στους 650° C. Η ικανότητα παραμόρφωσής του εν ψυχρώ (έλαση, διέλαση) είναι σχετικά μειωμένη σε σχέση με άλλα μέταλλα (π.χ. αλουμίνιο). Σε υψηλότερες θερμοκρασίες (> 300° C) το μαγνήσιο εμφανίζει μεγαλύτερη πλαστικότητα. Όταν θερμανθεί στον αέρα με υψηλή θερμοκρασία (800°C) καίγεται, παράγοντας εκτυφλωτική λάμψη. Έτσι λοιπόν, παλαιότερα οι φωτογράφοι χρησιμοποιούσαν σκόνη μαγνησίου για την παραγωγή φλας.

Όπως και στα άλλα βιομηχανικά κράματα, έτσι και στα κράματα μαγνησίου υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες, τα κράματα διαμόρφωσης και τα κράματα χύτευσης. Τα κυριότερα κράματα μαγνησίου είναι τα παρακάτω :

- Κράματα Mg- Al- Zn. Οι προσθήκες Al και Zn οδηγούν σε σκλήρυνση του κράματος.
- Κράματα Mg- Zr- Th. Η προσθήκη ζιρκονίου (Zr) βοηθά στη μείωση του μεγέθους των κόκκων, ενώ η προσθήκη θορίου (Th) αυξάνει την αντοχή του υλικού σε *ερπυσμό*.

Το μαγνήσιο παράγεται με δύο τρόπους, την ηλεκτρολυτική μέθοδο και τη θερμική μέθοδο. Με τη δεύτερη, το μέταλλευμα λιώνει σε θερμοκρασία 1300° C παρουσία άσβεστου. Το σχηματιζόμενο μαγνήσιο αποστάζει και συλλέγεται σε κατάλληλους συμπυκνωτές.

Βασικές χρήσεις των σφυρήλατων και χυτών κραμάτων μαγνησίου εντοπίζονται στην κατασκευή δομικών στοιχείων αυτοκινήτων και αεροσκαφών, όπως π.χ. σύστημα τροχών προσγείωσης, δοχεία πετρελαίου και λαδιού, πλαίσια στροφάλων, έμβολα μηχανών εσωτερικής καύσης κλπ.

**Το τιτάνιο** έχει πυκνότητα 4500 Kg/m<sup>3</sup> και ανήκει μαζί με το αλουμίνιο και το μαγνήσιο στα ελαφρά μέταλλα. Είναι μέταλλο αλλοτροπικό, δηλαδή η κρυσταλλική του δομή αλλάζει με τη θερμοκρασία. Έτσι από εξαγωνικό μεγίστης πυκνότητας, μετατρέπεται στους 882° C σε κυβικό χωροκεντρωμένο πλέγμα. Παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στη διάβρωση, λόγω του στρώματος οξειδίου του τιτανίου (TiO<sub>2</sub>) που δημιουργείται στην επιφάνεια. Λιώνει σε υψηλή θερμοκρασία (1660° C) και θεωρείται πυρίμαχο υλικό. Επιπλέον παρουσιάζει μεγάλη μηχανική αντοχή, πράγμα που το καθιστά βασικό δομικό στοιχείο στην κατασκευή κινητήρων αεροσκαφών. Συνοψίζοντας τις ιδιότητες του τιτανίου έχουμε, *χαμηλό βάρος, αντοχή στη διάβρωση, αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη μηχανική αντοχή*.

Τα κράματα του τιτανίου κυρίως με Al και V (βανάδιο) εμφανίζουν τις περισσότερες χρήσεις αφού επιδέχονται θερμικές κατεργασίες με τις οποίες αυξάνεται κατά πολύ η μηχανική αντοχή. Οι χρήσεις τους εκτός των κινητήρων των αεροσκαφών είναι στα πτερύγια αεροστροβίλων, αλλά και στην ιατρική, στα χειρουργικά εργαλεία και στα υλικά προσθετικής (λάμες, εμφυτεύματα κλπ) .

Το τιτάνιο παράγεται με ηλεκτρόλυση του τετραχλωριούχου τιτανίου.

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο 2 που αναφέρεται στα μέταλλα και πριν την περιληπτική ανακεφαλαίωση, σε ένα πίνακα, τον πίνακα 2.11, συγκεντρώσαμε όλα όσα αναφέρθηκαν ξεχωριστά για τις εφαρμογές του κάθε μετάλλου, και συγκεκριμένα τις εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία. Είναι σαφές ότι μια τέτοια συγκέντρωση είναι καθαρά ενδεικτική, και λόγω της έκτασης του βιβλίου, και λόγω της εξελισσόμενης τεχνολογίας που κυριολεκτικά κάθε μέρα ανατρέπει αυτό που σήμερα θεωρούμε δεδομένο.

Ο τεχνικός του αύριο θα πρέπει να ενημερώνεται συνεχώς για τα υλικά καθώς και για τις μεθόδους παραγωγής και χρήσης τους. Η εργασία του αυτή ίσως θα είναι πιο σημαντική και από την αρχική απόκτηση των τεχνικών του γνώσεων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.11** Χρήσεις μετάλλων στην αυτοκινητοβιομηχανία

A/A	ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΥΛΙΚΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Αλυσίδες	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
2	Ανοξειδωτα ρουλεμάν	Ανοξειδωτος χάλυβας	Πίνακας 2.4
3	Αντιδιαβρωτική προστασία	Ψευδάργυρος	Zamac Zn-Al
4	Αντιτριβικά μέταλλα αυτοκινήτου	Κράματα κασσιτέρου	Sn- Sb
5	Άξονες	Χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη	GGG
6	Άξονες γρναζιών	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
7	Βαλβίδες εισόδου	Χάλυβας θερμικής αντοχής (χρωμιοπυριτιούχος)	Πίνακας 2.3
8	Βαλβίδες εξόδου	Χάλυβας θερμικής αντοχής (CrMgNi)	Πίνακας 2.3
9	Βάσεις βαλβίδων	Ανοξειδωτος χάλυβας	Πίνακας 2.4
10	Δίσκοι συμπλέκτη	Κραματωμένοι χυτοσίδηροι	Πίνακας 2.6
11	Διωστήρες	Μαλακτός χυτοσίδηρος, σφαιροειδούς γραφίτη, κραματοχάλυβες (34CrMo4)	Πίνακας 2.6
12	Έδρανα διάφορα	Φαίος χυτοσίδηρος	Πίνακας 2.6
13	Εκκεντροφόροι	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
14	Ελατήρια διαφόρων τύπων	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
15	Ελατήρια εμβόλων	Κραματωμένοι χυτοσίδηροι	Πίνακας 2.6
16	Εμβολα μηχανών	Χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη, Ανοξ. Χάλυβες, κράματα αλουμινίου, κράματα τιτανίου	Πίνακας 2.4 Πίνακας 2.10
17	Εξαμίσεις	Ανοξειδωτος χάλυβας	Πίνακας 2.4
18	Επιμεταλλωμένα μέρη	Νικέλιο	
19	Ηλεκτρικό σύστημα αυτοκινήτου	Χαλκός	
20	Καρμπυρατέρ	Ψευδάργυρος + Al	Zamac Zn- Al
21	Κελύφη κινητήρων	χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη	Πίνακας 2.6

22	Κιβώτια ταχυτήτων	Φαίος χυτοσίδηρος	Πίνακας 2.6
23	Κλειδιά διάφορα	Μαλακτός χυτοσίδηρος	Πίνακας 2.6
24	Κορμοί μηχανών	Κράματα αλουμινίου	Πίνακας 2.10
25	Κουζινέτα	Μπρούντζος	Cu-Sn
26	Κύλινδροι μηχανών	χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη	Πίνακας 2.6
27	Κυλινδροκεφαλές	Φαίος χυτοσίδηρος, Κράματα αλουμινίου	Πίνακας 2.6, Πίνακας 2.10
28	Κύριο σώμα αυτοκινήτου (σασί)	Κράματα αλουμινίου	Πίνακας 2.10
29	Λεβιέδες	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
30	Μηχανικά μικρά κομμάτια	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
31	Μοχλοί διάφοροι	Μαλακτός χυτοσίδηρος	Πίνακας 2.6
32	Οδοντωτοί τροχοί	Χάλυβας κατασκευών, χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη	Πίνακας 2.1 Πίνακας 2.6
33	Πείροι	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
34	Πείροι αλυσίδων	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
35	Πείροι εμβόλων	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
36	Πλακίδια συμπλέκτη	Φαίος χυτοσίδηρος	Πίνακας 2.6
37	Πόρτες	Χάλυβας θερμικής αντοχής	Πίνακας 2.3
38	Πρόσωπα βαλβίδων	Ανοξειδωτος χάλυβας	Πίνακας 2.4
39	Πρόσωπα ελατηρίων	Ανοξειδωτος χάλυβας	Πίνακας 2.4
40	Προφυλακτήρες αυτοκινήτου	Κράματα αλουμινίου	Πίνακας 2.10
41	Πτερύγια στροβίλων τούρμπο	Χάλυβας θερμικής αντοχής	Πίνακας 2.3
42	Σκελετοί πόρτας	Χάλυβας θερμικής αντοχής	Πίνακας 2.3
43	Στροφαλοφόροι άξονες	χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη, βελτιωμένοι χάλυβες, χάλυβες εναζώτωσης	Πίνακας 2.6
44	Σύνδεσμοι	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
45	Σύνδεσμοι καρντάν	Χάλυβας κατασκευών	Πίνακας 2.1
46	Συσσωρευτές	μόλυβδος	Pb- Sb
47	Σωληνάκια	Ανοξειδωτος χάλυβας	Πίνακας 2.4

48	Σώματα βαλβίδων	Ανοξειδωτος χάλυβας, χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη	Πίνακας 2.4 Πίνακας 2.6
49	Τμήματα βαλβίδων και αντλιών	Ανοξειδωτος χάλυβας, χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη	Πίνακας 2.4 Πίνακας 2.6
50	Τμήματα κινητήρων τούρμπο	Κράματα νικελίου	
51	Τύμπανα φρένων	Κραματωμένοι χυτοσίδηροι	Πίνακας 2.6
52	Χειρολαβές	Ψευδάργυρος	Zamac Zn- Al
53	Χιτώνια	Φαίος χυτοσίδηρος, Χάλυβας κατασκευών, κράματα αλουμινίου	Πίνακας 2.1 Πίνακας 2.10



### ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Τα βασικά κρυσταλλικά πλέγματα με βάση τα οποία κρυσταλλώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό των μετάλλων είναι τα ακόλουθα :
  1. Το κυβικό χωροκεντρωμένο με παραδείγματα μετάλλων όπως Fe, Cr, Mn, W, Ti, Na, K, V, Cb, Ta.
  2. Το κυβικό εδροκεντρωμένο με παραδείγματα μετάλλων όπως Fe, Al, Cu, Ni, Ca, Au, Ag, Pb, Pt.
  3. Το εξαγωνικό μέγιστης πυκνότητας με παραδείγματα μετάλλων όπως Be, Cd, Mg, Zn, Zr.
- Τα κράματα είναι μίγματα μετάλλων ή μίγματα από μέταλλα και αμέταλλα. Η παραγωγή-δημιουργία των κραμάτων γίνεται επίσης σε υγρή κατάσταση, το τήγμα. Τα στοιχεία του κράματος προσθέτονται στο βασικό ρευστό μέταλλο και διαλύονται σ' αυτό ομοιόμορφα. Κατά την πήξη του τήγματος, σχηματίζονται διαφορετικά είδη κόκκων, των οποίων η σύσταση, το κρυσταλλικό πλέγμα και το μέγεθος ποικίλουν ανάλογα με το είδος των στοιχείων του κράματος, την κατά βάρος αναλογία τους και τις συνθήκες πήξης του κράματος.
- Ο παραγόμενος πρωτογενής χυτοσίδηρος περιέχει έως 90% σίδηρο, 4% άνθρακα και μικρές ποσότητες μαγγανίου, πυριτίου, φωσφόρου και θείου. Ανάλογα με τη σύνθεσή του, διακρίνεται σε πρωτογενή χυτοσίδηρο για παραγωγή χάλυβα (λευκός χυτοσίδηρος) και σε

πρωτογενή χυτοσίδηρο για παραγωγή χυτοσιδηρών προϊόντων (φαιός χυτοσίδηρος). Ο πρώτος έχει υψηλό ποσοστό μαγγανίου και επιφάνεια θραύσης γυαλιστερή αργυρή, ενώ ο δεύτερος έχει υψηλό ποσοστό πυριτίου και επιφάνεια θραύσης γκριζα.

- Για να μετατρέψουμε τον λευκό χυτοσίδηρο σε χάλυβα πρέπει να μειώσουμε το ποσοστό του άνθρακα, του μαγγανίου και του πυριτίου και να εξαλείψουμε τελείως το φώσφορο και τις ξένες προσμίξεις. Οι γνωστότερες μέθοδοι παραγωγής χάλυβα είναι οι : μέθοδος Bessemer, 1856, μέθοδος Siemens-Martin, 1857, (ανοικτής εστίας), μέθοδος οξυγόνου και η μέθοδος του ηλεκτρικού φούρνου .
- Ανάλογα με τη χημική σύστασή τους οι χάλυβες μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες :
  - **Κοινοί ή ανθρακούχοι χάλυβες.** Περιέχουν έως 1.0% Mn και ελάχιστα ποσοστά προσμίξεων θείου (S) και φωσφόρου (P) έως 0.05%.
  - **Κραματωμένοι χάλυβες.** Έχουμε τρεις υποκατηγορίες.
    - Ελαφρά κραματωμένοι χάλυβες. Περιέχουν προσμίξεις μέχρι 2%.
    - Μέτρια κραματωμένοι χάλυβες. Περιέχουν προσμίξεις από 2% έως 10%.
    - Ισχυρά κραματωμένοι χάλυβες. Περιέχουν προσμίξεις πάνω από 10%.
- Ανάλογα με τον προορισμό τους, οι χάλυβες μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες :
  - **Χάλυβες διαμόρφωσης.** Αυτοί υφίστανται περαιτέρω μηχανική κατεργασία (έλαση, διέλαση)
  - **Χυτοχάλυβες.** Παράγονται απευθείας με χύτευση υπό μορφή ‘ ‘χελωνών’ ’.
- Ανάλογα με τη χρήση τους, οι χάλυβες μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες :
  - **Χάλυβες κατασκευών.** Είναι χάλυβες με μικρά σχετικά ποσοστά κραματικών στοιχείων (Mn, Cr) και χρησιμοποιούνται σε πλήθος κατασκευών.



- **Χάλυβες εργαλείων.** Περιέχουν συνήθως μεγάλα ποσοστά κραματικών στοιχείων (W, Mo, Cr, V) , τα οποία ευνοούν την αύξηση της σκληρότητας και της αντίστασης σε φθορά και τριβή.
  - **Χάλυβες θερμικής αντοχής.** Περιέχουν σε μεγάλο ποσοστό Cr και χρησιμοποιούνται για κατασκευή σιδηροτροχιών, φούρνων, σωληνώσεων διυλιστηρίων, μπόιλερ, κλπ.
  - **Χάλυβες ανοξειδωτοι.** Είναι χάλυβες που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου απαιτείται υψηλή αντοχή σε διάβρωση.
  - **Χάλυβες ηλεκτρομαγνητικών εφαρμογών.** Χρησιμοποιούνται για κατασκευή πυρήνων μετασχηματιστών, μονίμων μαγνητών κλπ.
- Σε ότι αφορά τους χρησιμοποιούμενους χάλυβες στο αυτοκίνητο έχουμε :
    1. Από τους χάλυβες κατασκευών κατασκευάζονται μηχανικά μικρά κομμάτια, λεβιέδες, σύνδεσμοι, χιτώνια, πείροι, οδοντωτοί τροχοί, σύνδεσμοι καρντάν, εκκεντροφόροι, αλυσίδες, πινιόν, ρουλεμάν, κιβώτια ταχυτήτων, άξονες, τροχαλίες αλυσίδων, ελατήρια διαφόρων τύπων, πείροι εμβόλων, πείροι αλυσίδων, άξονες γραναζιών, κλπ.
    2. Από τους χάλυβες θερμικής αντοχής κατασκευάζονται βαλβίδες εισόδου μέσης αντοχής για μηχανές κάθε είδους, βαλβίδες εξόδου για μηχανές υψηλών απαιτήσεων, πτερύγια στροβίλων τούρμπο, πόρτες, σκελετοί πόρτας, κλπ.
    3. Από τους ανοξειδωτους χάλυβες κατασκευάζονται μέρη των κινητήρων που απαιτούν αυξημένη αντοχή στη σκουριά, ανοξειδωτα ρουλεμάν, εξατμίσεις, μέρη βαλβίδων και αντλιών, πιστόνια, βάσεις βαλβίδων, πρόσωπα βαλβίδων, πρόσωπα ελατηρίων, σωληνάκια, σώματα βαλβίδων, κλπ.
  - Ανάλογα με τη σύστασή τους οι χυτοσίδηροι μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες :
    - **Γκρίζος ή φαιός χυτοσίδηρος.** Με ποσοστό άνθρακα μέχρι 4% και πυριτίου 3-4%. Χαρακτηρίζεται από καλή ευχυτότητα λόγω της οποίας κατασκευάζονται εξαρτήματα και κατασκευές πο-

λύπλοκης γεωμετρίας. Χρησιμοποιείται στην αυτοκινητοβιομηχανία για κατασκευή κεφαλών κυλίνδρων, πλακιδίων συμπλέκτη, κιβωτίων ταχυτήτων, εδράνων κλπ.

- **Χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη.** Το είδος αυτό του χυτοσίδηρου προέρχεται από τον γκρίζο χυτοσίδηρο με προσθήκη μαγνησίου (Mg) , όταν ακόμα είναι ρευστός. Το πυρίτιο βρίσκεται στο 2-3%. Λόγω των βελτιωμένων μηχανικών του ιδιοτήτων, ο σφαιροειδής χυτοσίδηρος χρησιμοποιείται για την κατασκευή χυτοπρεσαριστών τεμαχίων, όπως σωμάτων αντλιών και βαλβίδων, αξόνων, κελυφών κινητήρων, οδοντοτροχών, στροφαλοφόρων αξόνων, χιτωνίων κυλίνδρων και γενικά εξαρτημάτων που καταπονούνται σε κρουστικές ή εναλλασσόμενες φορτίσεις.
  - **Μαλακτός χυτοσίδηρος, μαύρος, ανοπτημένος χωρίς αφαίρεση άνθρακα.** Ο μαλακτός χυτοσίδηρος κατασκευάζεται από ένα αρχικό τήγμα σιδήρου με περίπου 3% άνθρακα, 1% πυρίτιο και 0.5% μαγγάνιο. Χυτεύεται για την παραγωγή λεπτότοιχων αντικειμένων. Ο μαλακτός χυτοσίδηρος παρουσιάζει καλή ευχυτότητα, καλή κατεργασιμότητα, μέτρια δυσθραυστότητα και αντοχή στη διάβρωση. Οι βασικές του χρήσεις είναι στην αυτοκινητοβιομηχανία για παραγωγή μικρών χυτών, π.χ. μοχλών, κλειδιών, διωστήρων κλπ.
  - **Μαλακτός χυτοσίδηρος, λευκός, ανοπτημένος με αφαίρεση άνθρακα.** Διαφέρει από τον προηγούμενο ως προς το είδος της θερμικής κατεργασίας και την εμφάνιση της επιφάνειας θραύσης. Ιδιότητες και χρήσεις παρόμοιες με τον μαύρο.
  - **Κραματωμένοι χυτοσίδηροι.** Είναι χυτοσίδηροι που περιέχουν προσμίξεις Ni, Mo, Cr, Si, οι οποίες βελτιώνουν τη σκληρότητα και την αντίσταση σε φθορά, την αντοχή σε κρούση κλπ, με αποτέλεσμα τη χρήση τους σε πιο απαιτητικές εφαρμογές. Στο αυτοκίνητο χρησιμοποιούνται στα τύμπανα φρένων, στους δίσκους συμπλέκτη, στα ελατήρια εμβόλων των βενζινοκινητήρων κλπ.
- Στα μη σιδηρούχα μέταλλα συγκαταλέγονται όλα τα καθαρά μέταλλα εκτός του σιδήρου και όλα τα κράματα στα οποία ο σίδηρος δεν καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό.

Όπως έχουμε αναφέρει και στην εισαγωγή, τα μη σιδηρούχα μέταλλα κατατάσσονται σε βαρέα μέταλλα (πυκνότητα  $> 5000 \text{Kg/m}^3$ ) και σε ελαφρά μέταλλα (πυκνότητα  $< 5000 \text{Kg/m}^3$ ).

- Στα μη σιδηρούχα βαρέα μέταλλα κατατάσσονται ο χαλκός, ο κασσίτερος, ο μόλυβδος, το νικέλιο, ο ψευδάργυρος, καθώς και τα κράματά τους.
- Στα μη σιδηρούχα ελαφρά μέταλλα κατατάσσονται το αλουμίνιο, το μαγνήσιο, το τιτάνιο, καθώς και τα κράματά τους.
- Γενικά μπορούμε να πούμε ότι τα καθαρά μη σιδηρούχα μέταλλα διαμορφώνονται εύκολα και παρουσιάζουν περιορισμένη αντοχή. Όταν θέλουμε να βελτιωθούν οι ιδιότητές τους, τα χρησιμοποιούμε με προσθήκη άλλων στοιχείων. Για τους λόγους αυτούς, σε εξαρτήματα που δέχονται φορτία και καταπονήσεις χρησιμοποιούμε κράματα μη σιδηρούχων μετάλλων και όχι καθαρά μέταλλα.
- Εντελώς περιληπτικά θα ξαναθυμηθούμε εδώ μερικές από τις χρήσεις των μη σιδηρούχων βαρέων μετάλλων στην αυτοκινητοβιομηχανία. Έτσι έχουμε το χαλκό να χρησιμοποιείται σε μέρη του ηλεκτρικού συστήματος του αυτοκινήτου, τον μπρούντζο σε κουζινέτα με ελλιπή λίπανση και σε έδρανα υψηλών απαιτήσεων, τα κράματα του κασσίτερου σαν αντιτριβικά μέταλλα (λευκά μέταλλα), τον μόλυβδο στους συσσωρευτές, το νικέλιο στις επιμεταλλώσεις μερών του αυτοκινήτου και κράματά του σε εξατμίσεις και τμήματα κινητήρων τούρμπο, τον ψευδάργυρο σε αντιδιαβρωτική προστασία μερών του αυτοκινήτου, στο 'καρμπυρατέρ' (κράμα Al-Zn), στις χειρολαβές κλπ.
- Κράματα του αλουμινίου και του τιτανίου χρησιμοποιούνται πλέον ευρύτατα στην αυτοκινητοβιομηχανία και συγκεκριμένα στην κατασκευή εμβόλων μηχανών, κορμών μηχανών, χιτωνίων, κυλινδροκεφαλών, σασί, προφυλακτήρων κλπ.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Ποιά είναι τα βασικά κρυσταλλικά πλέγματα με οποία κρυσταλλώνεται το μεγαλύτερο μέρος των μετάλλων και των κραμάτων τους;
2. Περιγράψτε σύντομα το κυβικό χωροκεντρωμένο πλέγμα και δώστε παραδείγματα μετάλλων.
3. Περιγράψτε σύντομα το κυβικό εδροκεντρωμένο πλέγμα και δώστε παραδείγματα μετάλλων.
4. Περιγράψτε σύντομα το εξαγωνικό μεγίστης πυκνότητας πλέγμα και δώστε παραδείγματα μετάλλων.
5. Αναφέρετε τις μεθόδους παραγωγής του πρωτογενούς σιδήρου.
6. Αναφέρετε τη σύσταση του πρωτογενούς σιδήρου και τις ιδιότητές του.
7. Αναφέρετε τις κυριότερες μεθόδους παραγωγής του χάλυβα.
8. Αναφέρετε τη διαίρεση των χαλύβων με βάση τη χημική σύστασή τους.
9. Αναφέρετε τη διαίρεση των χαλύβων με βάση τον προορισμό τους.
10. Αναφέρετε τη διαίρεση των χαλύβων με βάση τη χρήση τους.
11. Από ποιά είδη χαλύβων κατασκευάζονται διάφορα μέρη του αυτοκινήτου ; Δώστε παραδείγματα.
12. Ποιές είναι οι διαφορές μεταξύ χάλυβα και χυτοσιδήρου ως προς τη σύσταση και τις ιδιότητες;
13. Ποιά είναι τα είδη των χυτοσιδήρων; Αναφέρετε σύσταση και ιδιότητες.
14. Από ποιά είδη χυτοσιδήρων κατασκευάζονται διάφορα μέρη του αυτοκινήτου; Δώστε παραδείγματα.
15. Ποιά είναι τα μη σιδηρούχα βαρέα μέταλλα; Ποια μέρη του αυτοκινήτου φτιάχνονται από αυτά;

16. Ποιά είναι τα μη σιδηρούχα ελαφρά μέταλλα; Ποιά μέρη του αυτοκινήτου φτιάχνονται από αυτά;



**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 2ου κεφαλαίου.**

1. Λόγω της πολυπλοκότητας αλλά και της έκτασης του θέματος των μεταλλικών υλικών στο αυτοκίνητο, προτείνονται επισκέψεις σε αντιπροσωπείες αυτοκινήτων, οργανωμένα συνεργεία, εκθέσεις και σχολικά εργαστηριακά κέντρα.
2. Εργασία που μπορεί να εκπονηθεί από τους μαθητές είναι, αφού χωριστούν σε ομάδες (ανάλογα με τον αριθμό μαθητών της τάξης), να συγκεντρώσουν πρόσθετο πληροφοριακό υλικό για τα σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα του αυτοκινήτου (πρώτος διαχωρισμός), στα παλαιότερα και νεώτερα μοντέλα αυτοκινήτων (δεύτερος διαχωρισμός). Να συγκριθεί η επί τοις εκατό (%) αναλογία των διαφόρων υλικών, να εξαχθούν συμπεράσματα για την πορεία εξέλιξης των υλικών.
3. Αφού θα έχει συγκεντρωθεί πληροφοριακό υλικό για ένα αριθμό μεταλλικών εξαρτημάτων του αυτοκινήτου, μπορεί να δοθεί ατομική άσκηση στον κάθε μαθητή, να ασχοληθεί με την εξέλιξη κάποιου συγκεκριμένου εξαρτήματος του αυτοκινήτου (σιδηρούχο ή μη σιδηρούχο, παλαιότερο-νεώτερο μοντέλο, μεταβολή βάρους, αλλαγή σχεδιασμού κλπ). Οι όποιες παρατηρήσεις να γίνει προσπάθεια να ερμηνευθούν με βάση τις έννοιες του κεφαλαίου.
4. Σε συνέχεια των παραπάνω δραστηριοτήτων (συγκέντρωση πληροφοριών για διάφορα εξαρτήματα του αυτοκινήτου, ιδιαίτερη αναφορά σε κάποια εξαρτήματα) μπορούν να γίνουν προτάσεις από τους μαθητές με ποια κατά τη γνώμη τους υλικά θα μπορούσαν πιθανόν να αντικατασταθούν τα σημερινά χρησιμοποιούμενα και γιατί. Η δικαιολόγηση να γίνει με βάση έννοιες των δύο πρώτων κεφαλαίων.
5. Μια συνολική τελική εργασία της τάξης θα μπορούσε να είναι η καταγραφή σε ένα ενιαίο πίνακα (αντίστοιχο του πίνακα 2 του κεφαλαίου 2) όλων των πληροφοριών που συνέλεξαν οι μαθητές για όλα τα εξαρτήματα, με αναφορά στα χρησιμοποιούμενα υλικά (παλαιά και νέα) αλλά και στις προτάσεις για το μέλλον.

## κεφάλαιο 3

**ΠΟΛΥΜΕΡΗ ΥΛΙΚΑ  
(ΠΛΑΣΤΙΚΑ - ΕΛΑΣΤΙΚΑ)**

- 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ - ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
- 3.3 ΚΟΙΝΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
- 3.4 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΟΜΗ
- 3.5 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ
- 3.6 ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ
- 3.7 ΘΕΡΜΟΣΚΛΗΡΥΝΟΜΕΝΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ
- 3.8 ΕΛΑΣΤΟΜΕΡΗ ΠΟΛΥΜΕΡΗ
- 3.9 ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ



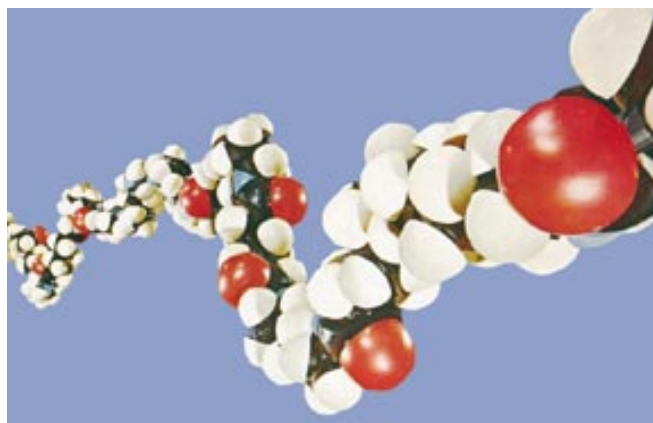


## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να κατονομάζετε τις κύριες πρώτες ύλες των πολυμερών.
- ✓ Να αναφέρετε τις κοινές τους ιδιότητες.
- ✓ Να περιγράφετε την εσωτερική δομή των πολυμερών.
- ✓ Να ονομάζετε τις κατηγορίες των πολυμερών.
- ✓ Να απαριθμείτε τα είδη, τις ιδιότητες και τις χρήσεις στο αυτοκίνητο κάθε κατηγορίας πολυμερών.

### 3.1 Εισαγωγή

Η περίεργη αλυσίδα της εικόνας 3.1, που μοιάζει με φίδι, είναι ένα μέρος από ένα μικροσκοπικό κομμάτι υφάσματος. Πιο συγκεκριμένα είναι ένα τμήμα ενός μορίου του ευρύτατα διαδεδομένου νάιλον.



**Σχήμα 3.1.** Τμήμα ενός πολυμερούς του νάιλον. Η “σπονδυλική στήλη” αποτελείται από άτομα άνθρακα (μαύρα) όπου παρεμβάλλονται άτομα αζώτου (γαλάζια). Σε όλο το μήκος υπάρχουν άτομα υδρογόνου (λευκά) και οξυγόνου (κόκκινα).



Στο σχήμα 3.2 παρουσιάζονται ορισμένα από τα εκατοντάδες εξαρτήματα ενός σύγχρονου αυτοκινήτου που είναι κατασκευασμένα από πολυμερή υλικά.

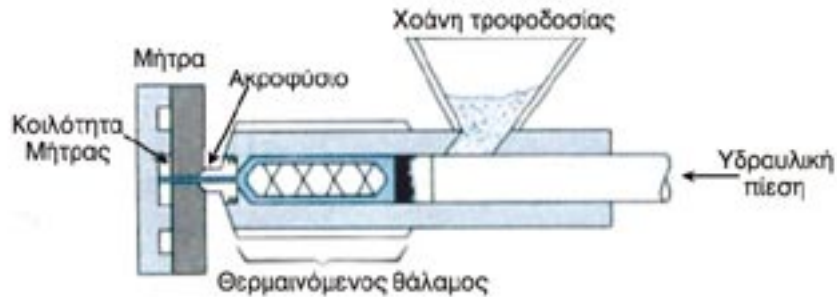


**Σχήμα 3.2** Εξαρτήματα αυτοκινήτου κατασκευασμένα από πολυμερή υλικά

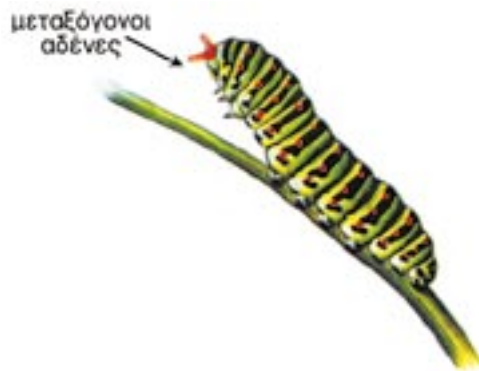
Τα πολυμερή αποτελούν σήμερα μία πολύ σημαντική κατηγορία υλικών που χρησιμοποιούνται σε όλους τους τομείς της σύγχρονης ζωής.

Γιατί όμως ο άνθρωπος κατασκεύασε τα πολυμερή; Πώς τα επινόησε;

Ο άνθρωπος κατασκεύασε τα πολυμερή για να καλύψει ειδικές ανάγκες του. Τα πλεονεκτήματά τους, όπως το χαμηλό κόστος παραγωγής και οι βελτιωμένες ιδιότητες, σε σχέση με τα παραδοσιακά υλικά (μέταλλα, ξύλο, γυαλί, μαλλί, βαμβάκι, καουτσούκ κλπ), συνέβαλλαν στην αλματώδη αύξηση της παραγωγής των συνθετικών πολυμερών. Η επινόηση προήλθε από την παρατήρηση της φύσης και την προσπάθειά του να την μιμηθεί (“χώνεψε” χημικά την κυτταρίνη (σχήμα 3.3), όπως ο μεταξοσκώληκας τα φύλλα μουριάς (σχήμα 3.4), και εξωθώντας την μέσα από οπές μηχανημάτων, σχημάτισε γυαλιστερά νήματα).



**Σχήμα 3.3. Μηχανή μορφοποίησης πολυμερών με έγχυση**



**Σχήμα 3.4. Μεταξοσκώληκας με τους μεταξογόνους αδένες που παράγουν μετάξι (φυσικό πολυμερές)**

Εκτός όμως από πλεονεκτήματα τα πολυμερή παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα ρύπανσης, επειδή είναι ανθεκτικά στον χρόνο και δεν βιοαποικοδομούνται (Σχήμα 3.5).



**Σχήμα 3.5. Τα συνθετικά υλικά παραμένουν αναλλοίωτα για μεγάλο χρονικό διάστημα δημιουργώντας περιβαλλοντικά προβλήματα**

Ήδη έχουν ξεκινήσει σημαντικές προσπάθειες για την ανακύκλωση πολυμερών, για την παραγωγή νέας τεχνολογίας βιοαποικοδομήσιμων πολυμερών, αλλά κυρίως για την επαναχρησιμοποίηση πολυμερών αντικειμένων.

### 3.2 Ορισμός - Προέλευση

Τα πολυμερή είναι μεγαλομοριακές ενώσεις που σχηματίζονται από την επανάληψη μίας ή και περισσότερων βασικών δομικών μονάδων που ονομάζονται *επαναλαμβανόμενες μονάδες*. Οι ομάδες αυτές προέρχονται από χημικές ενώσεις που ονομάζονται *μονομερή*. Όταν οι μακρομοριακές αλυσίδες του πολυμερούς σχηματίζονται από την ίδια επαναλαμβανόμενη ομάδα, τότε το πολυμερές ονομάζεται *ομοπολυμερές* (σχήμα 3.6α). Αρκετά όμως πολυμερή σχηματίζονται από δύο ή και περισσότερες επαναλαμβανόμενες ομάδες και ονομάζονται *συμπολυμερή* (σχήμα 3.6β). Τα συμπολυμερή παρουσιάζουν βελτιωμένες ιδιότητες σε σχέση με τις αντίστοιχες των ομοπολυμερών. Τα ελαστικά των αυτοκινήτων είναι συμπολυμερή.



(α)



(β)

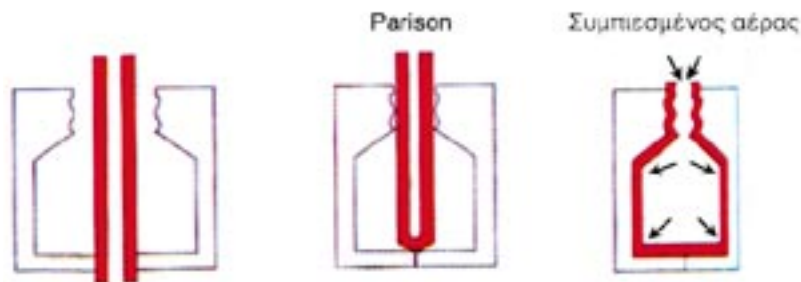
**Σχήμα 3.6.** Όταν η αλυσίδα του πολυμερούς σχηματίζεται από την ίδια επαναλαμβανόμενη ομάδα (κύκλος), το πολυμερές ονομάζεται ομοπολυμερές (α), ενώ όταν σχηματίζεται από διαφορετικές, συμπολυμερές (β)

Οι κύριες πρώτες ύλες για την παραγωγή των πολυμερών προέρχονται από το πετρέλαιο, τους γαιάνθρακες, το ξύλο και το φυσικό αέριο.

### 3.3 Κοινές ιδιότητες

Τα πολυμερή, οφείλουν την ταχεία ανάπτυξη και διάδοσή τους στις χρήσιμες κοινές ιδιότητες που τα διακρίνουν :

- Είναι ιδιαίτερα ελαφρά υλικά. Η πυκνότητά τους έχει χαμηλή τιμή και κυμαίνεται από  $900 \text{ Kg/m}^3$  –  $2200 \text{ Kg/m}^3$  (Πίνακας 1.1).
- Έχουν την δυνατότητα να μεταβάλλουν τις μηχανικές, φυσικές και χημικές ιδιότητές τους με κατάλληλους συνδυασμούς διαφόρων παραγόντων. Τέτοιοι παράγοντες είναι η χημική σύσταση, η μορφή των αλυσίδων κτλ.
- Είναι εύκολα στην κατασκευή. Τα πολυμερή μπορούν εύκολα (παράγραφος 3.9) να διαμορφωθούν (Σχήμα 3.7).
- Είναι ηλεκτρομονωτικά και θερμομονωτικά υλικά.
- Είναι ανθεκτικά στη χημική διάβρωση.



Σχήμα 3.7. Μορφοποίηση με εμφύσηση

#### Ελεύθερο ανάγνωση

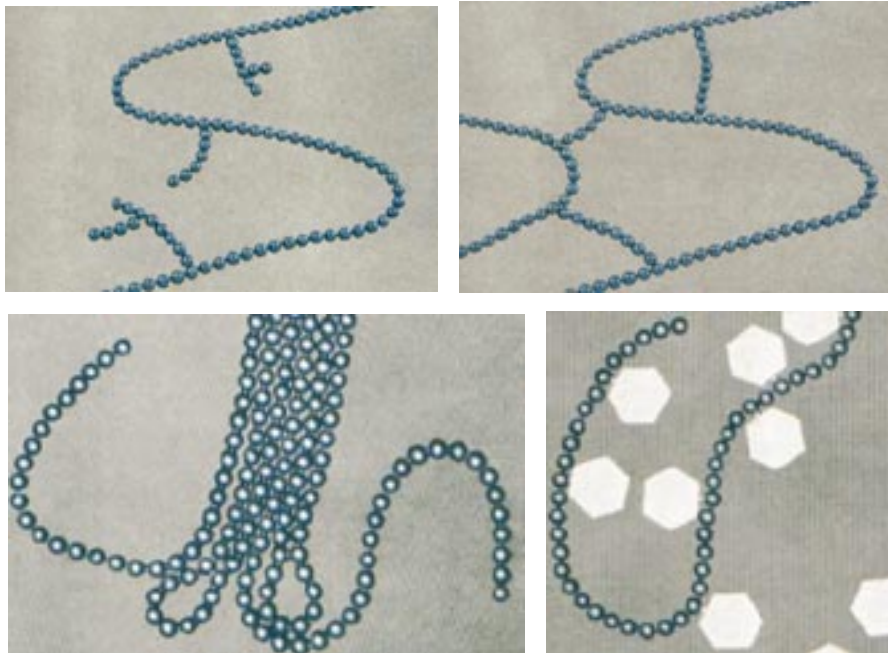
Ο χημικός πολυμερών είναι ένας “μοριακός αρχιτέκτονας” που χρησιμοποιεί τις γνώσεις του για να δομεί συνθετικά πολυμερή, με συγκεκριμένες ιδιότητες, κατά παραγγελία.

Με την ίδια ευκολία μπορεί να κατασκευάσει από παιδικά παιχνίδια μέχρι εξαρτήματα διαστημοπλοίων αλλάζοντας τα μονομερή, συνδυάζοντας διαφορετικά είδη με διαφορετικούς τρόπους.

### 3.4 Εσωτερική δομή

Τα πολυμερή, όπως αναφέρθηκε στον ορισμό, είναι υλικά που σχηματίζονται από την πολλαπλή επανάληψη μιας ή περισσότερων ομάδων (επαναλαμβανόμενες ομάδες) που προέρχεται από ένα ή περισσότερα μονομερή.

Με αυτόν το τρόπο σχηματίζονται οι αλυσίδες μεγάλου αριθμού επαναλαμβανόμενων ομάδων που μπορούν να έχουν πολλές μορφές (Σχήμα 3.8).



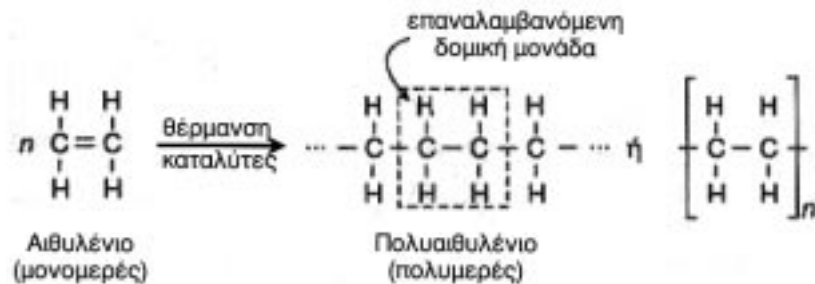
Σχήμα 3.8. Διάφοροι τύποι αλυσίδων πολυμερών

Η χημική αντίδραση σύνδεσης των επαναλαμβανόμενων ομάδων ονομάζεται *πολυμερισμός*.

Ο πολυμερισμός μπορεί να είναι δύο κατηγοριών:

- **Πολυμερισμός προσθήκης**

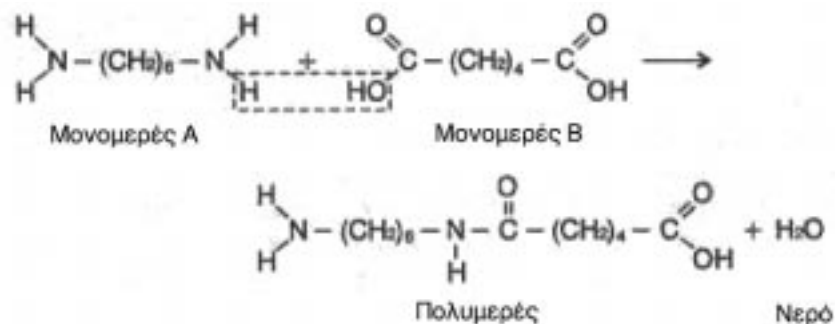
Τα μονομερή ενώνονται με το σπάσιμο χημικών δεσμών και με τη δημιουργία νέων, χωρίς να μεταβάλλεται η χημική τους σύσταση (Σχήμα 3.9)



Σχήμα 3.9. Πολυμερισμός προσθήκης

● Πολυμερισμός συμπύκνωσης

Τα μονομερή (δύο ή περισσότερα είδη) ενώνονται μεταβάλλοντας την σύστασή τους. Κατά τον πολυμερισμό συμπύκνωσης έχουμε παραγωγή ενώσεων (παραπροϊόντα) με χαμηλό μοριακό βάρος, όπως πχ. το νερό (σχ 3.10).



Σχήμα 3.10. Πολυμερισμός συμπύκνωσης

Αρκετές φορές για την βελτίωση των ιδιοτήτων των πολυμερών γίνεται προσθήκη ορισμένων ουσιών που ονομάζονται *πρόσθετα* ή *βελτιωτικά*. Τα πρόσθετα μπορεί να είναι :

- Σταθεροποιητές (ενώσεις που εμποδίζουν την αποσύνθεση όταν τα πολυμερή εκτίθενται στον ήλιο).
- Πλαστικοποιητές (ενώσεις που αυξάνουν την ευκαμψία και την ελατότητα των πολυμερών).
- Πληρωτικά (ενώσεις που βελτιώνουν την αντοχή στην τριβή, την συμπίεση κλπ).
- Μέσα ενίσχυσης (στερεά υλικά όπως γυαλί, ίνες γραφίτη κλπ, που βελτιώνουν τις μηχανικές ιδιότητες των πολυμερών – δημιουργία σύνθετου υλικού).

- Χρωστικές ουσίες (ενώσεις που προσδίδουν τον επιθυμητό χρωματισμό στα πολυμερή).

### 3.5 Ταξινόμηση πολυμερών

Ανάλογα με την προέλευση τα πολυμερή διακρίνονται σε *φυσικά* (π.χ. κυτταρίνη) και *συνθετικά* (π.χ. τεφλόν). Στο αυτοκίνητο κύρια χρησιμοποιούνται συνθετικά πολυμερή υλικά.

Ανάλογα με τις μηχανικές και θερμικές τους ιδιότητες τα πολυμερή υλικά διακρίνονται σε:

- Θερμοπλαστικά
- Θερμοσκληρυνόμενα
- Ελαστομερή

### 3.6 Θερμοπλαστικά πολυμερή

Θερμοπλαστικά πολυμερή είναι τα πολυμερή που μαλακώνουν όταν θερμανθούν πάνω από μία χαρακτηριστική θερμοκρασία, ενώ όταν ψυχθούν γίνονται σκληρά και δύσκαμπτα. Ο κύκλος ψύξης - θέρμανσης μπορεί να επαναληφθεί χωρίς να χάνουν τις ιδιότητές τους. Στην θερμοκρασία περιβάλλοντος τα θερμοπλαστικά είναι δύσκαμπτα, ενώ σε αυξανόμενη θερμοκρασία μεταμορφώνονται σε εύπλαστα και τελικά γίνονται ρευστά. Τα θερμοπλαστικά μπορούν εύκολα να ανακυκλωθούν. Αποτελούνται από μακρομοριακές ενώσεις (αλυσίδες) που περιπλέκονται, *χωρίς να δημιουργούν δεσμούς μεταξύ τους*, όπως ακριβώς οι ίνες στο βαμβάκι (Σχήμα 3.11).



Σχήμα 3.11. Δομή θερμοπλαστικών

Η αντοχή σε αυτά τα πολυμερή οφείλεται στις δυνάμεις τριβής που εμφανίζονται κατά την διασταύρωση των αλυσίδων.

**Είδη θερμοπλαστικών:**

Τα κυριότερα είδη των θερμοπλαστικών που παρουσιάζονται στο αυτοκίνητο είναι:

➤ **ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ ( PE )**

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
1. Λευκό έως άχρωμο.	Μαλακό PE: Εύκαμπτοι σωλήνες, φιάλες, φύλλα.
2. Πυκνότητα: 920 kg/m <sup>3</sup> .	Σκληρό PE:
3. Ανθεκτικό σε οξέα, βάσεις, διαλύτες.	Δοχεία, δεξαμενές, σωλήνες σκληροί, καλύμματα μπαταρίας, λασπωτήρες.
4. Κατάλληλο για συσκευασία τροφίμων.	
5. Χαμηλού κόστους.	



➤ **ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ ( PP )**

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
1. Λευκό έως άχρωμο.	Προφυλακτήρες, κονσόλες, ανεμιστήρες, δοχεία καθαριστικού υγρού παμπρίζ, θήκες φίλτρου αέρα με σωληνώσεις, σταχτοδοχεία
2. $\rho = 950\text{kg/m}^3$ .	
3. Ανθεκτικότερο και σκληρότερο από το PE σε οξέα, βάσεις.	
4. Αντέχει σε θερμοκρασία 130°C.	





➤ **ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΙΟ ( PVC )\***

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αχρωμο-διαυγές.</li> <li>2. <math>\rho = 1350\text{kg/m}^3</math></li> <li>3. Πολύ οικονομικό.</li> <li>4. Ανθεκτικό σε λάδια, οξέα, βάσεις.</li> </ol>	<p>Μαλακό PVC: Τεχνητό δέρμα (ταπετσαρίες), μονωτικά ηλεκτρικών καλωδίων, στεγανωτικά.</p> <p>Σκληρό PVC: Εξαρτήματα και καλύμματα συσκευών, σωλήνες, δοχεία, λαβές ανοίγματος πόρτας.</p> <p>*Παρουσιάζουν οικολογικά προβλήματα</p>



➤ **ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΑ ( PA )**

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Γαλακτόχρωμα.</li> <li>2. <math>\rho = 1140\text{kg/m}^3</math>.</li> <li>3. Υψηλή αντοχή στη φθορά.</li> <li>4. Αντικραδασμικά</li> <li>5. Ανθεκτικά σε λιπαντικά, βενζίνη, διαλυτικά.</li> <li>6. Ηχομονωτικά.</li> </ol>	<p>Οδοντοτροχοί (γρανάζια), κελύφη εργαλείων, δοχεία καυσίμων, τροχαλίες κίνησης, προστατευτικά κράνη, ίνες πολυαμιδης (σχοινιά, υφάσματα). Χρώματα αντικραδασμικά.</p>



➤ **ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ (PS)**

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Άχρωμη.</li> <li>2. <math>\rho = 1050 \text{ kg/m}^3</math>.</li> <li>3. Ανθεκτική στα κτυπήματα.</li> <li>4. Μικρή ανθεκτικότητα σε οξέα, βάσεις.</li> </ol>	<p>Διακόπτες- πλήκτρα αυτοκινήτων, κελύφη μηχανών, λαβές εργαλείων (π.χ κατσαβίδια).</p>



➤ **ΠΟΛΥΤΕΤΡΑΦΘΟΡΙΟΥΧΟ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ (PTFE) (ΤΕΦΛΟΝ)**

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Γαλακτόχρωμο.</li> <li>2. <math>\rho = 2200 \text{ kg/m}^3</math>.</li> <li>3. Εύκαμπτο.</li> <li>4. Πολύ ανθεκτικό σε όλα τα χημικά.</li> <li>5. Πολύ ανθεκτικό στη θερμοκρασία (<math>280^\circ \text{ C}</math>).</li> </ol>	<p>Εδρανα ολίσθησης, παρεμβύσματα στεγανότητας (τσιμούχες), έδρες βαλβίδων, στεγανωτικό, λιπαντικό (σε μορφή σκόνης).</p>



➤ **ΑΚΡΥΛΙΚΟ ΓΥΑΛΙ (PMMA) (ΠΛΕΞΙΓΚΛΑΣ)**

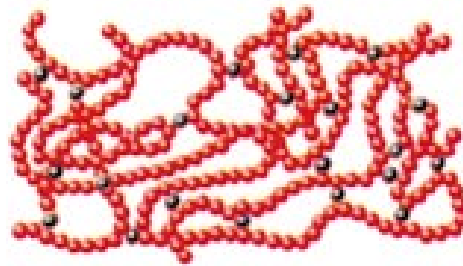
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Διαφανές.</li> <li>2. <math>\rho = 1180 \text{ kg/m}^3</math></li> <li>3. Ιδιαίτερα ανθεκτικό στον ήλιο.</li> <li>4. Σκληρό.</li> </ol>	<p>Γυαλιά προστασίας οργάνων αυτοκινήτου, διαφανή καλύμματα στα φώτα του αυτοκινήτου.</p>



### 3.7 Θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή

Τα θερμοσκληρυνόμενα είναι τα πολυμερή που σκληραίνουν μόνιμα και δεν μπορούν, σε αντίθεση με τα θερμοπλαστικά, να επαναμορφοποιηθούν. Είναι συνήθως ιδιαίτερα σκληρά, εύθραυστα και ανθεκτικά στην υψηλή θερμοκρασία υλικά.

Τα θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή αποτελούνται, όπως τα θερμοπλαστικά, από μακριές αλυσίδες που όμως δικτυώνονται πυκνά μεταξύ τους με χημικούς δεσμούς, σχηματίζοντας γέφυρες μεταξύ διαφορετικών ή και ίδιων αλυσίδων ( Σχήμα 3.12).



**Σχήμα 3.12** Δομή θερμοσκληρυνόμενων πολυμερών  
(οι μαύροι κύκλοι παρουσιάζουν τους χημικούς δεσμούς)

Οι ρητίνες των χρωμάτων που χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο (κεφ. 9) είναι θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή.

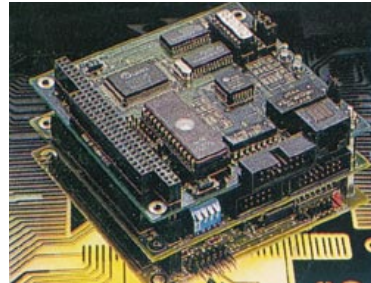
Το κόστος παραγωγής των θερμοσκληρυνόμενων πολυμερών είναι συνήθως υψηλότερο από το κόστος των θερμοπλαστικών.

#### **Είδη θερμοσκληρυνόμενων πολυμερών**

Τα κυριότερα είδη των θερμοσκληρυνόμενων πολυμερών που παρουσιάζονται στο αυτοκίνητο είναι:

➤ **ΦΑΙΝΟΠΛΑΣΤΙΚΑ (PF) (ΒΑΚΕΛΙΤΕΣ)**

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Καφέ- κίτρινα, σκουραίνουν με το χρόνο.</li> <li>2. <math>\rho = 1500 \text{kg/m}^3</math>.</li> <li>3. Σκληρά- εύθραυστα.</li> </ol>	<p>Κελύφη μηχανών - συσκευών, υλικό πλήρωσης άλλων υλικών (ξύλο, ύφασμα).</p>



➤ **ΑΜΙΝΟΠΛΑΣΤΙΚΑ (MF)**

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Άχρωμα, ανοικτό κίτρινο.</li> <li>2. <math>\rho = 1500 \text{kg/m}^3</math>.</li> <li>3. Αντοχή στην θέρμανση.</li> <li>4. Σκληρά, εύθραυστα</li> </ol>	<p>Συνδετικό ξύλων ή πετρωμάτων, κελύφη συσκευών, μικροεξαρτήματα αυτοκινήτων.</p>



➤ **ΡΗΤΙΝΗ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑ (UP)**

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Άχρωμη, διαυγής.</li> <li>2. <math>\rho = 1200 \text{kg/m}^3</math>.</li> <li>3. Ανθεκτική σε αβραία οξέα, βάσεις, διαλύτες.</li> <li>4. Κατασκευή ινών.</li> </ol>	<p>Συνδετικό πολυμερών με υαλονήματα, κόλλα ρητίνης, προφυλακτήρες αυτοκινήτων, παρασκευή υφασμάτων και σχοινιών, ζώνες ασφαλείας.</p>



### ➤ ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΗ ΡΗΤΙΝΗ (ΕΡ)

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Άχρωμη, ανοικτή κίτρινη.</li> <li>2. <math>\rho=1200\text{kg/m}^3</math>.</li> <li>3. Σκληρή, ανθεκτική σε οξέα, βάσεις και διαλυτικά.</li> </ol>	<p>Κόλλα ρητίνης, ενισχυμένη με υαλονήματα ή ανθρακονήματα δημιουργεί πολυμερή υψηλών απαιτήσεων που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή τμημάτων αυτοκινήτων, αεροπλάνων κλπ.</p>



### ➤ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ (ΡΥ)

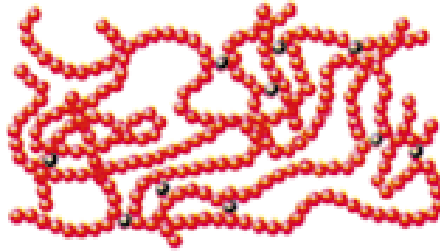
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Άχρωμη, ανοικτή κίτρινη.</li> <li>2. <math>\rho=1300\text{kg/m}^3</math>.</li> <li>3. Ανθεκτική, σκληρή.</li> <li>4. Κατασκευή ινών.</li> </ol>	<p>Προφυλακτήρες αυτοκινήτων, απορροφητήρες κρούσεων, κόλλα, μονωτικό, δημιουργία αφρώδους υλικού για μαξιλάρια αυτοκινήτων, κατασκευή σχοινιών, υφασμάτων.</p>



## 3.8 Ελαστομερή Πολυμερή (ελαστικά)

Τα ελαστομερή είναι πολυμερή με μεγάλη ελαστικότητα. Μετά την επίδραση δύναμης, εμφανίζουν σχεδόν πλήρη και ταχεία επαναφορά στο αρχικό σχήμα τους.

Η δομή που παρουσιάζουν είναι ενδιάμεση των θερμοπλαστικών και των θερμοσκληρυνόμενων. Οι αλυσίδες τους δικτυώνονται αραιά μεταξύ τους και σχηματίζουν ένα ελαστικό πλέγμα (Σχήμα 3.13).



Σχήμα 3.13 Δομή ελαστομερών

### Είδη συνθετικών ελαστομερών

Τα κυριότερα είδη συνθετικών ελαστομερών που παρουσιάζονται στο αυτοκίνητο είναι:

#### ➤ ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΚΑΟΥΤΣΟΥΚ

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
1. Κίτρινο έως καφέ (με προσθήκη αιθάλης γίνεται μαύρο).	Ελαστικά αυτοκινήτων, ελαστικά ελατήρια, σωλήνες, επένδυση καλωδίων,
2. Πολύ ελαστικό.	δακτύλιοι στεγανότητας, καλύμματα προστασίας.
3. Αντοχή στην τριβή.	
4. Ανάλογα της περιεκτικότητας σε θείο (S) γίνεται μαλακό έως σκληρό.	



#### ➤ ΣΙΛΙΚΟΝΕΣ

Στις σιλικόνες οι κύριες μακρομοριακές αλυσίδες αποτελούνται από άτομα πυριτίου (Si) και οξυγόνου (O).

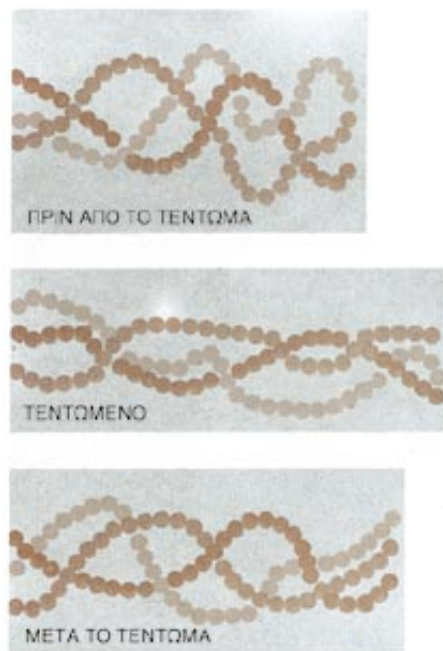
Οι σιλικόνες μπορεί να είναι ελαστομερή, όπως οι ρευστές σιλικόνες, αλλά και θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή, όπως οι ρητίνες σιλικόνης.

**ΡΕΥΣΤΕΣ ΣΙΛΙΚΟΝΕΣ**

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ
1. Γαλακτόχρωμες. 2. $\rho = 1300 \text{kg/m}^3$ . 3. Υψηλή αντοχή στην υγρασία, στην επίδραση ακτινοβολιών, στα λιπαντικά. 4. Όχι αντοχή σε οξέα, βάσεις και διαλυτικά.	Στεγανοποιήσεις, πλήρωση αρμών, ηλεκτρικές μονώσεις, μονωτικά χρώματα, σωλήνες σιλικόνης.

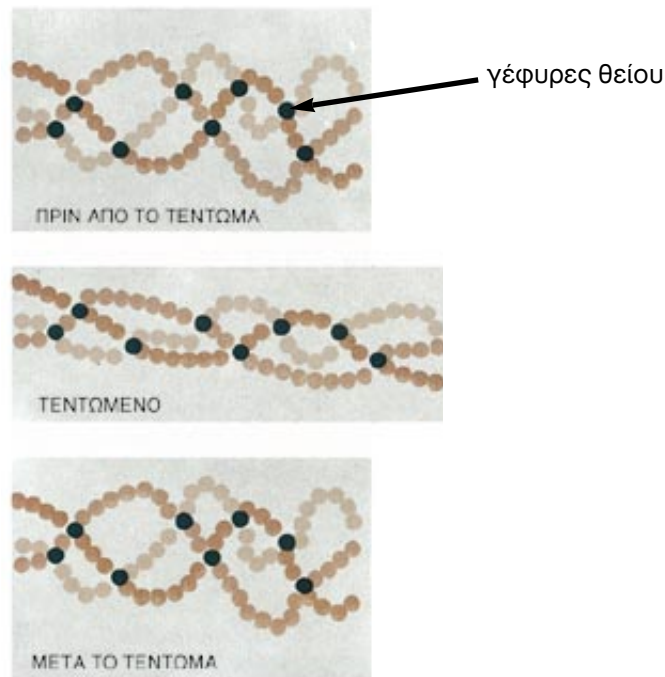
**Ελεύθερο ανάγνωση****ΒΟΥΛΚΑΝΙΣΜΟΣ**

Όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 3.14, ένα ελαστομερές μετά την επίδραση δυνάμεων επιμηκύνεται, αλλά δεν επανέρχεται απόλυτα στην αρχική του κατάσταση.



**Σχήμα 3.14** Το μη βουλκανισμένο ελαστομερές, όταν τεντωθεί, δεν επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση

Ο Goodyear ανακάλυψε ότι εάν ένα ελαστομερές θερμαίνεται με την παρουσία θείου (S) στους  $120 - 180^{\circ} \text{C}$ , τότε η επαναφορά ήταν πλήρης (Σχήμα 3.15). Η χημική αυτή διεργασία ονομάζεται **βουλκανισμός**.



**Σχήμα 3.15. Το βουλκανισμένο ελαστομερές όταν τεντωθεί διατηρεί την ελαστικότητά του**

Κατά τον βουλκανισμό δημιουργούνται χημικές συνδέσεις (γέφυρες θείου) μεταξύ των αλυσίδων.

Για την βελτιστοποίηση των ιδιοτήτων των ελαστομερών κατά τον βουλκανισμό προστίθενται και άλλες ουσίες (π.χ. αιθάλη για την αύξηση της αντοχής σε εφελκυσμό).

### 3.9 Μορφοποίηση πολυμερών

Η τεχνική της μορφοποίησης των πολυμερών υλικών εξαρτάται κύρια από τρεις βασικούς παράγοντες:

1. Το είδος του πολυμερούς (θερμοπλαστικό, θερμοσκληρυνόμενο, ελαστομερές).



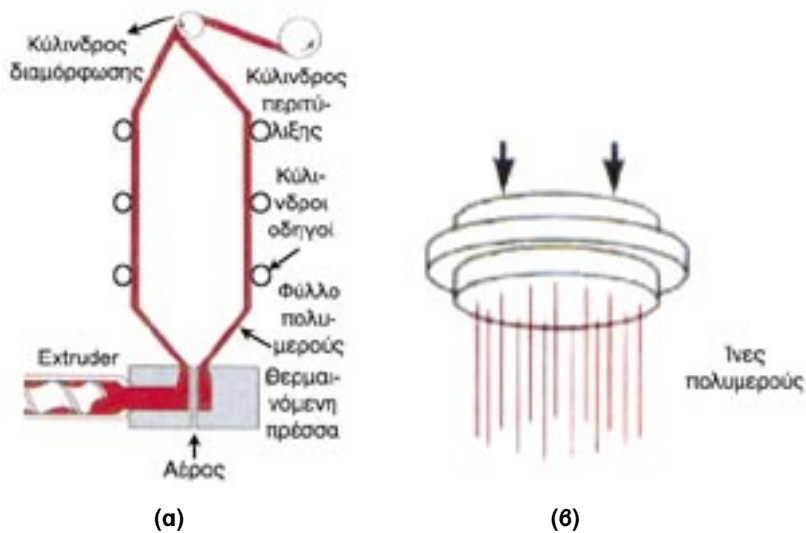
2. Το σχήμα και το μέγεθος του προϊόντος.
  3. Τη θερμοκρασία που 'μαλακώνει' το πολυμερές.
- και πραγματοποιείται με διεργασίες έγχυσης, εκβολής και εμφύσησης.

### Μορφοποίηση με έγχυση (injection)

Το πολυμερές ρευστοποιείται στο θερμαινόμενο θάλαμο ειδικής μηχανής (σχήμα 3.3) και μέσα από ένα ακροφύσιο εξωθείται ώστε να γεμίσει την κοιλότητα της μήτρας (καλούπι). Το πολυμερές υλικό ψύχεται και στερεοποιείται μέσα στο καλούπι. Το κινητό μέρος του καλουπιού απομακρύνεται και το προϊόν ελευθερώνεται. Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται για την παραγωγή αρκετών ειδών του αυτοκινήτου (π.χ. οδοντωτοί τροχοί).

### Μορφοποίηση με εκβολή (extrusion)

Το θερμαινόμενο πολυμερές προωθείται με ειδικό κοχλία προς την έξοδο, όπου εισέρχεται αέρας με πίεση (σχήμα 3.16α) και μορφοποιεί το πολυμερές. Με αυτή τη διαδικασία παράγονται σωλήνες, φύλλα, ράβδοι κλπ. Επίσης σε αντίστοιχο μηχάνημα (διάτρητος δίσκος με πολλές μικρές τρύπες) παράγονται ίνες πολυμερούς υλικού (σχήμα 3.16β).



Σχήμα 3.16 Μορφοποίηση με εκβολή  
(α). παραγωγή φύλλων πολυαιθυλενίου, (β). παραγωγή ινών πολυμερούς

### Μορφοποίηση με εμφύσηση (blow-moulding)

Πρέσα συνεχούς πίεσης διαμορφώνει το πολυμερές σε σωλήνα (parison) που εισάγεται στο καλούπι. Χρησιμοποιώντας αέρα με υψηλή πίεση το πολυμερές καλύπτει την επιφάνεια του καλουπιού (σχήμα 3.7). Χρησιμοποιείται για την παραγωγή διαφόρων ειδών φιαλών.



#### ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Τα πολυμερή είναι μακρομοριακές ενώσεις που προέρχονται από το πετρέλαιο, τους γαιάνθρακες, το ξύλο και το φυσικό αέριο. Η δόμησή τους γίνεται από ενώσεις μικρού μοριακού βάρους, τα μονομερή, με χημική αντίδραση που ονομάζεται πολυμερισμός.
- Στις χρήσιμες κοινές ιδιότητες των πολυμερών (ελαφρά υλικά, δυνατότητα μεταβολής των ιδιοτήτων τους, εύκολη διαμόρφωση, ηχομονωτικά, θερμομονωτικά, ανθεκτικά στη χημική διάβρωση), οφείλεται η αλματώδης ανάπτυξή τους τον 20ο αιώνα.
- Τα θερμοπλαστικά έχουν μη δικτυωμένη δομή, πάνω από μια ορισμένη θερμοκρασία γίνονται μαλακά και ευκατέργαστα, ενώ με ψύξη γίνονται σκληρά και δύσκαμπτα. Ο κύκλος ψύξης - θέρμανσης μπορεί να επαναληφθεί ώστε τα θερμοπλαστικά να επαναμορφοποιηθούν. Αντίθετα τα θερμοσκληρυνόμενα, που έχουν πυκνά δικτυωμένη δομή, μορφοποιούνται μόνιμα κατά την πρώτη τους θέρμανση χωρίς να έχουν την δυνατότητα της επαναμορφοποίησης.
- Τα ελαστομερή έχουν μια ενδιάμεση δομή (αραιά δικτυωμένα) μεταξύ θερμοπλαστικών και θερμοσκληρυνόμενων. Παρουσιάζουν μεγάλη ελαστική επιμήκυνση, ιδιαίτερη αντοχή στην τριβή και σημαντική σταθερότητα στις καιρικές συνθήκες.
- Πλήθος πολυμερών αντικειμένων κατακλύζουν το αυτοκίνητο:
  - **Θερμοπλαστικά**  
Τεχνητό δέρμα, σωλήνες, υφάσματα, φιάλες (σκληρές, μαλακές), μονωτικά καλωδίων, οδοντοτροχοί, τροχαλίες, διακόπτες,

καλύμματα φώτων, έδρανα ολίσθησης, έδρες βαλβίδων, στεγανωτικά κ.α.

➤ **Θερμοσκληρυνόμενα**

Προφυλακτήρες, κελύφη συσκευών - μηχανών, αφρώδες υλικό για ταπετσαρίες, κόλλες ρητίνης κ.α.

➤ **Συνθετικά Ελαστομερή**

Ελαστικά αυτοκινήτων, ελατήρια, δακτύλιοι στεγανότητας, σιλικόνες στεγανοποίησης, ηλεκτρικές μονώσεις κ.α.

Η μορφοποίηση των πολυμερών υλικών πραγματοποιείται με διεργασίες έγχυσης, εκβολής και εμφύσησης.



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Γιατί ο άνθρωπος κατασκεύασε τα πολυμερή υλικά ;
2. Πώς μπορούν να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα ρύπανσης από τα πολυμερή υλικά;
3. Ποιές είναι οι πρώτες ύλες για την παραγωγή των πολυμερών ;
4. Τί ονομάζεται πολυμερές και τι είναι το μονομερές;
5. Ποιές είναι οι κοινές ιδιότητες των πολυμερών ;
6. Τί ονομάζεται πολυμερισμός; Ποιές κατηγορίες πολυμερισμού γνωρίζετε ;
7. Ποιά είναι τα θερμοπλαστικά πολυμερή ; Να αναφέρετε τα κυριότερα είδη θερμοπλαστικών υλικών που παρουσιάζονται στο αυτοκίνητο.
8. Ποιά είναι τα θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή; Να αναφέρετε τα κυριότερα είδη θερμοσκληρυνόμενων υλικών που παρουσιάζονται στο αυτοκίνητο.
9. Εάν ήθελες ένα πλαστικό δοχείο με ιδιότητες:
  - Αντοχή σε υψηλή θερμοκρασία.
  - Αντοχή σε κτυπήματα (πολύ σκληρό).
 και είχες τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ :

- Δοχείου από πολυπροπυλένιο.
- Δοχείου από βακελίτη.

Ποιό δοχείο θα διάλεγες και γιατί;

10. Ποια είναι τα συνθετικά ελαστομερή ; Να αναφέρετε τα κυριότερα είδη συνθετικών ελαστομερών που εμφανίζονται στο αυτοκίνητο.



### **Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 3ου κεφαλαίου**

1. Συλλογή πληροφοριακού υλικού για πολυμερή αυτοκινήτου. Προτείνεται η δραστηριότητα να γίνεται σε ομάδες (π.χ. συλλογή πολυμερών που βρίσκονται εξωτερικά στο αυτοκίνητο, στο σαλόνι ή στη μηχανή).
2. Συλλογή διαφόρων πολυμερών εξαρτημάτων αυτοκινήτου και ταξινόμησή τους με προκαταρκτική εξέταση όπως εξηγείται:

#### **Αναγνώριση πολυμερών αυτοκινήτου**

Σκοποί της δραστηριότητας είναι :

1. Επαφή μαθητών με αγορά εργασίας ( συλλογή από μαθητές πολυμερών εξαρτημάτων αυτοκινήτου )
2. Αναγνώριση και κατάταξη των πολυμερών εξαρτημάτων αυτοκινήτων στις τρεις κατηγορίες.
3. Γνώση χρήσιμων - πρακτικών ιδιοτήτων των πολυμερών ( π.χ. αν έλθει σε επαφή ένα θερμό εξάρτημα -εξάτμιση- με θερμοπλαστικό το πολυμερές θα λειώσει, ενώ ένα θερμοσκληρυνόμενο δεν θα λειώσει.)

Η ακριβής αναγνώριση ενός πολυμερούς υλικού πολλές φορές είναι ιδιαίτερα δύσκολη. Στο πείραμα αυτό, γίνεται μια "αρχική αναγνώριση" του είδους του πολυμερούς χρησιμοποιώντας απλές μεθόδους, όπως είναι ο έλεγχος της διαφάνειας, της σκληρότητας, της ευκαμψίας και της δυνατότητας τήξης.

#### **Διαφάνεια**

Το χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), οι πολυεστέρες (UP), η πολυστερίνη (PS) και το ακρυλικό γυαλί (PMMA) είναι συνήθως δια-

φανή υλικά.

Τα φαινοπλαστικά (PF), τα αμινοπλαστικά (MF), το πολυαιθυλένιο (PE), το πολυπροπυλένιο (PP), το καουτσούκ, είναι αδιαφανή υλικά.

### **Σκληρότητα**

Ο απλούστερος τρόπος ελέγχου της σκληρότητας ενός πολυμερούς γίνεται με την κοπή ξύσματος του υλικού. Με την βοήθεια αιχμηρού οργάνου (π.χ. μαχαίρι) αποκόπτεται λεπτό ξύσμα από τη μάζα του υλικού. Κατά τη δοκιμή αυτή μπορούν να συμβούν τα εξής :

- Δεν είναι δυνατό να ληφθεί συνεχές λεπτό ξύσμα. Το πολυμερές μπορεί να τεμαχίζεται και να λαμβάνονται μικροί κόκκοι ή λεπτά τεμάχια.

Συμπέρασμα : Θερμοσκληρυνόμενο υλικό.

- Λαμβάνεται λεπτό και συνεχές ξύσμα υλικού.

Συμπέρασμα : Θερμοπλαστικό ή ελαστομερές υλικό.

### **Ευκαμψία**

Λαμβάνεται δείγμα πολυμερούς επιμήκους μορφής. Το δείγμα καταπονείται σε κάμψη κατά διεύθυνση κάθετη στον κύριο άξονά του. Παρατηρείται αν είναι εύκαμπτο ή όχι και αν συμβαίνει θραύση κατά την αναδίπλωση του επιμήκους δοκιμίου. Τα συμπεράσματα που μπορούν να προκύψουν δίνονται στον παρακάτω πίνακα :

<b>Παρατηρήσεις</b>	<b>Πολυμερές</b>
Μεγάλη παραμόρφωση συνοδευόμενη από γρήγορη επαναφορά.	Ελαστομερές.
Μικρή παραμόρφωση, αναδίπλωση χωρίς θραύση.	Εύκαμπτο θερμοπλαστικό.
Μικρή παραμόρφωση, αναδίπλωση με θραύση.	Δύσκαμπτο θερμοπλαστικό.
Μη σημαντική παραμόρφωση, δυνατότητα ελαστικής κάμψης, αναδίπλωση με κάμψη.	Θερμοσκληρυνόμενο.

### **Δυνατότητα τήξης**

Θερμαίνεται μεταλλική ράβδος για λίγα λεπτά και έρχεται σε επαφή με τμήμα του εξεταζόμενου πολυμερούς δείγματος, με παράλληλη άσκηση μικρής πίεσης σε αυτό.

1. Αν παρατηρηθεί τήξη ή πλαστική παραμόρφωση ή ενδεχόμενη έναρξη αποσύνθεσης, το πολυμερές είναι θερμοπλαστικό.
2. Αν δε συμβεί καμία μεταβολή στο υλικό, τότε είναι θερμοσκληρυνόμενο ή ελαστομερές.

κεφάλαιο 4

## ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ



- 4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
- 4.2 ΕΙΔΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ- ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ-ΧΡΗΣΗ ΣΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ







## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Na αναφέρετε τον ορισμό των σύνθετων υλικών.
- ✓ Na αναφέρετε τα είδη των σύνθετων υλικών, τις ιδιότητές τους και τη σύσταση του καθενός.
- ✓ Na αναφέρετε εξαρτήματα και μέρη του αυτοκινήτου που κατασκευάζονται από σύνθετα υλικά.

### 4.1 Χαρακτηρισμός των σύνθετων υλικών

Σύνθετο υλικό ορίζεται το υλικό που αποτελείται από δύο ή περισσότερα συστατικά, τα οποία συνδυάζονται για να επιτευχθούν ειδικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά, που κανένα από τα συμμετέχοντα συστατικά δεν μπορεί από μόνο του να επιτύχει. Τα σύνθετα υλικά χαρακτηρίζονται από τη συνύπαρξη δύο τουλάχιστον μακροσκοπικά διακρινόμενων συστατικών από τα οποία το ένα χαρακτηρίζεται ως **συστατικό ενίσχυσης**, προσδίδει στο σύνθετο βελτιωμένες μηχανικές, κυρίως, ιδιότητες. Το δεύτερο συστατικό, το οποίο καλείται **μήτρα** εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση των ιδιοτήτων της ενίσχυσης.

Ανάλυση αυτών των ιδιοτήτων δείχνει ότι εξαρτώνται από:

- Τις ιδιότητες των ανεξάρτητων συστατικών.
- Την ποσόστωση των συστατικών.
- Το μέγεθος, το σχήμα και την κατανομή των συστατικών.
- Το βαθμό της σύνδεσης μεταξύ των συστατικών.
- Τον προσανατολισμό των συστατικών.

Τα διάφορα υλικά που παίζουν το ρόλο των συστατικών του σύνθετου υλικού μπορεί να είναι οργανικά υλικά, μέταλλα ή κεραμικά. Συνεπώς υπάρχει μια μεγάλη ελευθερία στην δημιουργία σύνθετων υλικών και συχνά σχεδιάζονται σύνθετα υλικά ώστε να ικανοποιήσουν μια επιθυμητή μηχανική ιδιότητα ή χαρακτηριστικό.

#### 4.2 Είδη σύνθετων υλικών-ιδιότητες-χρήση στο αυτοκίνητο

Υπάρχουν πολλοί τύποι σύνθετων υλικών και διάφορες μέθοδοι κατάταξής τους. Μια τέτοια μέθοδος, βασισμένη στη γεωμετρία, αποτελείται από τρεις κατηγορίες σύνθετων υλικών :

- Τα σύνθετα υλικά που αποτελούνται από στρώσεις συστατικών.
- Τα σύνθετα υλικά που αποτελούνται από διασκορπισμένα σωματίδια των συστατικών συνδεδεμένων μεταξύ τους.
- Τα σύνθετα υλικά ενισχυμένα με ίνες.

**Τα σύνθετα υλικά που αποτελούνται από στρώσεις συστατικών** έχουν αντοχή βελτιωμένη και γενικά ιδιότητες καλύτερες από εκείνες των μεμονωμένων συστατικών τους. Τα διάφορα κόντρα-πλακέ, τα διμεταλλικά ελάσματα, τα τζάμια ασφαλείας, τα αντιτριβικά μέταλλα τύπου σάντουιτς είναι μερικά μόνο παραδείγματα τέτοιων σύνθετων υλικών με πολύ καλές ιδιότητες. Η συνηθισμένη πρακτική της κατασκευής τους είναι να τοποθετείται ένα παχύ στρώμα υλικού με χαμηλή πυκνότητα και αντοχή ανάμεσα σε δύο πολύ λεπτά στρώματα ενός άλλου υλικού υψηλής πυκνότητας και αντοχής. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ένα σώμα με χαμηλό βάρος, υψηλή αντοχή και ακαμψία (Σχήμα 4.1).

**Τα σύνθετα υλικά με διασπορά σωματιδίων** αποτελούνται από διασκορπισμένα σωματίδια ενός υλικού περιβαλλόμενα και συνδεδεμένα μεταξύ τους από ένα άλλο υλικό. Το σκυρόδεμα είναι ένα κλασικό παράδειγμα αυτού του τύπου των υλικών. Έχουμε άμμο και χαλίκια περιβαλλόμενα και συνδεδεμένα με τσιμέντο. Η συνηθισμένη πρακτική της κατασκευής τους περιλαμβάνει ένα μικρό ποσοστό σκληρών σωματιδίων (συνήθως οξειδία ή καρβίδια) το οποίο διασκορπίζεται σε ένα μαλακότερο και πιο εύπλαστο περιβάλλον υλικό (μήτρα). Σαν παράδειγμα έχουμε το σύνθετο υλικό με βασικό υλικό το αλουμίνιο και κόκκους οξειδίου του αλουμινίου ή κόκκους καρβιδίου του πυριτίου σαν διασκορπισμένα σωματίδια. Η χρήση μιας τέτοιας τεχνικής πάντως, εκτός της αύξησης της αντοχής, γίνεται και για λόγους συνδυασμού ιδιοτήτων των επί μέρους συστατικών. Έτσι στους λειαντικούς και κοπτικούς τροχούς, για παράδειγμα, χρησιμοποιούμε κόκκους κορουνδίου ή ανθρακοπυριτίου συνδεδεμένους με πλαστικό ή κεραμικό ή μέταλλο και εκμεταλλευόμαστε απλά την σκληρότητα των κόκκων. Με-

τά τη φθορά τους, νέοι κόκκοι εμφανίζονται με νέες επιφάνειες λείανσης/κοπής κ.ο.κ. Εδώ το συνδετικό υλικό προσφέρει απλά τη στήριξη στους κόκκους και τίποτα στην αύξηση της αντοχής του σύνθετου υλικού.

**Τα σύνθετα υλικά ενισχυμένα με ίνες** έχουν σαν χαρακτηριστικό εκπρόσωπο τα πολυμερή (φαινολικά, πολυεστέρες, εποξικές ρητίνες) ενισχυμένα με ίνες γυαλιού, γνωστά σαν φάιμπεργκλας (*fiberglass*). Ένα τέτοιο σύνθετο υλικό παρουσιάζει μεγάλη μηχανική αντοχή, χημική αντοχή, δυσθραυστότητα και χαμηλή πυκνότητα. Χρησιμοποιείται σε αεροναυπηγικές-ναυπηγικές εφαρμογές, στη χημική βιομηχανία, στην αυτοκινητοβιομηχανία κλπ. Στην κατηγορία αυτή των σύνθετων υλικών εντάσσονται και τα ελαστικά των αυτοκινήτων όπου γίνεται χρήση ινών νάιλον, ρεγιόν, αραμιδίου (π.χ. Kevlar) ή και χάλυβα σε διάφορες ποσότητες και διευθύνσεις, έτσι ώστε να ενισχυθεί το καουτσούκ και να αυξηθεί η αντοχή και η διάρκεια ζωής. Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι ένα άλλο παράδειγμα όπου στο σκυρόδεμα προστίθεται ο χάλυβας με τη μορφή 'ινών' με αποτέλεσμα τη γνωστή σε όλους αύξηση της αντοχής. Στην κατηγορία αυτή ανήκει και το πολύ γνωστό στην αεροναυπηγική και την πολεμική βιομηχανία σύνθετο αραμίδιο Kevlar (εμπορική ονομασία της κατασκευάστριας DuPont) με ιδιότητες υψηλής αντοχής, χαμηλής πυκνότητας (μισή από το αλουμίνιο), υψηλής σκληρότητας, κακής θερμικής αγωγιμότητας. Οι ιδιότητες των σύνθετων υλικών της κατηγορίας αυτής εξαρτώνται από τα εξής χαρακτηριστικά :

- Τις ιδιότητες του υλικού των ινών.
- Το ποσοστό των ινών στο σύνθετο υλικό.
- Από το λόγο μήκος/διάμετρος των ινών.
- Τον προσανατολισμό των ινών.
- Τον βαθμό σύνδεσης μεταξύ ινών και βασικού υλικού.
- Τις ιδιότητες του βασικού υλικού.

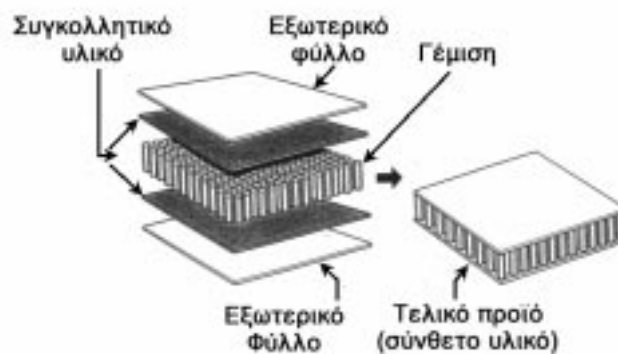
### **Ελεύθερο ανάγνωση**

Στην κατηγορία των σύνθετων υλικών με ίνες έχουμε και τα προηγμένα σύνθετα υλικά. Στα υλικά αυτά ανήκουν 1) **τα σύνθετα πολυμερικής μήτρας (RMC)**, με εφαρμογές στον спор εξοπλισμό (ρακέτες τένις, πέδιλα σκι, μπαστούνια γκολφ, καλάμια ψαρέματος κλπ) και μυριάδες εφαρμογές σε εξαρτήματα αεροσκαφών όπου υπάρχει χαμηλή θερμοκρασία, 2) **τα**

**σύνθετα μεταλλικής μήτρας (MMC)**, με εφαρμογές στην κατασκευή εμβόλων Μ.Ε.Κ. , εδράνων, τριβένων, προπελών, πτερωτών, εργαλείων κοπής, 3) **τα σύνθετα άνθρακα-άνθρακα (CCC)**, με εφαρμογές σε διαστημόπλοια (κώνος, ουρά), δίσκους φρένων αγωνιστικών αυτοκινήτων, τουρμπίνες αεροσκαφών, μέρη κινητήρων αεροσκαφών, μύτες πυραύλων, 4) τα σύνθετα κεραμικής μήτρας (CMC), με εφαρμογές στην αεροναυπηγική, την αεροδιαστημική, τα θερμομονωτικά υλικά.

Στην αυτοκινητοβιομηχανία τα σύνθετα υλικά χρησιμοποιούνται στην κατασκευή αμαξωμάτων αγωνιστικών αυτοκινήτων, στους δίσκους φρένων, στα ελαστικά των τροχών, σε έδρανα, τριβείς, καμπίνες φορτηγών, άξονες, ελατήρια, προφυλακτήρες, δοχεία καυσίμων, ανεμιστήρες, πάνελ οργάνων, καλύμματα μηχανών κλπ. Η επιτυγχανόμενη μείωση βάρους από τη χρήση σύνθετων υλικών είναι της τάξης του 25%.

Στην κατασκευή των σύνθετων υλικών ακολουθείται ο διαχωρισμός που δώσαμε πιο πάνω. Έτσι διαφέρει και ο τρόπος παραγωγής τους. Στο σχήμα 4.1 παρουσιάζεται ο τρόπος παραγωγής ενός σύνθετου υλικού σε στρώσεις. Διακρίνονται τα φύλλα προσώπου (εξωτερικά), το συγκολλητικό υλικό, η γέμιση και το τελικό προϊόν (σύνθετο υλικό).



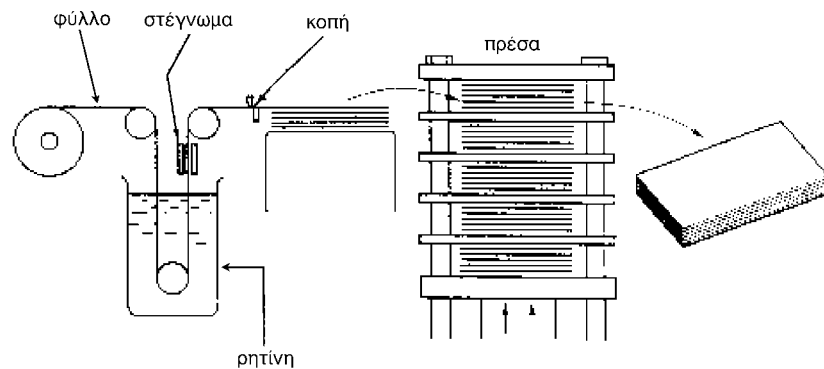
Σχήμα 4.1 Σύνθετο υλικό σε στρώσεις

Στο σχήμα 4.2 παρουσιάζεται ο τρόπος παραγωγής ενός υλικού σε στρώσεις επίπεδων φύλλων, ενώ αντίστοιχα στο σχήμα 4.3 παρουσιάζεται ο τρόπος παραγωγής ενός υλικού σε στρώσεις αλλά στη μορφή ράβδων ή σωλήνων.

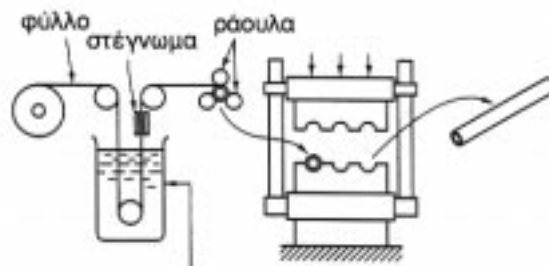
Στο σχήμα 4.4 παρουσιάζεται ο τρόπος παραγωγής ενός υλικού με ίνες ενίσχυσης με τη μέθοδο της διέλασης, γνωστής και από την παραγωγή σωλήνων.

Τέλος, στο σχήμα 4.5 παρουσιάζεται ο τρόπος παραγωγής ενός υλικού με ενισχυτικές ίνες με την μέθοδο του ψεκασμού.

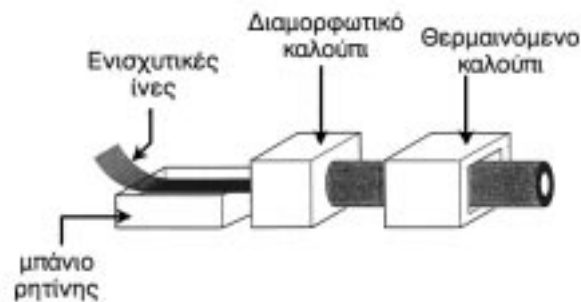
Οι τρόποι παραγωγής δεν εξαντλούνται σε καμιά περίπτωση μόνο σ' αυτούς που παρουσιάζουμε. Η παραγωγή των σύνθετων υλικών περιλαμβάνει πολλές μεθόδους νέας τεχνολογίας αλλά και πολλή φαντασία.



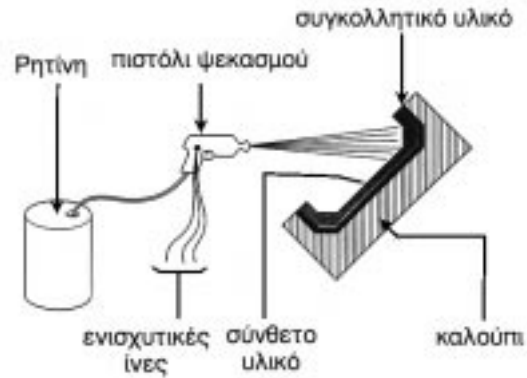
**Σχήμα 4.2** Παραγωγή σύνθετου υλικού σε στρώσεις επίπεδων φύλλων



**Σχήμα 4.3** Παραγωγή σύνθετου υλικού σε στρώσεις, σε μορφή σωλήνα



**Σχήμα 4.4** Παραγωγή σύνθετου υλικού με ενισχυτικές ίνες, με τη μέθοδο της διέλασης



**Σχήμα 4.5 Παραγωγή σύνθετου υλικού με ενισχυτικές ίνες με τη μέθοδο του ψεκασμού**



### ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Σύνθετο υλικό ορίζεται το υλικό που αποτελείται από δύο ή περισσότερα συστατικά, τα οποία συνδυάζονται για να επιτευχθούν ειδικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά, που κανένα από τα συμμετέχοντα συστατικά δεν μπορεί από μόνο του να επιτύχει.
- Το σύνθετο υλικό, γενικά, έχει ιδιότητες όπως ακαμψία, μηχανική αντοχή, βάρος, αντοχή σε υψηλή θερμοκρασία, αντοχή σε διάβρωση, σκληρότητα, ή αγωγιμότητα που δεν έχει κανένα συστατικό ξεχωριστά από μόνο του.
- Υπάρχουν πολλοί τύποι σύνθετων υλικών και διάφορες μέθοδοι κατάταξής τους. Μια τέτοια μέθοδος βασίζεται στη γεωμετρία και αποτελείται από τρεις κατηγορίες σύνθετων υλικών :
  - Τα σύνθετα υλικά που αποτελούνται από στρώσεις συστατικών.
  - Τα σύνθετα υλικά που αποτελούνται από διασκορπισμένα σωματίδια των συστατικών συνδεδεμένων μεταξύ τους.
  - Τα σύνθετα υλικά ενισχυμένα με ίνες.
- Στην αυτοκινητοβιομηχανία τα σύνθετα υλικά χρησιμοποιούνται

στην κατασκευή αμαξωμάτων αγωνιστικών αυτοκινήτων, στους δίσκους φρένων, στα ελαστικά των τροχών, στα έμβολα των Μ.Ε.Κ., σε έδρανα, τριβείς, καμπίνες φορτηγών, άξονες, ελατήρια, προφυλακτήρες, δοχεία καυσίμων, ανεμιστήρες, πάνελ οργάνων, καλύμματα μηχανών κλπ. Η επιτυγχανόμενη μείωση βάρους από τη χρήση σύνθετων υλικών είναι της τάξης του 25%.



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί ονομάζουμε σύνθετο υλικό ;
2. Ποιές ιδιότητες έχει γενικά το σύνθετο υλικό ;
3. Από τί εξαρτώνται οι ιδιότητες του σύνθετου υλικού ;
4. Από τί υλικά είναι τα συστατικά του σύνθετου υλικού ;
5. Ποιές κατηγορίες σύνθετων υλικών γνωρίζετε με βάση τη γεωμετρία τους;
6. Πώς παράγονται τα σύνθετα υλικά με στρώσεις και ποιές είναι οι βασικές ιδιότητές τους ; Δώστε παραδείγματα.
7. Πώς παράγονται τα σύνθετα υλικά με διασπορά σωματιδίων και ποιές είναι οι βασικές ιδιότητές τους ; Δώστε παραδείγματα.
8. Πώς παράγονται τα σύνθετα υλικά ενισχυμένα με ίνες και ποιές είναι οι βασικές ιδιότητές τους; Δώστε παραδείγματα.
9. Τί γνωρίζετε για το Kevlar και τις χρήσεις του;
10. Τί γνωρίζετε για τα προηγμένα σύνθετα υλικά ;
11. Σε ποιές κατηγορίες διαιρούνται τα προηγμένα σύνθετα υλικά ;
12. Αναφέρετε εφαρμογές των προηγμένων σύνθετων υλικών.
13. Αναφέρετε παραδείγματα χρήσης των σύνθετων υλικών στην αυτοκινητοβιομηχανία.



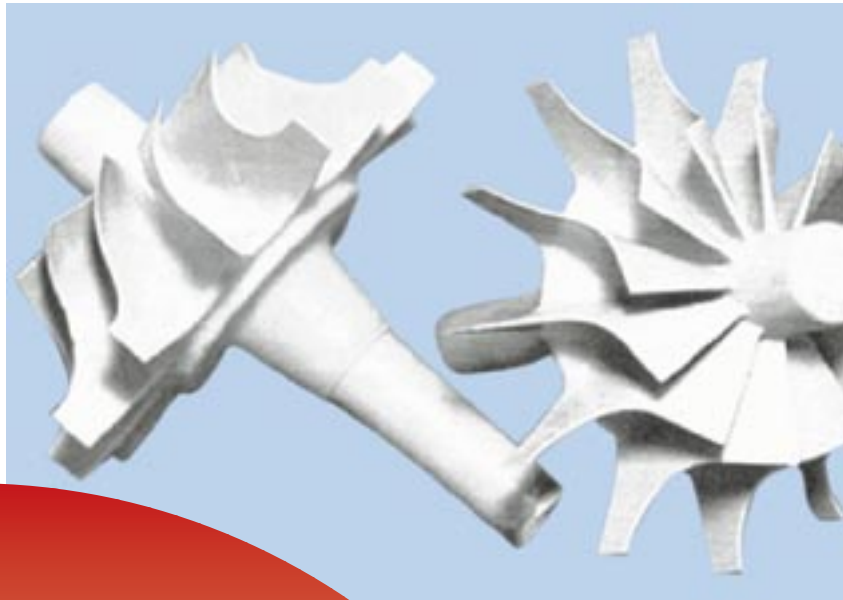
**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 4ου κεφαλαίου.**

1. Προτείνονται επισκέψεις σε εκθέσεις αυτοκινήτων και εργασίες με συλλογή και παρουσίαση στοιχείων από εξειδικευμένα τεχνολογικά περιοδικά αυτοκινήτου όπου παρουσιάζονται οι νέες εξελίξεις των σύγχρονων υλικών. Στην παρουσίαση των εργασιών να αναφέρονται σε στήλες και τα παλαιά και τα νέα υλικά καθώς και μια κριτική στο τέλος με τα υπέρ και τα κατά λόγω της χρήσης τους.
2. Να γίνουν αναθέσεις εργασιών ατομικά σε κάθε μαθητή με ένα συγκεκριμένο μοντέλο αυτοκινήτου για τον καθένα (της προτίμησής του) και θέμα την συγκέντρωση σε πίνακα των χρησιμοποιούμενων σύνθετων υλικών του μοντέλου αυτού. Για μεγαλύτερη εμπάθυνση και έρευνα (αν είναι δυνατό να ευρεθεί σχετικά εύκολα) μπορεί να ζητηθεί από ποιο προηγούμενο μοντέλο άρχισε η χρήση του συγκεκριμένου σύνθετου υλικού και πότε (χρονολογία).
3. Σαν συνολική ομαδική εργασία της τάξης, μετά την ολοκλήρωση της συλλογής των πιο πάνω στοιχείων, μπορεί να συγκεντρωθούν σε ένα ενιαίο πίνακα τα διάφορα εξεταζόμενα μοντέλα αυτοκινήτων με τα αντίστοιχα σύνθετα υλικά ανά εξάρτημα. Στη στήλη των παρατηρήσεων μπορεί να αναφέρεται η χρονολογία έναρξης της χρήσης των υλικών αυτών καθώς και συμπεράσματα από τη βελτιωμένη απόδοση των αυτοκινήτων.
4. Σε σκαριφήματα αυτοκινήτων, εντελώς πρόχειρα σχεδιαστικά, μπορούν με διαφορετικά χρώματα να παρουσιάζονται, στο τέλος των εργασιών των μαθητών, τα εξαρτήματα που κατασκευάζονται από σύνθετα υλικά.



κεφάλαιο 5

# ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ



## 5.1 ΕΙΔΗ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ





## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ



Να αναφέρετε τα είδη των κεραμικών υλικών, τις ιδιότητές τους και τη χρήση τους στο αυτοκίνητο.

### 5.1 Είδη κεραμικών υλικών

#### Σύσταση- ιδιότητες- χρήση στο αυτοκίνητο

Τα κεραμικά υλικά έχουν μια μακρά ιστορία στην βιομηχανία των ηλεκτρικών-ηλεκτρονικών κυρίως λόγω της υψηλής τους ηλεκτρικής αντίστασης. Και άλλες ιδιότητές τους όμως έχουν συμβάλει στην μέχρι τώρα διάδοσή τους, όπως η αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες, η αντοχή στη διάβρωση και τη φθορά με το χρόνο, ο χαμηλός συντελεστής θερμικής διαστολής, η καλή χημική συμπεριφορά και κυρίως η αντοχή σε δυνάμεις θλίψης. Πιο πρόσφατα, μια νέα οικογένεια κεραμικών έχει κάνει την εμφάνισή της. Τα νέα αυτά υλικά παρουσιάζουν μηχανικές ιδιότητες τόσο εντυπωσιακές, που άρχισαν να τα κάνουν ελκυστικά στις νέες κατασκευές.

Στη δεκαετία του '90 το γυαλί και τα προϊόντα του καταλαμβάνουν το 53% της αγοράς των κεραμικών, τα νέα κεραμικά υλικά το 20%, τα κεραμικά υψηλών θερμοκρασιών (πυρίμαχα) το 6%, οι διάφορες πορσελάνες το 9% και διάφορα υλικά αργίλου (πηλού) το υπόλοιπο ποσοστό.

Τα κεραμικά υλικά περιέχουν μεταλλικά και μη μεταλλικά στοιχεία (συνά με τη μορφή οξειδίων, καρβιδίων και νιτριδίων) και υπάρχουν σε μια μεγάλη ποικιλία συνθέσεων και μορφών. Τα περισσότερα έχουν κρυσταλλική δομή αλλά, σε αντίθεση με τα μέταλλα, είναι διαφανή σε μικρά πάχη, κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού και της θερμότητας και με σημεία τήξης πολύ υψηλά. Μια μη κρυσταλλική δομή είναι επίσης πιθανή στα στερεά κεραμικά. Αυτή η *άμορφη κατάσταση* αναφέρεται και σαν *μορφή γυαλιού* και τα υλικά είναι γνωστά σαν *γυαλιά*.

- *Κεραμικά προϊόντα αργίλου (πηλού) ( $Al_2O_3+SiO_2+H_2O$ ).* Πολλά κεραμικά προϊόντα βασίζονται στον πηλό. Συγκεκριμένες ποσότητες πηλού αναμιγνύονται με νερό, μορφοποιούνται, αφυδατώνονται και στη συνέχεια ψήνονται για να δώσουν παραγωγικά προϊόντα όπως τούβλα, κεραμίδια, πλακάκια δαπέδων, σωλήνες αποχέτευσης και αποστράγγισης, είδη υγιεινής, θαλάμους μπάνιου, σερβίτσια φαγητού και διάφορα άλλα.
- *Κεραμικά πυρίμαχα υλικά.* Είναι κεραμικά που έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν αποδεκτές μηχανικές και χημικές ιδιότητες κάτω από πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Κυρίως αποτελούνται από σταθερά οξειδία αλλά δευτερευόντως και από καρβίδια, νιτρίδια και βορίδια. Χωρίζονται σε όξινα, βασικά και ουδέτερα. Στα όξινα τον πυρήνα αποτελούν τα οξειδία του πυριτίου ( $SiO_2$ ) και του αργιλίου ( $Al_2O_3$ ), στα βασικά το οξείδιο του μαγνησίου ( $MgO$ ) και στα ουδέτερα το οξείδιο του χρωμίου ( $Cr_2O_3$ ). Στο σχήμα 5.1 παρουσιάζονται διάφορα πυρίμαχα προϊόντα κατασκευασμένα από οξείδιο του αργιλίου (όξινα πυρίμαχα), μεταξύ των οποίων και φίλτρα για λειωμένο μέταλλο!

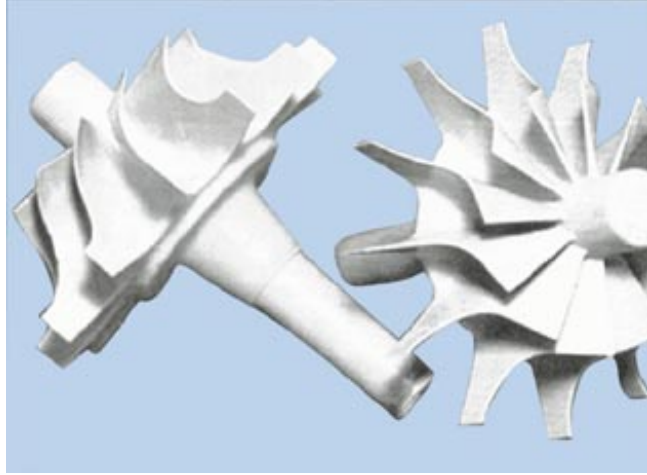


**Σχήμα 5.1. Πυρίμαχα κεραμικά με βάση το οξείδιο του αργιλίου ( $Al_2O_3$ )**

- *Κεραμικά ηλεκτρομαγνητικών εφαρμογών.* Τα κεραμικά έχουν μια μεγάλη ποικιλία χρήσιμων ηλεκτρικών και μαγνητικών ιδιοτήτων. Μερικά κεραμικά, όπως π.χ. το καρβίδιο του πυριτίου ( $SiC$ ), χρησιμοποιούνται σαν αντιστάσεις ή σαν θερμαντικά στοιχεία σε ηλεκτρικούς φούρνους. Άλλα με ιδιότητες ημιαγωγών χρησιμοποιούνται σαν *θερμίστορες*. Άλλα με διηλεκτρικές, πιεζοηλεκτρικές και σιδηροηλεκτρικές ιδιότητες χρησιμοποιούνται σε πλήθος εφαρμο-

γών. Το τιτανικό βάριο για παράδειγμα ( $\text{BaTiO}_3$ ) χρησιμοποιείται στους πυκνωτές και αισθητήρες. Κεραμικά αργιλικά υψηλής πυκνότητας και οξειδία του αργιλίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μονωτήρες υψηλής τάσης (π.χ. μπουζί αυτοκινήτων). Πρόσφατα δε η προσοχή έχει στραφεί στους κεραμικούς υπεραγωγούς.

- *Κεραμικά γυαλιά.* Το γυαλί είναι ένα κεραμικό με άμορφη μη κρυσταλλική δομή. Τα πιο γνωστά γυαλιά βασίζονται στην *πυριτία* ( $\text{SiO}_2$ ), με διάφορα πρόσθετα, που σκοπό έχουν να αλλάξουν τη δομή και να μειώσουν το σημείο τήξης. Διάφορες τεχνικές και μέθοδοι χρησιμοποιούνται για να βελτιστοποιήσουν τις ιδιότητες της διαφάνειας, της θερμικής σταθερότητας, και της αντίστασης στο *θερμικό shock*. Με χρήσεις από τα παραδοσιακά γυαλιά των παραθύρων, τα μπουκάλια, ποτήρια, λάμπες φωτισμού μέχρι τις τηλεοράσεις, computers, εστίες φούρνων, οπτικές ίνες κλπ., τα γυαλιά καταλαμβάνουν πάνω από το μισό των εφαρμογών των κεραμικών.
- *Κεραμικά μηχανολογικών εφαρμογών.* Ονομάζονται και κεραμικά κατασκευών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το νιτρίδιο του πυριτίου ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), το καρβίδιο του πυριτίου ( $\text{SiC}$ ), η μερικώς σταθεροποιημένη ζirkόνια ( $\text{ZrO}_2$ ), η μετασχηματισμένη-σκληρυμένη ζirkόνια ( $\text{ZrO}_2$ ), το οξειδίο του αργιλίου ή αλουμίνα ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), το καρβίδιο του βορίου ( $\text{B}_4\text{C}$ ), το νιτρίδιο του βορίου ( $\text{BN}$ ), και τα κεραμικά σύνθετα (βλ. κεφ. 4). Το νιτρίδιο του πυριτίου και το καρβίδιο του πυριτίου χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές υψηλών μηχανικών τάσεων και υψηλών θερμοκρασιών, όπως πτερύγια τουρμπίνων, και μπορούν άνετα να αντικαταστήσουν κράματα μετάλλων υψηλών προδιαγραφών που έχουν σαν βάση το νικέλιο ή το κοβάλτιο. Το σχήμα 5.2 παρουσιάζει ένα στροφέα αεριοστροβίλου κατασκευασμένο από νιτρίδιο του πυριτίου ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) με τη μέθοδο της έγχυσης σε καλούπι. Είναι υλικά που δουλεύουν στους  $1250^\circ\text{C}$ , όπου και διατηρούν πάνω από το μισό της αντοχής που έχουν σε κανονικές συνθήκες δωματίου.



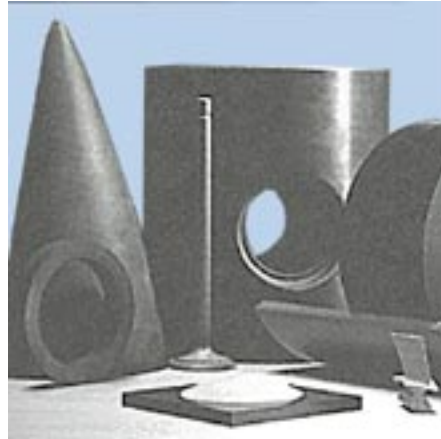
**Σχήμα 5.2.** Στροφέας αεροστροβίλου από  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , με μέθοδο *injection*

Το σχήμα 5.3 παρουσιάζει ένα καταλύτη αυτοκινήτου από κεραμικό μονόλιθο ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).



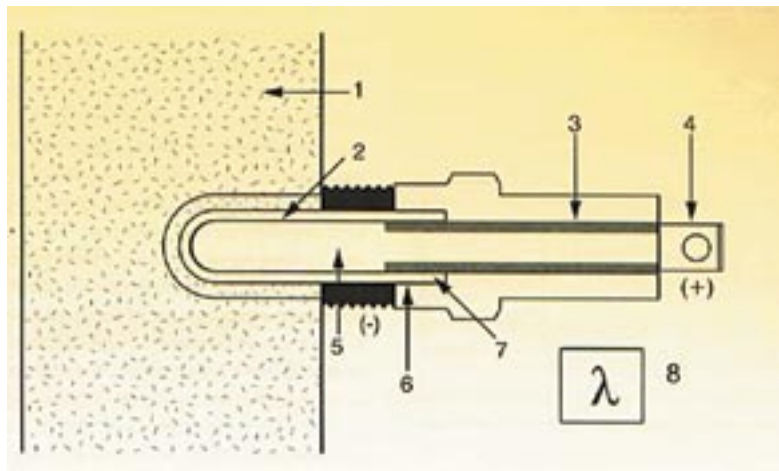
**Σχήμα 5.3.** Καταλύτης αυτοκινήτου από κεραμικό μονόλιθο

Στο σχήμα 5.4 παρουσιάζονται και άλλα παραδείγματα χρήσης του νιτριδίου του πυριτίου, όπως βαλβίδες εξαγωγής και πτερύγια στροβίλων.



**Σχήμα 5.4. Εφαρμογές νιτριδίου του πυριτίου**

Στο σχήμα 5.5 παρουσιάζεται ένας αισθητήρας οξυγόνου (λήπτης λάμδα) με κεραμικό σώμα.



**Σχήμα 5.5 Αισθητήρας οξυγόνου (1. καυσαέρια, 2. θετικό ηλεκτρόδιο, 3. αγώγιμη σύνδεση, 4. ηλεκτρική σύνδεση, 5. ατμοσφαιρικός αέρας, 6. αρνητικό ηλεκτρόδιο, 7. κεραμικό σώμα, 8. σύμβολο αισθητήρα οξυγόνου (λήπτης λάμδα))**

Η μερικώς σταθεροποιημένη ζιρκόνια συνδυάζει αντοχή στο θερμικό shock, τη φθορά, τη διάβρωση, έχει χαμηλή θερμική αγωγιμότητα, χαμηλό συντελεστή τριβής, αυξημένη αντοχή και σκληρότητα. Η μετασχηματισμένη-σκληρυμένη ζιρκόνια παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά της σκληρότητας περαιτέρω αυξημένα από την προηγούμενη.

Το Sialon (ένα κεραμικό κατασκευών από πυρίτιο, αλουμίνιο, οξυγόνο και άζωτο), είναι ισχυρότερο από χάλυβα, εξαιρετικά σκληρό, και ελαφρύ σχεδόν σαν το αλουμίνιο. Έχει καλή αντίσταση στη φθορά, τη διάβρωση και το θερμικό shock, είναι ηλεκτρικός μονωτής και διατηρεί τις καλές του ιδιότητες μέχρι τους 1400° C.

Η κατασκευή ενός μπλοκ μηχανής από κεραμικά είναι μια περιοχή εξαιρετικού ενδιαφέροντος. Όταν τελειοποιηθεί θα επιτρέψει τη λειτουργία σε υψηλότερες θερμοκρασίες με ταυτόχρονη αύξηση της απόδοσης της μηχανής. Επιπροσθέτως θα επιτρέψει τη λειτουργία με πολύ λιγότερες τριβές και θα οδηγήσει σε κατάργηση του ψυγείου νερού, του ανεμιστήρα, του ιμάντα του ανεμιστήρα, της αντλίας ψυκτικού νερού, των σωληνώσεων ψύξης και του ψυκτικού μέσου, τουλάχιστον. Το αποτέλεσμα θα είναι μια πιο *compact* κατασκευή με μειωμένο βάρος. Η υπολογιζόμενη μείωση στα καύσιμα φτάνει το 30% ή και περισσότερο.

Το υψηλό κόστος των *κεραμικών μηχανολογικών εφαρμογών* αποτελεί ακόμα και σήμερα φραγμό για τη ευρεία διάδοσή τους. Τα κεραμικά αυτά των υψηλών επιδόσεων είναι έως και οκτώ φορές ακριβότερα από τα χρησιμοποιούμενα υπερκράματα μετάλλων. Αν επιτευχθεί μείωση κόστους στο μέλλον, κατασκευές όπως μηχανές αυτοκινήτων, στροβιλοκινητήρες (τούρμπο), αεριοστρόβιλοι, έδρανα, αντλίες, βαλβίδες και ένα πλήθος άλλων εφαρμογών, όπου απαιτείται υψηλή θερμοκρασία και αντοχή, θα υιοθετήσουν τα νέα αυτά υλικά. Σήμερα στις εφαρμογές αυτές δεν χρησιμοποιούνται κεραμικά υλικά αλλά χάλυβες εργαλείων, υλικά κονιομεταλλουργίας, βελτιωμένοι χάλυβες, επιμεταλλωμένα υλικά κλπ.





## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Τα κεραμικά υλικά είναι σύνθετα μεταλλικών και μη μεταλλικών στοιχείων (συχνά με τη μορφή οξειδίων, καρβιδίων και νιτριδίων) και υπάρχουν σε μια μεγάλη ποικιλία συνθέσεων και μορφών.
- Έχουμε τις παρακάτω κατηγορίες κεραμικών :
  - Κεραμικά προϊόντα αργίλου (πηλού).
  - Κεραμικά πυρίμαχα υλικά.
  - Κεραμικά ηλεκτρομαγνητικών εφαρμογών.
  - Κεραμικά γυαλιά.
  - Κεραμικά μηχανολογικών εφαρμογών.
- Οι ιδιότητές τους συνοψίζονται παρακάτω :
  - Υψηλό σημείο τήξης.
  - Αντοχή στη φθορά-τριβή.
  - Μεγάλη σκληρότητα.
  - Ευθραυστότητα.
  - Μεγάλη αντοχή σε θλίψη.
  - Αντοχή στην οξειδωση-διάβρωση.
  - Μικρή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα.
- Το υψηλό κόστος των *κεραμικών μηχανολογικών εφαρμογών* αποτελεί ακόμα και σήμερα φραγμό για τη ευρεία διάδοσή τους.
- Αν επιτευχθεί μείωση κόστους στο μέλλον, κατασκευές όπως μηχανές αυτοκινήτων, στροβιλοκινητήρες (τούρμπο), αεριοστρόβιλοι, έδρανα, αντλίες, βαλβίδες και ένα πλήθος άλλων εφαρμογών, όπου απαιτείται υψηλή θερμοκρασία και αντοχή, θα υιοθετήσουν τα νέα αυτά υλικά.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

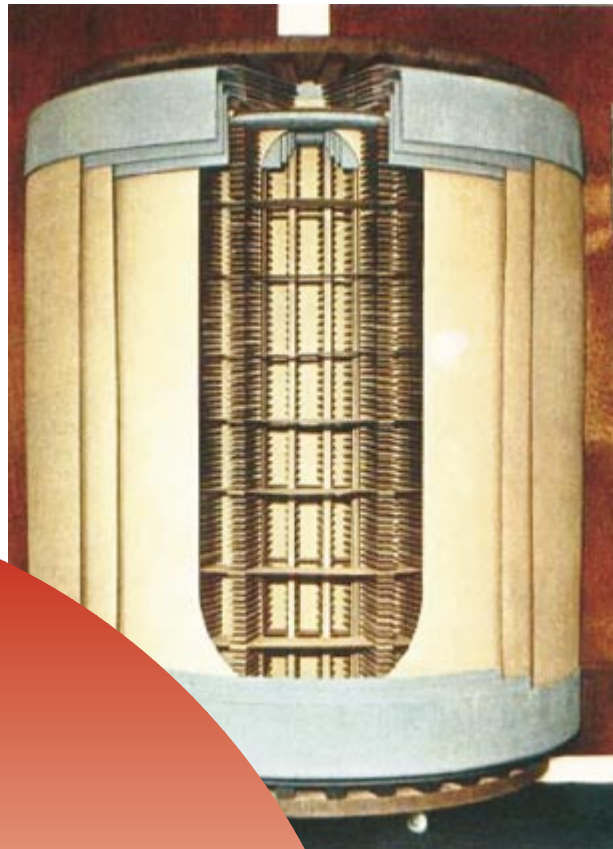
1. Ποιές είναι οι σπουδαιότερες ιδιότητες των κεραμικών υλικών ;
2. Με τί ποσοστό κατανέμονται τα διάφορα κεραμικά προϊόντα στην παγκόσμια αγορά ;
3. Τί γνωρίζετε για τη δομή του γυαλιού και πώς την συγκρίνετε με εκείνη των μετάλλων ;
4. Ποιές βασικές κατηγορίες κεραμικών έχουμε ;
5. Τί γνωρίζετε για τα κεραμικά προϊόντα αργίλου ;
6. Τί γνωρίζετε για τα πυρίμαχα κεραμικά υλικά ; Σε ποιές κατηγορίες χωρίζονται ; Δώστε παραδείγματα από κάθε κατηγορία.
7. Τί γνωρίζετε για τα κεραμικά ηλεκτρομαγνητικών εφαρμογών ; Δώστε παραδείγματα υλικών.
8. Τί γνωρίζετε για τα κεραμικά γυαλιά ; Δώστε παραδείγματα χρήσης.
9. Τί γνωρίζετε για τα κεραμικά μηχανολογικών εφαρμογών ; Δώστε παραδείγματα υλικών και χρήσης τους στο αυτοκίνητο.
10. Γιατί μέχρι σήμερα δεν έχουμε ευρεία διάδοση των κεραμικών μηχανολογικών εφαρμογών; Ποιές μελλοντικές χρήσεις στο αυτοκίνητο θα καλύψουν; Ποιά θα είναι τα οφέλη από τη χρήση αυτή ;

**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 5ου κεφαλαίου**

1. Σε αναλογία με τις προτεινόμενες δραστηριότητες των προηγούμενων κεφαλαίων μπορεί να δοθεί ατομικά στον κάθε μαθητή η δυνατότητα να συλλέξει και να παρουσιάσει σε μορφή πίνακα τα κεραμικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο αυτοκινήτου (της προτίμησής του).
2. Σαν συνολική άσκηση της τάξης μπορούν σε πίνακα να παρουσιαστούν τα κεραμικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε διάφορα μοντέλα αυτοκινήτων, με συμπλήρωση στην στήλη των παρατηρήσεων της χρονολογίας πρώτης χρήσης και πιθανών βελτιώσεων που προέκυψαν από τη χρήση αυτή.

κεφάλαιο 6

# ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ



- 6.1 ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ
- 6.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
- 6.3 ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ





## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να αναφέρετε τα είδη, την προέλευση, τις ιδιότητες και τη χρήση στο αυτοκίνητο των μονωτικών υλικών.

### 6.1 Μονωτικά υλικά ηλεκτρισμού

Τα μονωτικά υλικά είναι ειδικά για κάθε περίπτωση υλικά, που χρησιμοποιούνται για να μη περάσει το ηλεκτρικό ρεύμα από ένα σώμα, για να προφυλαχθεί ένας χώρος ή ένα υλικό από την υγρασία, για να εμποδιστεί η μετάδοση του ήχου ή της θερμότητας κλπ.

Αν και αναφέρονται όλα τα υλικά με τη λέξη *μονωτικά*, μπορεί να μη μοιάζουν καθόλου οι ιδιότητές τους, γι αυτό καλό είναι να μελετηθούν κατά κατηγορία ξεχωριστά.

Βασική προϋπόθεση για τη χρησιμοποίηση ενός υλικού για ηλεκτρικές μονώσεις είναι να έχει μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα, δηλαδή να είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού. Επίσης να έχει μεγάλη θερμική και μηχανική αντοχή και να μην απορροφά υγρασία (να μην είναι υγροσκοπικό).

Στο σχήμα 6.1 διακρίνονται δύο καλώδια μέσης τάσης ( 1000V), το ένα (μεσαίο) με τέσσερις αγωγούς από στερεοποιημένο αλουμίνιο μονωμένους με θερμοπλαστικό πολυμερές, πχ. PVC, και το άλλο (στη δεξιά πλευρά), για ίδια τάση λειτουργίας αλλά με χρήση πλεκτών χάλκινων αγωγών και ίδια επικάλυψη, από θερμοπλαστικό πολυμερές PVC, δίπλα σε ένα τυπικό καλώδιο του οικιακού δικτύου (220V).

Τα σπουδαιότερα μονωτικά του ηλεκτρισμού είναι :

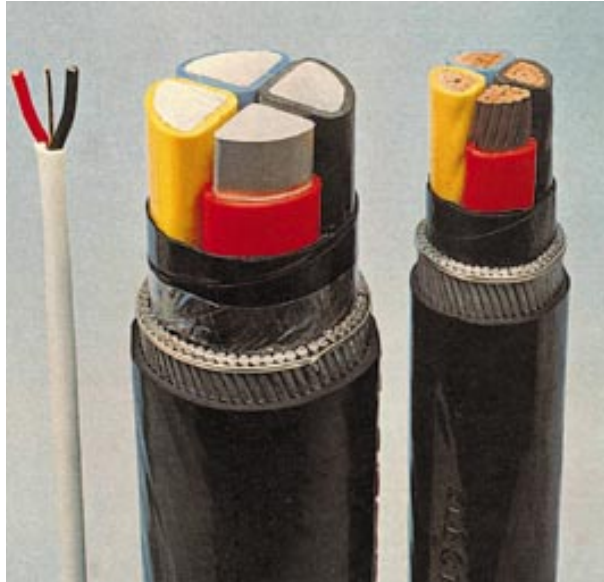
- **Αμίαντος.** Ο αμίαντος είναι ορυκτό ανόργανο σώμα που δεν καίγεται και έχει εξαιρετικές ηλεκτρικές μονωτικές ιδιότητες. Αποτελείται από ίνες και έτσι είναι εύκολο να κατασκευαστούν από αμίαντο κλωστές, υφάσματα, φύλλα κλπ. Το χρώμα του ποικίλλει. Άλλοτε είναι λευκό και άλλοτε ανοικτό πράσινο ή κίτρινο. Ο αμίαντος λόγω των ιδιοτήτων του έχει πολλές χρήσεις, όπως για τη

μόνωση ηλεκτροφόρων αγωγών, για την κατασκευή γαντιών πυροσβεστών και άκαυστων ενδυμάτων, για φίλτρα χημικών εργαστηρίων κλπ. Τα τελευταία χρόνια έρευνες απέδειξαν ότι η χρήση του αμιάντου ενοχοποιείται για μορφές καρκίνου, κυρίως του αναπνευστικού συστήματος. Για το λόγο αυτό και η χρήση του άρχισε να περιορίζεται δραστικά.

- *Μίκα.* Προέρχεται έτοιμο από τη φύση, είναι ορυκτό, με το όνομα *μαρμαρυγίας*. Έχει το πλεονέκτημα να είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού, να παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, να είναι εύκαμπτο και να μην απορροφά υγρασία. Φυσικό λοιπόν είναι, οι ιδιότητές του αυτές να το καθιστούν χρήσιμο υλικό για τις ηλεκτρικές κατασκευές. Χρησιμοποιείται για επενδύσεις πηνίων, σε πυκνωτές υψηλής τάσης, ακόμα σε θυρίδες λεβήτων και θερμοαστρών επειδή είναι διαφανές και άκαυστο.
- *Άλλα υλικά είναι :* το *μάρμαρο*, η *πορσελάνη*, το *γυαλί*, ο *υαλοβάμβακας*, το *καουτσούκ*, ο *εβονίτης*, ο *βακελίτης*, το *βαμβάκι*, το *μετάξι*, κλπ.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονίσουμε ότι υλικά με εξαιρετικές μονωτικές ιδιότητες είναι τόσο τα πολυμερή (κεφ. 3) όσο και τα κεραμικά (κεφ.5).

Στο αυτοκίνητο γίνεται χρήση μονωτικών υλικών ηλεκτρισμού σε όλο το ηλεκτρικό σύστημα και κυρίως στις μονώσεις των καλωδίων, αλλά και προς αποφυγή επαφής τους με τα μεταλλικά μέρη του αυτοκινήτου. Είναι ένα θέμα αρκετά σοβαρό και θα πρέπει σε τακτά χρονικά διαστήματα να γίνεται έλεγχος των καλωδιώσεων, αφού είναι γνωστό ότι ο χρόνος *κοκαλώνει* τα πλαστικά και καταστρέφει τις μονώσεις. Έχουμε πολλές πυρκαϊές σε αυτοκίνητα λόγω κακών μονώσεων ή και καταστροφής τους στα ηλεκτρικά κυκλώματα.



**Σχήμα 6.1.** Μόνωση καλωδίων μέσης τάσης από PVC.

## 6.2 Θερμομονωτικά υλικά

Τα μονωτικά υλικά θερμότητας (θερμομονωτικά), έχουν σκοπό να περιορίζουν την μετάδοση της θερμότητας ή να διατηρούν σταθερή τη θερμοκρασία, όπως π.χ. στους κλιβάνους ή τους βραστήρες, ή και να παρεμποδίζουν τη μεταφορά θερμότητας προς το εσωτερικό θαλάμων, όπως π.χ. συμβαίνει στους ψυκτικούς θαλάμους.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για θερμική μόνωση είναι απαραίτητο να αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες, να μη σπάνε εύκολα, να έχουν μικρό πάχος και βάρος, να μη σαπίζουν και να είναι αδιάβροχα.

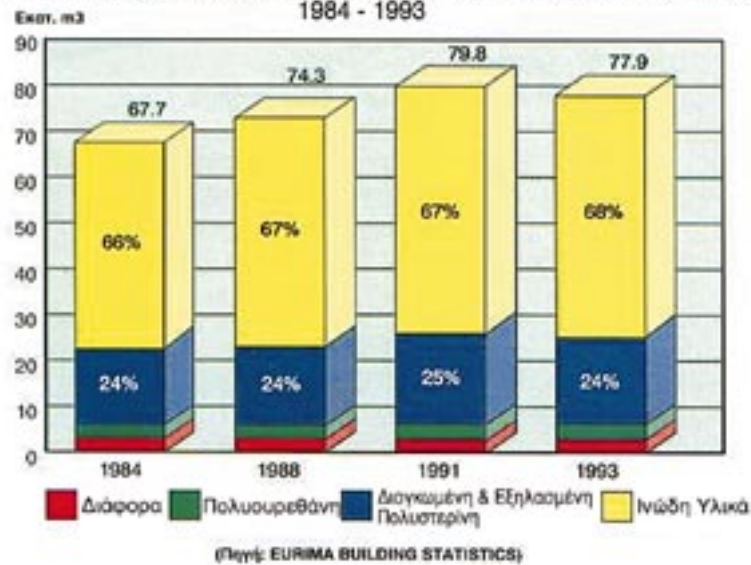
Όπως τα μονωτικά υλικά του ηλεκτρισμού πρέπει απαραίτητα να είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, έτσι και τα θερμομονωτικά υλικά πρέπει απαραίτητα να είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας.

Σαν μονωτικά υλικά χρησιμοποιούνται ο ακίνητος αέρας, το αφρομπετόν, ο υαλοβάμβακας (ινώδες υλικό), η πολυουρεθάνη, η διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη (φελιζόλ), και άλλα. Στον πίνακα 6.1 παρουσιάζεται μια κατανομή εφαρμογής των διαφόρων μονωτικών υλικών στην Ευρώπη.

Τιμές της θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  παρουσιάστηκαν στον πίνακα 1.4 στο κεφάλαιο 1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.** Κατανομή εφαρμογής μονωτικών υλικών στην Ευρώπη.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ 1984 - 1993**



Στο αυτοκίνητο και κυρίως στα πιο σύγχρονα μοντέλα γίνεται χρήση θερμομονωτικών υλικών, στα δάπεδα, στην οροφή (*ουρανό*), στις πόρτες και στο ταμπλό, με στόχο την διατήρηση της ζέστης το χειμώνα (λειτουργία καλοριφέρ) και της δροσιάς το καλοκαίρι (λειτουργία air-condition). Τα υλικά που κυρίως χρησιμοποιούνται ανήκουν στα ινώδη.

### 6.3 Ηχομονωτικά υλικά

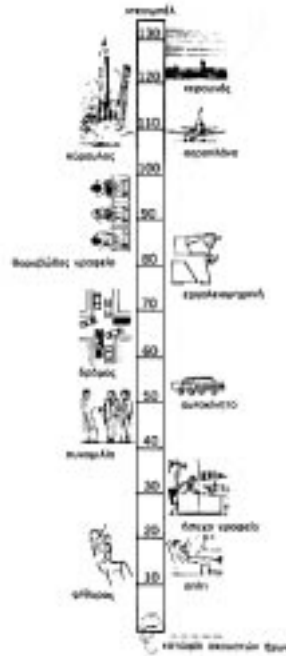
Σαν μονάδα μέτρησης του ήχου χρησιμοποιείται το ντεσιμπέλ (συμβολικά dB). Η κλίμακα των ντεσιμπέλ είναι μια συγκριτική κλίμακα που ορίζεται σε σχέση με μια αυθαίρετη στάθμη και σαν τέτοια λαμβάνεται συνήθως η ελάχιστη ακουστή στάθμη. Με τον τρόπο αυτό η ένταση του ήχου που μόλις ακούγεται είναι 0 ντεσιμπέλ, ενώ η ένταση του ήχου μιας συνηθισμένης ομιλίας, σε απόσταση ενός μέτρου περίπου από τον ομιλητή, είναι 60 ντεσιμπέλ. Η κυκλοφορία σ' ένα πολυσύχναστο σταυροδρόμι είναι περί-



που 75 ντεσιμπέλ, ενώ ένα αεριωθούμενο που απογειώνεται δημιουργεί στην πίστα του αεροδρομίου ήχο έντασης 130 ντεσιμπέλ περίπου. Μια παραστατική συσχέτιση διαφόρων πηγών ήχου με την ένταση του ήχου που εκπέμπουν, σε ντεσιμπέλ, παρουσιάζεται στο σχήμα 6.2.

Για ηχητικές μονώσεις χρησιμοποιούνται υλικά που περικλείουν αέρα. Τα υλικά αυτά παρεμποδίζουν την μετάδοση του ήχου σε αίθουσες γραφείων, οικιών κλπ. και τοποθετούνται σε στέγες, τοίχους, δάπεδα κλπ. Για να μην αυξάνεται το νεκρό φορτίο των κατασκευών, τα μονωτικά υλικά πρέπει να είναι μικρού βάρους και, αν είναι δυνατόν, άκαυστα. Τελευταία η βιομηχανία κατασκευής μονωτικών ήχου έχει εξελιχθεί πολύ και κυκλοφορούν πολλά είδη μονωτικών υλικών ήχου. Επειδή δε τα ηχομονωτικά υλικά είναι πορώδη, για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται σχεδόν τα ίδια και για θερμομονώσεις. Διακρίνονται σε χαλαρά ηχομονωτικά και σε μορφοποιημένα ηχομονωτικά. Στα πρώτα ανήκουν τα πριονίδια, τα ροκανίδια, ο υαλοβάμβακας, η ελαφρόπετρα, τα κομμάτια φελλού, τα φύκια θαλάσσης κλπ., ενώ στα δεύτερα ανήκουν υλικά τα οποία σαν πρώτη ύλη χρησιμοποιούν εκείνη των πρώτων αλλά με μηχανική επεξεργασία (πρεσάρισμα, συγκόλληση, μορφοποίηση κλπ.) αποκτούν συγκεκριμένο σχήμα και διαστάσεις, όπως π.χ. πλάκες από φελλό διαφόρων παχών, ερακλίτ (φύκια συμπιεσμένα και συγκολλημένα) κλπ. Η βιομηχανία ηχομονωτικών κάνει προσπάθειες για κατασκευή ανόργανων ηχομονωτικών ώστε να μη σαπίζουν και να μην καίγονται.

Τα ηχομονωτικά, εκτός των οικοδομικών χρήσεων, χρησιμοποιούνται σαν εσωτερική επένδυση σε αεραγωγούς, για να μειώσουν την ένταση του ήχου που διαδίδεται από χώρο σε χώρο και από τον ανεμιστήρα, στο αυτοκίνητο σε σιγαστήρες κινητήρων εσωτερικής καύσης για την μείωση των αερίων εξαγωγής (καυσαέρια), στο καπό της μηχανής, στο ταμπλό,



**Σχήμα 6.2. Παραστατική συσχέτιση διαφόρων πηγών ήχου με την ένταση του ήχου που εκπέμπουν σε μονάδες ντεσιμπέλ**

στο δάπεδο, στην οροφή, στις πόρτες, στο πορτ παγκάζ κλπ. και γενικά σε μέρη όπου θέλουμε να μειώσουμε τον εκπεμπόμενο θόρυβο είτε προς το περιβάλλον είτε προς την καμπίνα των επιβατών (βλ. σχήμα 6.3)



**Σχήμα 6.3. Τοποθέτηση ηχομονωτικών φύλλων για καταπολέμηση του θορύβου σε διάφορα σημεία του αυτοκινήτου**



### ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Βασική προϋπόθεση για τη χρησιμοποίηση ενός υλικού για ηλεκτρικές μονώσεις είναι να έχει μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα, δηλαδή να είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού.
- Τα σπουδαιότερα μονωτικά του ηλεκτρισμού είναι :  
*Ο αμίαντο, η μίκα, το μάρμαρο, η πορσελάνη, το γυαλί, ο υαλοβάμβακας, το καουτσούκ, ο εβονίτης, ο βακελίτης, το βαμβάκι, το μέταξι.*
- Στο αυτοκίνητο γίνεται χρήση μονωτικών υλικών ηλεκτρισμού σε όλο το ηλεκτρικό σύστημα και κυρίως στις μονώσεις των καλωδίων μεταξύ τους αλλά και προς αποφυγή επαφής τους με τα μεταλλικά μέρη του αυτοκινήτου.
- Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για θερμική μόνωση είναι απαραίτητο να αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες, να μη σπάνε εύκολα, να έχουν μικρό πάχος και βάρος, να μη σαπίζουν και να είναι αδιάβροχα.

- Όπως τα μονωτικά υλικά του ηλεκτρισμού πρέπει απαραίτητα να είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, έτσι και τα θερμομονωτικά υλικά πρέπει απαραίτητα να είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας.
- Σαν θερμομονωτικά υλικά χρησιμοποιούνται *ο ακίνητος αέρας, το αφρομπετόν, ο υαλοβάμβακας (ινώδες υλικό), η πολυουρεθάνη, η διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη (φελιζόλ) και άλλα.*
- Στο αυτοκίνητο γίνεται χρήση θερμομονωτικών υλικών, στα δάπεδα, στην οροφή, στις πόρτες και στο ταμπλό, με στόχο την διατήρηση της ζέστης το χειμώνα, και της δροσιάς το καλοκαίρι. Τα υλικά που κυρίως χρησιμοποιούνται ανήκουν στα ινώδη.
- Η κλίμακα των ντεσιμπέλ είναι μια συγκριτική κλίμακα που ορίζεται σε σχέση με μια αυθαίρετη στάθμη και σαν τέτοια λαμβάνεται συνήθως η ελάχιστη ακουστή στάθμη. Για ηχητικές μονώσεις χρησιμοποιούνται υλικά που περικλείουν αέρα.
- Τα ηχομονωτικά διακρίνονται σε *χαλαρά ηχομονωτικά* και σε *μορφοποιημένα ηχομονωτικά*. Στα πρώτα ανήκουν *τα πριονίδια, τα ροκανίδια, ο υαλοβάμβακας, η ελαφρόπετρα, τα κομμάτια φελλού, τα φύκια θαλάσσης* κλπ., ενώ στα δεύτερα ανήκουν προϊόντα όπως π.χ. *πλάκες από φελλό διαφόρων παχών, ερακλίτ (φύκια συμπιεσμένα και συγκολλημένα)* κλπ.
- Στο αυτοκίνητο τα ηχομονωτικά χρησιμοποιούνται σε σιγαστήρες κινητήρων εσωτερικής καύσης για την μείωση των αερίων εξαγωγής (καυσαέρια), στο καπό της μηχανής, στο ταμπλό, στο δάπεδο, στην οροφή, στις πόρτες, στο πορτ παγκάζ κλπ.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Ποιές ιδιότητες πρέπει να έχει ένα μονωτικό υλικό του ηλεκτρισμού ;
2. Ποιά μονωτικά υλικά ηλεκτρισμού γνωρίζετε ;
3. Σε ποιά μέρη του αυτοκινήτου γίνεται κυρίως χρήση των μονωτικών υλικών του ηλεκτρισμού ;
4. Ποιές ιδιότητες πρέπει να έχει ένα θερμομονωτικό υλικό ;
5. Ποιά θερμομονωτικά υλικά γνωρίζετε ;
6. Σε ποιά μέρη του αυτοκινήτου γίνεται κυρίως χρήση των θερμομονωτικών υλικών ;
7. Ποιές ιδιότητες πρέπει να έχει ένα ηχομονωτικό υλικό ;
8. Ποιά ηχομονωτικά υλικά γνωρίζετε ;
9. Σε ποιά μέρη του αυτοκινήτου γίνεται κυρίως χρήση των ηχομονωτικών υλικών ;
10. Τί γνωρίζετε για την κλίμακα ντεσιμπέλ ;

**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του βου κεφαλαίου.**

1. Οι μαθητές, αφού χωριστούν σε τρεις ομάδες, να καταγράψουν τα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα σαν μονωτικά ηλεκτρισμού, σαν μονωτικά θερμότητας και σαν μονωτικά ήχου στο αυτοκίνητο.
2. Σαν συνολική εργασία να παρουσιαστεί κοινός πίνακας μονωτικών υλικών αυτοκινήτου, με παλαιότερα και σύγχρονα υλικά και αναφορά στη στήλη των παρατηρήσεων της χρονολογίας πρώτης χρήσης τους και της βελτίωσης που προέκυψε από τη χρήση αυτή.

κεφάλαιο 7

## ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ - ΚΟΛΛΕΣ



7.1. ΕΙΔΗ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

7.2. ΚΟΛΛΕΣ





### ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να αναφέρετε τα είδη των στεγανοποιητικών υλικών, τις ιδιότητές τους και τη χρήση τους στο αυτοκίνητο.
- ✓ Να αναφέρετε τις κόλλες που χρησιμοποιούνται για κόλληση εξαρτημάτων και μερών του αυτοκινήτου, τη σύσταση και τις ιδιότητές τους.

#### 7.1 Είδη στεγανοποιητικών υλικών

Το στεγανοποιητικό υλικό ή αλλιώς παρέμβυσμα τοποθετείται μεταξύ δύο επιφανειών ή επάνω σε μια μόνο επιφάνεια με σκοπό να εξασφαλιστεί η στεγανότητά τους. Έτσι αποφεύγεται ή και ρυθμίζεται η διαρροή των υγρών.

Τα στεγανοποιητικά υλικά χρησιμοποιούνται σε κινητήρες, βραστήρες, αντλίες, σωληνώσεις και γενικά σε μηχανές ή συσκευές όπου περιέχεται υγρό, ατμός ή άλλο αέριο που δεν θέλουμε να διαρρέει ή να διαφεύγει.

Τα στεγανοποιητικά υλικά άλλοτε τοποθετούνται μεταξύ κινητών και άλλοτε μεταξύ σταθερών επιφανειών. Στην περίπτωση αυτή το σχήμα και η σύνθεσή τους διαφέρουν ανάλογα.

Η εκλογή ενός στεγανοποιητικού υλικού εξαρτάται πάντοτε από τις συνθήκες λειτουργίας και χρήσης δηλ. από το είδος του υγρού ή του αερίου, από τη θερμοκρασία, την πίεση, την ταχύτητα ροής κλπ. Η διατήρηση της ελαστικότητας στο χρόνο και ο χαμηλός θερμικός συντελεστής διαστολής είναι χαρακτηριστικά ενός καλού στεγανοποιητικού υλικού.

Σαν στεγανοποιητικά υλικά χρησιμοποιούνται το ελαστικό (καουτσούκ), οι υφάνσιμες ύλες, ο αμίαντος, το δέρμα, ο φελλός, το χαρτί, ο γραφίτης, τα πλαστικά και τα μέταλλα. Μεγάλη διάδοση έχουν τα στεγανωτικά των οποίων οι ιδιότητες ποικίλουν ανάλογα με τη σύσταση (πολυουρεθάνες, πολυμερή βουτυλίου κλπ.)

Στο αυτοκίνητο χρησιμοποιούνται σε όλα τα σημεία της μηχανής, των

εξαρτημάτων και του αμαξώματος όπου θέλουμε να μην έχουμε διαρροή υγρού κάθε τύπου ή εισροή νερού στο εσωτερικό του αυτοκινήτου κλπ.

Στα σχήματα 7.1 μέχρι 7.9 δίνονται μερικά μόνο παραδείγματα από τη χρήση των στεγανοποιητικών υλικών στα αυτοκίνητα.



**Σχήμα 7.1. Αρμόκολλα πολυουρεθάνης σε φύσιγγα**

- Καλό κόλλημα
- Εύκολο θάψιμο
- Δεν 'στάζει'
- Αντοχή σε καιρικές συνθήκες
- Αδιάβροχη σε νερό, λάδι, βενζίνη



**Σχήμα 7.2. Αρμόκολλα πολυουρεθάνης σε αλουμινοσακούλα**

- Πλάθονται εύκολα
- Εύκολο θάψιμο



**Σχήμα 7.3. Αρμόκολλα για κορδόνι**

- Πολυμερικής θάσης ενός συστατικού
- Σκληραίνει στην υγρασία
- Βάφεται αμέσως
- Υψηλή τελική σκληρότητα
- Στρώνεται εύκολα
- Δεν συρρικνώνεται





**Σχήμα 7.4. Αρμόκολλες βουτυλίου σε φύσιγγα**

- Για μεγάλες ενώσεις
- Καλή πρόσφυση σε μέταλλα
- Ισχυρές αλλά εύκαμπτες
- Αντοχή στις καιρικές συνθήκες
- Βάφονται εύκολα
- Στρώνονται εύκολα



**Σχήμα 7.5. Αρμόκολλες πινέλου**

- Περνιούνται εύκολα
- Αφήνουν σημάδια
- Δεν 'τρέχουν'
- Στεγνώνουν γρήγορα
- Αδιάβροχες σε βενζίνη, λάδι και νερό



**Σχήμα 7.6. Ψεκαζόμενες αρμόκολλες**

- Πολυουρεθανικές δύο συστατικών
- Βάφονται γρήγορα χωρίς να μαζεύουν
- Χρησιμοποιούνται και για προστατευτική πλαστικοποίηση



**Σχήμα 7.7.**

**Πιστόλι ψεκασμού αρμόκολλας**



**Σχήμα 7.8. Αρμόκολλα σε λωρίδες για σασί**

- Για μεγάλα ανοίγματα και χαραμάδες
- Καλή πρόσφυση
- Δεν λεκιάζει
- Αδιάβροχη
- Παραμένει εύκαμπτη
- Βάφεται αμέσως



**Σχήμα 7.9. Αρμόκολλα σε ρολό για βι-δωτές λαμαρίνες**

- Στεγανοποίηση βιδωτών ή πρισινωτών λαμαρινών
- Κόβεται στο επιθυμητό μήκος
- Εργοστασιακό φινίρισμα
- Περνιέται και βάφεται εύκολα
- Δεν χρειάζεται καθαρίσμα

## 7.2 Κόλλες

Κόλλα ή αλλιώς συγκολλητική ουσία ονομάζεται το βοηθητικό εκείνο υλικό με τη βοήθεια του οποίου επιτυγχάνεται η σύνδεση εξαρτημάτων με κόλληση.

Εκτός από τις γενικές κατασκευαστικές χρήσεις κόλλησης (κατασκευαστική κόλλα σύνδεσης γενικής χρήσης) έχουμε και διάφορες άλλες χρήσεις στο αυτοκίνητο, κυρίως για την ασφάλιση κοχλιών από ενδεχόμενο 'χαλάρωμα' κατά τη διάρκεια της λειτουργίας μιας μηχανής κλπ. Ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας (απλή, με δονήσεις, κρουστική, εναλλασσόμενη κλπ.) έχουμε και ασφαλίσεις κοχλιών απλές, μεσαίου βαθμού ή υψηλού βαθμού ώστε κάθε φορά να είμαστε πιο σίγουροι για το αποτέλεσμα. Έχουμε επίσης ασφαλίσεις κοχλιών με ταυτόχρονη διεύθυνση της κόλλας σε μεγαλύτερη επιφάνεια γύρω από την κοχλίωση ώστε να επιτύχουμε και στεγανότητα.

Υπάρχουν κόλλες ζωικής προέλευσης (π.χ. ψαρόκολλα), άλλες φυτι-

κής προέλευσης (π.χ. αμυλόκολλα) και άλλες συνθετικές (π.χ. μελαμίνη). Οι κόλλες γενικά για να ανταποκριθούν στον προορισμό τους δεν πρέπει να καταστρέφονται από μικροοργανισμούς ούτε να απορροφούν υγρασία. Ο χρόνος που απαιτείται για την σκλήρυνσή τους να μην είναι εξαιρετικά μικρός ούτε όμως και μεγάλος. Ο συντελεστής θερμικής διαστολής της κόλλας πρέπει να έχει παραπλήσιες τιμές με εκείνον που έχουν τα υλικά που πρόκειται να κολληθούν. Τέλος οι κόλλες δεν πρέπει να αλλοιώνονται από τις θερμοκρασιακές μεταβολές.

Υπάρχουν κόλλες ενός συστατικού (κυρίως ακριλικού κυανίου) κατάλληλες για την κόλληση μετάλλων, κεραμικών, καθώς και μετάλλων με λάστιχο και κόλλες δύο συστατικών (κυρίως εποξειδικής ρητίνης) αποτελούμενες από το προσδετικό και το σκληρυντικό μέσο που δίνουν πολύ αξιόλογες συνδέσεις.

Πριν από την κόλληση είναι πάντα απαραίτητη η επιφανειακή προετοιμασία, δηλαδή θα πρέπει να προηγηθεί λείανση και καθαρισμός των επιφανειών (απολίπανση, πλύσιμο και ξήρανση). Και μικρά ακόμα σταγονίδια νερού ή μικρά τεμάχια ξένων υλών δημιουργούν αδυναμία της συγκολλητικής ουσίας.

Στα σχήματα 7.10 μέχρι 7.19 δίνονται μερικά μόνο παραδείγματα από τη χρήση των συγκολλητικών ουσιών (κόλλες) στα αυτοκίνητα.



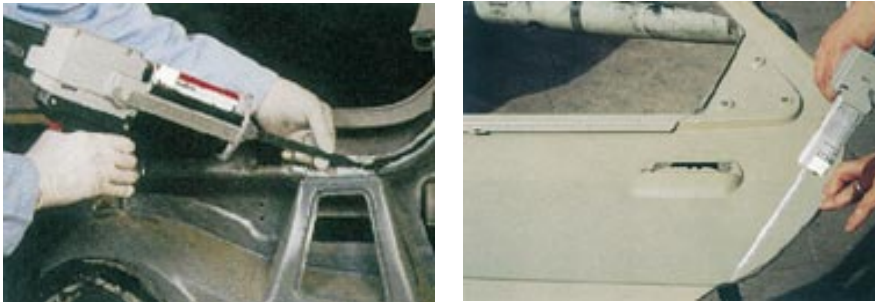
**Σχήμα 7.10. Κόλλες ενός συστατικού, γενικής χρήσης, σε μορφή σπρέι**

- Για ταπετσαρίες, υφάσματα ουρανού, ταπέτα, χαλιά και πλαστικά βινυλίου με φόδρα. Επίσης για συγκόλληση αφρώδους ταπετσαρίας σε μέταλλο, ξύλο και άλλες επιφάνειες. Με βάση το νεοπρένιο, εξαιρετικής αντοχής, δεν ξεραίνεται, στεγνώνει εύκολα, χαρίζει συγκόλληση μεγάλης απόδοσης.



**Σχήμα 7.11. Κόλλες ενός συστατικού, γενικής χρήσης, για πινέλο**

- Διάφανη, παχύρρευστη κόλλα, σχεδιασμένη για γενική χρήση στο εσωτερικό του αυτοκινήτου. Χρησιμοποιείται με πινέλο, δεν στάζει, δεν λεκιάζει, επιτρέπει επανατοποθέτηση, έχει άριστη αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες. Κατάλληλη και για συγκόλληση ελαστικών, ενισχυμένου βινυλίου, μετάλλων και ορισμένων πλαστικών.



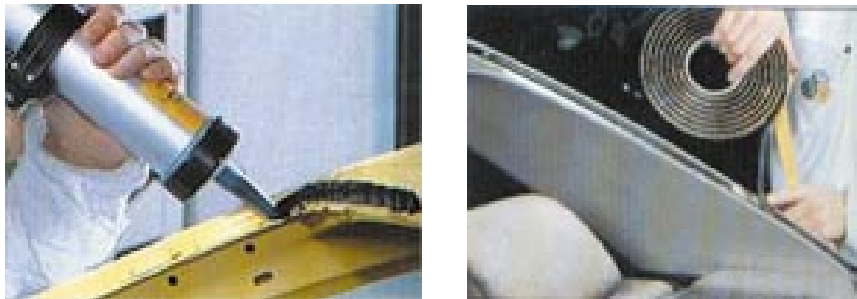
**Σχήμα 7.12. Εποξειδικές κόλλες δύο συστατικών (δομικές)**

- Εποξειδικές κόλλες δύο συστατικών για υψηλής απόδοσης κόλληση χάλυβα, αλουμινίου, συγκόλληση λαμαρινών και επένδυσης θυρών. Περίπου 8 φορές ισχυρότερες από τις πολυουρεθανικές κόλλες.



**Σχήμα 7.13. Αυτοκόλλητες ταινίες**

➤ Προσφέρουν υψηλή συγκολλητική δύναμη, έχουν ακρυλική κόλλα συνήθως και στις δύο όψεις και είναι ιδανικές για δύσκολες εφαρμογές στερέωσης όπως για εξαρτήματα στο πλάι του αμαξώματος, εμβλήματα και λάστιχα προφυλακτών. Κολλούν σε βαμμένες επιφάνειες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και με υγρασία.



**Σχήμα 7.14. Τοποθέτηση παρμπρίζ**



**Σχήμα 7.15. Κατασκευαστική κόλλα γενικής χρήσης**



**Σχήμα 7.16. Κόλλα ασφάλισης υψηλού βαθμού**



**Σχήμα 7.17. Κόλλα ασφάλισης με διείσδυση**



**Σχήμα 7.18. Κόλλα ασφάλισης μεσαίου βαθμού κυλινδρικών εξαρτημάτων**



**Σχήμα 7.19. Κόλλα ασφάλισης υψηλού βαθμού κυλινδρικών εξαρτημάτων**



## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Το στεγανοποιητικό υλικό ή αλλιώς παρέμβυσμα τοποθετείται μεταξύ δύο επιφανειών ή επάνω σε μια μόνο επιφάνεια με σκοπό να εξασφαλιστεί η στεγανότητά τους. Έτσι αποφεύγεται ή και ρυθμίζεται η διαρροή των υγρών.
- Η εκλογή ενός στεγανοποιητικού υλικού εξαρτάται πάντοτε από τις συνθήκες λειτουργίας και χρήσης, δηλαδή από το είδος του υγρού ή του αερίου, από τη θερμοκρασία, την πίεση, την ταχύτητα ροής κλπ.
- Η διατήρηση της ελαστικότητας στο χρόνο και ο χαμηλός θερμικός συντελεστής διαστολής είναι χαρακτηριστικά ενός καλού στεγανοποιητικού υλικού.
- Σαν στεγανοποιητικά υλικά χρησιμοποιούνται το ελαστικό (καουτσούκ), οι υφάνσιμες ύλες, ο αμίαντος, το δέρμα, ο φελλός, το χαρτί, ο γραφίτης, τα πλαστικά και τα μέταλλα.
- Κάθε ουσία που έχει συγκολλητικές ιδιότητες και με την οποία είναι δυνατό να κολλήσουμε διάφορα αντικείμενα λέγεται “συγκολλητική ουσία” ή “κόλλα”. Υπάρχουν κόλλες ζωικής προέλευσης (π.χ. ψαρόκολλα), άλλες φυτικής προέλευσης (π.χ. αμυλόκολλα) και άλλες είναι συνθετικές (π.χ. μελαμίνη).
- Εκτός από τις γενικές κατασκευαστικές χρήσεις κόλλησης (κατασκευαστική κόλλα σύνδεσης γενικής χρήσης), έχουμε και διάφορες άλλες χρήσεις στο αυτοκίνητο, κυρίως για την ασφάλιση κοχλιών από ενδεχόμενο ‘χαλάρωμα’ κατά τη διάρκεια της λειτουργίας μιας μηχανής κλπ.
- Υπάρχουν κόλλες ενός συστατικού (κυρίως ακριλικού κυανίου) κατάλληλες για την κόλληση μετάλλων, κεραμικών, καθώς και μετάλλων με λάστιχο και κόλλες δύο συστατικών (κυρίως εποξειδικής ρητίνης) αποτελούμενες από το προσδετικό και το σκληρυντικό μέσο που δίνουν πολύ αξιόλογες συνδέσεις.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Τί ονομάζουμε στεγανοποιητικά υλικά; Δώστε παραδείγματα χρήσης στο αυτοκίνητο.
2. Το στεγανοποιητικό πρέπει να είναι εύκαμπτο ή όχι και γιατί; Πρέπει να διατηρεί την ελαστικότητά του με την πάροδο του χρόνου ή όχι και γιατί;
3. Σε συνθήκες όπου έχουμε μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές θα χρησιμοποιήσετε στεγανοποιητικά με μεγάλο θερμικό συντελεστή διαστολής ή όχι και γιατί;
4. Σε συνθήκες μεγάλης διαφοροποίησης της πίεσης λειτουργίας θα χρησιμοποιήσετε μαλακό ή σκληρό στεγανοποιητικό και γιατί;
5. Ποιές ουσίες ονομάζουμε κόλλες; Δώστε παραδείγματα χρήσης στο αυτοκίνητο.
6. Τους κοχλίες σε ένα μηχάνημα που δουλεύει με εναλλασσόμενη φόρτιση θα τους ασφαρίζετε με κόλλα μεσαίου ή υψηλού βαθμού και γιατί; Ποιός άλλος παράγοντας θα πρέπει να επηρεάζει την επιλογή σας για το θέμα αυτό;
7. Σε ποιές περιπτώσεις στο αυτοκίνητο οι κόλλες μπορούν να υποκαταστήσουν τις κλασσικές μεθόδους συγκόλλησης; Τα αποτελέσματα της χρήσης αυτής είναι θετικά ή αρνητικά και σε ποιούς συγκεκριμένα τομείς;

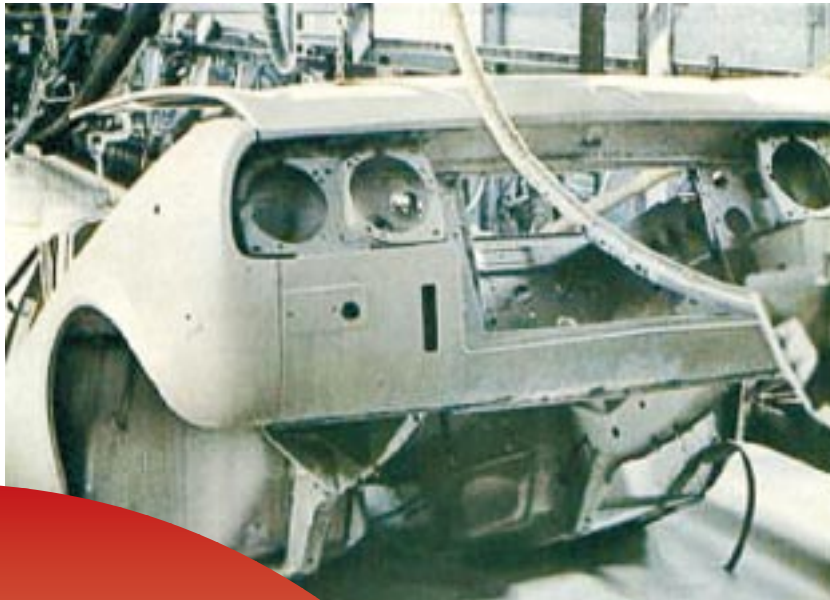
**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 7ου κεφαλαίου**

1. Να γίνει συλλογή στοιχείων από διάφορες εταιρίες με προϊόντα στεγανοποίησης και κόλλες και να παρουσιαστούν υπό μορφή πινάκων ανά προϊόν και εταιρία. Στη στήλη των παρατηρήσεων να δοθούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως παρουσιάζονται από τις εταιρίες και να γίνει προσπάθεια αξιολόγησης των αποτελεσμάτων ως προς την καταλληλότητα χρήσης κλπ.



κεφάλαιο 8

## ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ



- 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 8.2 ΟΡΙΣΜΟΣ
- 8.3 ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ
- 8.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ
- 8.5 ΤΥΠΟΙ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΣΤΑ ΜΕΤΑΛΛΑ
- 8.6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ ΣΤΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ
- 8.7 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ





## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να ορίζετε την έννοια της διάβρωσης.
- ✓ Να αναφέρετε τα αίτια και τους παράγοντες της διάβρωσης.
- ✓ Να ερμηνεύετε τους τύπους της διάβρωσης, που παρουσιάζονται σε εξαρτήματα του αυτοκινήτου.
- ✓ Να διακρίνετε τα είδη προστασίας που εφαρμόζονται στο αυτοκίνητο.

### 8.1 Εισαγωγή

Η φθορά είναι ένα κοινό χαρακτηριστικό όλων των υλικών (μέταλλα, πολυμερή, κεραμικά κλπ.) που εμφανίζεται με την πάροδο του χρόνου.

Η αντοχή ενός υλικού στη φθορά εξαρτάται από τη δομή του και τη μέθοδο κατεργασίας του όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 8.1.



**Σχήμα 8.1** Αλληλοεπίδραση μεταξύ δομής, ιδιοτήτων και κατεργασίας του υλικού

Η επίδραση του περιβάλλοντος είναι μία εξωτερική παράμετρος που παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη φθορά ενός συγκεκριμένου υλικού.

Η επίδραση π.χ των ακτινοβολιών, ενώ θεωρείται αμελητέα στα μέταλλα, αποτελεί σημαντικό παράγοντα φθοράς στα πολυμερή (αποικοδόμηση πολυμερών).

Ποια όμως είναι η σημασία της φθοράς των υλικών; Γιατί σήμερα η φθορά και προστασία των υλικών τείνουν να εξελιχθούν σε αυτόνομους διεπιστημονικούς κλάδους;

Οι επιπτώσεις της φθοράς των υλικών από οικονομική άποψη είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Το 25% της παγκόσμιας παραγωγής του χάλυβα καταστρέφεται από τη φθορά του. Το ποσοστό αυτό αυξάνει έως το 40% επειδή σε πολλά ευαίσθητα εξαρτήματα (πχ στα ελάσματα πλοίων) η εμφάνιση φθοράς οδηγεί σε αντικατάσταση όλου του εξαρτήματος. Η σπανιότητα των πρώτων υλών και το υψηλό κόστος των επισκευών των υλικών που φθείρονται έδωσε τα τελευταία χρόνια ισχυρή ώθηση στη μελέτη των φαινομένων της φθοράς και στην ανάπτυξη των μεθόδων προστασίας των υλικών.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τη φθορά και προστασία κύρια των μεταλλικών υλικών (μέταλλα ή κράματα) αφού τα υλικά αυτά αποτελούν περίπου το 70% των υλικών του αυτοκινήτου. Η φθορά των μεταλλικών υλικών ονομάζεται **διάβρωση**. Επίσης θα γίνει μικρή αναφορά στη φθορά των πολυμερών και σύνθετων υλικών που αποτελούν περίπου το 25% των υλικών του αυτοκινήτου.

## 8.2 Ορισμός

Διάβρωση είναι η καταστροφή, φθορά ή λειτουργική αχρήστευση ενός υλικού εξαιτίας χημικής, ηλεκτροχημικής ή μηχανικής δράσης του υλικού με το περιβάλλον του.

Το υλικό μαζί με το περιβάλλον του (ή διαβρωτικό μέσο) αποτελούν το **διαβρωτικό σύστημα**. Το διαβρωτικό μέσο μπορεί να είναι :

1. Αέρια μορφή (ατμοσφαιρικός αέρας με υγρασία ή οχι, καυσαέρια, άλλα αέρια κλπ.).
2. Υγρή μορφή (νερό φυσικό ή θαλασσινό ή αποχέτευσης ή βιομηχανικό, χημικό υγρό, βιολογικό υγρό κλπ.).
3. Στερεά μορφή (έδαφος, μπετό κλπ.).

### 8.3 Τα αίτια της διάβρωσης

Ποιός είναι ο λόγος που τα μέταλλα διαβρώνονται ;

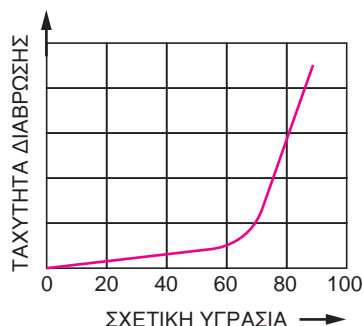
Τα περισσότερα μέταλλα βρίσκονται στη φύση με τη μορφή ενώσεων (εκτός από το χρυσό Au, υδράργυρο Hg και το λευκόχρυσο Pt), όπως οξείδια, θειούχες ενώσεις, ανθρακικά άλατα.

Από τις ενώσεις αυτές που είναι **σταθερές** (χαμηλή εσωτερική ενέργεια) με κατάλληλες μεθόδους και με κατανάλωση ενέργειας (μεταλλουργία) παράγονται τα καθαρά μέταλλα. Τα μέταλλα σε καθαρή μορφή είναι **ασταθή** ( υψηλή εσωτερική ενέργεια ) και «προσπαθούν» να αποκτήσουν την προηγούμενη σταθερή κατάσταση (των χημικών ενώσεων) ελευθερώνοντας την παραπάνω ενέργεια που έχουν. Αυτός είναι ο λόγος που τα καθαρά μέταλλα ενώνονται με άλλα χημικά στοιχεία δηλ. διαβρώνονται (π.χ. όταν ο σίδηρος ενωθεί με το οξυγόνο σχηματίζει τη σκουριά, που είναι οξείδια του σιδήρου). Παρατηρούμε επομένως ότι η διαδικασία της διάβρωσης είναι η αντίστροφη της παραγωγής του μετάλλου.

### 8.4 Παράγοντες που επιδρούν στη διάβρωση

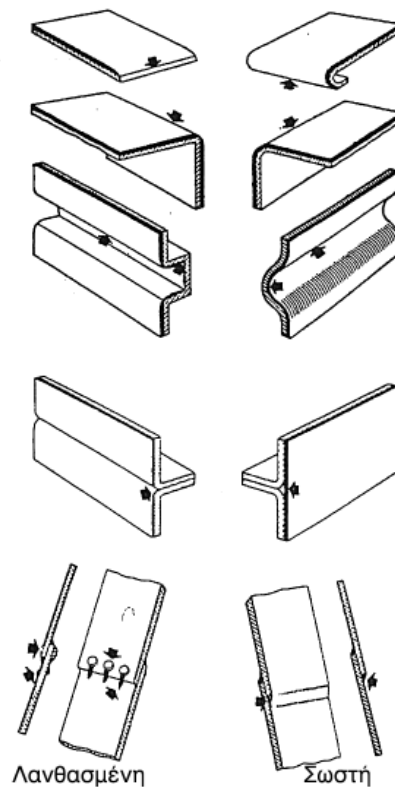
Η εξέλιξη της διάβρωσης εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες. Η γνώση των παραγόντων αυτών είναι ιδιαίτερα σημαντική, επειδή μας οδηγεί στη μείωση της διάβρωσης.

- Η παρουσία υγρασίας. Στο σχήμα 8.2 παρουσιάζεται η εξάρτηση της ταχύτητας της διάβρωσης με την υγρασία.



Σχήμα 8.2 Εξάρτηση της ταχύτητας διάβρωσης με τη σχετική υγρασία

- Η θερμοκρασία. Η αύξηση της θερμοκρασίας γενικά αυξάνει την ταχύτητα διάβρωσης. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά  $10^{\circ}\text{C}$  αυξάνει την ταχύτητα διάβρωσης στο διπλάσιο.
- Η τριεπιφάνεια. Η ύπαρξη τριεπιφάνειας ( πχ. νερό - αέρας - μέταλλο ) επιταχύνει την διάβρωση.
- Το όξινο περιβάλλον. Όσο πιο όξινο είναι το περιβάλλον (πχ. όξινη βροχή ) τόσο μεγαλύτερη είναι η διάβρωση.
- Η μηχανική καταπόνηση. Οι μηχανικές τάσεις αυξάνουν την ταχύτητα διάβρωσης του μεταλλικού υλικού, που μπορεί να φθάσει μέχρι τη θραύση.
- Ανομοιομορφίες στη δομή του υλικού. Οι τυχόν προσμίξεις, ατέλειες δομής του υλικού επιταχύνουν την διάβρωση.
- Επιφανειακές ανωμαλίες. Η τραχύτητα της επιφάνειας, οι προεξοχές, οι γωνίες κλπ. παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάβρωση από γειτονικές περιοχές (σχήμα 8.3).



**Σχήμα 8.3** Λανθασμένη και σωστή σχεδίαση εξαρτημάτων από άποψη διάβρωσης

- Τα διαφεύγοντα ρεύματα. Το συνεχές ρεύμα προκαλεί γενικά αύξηση της διάβρωσης σε αντίθεση με το εναλλασσόμενο. Συχνά όμως τα προϊόντα της διάβρωσης είναι ημιαγωγοί που προκαλούν την ανόρθωση του εναλλασσόμενου ρεύματος με συνέπεια την αύξηση της διάβρωσης.

### 8.5 Τύποι της διάβρωσης στα μέταλλα

Ως προς τη μορφολογία, η διάβρωση διακρίνεται σε : ομοιόμορφη, τοπική, διάβρωση με βελονισμούς, σπηλαιώδη διάβρωση κλπ. Ο πλέον συνηθισμένος τύπος διάβρωσης στο αυτοκίνητο είναι η **τοπική διάβρωση** που είναι εντοπισμένη σε ορισμένες περιοχές της επιφάνειάς του (σχήμα 8.4).



**Σχήμα 8.4** Τοπική διάβρωση στο αυτοκίνητο

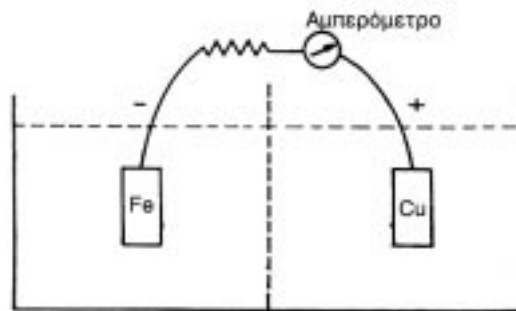
Ως προς την ύπαρξη ή όχι μηχανικής καταπόνησης, η διάβρωση διακρίνεται:

1. Στη διάβρωση με μηχανική καταπόνηση, όπου υπάγονται η ρευστομηχανική διάβρωση (λόγω ροής του διαβρωτικού μέσου), η διάβρωση κόπωσης κλπ.
2. Στη διάβρωση χωρίς μηχανική καταπόνηση, όπου υπάγονται η ηλεκτροχημική διάβρωση, η χημική διάβρωση, η διάβρωση εξαιτίας διαφορετικού αερισμού, η εκλεκτική διάβρωση κλπ.

Θα αναφερθούμε συνοπτικά στους τύπους της διάβρωσης που εμφανίζονται στο αυτοκίνητο.

### Ηλεκτροχημική διάβρωση

Αν δύο διαφορετικά μέταλλα π.χ. σίδηρος (Fe) και χαλκός (Cu) βρεθούν μέσα σε ένα διάλυμα νερού με κάποιο αλάτι και ενωθούν με ένα αγωγό όπου υπάρχει αμπερόμετρο, θα παρατηρήσουμε (σχήμα 8.5) ότι ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα (γαλβανικό φαινόμενο).



Σχήμα 8.5 Γαλβανικό φαινόμενο

Παράλληλα θα παρατηρήσουμε, αν το πείραμα διαρκέσει μεγάλο χρονικό διάστημα, ότι ο σίδηρος (άνοδος) συνεχώς διαβρώνεται (διαλύεται). Με ανάλογα πειράματα, χρησιμοποιώντας διαφορετικά μέταλλα, δημιουργήθηκε ο πίνακας 8.1 στον οποίο παρουσιάζεται η ηλεκτροχημική σειρά των μετάλλων, δηλαδή ποιο μέταλλο είναι «αγενέστερο» από ένα άλλο και επομένως έχει την τάση να διαβρωθεί περισσότερο.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1** Ηλεκτροχημική σειρά των μετάλλων

Cu	Pb	Sn	Ni	Fe	Cr	Zn	Al	Mg
Χαλκός	Μόλυβδος	Κασσίτερος	Νικέλιο	Σίδηρος	Χρώμιο	Ψευδάργυρος	Αργίλιο	Μαγνήσιο



### Αυξητική τάση διάβρωσης των μετάλλων

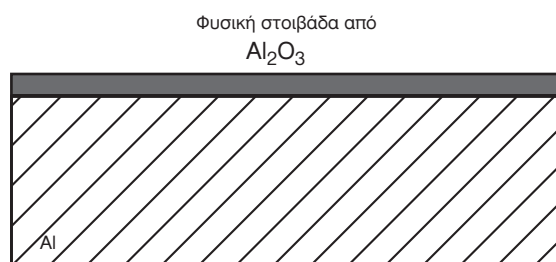
Η παραπάνω σειρά των μετάλλων μας καθορίζει ποιο από τα μέταλλα, σε ένα γαλβανικό φαινόμενο, θα διαβρωθεί (π.χ. αν το ζευγάρι των μετάλλων είναι Cu, Zn, θα διαβρωθεί ο ψευδάργυρος).

Μελετώντας τον πίνακα 8.1 φαίνονται λογικές οι απορίες: Γιατί χρησιμοποιούμε τον ψευδάργυρο (επιψευδαργύρωση), ή το χρώμιο (επιχρωμίω-



ση) για την προστασία του σιδήρου εφόσον έχουν μεγαλύτερη τάση διάβρωσης ; Γιατί χρησιμοποιούμε το αλουμίνιο αντί του χάλυβα για την αντιδιαβρωτική προστασία εξαρτημάτων του αυτοκινήτου;

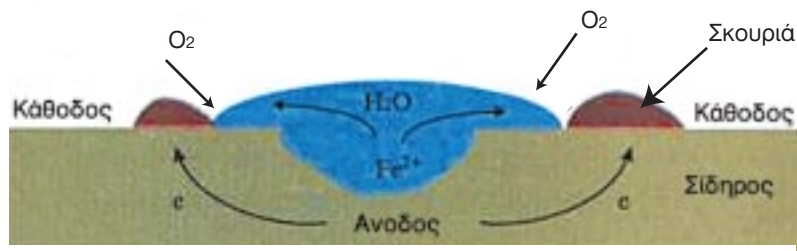
Εξήγηση στο φαινόμενο αυτό δίνει ο σχηματισμός, μετά από χημική αντίδραση με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, οξειδίων των μετάλλων αυτών ( π.χ  $Al_2O_3$ ) που δρουν αντιδιαβρωτικά για το υπόλοιπο μέταλλο (σχήμα 8.6).



**Σχήμα 8.6 Σχηματισμός στην επιφάνεια του Al στοιβάδας  $Al_2O_3$  που δρα αντιδιαβρωτικά**

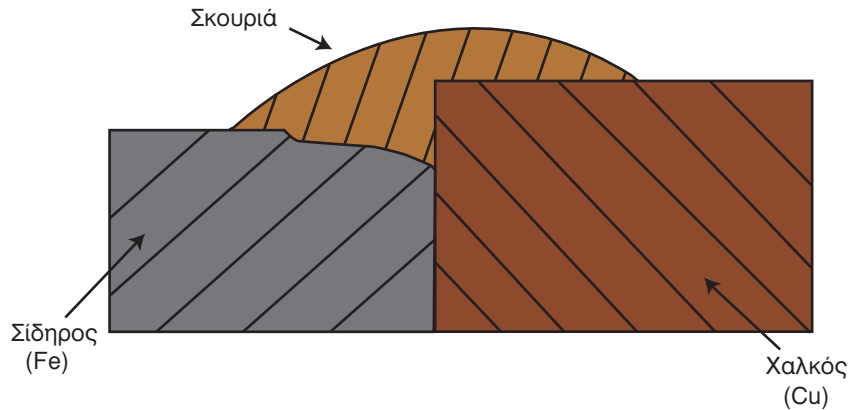
Ηλεκτροχημική διάβρωση, εκτός της κλασικής περίπτωσης που αναφέραμε, μπορεί να συμβεί και σε άλλες περιπτώσεις όπως :

- Διάβρωση σε ένα μόνο μέταλλο (δημιουργία τοπικών γαλβανικών στοιχείων ) σχήμα 8.7.



**Σχήμα 8.7 Μηχανισμός διάβρωσης σε εξάρτημα σιδήρου (δημιουργία τοπικών γαλβανικών στοιχείων)**

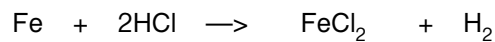
- Διάβρωση από επαφή διαφορετικών μετάλλων (ονομάζεται **διάβρωση επαφής**), όπου διαβρώνεται το «αγενέστερο» μέταλλο (σχήμα 8.8).



Σχήμα 8.8 Διάβρωση επαφής Fe - Cu

### Χημική διάβρωση

Είναι γνωστό από τη χημεία ότι τα μέταλλα αντιδρούν με χημικές ενώσεις (οξέα, βάσεις κλπ.) και παράγουν άλλες ενώσεις. Αν παρατηρήσουμε μία τέτοια αντίδραση :



Σίδηρος + Υδροχλωρικό οξύ → Χλωριούχος σίδηρος + υδρογόνο

θα αντιληφθούμε ότι ο σίδηρος διαλύεται (διαβρώνεται) δημιουργώντας ένα αλάτι ( $\text{FeCl}_2$ ) και αέριο υδρογόνο ( $\text{H}_2$ ). Γενικά η παρουσία χλωρίου σε ένα διαβρωτικό σύστημα επιταχύνει τη διάβρωση. Το χαρακτηριστικό αυτού του τύπου της διάβρωσης είναι ότι τα ηλεκτρόνια δεν περνούν μέσα από το μέταλλο (όπως στην ηλεκτροχημική διάβρωση). Το αλάτι που χρησιμοποιούμε για το λιώσιμο του πάγου στους δρόμους, επιφέρει χημική διάβρωση στο αμάξωμα του αυτοκινήτου.

Συνήθως κατά τη χημική διάβρωση παρατηρείται ομοιόμορφη διάβρωση στην επιφάνεια του μετάλλου.

Χημική διάβρωση παρουσιάζεται σε περιοχές όπου υπάρχει επαφή οξέων, βάσεων κλπ. με μέταλλα (υγρά μπαταρίας ή ψυγείου), ή σε περιοχές υψηλής θερμοκρασίας όπου εξελίσσονται χημικές αντιδράσεις (κινητήρας, εξαέρωση).

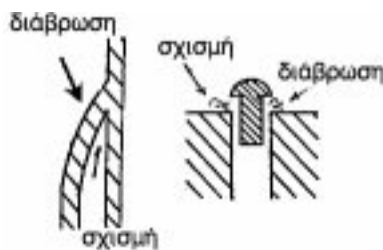
Πολλές φορές η χημική διάβρωση εξελίσσεται σε ηλεκτροχημική ανάλογα με τις συνθήκες.

### Διάβρωση εξαιτίας διαφορετικού αερισμού

Σε περιοχές του αυτοκινήτου που για μεγάλα χρονικά διαστήματα συσσωρεύονται λάσπες ή βρομίες παρατηρείται εντονότερη διάβρωση. Ποια είναι η αιτία αυτού του φαινομένου;

Μετά από σειρά πειραμάτων παρατηρήθηκε ότι στο ίδιο υλικό (π.χ Fe) εξαιτίας διαφορετικού αερισμού σε δύο περιοχές του, εμφανίζεται διάβρωση. Η περιοχή με το λιγότερο αερισμό (άρα λιγότερο οξυγόνο) καθίσταται άνοδος και διαβρώνεται.

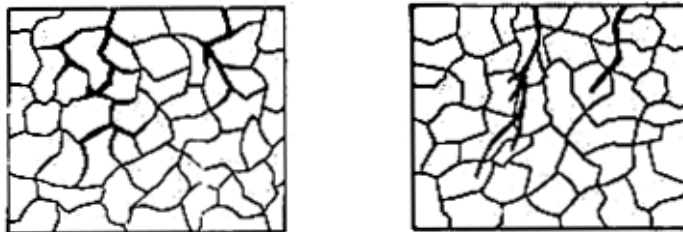
Σε περιοχές όπου υπάρχουν επικαθίσεις από ξένα υλικά, όπως λάσπες κλπ., άρα αερίζονται λιγότερο από άλλες, διαβρώνονται εντατικότερα. Για τον ίδιο λόγο παρατηρείται διάβρωση (σχήμα 8.9) σε πόρους, διάκενα, ρωγμές κλπ.



**Σχήμα 8.9** Διάβρωση σε περιοχές με έλλειψη οξυγόνου (πόροι, ρωγμές, διάκενα)

### Εκλεκτική διάβρωση

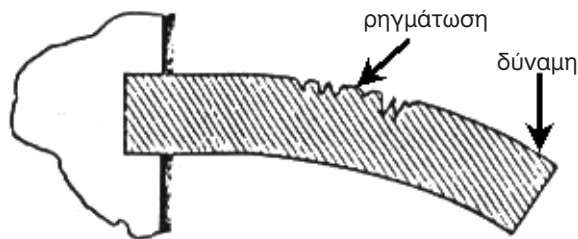
Σε κράματα πολλές φορές παρατηρείται εκλεκτική διάβρωση των αγενέστερων μετάλλων του κράματος από τα ευγενέστερα. Άλλες φορές παρατηρείται διάβρωση στα όρια των κόκκων με αποτέλεσμα την αποσάθρωση των υλικών (σχήμα 8.10).



**Σχήμα 8.10** Διάβρωση στα όρια των κρυσταλλικών κόκκων ή και μέσα σ' αυτούς (περικρυσταλλική – ενδοκρυσταλλική διάβρωση)

### Διάβρωση με μηχανική καταπόνηση

Η επιβολή μηχανικών τάσεων σε μεταλλικά εξαρτήματα του αυτοκινήτου συντελεί στην αύξηση των ατελειών της δομής τους με αποτέλεσμα την ενίσχυση της τάσης διάβρωσης. Η πλέον συνηθισμένη εκδήλωση αυτής της μορφής διάβρωσης είναι η εμφάνιση ρηγματώσεων (σχήμα 8.11).



Σχήμα 8.11 Διάβρωση με μηχανική καταπόνηση

Ιδιαίτερες μορφές διάβρωσης με μηχανική καταπόνηση είναι :

#### Διάβρωση κόπωσης

Είναι η διάβρωση κατά την οποία οι μηχανικές τάσεις επιβάλλονται κυκλικά (π.χ. γρανάζια).

#### Ρευστομηχανική διάβρωση

Είναι η διάβρωση που οφείλεται στη ροή του διαβρωτικού μέσου. Εμφανίζεται σε μεταλλικές σωληνώσεις λόγω της κίνησης του υγρού που παρασύρει αποξέσματα οξειδίων των μετάλλων, τα οποία δρουν προστατευτικά και συντελεί στην περαιτέρω διάβρωση.

Άλλη αιτία φθοράς των υλικών, όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή του κεφαλαίου, είναι η υψηλή θερμοκρασία (φαινόμενο ερπυσμού) ή και η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιοχών του ίδιου εξαρτήματος (σχ 8.12).



Σχήμα 8.12 Διάβρωση εξαιτίας διαφορετικής θερμοκρασίας στο ίδιο εξάρτημα

### 8.6 Επίδραση ακτινοβολιών στα πολυμερή

Η επίδραση των ακτινοβολιών (κύρια της υπεριώδους) στα πολυμερή υλικά έχει ως αποτέλεσμα την διάσπαση των μεγαλομοριακών αλυσίδων τους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **αποικοδόμηση των πολυμερών**. Σ' αυτό το φαινόμενο οφείλεται η δημιουργία ρωγμών στην επιφάνεια των πολυμερών που εκθέτονται για μεγάλο χρονικό διάστημα στην ηλιακή ακτινοβολία. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την προσθήκη στα πολυμερή σταθεροποιητών (ειδικές χημικές ενώσεις) που καθυστερούν το φαινόμενο (κεφ. 3).

### 8.7 Προστασία από τη διάβρωση

Η προστασία των υλικών έχει στόχο την ανάσχεση της δράσης της φθοράς με την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου.

Η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου εξαρτάται από :

- Το διαβρωτικό περιβάλλον.
- Τις λειτουργικές απαιτήσεις του υλικού.
- Τον αναμενόμενο χρόνο χρήσης του υλικού.
- Το κόστος της μεθόδου.

Ανάλογα με το είδος επέμβασης στο σύστημα οι σημαντικότερες κατηγορίες προστασίας είναι οι εξής:

1. Επέμβαση στο υλικό ( κατάλληλη χημική σύσταση, ομοιογένεια, ειδική θερμική επεξεργασία κλπ.).
2. Έλεγχος του διαβρωτικού περιβάλλοντος ( προσθήκη χημικών ουσιών που επιβραδύνουν την διάβρωση, απομάκρυνση χημικών ουσιών που επιταχύνουν την διάβρωση ).
3. Ενεργή προστασία ή επέμβαση στο διαβρωτικό σύστημα (θυσιαζόμενα ηλεκτρόδια, καθοδική προστασία με επιβολή εξωτερικής ηλεκτρικής τάσης ).
4. Παθητική προστασία ή επέμβαση στην επιφάνεια του υλικού ( ανόργανες αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις, οργανικές αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις ).

Για την προστασία από τη διάβρωση του αυτοκινήτου συνήθως χρησιμοποιούνται συνδυασμοί μεθόδων όπως : φωσφάτωση (ανόργανη αντιδιαβρωτική επικάλυψη) / χρώμα (οργανική αντιδιαβρωτική επικάλυψη), ειδικά εποξειδικά χρώματα με υψηλή περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο που συμπεριφέρεται σαν θυσιαζόμενο ηλεκτρόδιο ( ενεργή προστασία ) κλπ.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε συνοπτικά στις ανόργανες αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις που χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο (επιμετάλλωση, φωσφάτωση), ενώ στο επόμενο θα αναφερθούμε στις οργανικές αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις ( χρώματα ).

### **Ανόργανες αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις**

Στις ανόργανες αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις ανήκουν οι επιμεταλλώσεις, το βιομηχανικό σμάλτο ( εμαγιέ ), η φωσφάτωση και η χρωμικοποίηση.

#### ➤ Επιμεταλλώσεις

##### 1. Επιμετάλλωση με «ευγενέστερο» μέταλλο

Ο σίδηρος π.χ. επικαλύπτεται ηλεκτρολυτικά ή με εμβάπτιση με χαλκό ή κασσίτερο (πίνακας 8.1). Ο σίδηρος προστατεύεται μόνο όταν το στρώμα της επιμετάλλωσης δεν παρουσιάζει ρωγμές.

##### 2. Επιμετάλλωση με «αγενέστερο» μέταλλο

Ο σίδηρος επικαλύπτεται με στρώμα χρωμίου ή ψευδαργύρου και προστατεύεται ακόμη και αν υπάρξει ρωγμή του προστατευτικού στρώματος. Στην περίπτωση αυτή δημιουργούνται οξειδία που προστατεύουν τον ψευδάργυρο ή το χρώμιο από τη παραπέρα διάβρωση.

#### ➤ Βιομηχανικό σμάλτο

Το βιομηχανικό σμάλτο χρησιμοποιείται πολύ λίγο στο αυτοκίνητο .

#### ➤ Φωσφάτωση

Η φωσφάτωση είναι μία αντιδιαβρωτική επεξεργασία μεταλλικών επιφανειών κατά την οποία, με κατάλληλες χημικές αντιδράσεις, παράγονται λεπτά κρυσταλλικά στρώματα φωσφορικών αλάτων (σχήμα 8.13). Τα άλατα αυτά αφ' ενός παρέχουν από μόνα τους αντιδιαβρωτική προστασία (περιορισμένης χρονικής διάρκειας), αφ' ετέρου βελτιώνουν την πρόσφυση της επιφάνειας που πρόκειται να επικαλυφθεί με χρώμα. Ο συνδυασμός της φωσφάτωσης με τα χρώματα αυξάνει σημαντικά την προστασία του αυτοκινήτου.

Οι τρόποι φωσφάτωσης στην αυτοκινητοβιομηχανία είναι δύο: με εμφάνιση ή με ψεκασμό.



**Σχήμα 8.13 Παραγωγή σε εργοστασιακή μονάδα.**

**Παρατηρήστε ότι στο σκελετό του αυτοκινήτου έχει ήδη προσαρμοστεί το αρχικό αντιδιαβρωτικό στάδιο της φωσφάτωσης**

➤ Χρωμικοποίηση

Η χρωμικοποίηση είναι αντίστοιχη αντιδιαβρωτική επεξεργασία με τη φωσφάτωση, όπου, αντί για φωσφορικά, χρησιμοποιούνται χρωμικά άλατα. Πολλές φορές η χρωμικοποίηση χρησιμοποιείται στο τελευταίο στάδιο της φωσφάτωσης, για καλλίτερη προστασία.

Το χρώμιο και οι ενώσεις του είναι ιδιαίτερα τοξικές. Αρκετά χρώματα περιέχουν χρώμιο, ενώ γίνεται προσπάθεια να αντικατασταθούν με άλλες μη τοξικές χημικές ενώσεις ( έχει απαγορευτεί στα χρώματα που βάφονται παιδικά παιχνίδια).



## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Οι οικονομικές επιπτώσεις της φθοράς των υλικών είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Η προστασία των υλικών από τη φθορά είναι ένας κλάδος της επιστήμης με σημαντική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια.
- Διάβρωση είναι η καταστροφή, φθορά ή λειτουργική αχρήστευση ενός μεταλλικού υλικού εξαιτίας χημικής, ηλεκτροχημικής ή μηχανικής δράσης του υλικού με το περιβάλλον του.
- Τα μέταλλα διαβρώνονται για να επανέλθουν στη σταθερότερη μορφή (χαμηλής εσωτερικής ενέργειας) των ενώσεών τους.
- Οι παράγοντες που επιδρούν στη διάβρωση είναι : υγρασία, θερμοκρασία, τριεπιφάνεια, όξινο περιβάλλον, μηχανική καταπόνηση, ανομοιομορφίες δομής, επιφανειακές ανωμαλίες και διαφεύγοντα ρεύματα.
- Στο αυτοκίνητο εμφανίζεται συνήθως **τοπική διάβρωση** διαφόρων τύπων όπως : ηλεκτροχημική, χημική, εξαιτίας διαφορετικού αερισμού, εκλεκτική, με μηχανική καταπόνηση, κόπωσης και ρευστομηχανική.
- Η προστασία από τη διάβρωση εξαρτάται από το διαβρωτικό περιβάλλον, τις λειτουργικές απαιτήσεις του υλικού, τον αναμενόμενο χρόνο χρήσης και το αντίστοιχο κόστος.
- Η εφαρμογή της προστασίας μπορεί να γίνει με: επέμβαση στο υλικό, έλεγχο του διαβρωτικού περιβάλλοντος, ενεργή προστασία, παθητική προστασία.
- Στη παθητική προστασία ανήκουν οι ανόργανες αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις: επιμετάλλωση, φωσφάτωση και χρωμικοποίηση.



**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Τί ονομάζεται διάβρωση και τί διαβρωτικό σύστημα ;
2. Ποιά είναι τα αίτια της διάβρωσης ;
3. Ποιοί είναι οι παράγοντες που επιδρούν στη διάβρωση ;
4. Ποιά η διαφορά μεταξύ ηλεκτροχημικής και χημικής διάβρωσης ;
5. Ποιό υλικό διαβρώνεται όταν σε χυτοσίδηρο υπάρχει επικασσιτέρωση και παρουσιαστεί ρωγμή ; Τί συμβαίνει όταν αντί για επικασσιτέρωση έχουμε επιψευδαργύρωση ;
6. Γιατί σε επαφή μεταξύ διαφορετικών μετάλλων ή κραμάτων υπάρχει συνήθως ένα πολυμερές υλικό ;
7. Ποιές είναι οι σημαντικότερες μέθοδοι προστασίας ανάλογα με το είδος της επέμβασης ;
8. Από τί εξαρτάται η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου προστασίας;

**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του δου κεφαλαίου**

A. Πάρε τέσσερα ποτήρια και βάλε αντίστοιχα στο καθένα:

1. Απιονισμένο νερό (αυτό που χρησιμοποιούμε στο ηλεκτρικό σίδηρο).
2. Νερό από τη βρύση.
3. Απιονισμένο νερό με μισό κουταλάκι αλάτι (NaCl).
4. Απιονισμένο νερό με ένα κουταλάκι αλάτι (NaCl).

Ρίξε σε κάθε ένα από τα ποτήρια ένα σιδερένιο καρφί, προσέχοντας τα καρφιά να μην είναι σκουριασμένα και να είναι βυθισμένα τελείως μέσα στο υγρό.

Μετά από δύο ημέρες παρατήρησε τι έχει συμβεί σε κάθε ποτήρι. Γιατί στο 4 ποτήρι το καρφί σκούριασε περισσότερο ;

*B. Πάρε τρία ποτήρια και βάλε απιονισμένο νερό. Σε καθένα απ' αυτά ένα βάλε μισό κουταλάκι αλάτι (NaCl). Ρίξε στο πρώτο ποτήρι ένα σιδερένιο καρφί, στο δεύτερο ένα σιδερένιο καρφί που το έχεις συνδέσει με ένα έλασμα ή σύρμα ψευδάργυρου και στο τρίτο επίσης ένα σιδερένιο καρφί που το έχεις συνδέσει με ένα έλασμα ή σύρμα χαλκού ή μολύβδου. Τα καρφιά δεν πρέπει να είναι σκουριασμένα και να είναι βυθισμένα τελείως στο υγρό. Μετά δύο ημέρες παρατήρησε τι έχει συμβεί. Εξήγησε τις παρατηρήσεις σου.*

*Γ. Εκπαιδευτική επίσκεψη σε βιοτεχνία επικασιτέρωσης κλπ.*

κεφάλαιο 9

# ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ



- 9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 9.2 ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΧΡΩΜΑΤΩΝ
- 9.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΧΡΩΜΑΤΩΝ
- 9.4 ΕΙΔΗ ΧΡΩΜΑΤΩΝ





## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να αναφέρετε τα βασικά συστατικά των χρωμάτων και να διακρίνετε τη χρησιμότητά τους.
- ✓ Να απαριθμείτε τις βασικές ιδιότητες των χρωμάτων.
- ✓ Να ερμηνεύετε τις επιμέρους ιδιότητες των συστατικών τους.
- ✓ Να αναφέρετε τα είδη χρωμάτων και να περιγράφετε τη σειρά τοποθέτησης όλων των επιστρωμάτων.
- ✓ Να ευαισθητοποιηθείτε σε θέματα περιβάλλοντος.

### 9.1 Εισαγωγή

Στις μεθόδους επέμβασης στην επιφάνεια του υλικού (παθητική προστασία), που ήδη αναφέραμε στο κεφ. 8, ανήκουν οι οργανικές αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις (χρώματα) που αποτελούν μία από τις σημαντικότερες μεθόδους προστασίας του αμαξώματος του αυτοκινήτου. Εκτός της προστασίας, τα χρώματα χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν μian αισθητικά όμορφη επιφάνεια (σχ. 9.1).



**Σχήμα 9.1** Τα χρώματα στα αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται για την προστασία από τη διάβρωση αλλά και για τη δημιουργία αισθητικού αποτελέσματος

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στη σύσταση, τα είδη και τις ιδιότητες των χρωμάτων που χρησιμοποιούνται στην προστασία των αμαξωμάτων των αυτοκινήτων.

## 9.2 Σύσταση των χρωμάτων

Τα χρώματα περιέχουν διάφορα συστατικά. Τα κυριότερα είναι :

### 1. Η ρητίνη (πολυμερές υλικό)

Είναι το συνδετικό μέσο που συγκρατεί όλα τα άλλα συστατικά και σχηματίζει ένα στερεό στρώμα στην επιφάνεια του μετάλλου. Μπορεί να είναι στερεό ή παχύρρευστο υγρό.

### 2. Ο διαλύτης

Ο διαλύτης αυξάνει τη ρευστότητα της ρητίνης, επηρεάζοντας παράλληλα και ορισμένες ιδιότητες του χρώματος (πχ. χρόνος στεγνώματος). Μετά τη διαδικασία της βαφής ο διαλύτης εξατμίζεται.

### 3. Πιγμέντα

Τα πιγμέντα είναι στερεές ύλες (χρωστικές κλπ.) σε μορφή σκόνης, αδιάλυτες στο φορέα που χρησιμοποιούνται. Προσδίδουν στο χρώμα την απόχρωση και άλλες ιδιότητες όπως αδιαφάνεια, αντιδιαβρωτικότητα κλπ.

### 4. Διάφορα πρόσθετα

Εκτός των προηγούμενων τριών βασικών συστατικών των χρωμάτων υπάρχουν και διάφορα πρόσθετα συστατικά, σε μικρές αναλογίες, που διαμορφώνουν τις τελικές ιδιότητες του χρώματος.

Τα σημαντικότερα πρόσθετα είναι :

- Χημικές ουσίες που εμποδίζουν τη δημιουργία φυσαλίδων στο χρώμα κατά τη βαφή (αντιαφριστικά).
- Χημικές ουσίες που εμποδίζουν την κατακάθιση των πιγμένων (αντικαθιστικά).
- Χημικές ουσίες που εμποδίζουν τη δημιουργία "πέτσας" (αντιπετσωτικά).

- Χημικές ουσίες που προστατεύουν το χρώμα από την επίδραση των ακτινοβολιών.

### 9.3 Ιδιότητες των χρωμάτων

Οι βασικές ιδιότητες των χρωμάτων είναι :

- Αντιδιαβρωτική προστασία.
- Αντοχή στις καιρικές συνθήκες (ήλιος, βροχή).
- Αντοχή σε χημικές επιδράσεις (απορρυπαντικά, βενζίνη).
- Ελαστικότητα και ανθεκτικότητα σε διάφορες μηχανικές καταπονήσεις (άνεμος με σωματίδια).
- Καλή πρόσφυση (κόλλημα) πάνω στις μεταλλικές επιφάνειες.
- Εύκολη και γρήγορη εφαρμογή.
- Στιλπνότητα (γυαλάδα) στην επιφάνεια του αυτοκινήτου.

Οι βασικές αυτές ιδιότητες των χρωμάτων του αυτοκινήτου έχουν άμεση σχέση με τις ιδιότητες των συστατικών τους που παρουσιάζονται παρακάτω.

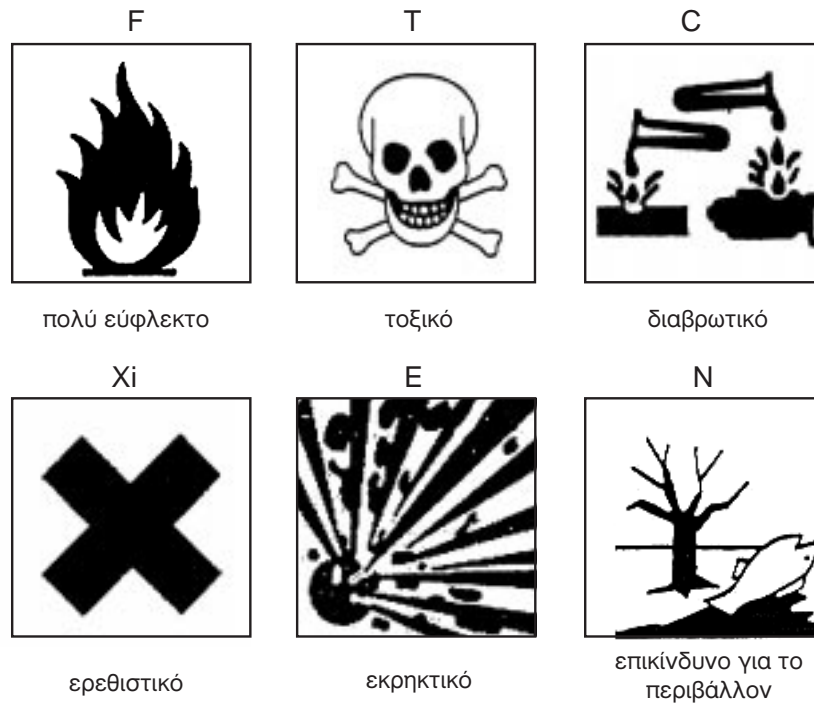
#### Ρητίνες

Οι ρητίνες είναι πολυμερή (όπως ήδη έχουμε αναφέρει στο κεφ. 3), με τη διαφορά ότι η διαδικασία της σκλήρυνσής τους ολοκληρώνεται κατά την εφαρμογή τους στη μεταλλική επιφάνεια. Οι ρητίνες που κύρια χρησιμοποιούνται σήμερα στα χρώματα των αυτοκινήτων είναι **ακρυλικές** και ανάλογα με το είδος τους σκληραίνουν :

- με την εξάτμιση του διαλυτικού (χρώματα ενός συστατικού 1K).
- με χημική αντίδραση με άλλη ρητίνη (χρώματα δύο συστατικών 2K).

Πολλές από τις ακρυλικές ρητίνες είναι επικίνδυνες για την υγεία των εργαζομένων και χρειάζονται ειδικά μέτρα προστασίας.

Ορισμένοι συμβολισμοί επικινδυνότητας παρουσιάζονται στο σχήμα 9.2.



R42: Μπορεί να προκαλέσει ευαισθητοποίηση όταν εισπνέεται.

R43: Μπορεί να προκαλέσει ευαισθητοποίηση σε επαφή με το δέρμα.

Τυποποίηση R (Risk-κίνδυνος)

S36: Να φοράτε κατάλληλη προστατευτική μάσκα.

S37: Να φοράτε κατάλληλα γάντια.

Τυποποίηση S (Safety-ασφάλεια)

**Σχήμα 9.2 Συμβολισμοί επικινδυνότητας χημικών ουσιών**

### Διαλύτες

Οι διαλύτες, όπως αναφέρθηκε, είναι τα πτητικά (εύκολα εξατμιζόμενα) συστατικά των χρωμάτων. Χαρακτηρίζονται ιδιαίτερα **εύφλεκτα υλικά** που δημιουργούν συχνά εκρηκτικά μίγματα. Οι σημαντικότερες ιδιότητες ορισμένων διαλυτών, (πυκνότητα, περιοχή ζέσεως, τάση ατμών, σημείο αυτανάφλεξης) παρουσιάζονται στον πίνακα :



ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΔΙΑΛΥΤΩΝ

Διαλύτης	Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )	Περιοχή ζέσεως (°C)	Τάση ατμών στους 20°C	Σημείο αυτανάφλεξης (°C)
Ασετόν	0.789	56-57	180	540
Αιθανόλη	0.789	74-81	43.2	425
Βουτανόλη	0.809	114-118	7	340
Τολουόλιο	0.864	111	21	569
Ξυλόλη	0.863	138-142	7	562

Όταν οι διαλύτες έρθουν σε επαφή με το δέρμα μπορεί να προκαλέσουν δερματοπάθειες. Η εισπνοή επίσης διαλυτών μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας. Εκτός αυτών των άμεσων επιπτώσεων στην υγεία των ανθρώπων, οι διαλύτες, μετά την εξάτμισή τους, συμμετέχουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Εξαιτίας όλων αυτών των προβλημάτων, οι βιομηχανίες χρωμάτων ερευνούν τον περιορισμό των διαλυτών ή την αντικατάστασή τους. Αυτός είναι ο λόγος που έχουν αναπτυχθεί :

- Χρώματα μικρής περιεκτικότητας σε διαλύτες.
- Αντικατάσταση των οργανικών διαλυτών από το νερό (ανάπτυξη υδατοδιαλυτών ρητινών ή ρητινών διασποράς).

Πιγμέντα

Τα πιγμέντα, ανάλογα της χημικής τους σύστασης, διακρίνονται σε :

- Ανόργανα ( υψηλές αντοχές σε καιρικές συνθήκες ).
- Οργανικά ( όχι υψηλές αντοχές, υψηλό κόστος, καλύτερες και περισσότερες αποχρώσεις).

Ανάλογα με τη χρήση τους τα πιγμέντα διακρίνονται σε αντιδιαβρωτικά και μη αντιδιαβρωτικά. Στα αντιδιαβρωτικά πιγμέντα υπάγονται τα χρωμικά, το μίνιο (επιτεταρτοξειδίο του μολύβδου) που, εξαιτίας της τοξικότητάς τους έχουν σχεδόν ολοκληρωτικά αντικατασταθεί κύρια από το φωσφορικό ψευδάργυρο.

Τα φυλλίδια αλουμινίου αναμιγνυόμενα με άλλα πιγμέντα δίδουν τα γνωστά **μεταλλικά χρώματα**.

#### 9.4 Είδη χρωμάτων

Τα χρώματα χωρίζονται σε εργοστασιακής βαφής και επισκευής.

##### A. Χρώματα εργοστασιακής βαφής

Η σύγχρονη αυτοκινητοβιομηχανία χρησιμοποιεί τις συνθετικές ακριλικές ρητίνες σαν βάση για τα εργοστασιακά χρώματα. Παλαιότερα υπήρχαν και δύο άλλες κατηγορίες χρωμάτων, τα χρώματα νίτρου και ντελουξ που τείνουν να καταργηθούν.

Τα χρώματα που εφαρμόζονται στο εργοστάσιο “ψήνονται” σε ειδικούς φούρνους έως και 200°C και μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες :

1. Υποστρώματα (αστάρια, σουλφασέρ, στόκοι κλπ).
2. Τελικά χρώματα.

##### ► Υποστρώματα

Τα αστάρια είναι ειδικά χρώματα που επιστρώνονται αρχικά πάνω στις επιφάνειες σε διάφορες στρώσεις ανάλογα με τη χρήση του εξαρτήματος.

Η πρώτη στρώση ασταριού εφαρμόζεται σε ηλεκτρολυτικό κελί (ηλεκτροφόρηση) και προσδίδει τις εξής ιδιότητες :

- Πολύ καλή πρόσφυση (“κόλλημα”) με το μεταλλικό υπόστρωμα.
- Αντιδιαβρωτική προστασία (περιέχουν ειδικά αντιδιαβρωτικά πιγμέντα).
- Καλή προετοιμασία για τα επόμενα στρώματα χρώματος.

Ακολουθούν και άλλες στρώσεις ασταριών-σουλφασέρ-στόκων που έχουν εξειδικευμένους σκοπούς όπως :

- Κάλυψη επιφανειακών ανωμαλιών (μικρορωγμές, κοιλότητες κλπ.).
- Προστασία από μηχανικές καταπονήσεις (πχ. στερεά σωματίδια με τον αέρα κτυπούν τις εξωτερικές επιφάνειες).
- Ειδικές ενισχυμένες αντιδιαβρωτικές επιστρώσεις σε περιοχές “ύποπτες” για διάβρωση (πχ. εξωτερική επιφάνεια δαπέδου).

Ανάλογα με την ποιότητα βαφής μπορεί να υπάρξουν πολλές επιστρώσεις ασταριών.

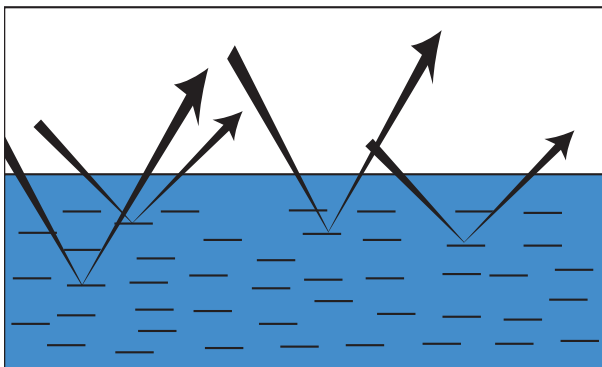
### ► Τελικά χρώματα

Τα τελικά χρώματα εφαρμόζονται μετά την επίστρωση των υποστρωμάτων. Δημιουργούν την τελική αντιδιαβρωτική και αισθητική παρουσία της επιφάνειας του αυτοκινήτου.

Τα τελικά χρώματα χωρίζονται στις εξής κατηγορίες :

- Χρώματα ενός συστατικού (1K).

Τα χρώματα (1K) είναι ανθεκτικά στις καιρικές συνθήκες, στις χημικές ουσίες και στις μηχανικές καταπονήσεις. Όπως αναφέρθηκε στις ιδιότητες των ρητινών στα χρώματα (1K), η σκλήρυνση της επιφάνειας δημιουργείται από την εξάτμιση του διαλυτικού και τη θερμοκρασία (ψήσιμο). Ειδική κατηγορία στα χρώματα (1K) είναι τα **μεταλλικά** χρώματα όπου, εκτός του πιγμέντου, υπάρχουν και μικρά φύλλα αλουμινίου τα οποία ανακλούν το φως και δίνουν πιο αισθητικό αποτέλεσμα (σχήμα 9.3).



**Σχήμα 9.3** Ανάκλαση του φωτός πάνω στα φυλλίδια του αλουμινίου στα «μεταλλικά» χρώματα

Τα χρώματα αυτά μπορούν να εφαρμοσθούν σε περισσότερες από μια αλληπάλληλες επιστρώσεις. Ως τελικό επίστρωμα τοποθετείται ένα **βερνίκι** για την προστασία του τελικού χρώματος (χρώματα διπλής).

**Βερνίκι:** Η ρητίνη με το διαλύτη, χωρίς το πιγμέντο, δε δημιουργούν χρώμα αλλά μια διαφανή επικάλυψη που ονομάζεται βερνίκι. Συνήθως είναι το τελικό επίστρωμα και προστατεύει το τελικό χρώμα. Οι ιδιότητες των βερνικιών έχουν άμεση σχέση με τις ιδιότητες των συστατικών τους.

- Χρώματα υψηλής περιεκτικότητας σε στερεά (HS).

Είναι χρώματα με υψηλό ποσοστό στερεών (> 70%) ενώ έχουν μειωμένο ποσοστό διαλυτών (<20%) για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος.

- Υδατοδιαλυτά χρώματα.

Στα υδατοδιαλυτά χρώματα ο διαλύτης έχει μεγάλη περιεκτικότητα νερού και τα άλλα συστατικά (ρητίνες, πιγμέντα) βρίσκονται σε διασπορά (μικρά σφαιρίδια μέσα σε νερό). Η ρύπανση του περιβάλλοντος από τα χρώματα αυτά είναι μικρότερη.

- Χρώματα σκόνης (πούδρας).

Στα χρώματα αυτά οι ρητίνες βρίσκονται σε μορφή σκόνης και εκτοξεύονται στην επιφάνεια που πρόκειται να βαφεί. Η πρόσφυση γίνεται με ηλεκτροστατικό τρόπο (αν η επιφάνεια είναι ψυχρή) ή με τήξη (αν είναι θερμή). Ακολουθεί θέρμανση σε φούρνους (>200°C) η σκόνη μετασχηματίζεται (αντιδρά) και δημιουργεί το χρώμα. Βασικά πλεονεκτήματα των χρωμάτων αυτών είναι :

- Μηδαμινές απώλειες υλικού.
- Μη χρήση διαλυτών.
- Πολύ μεγάλη αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις (βαφή σε ζάντες αυτοκινήτων).

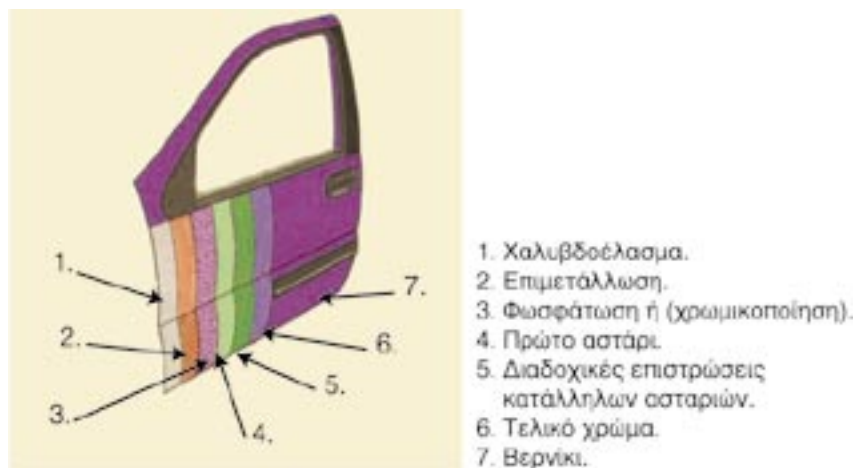
## **B. Χρώματα επισκευής**

Τα χρώματα επισκευής είναι χρώματα που εφαρμόζονται στα συνεργεία για τη συντήρηση και επισκευή των αυτοκινήτων. Η βασική διαφορά με τα χρώματα του εργοστασίου είναι στο «ψήσιμο». Τα εργοστασιακά χρώματα «ψήνονται» περίπου στους 200°C, ενώ τα χρώματα επισκευής μέχρι 60°C.

Στη κατηγορία αυτή υπάγονται τα ακριλικά (2K) που σκληραίνουν με χημική αντίδραση δύο συστατικών. Υπάρχουν χρώματα επισκευής μονής και διπλής επίστρωσης που μπορεί να είναι μεταλλικά. Τα χρώματα αυτά χρησιμοποιούνται και για τη βαφή πολυμερών εξαρτημάτων του αυτοκινήτου (πχ. προφυλακτήρες).

**Δομή αντιδιαβρωτικής προστασίας επιφάνειας αυτοκινήτου**

Για την αντιδιαβρωτική προστασία του αμαξώματος του αυτοκινήτου ακολουθείται η σειρά (σχήμα 9.4) :



**Σχήμα 9.4 Διαδοχικές επιστρώσεις για την αντιδιαβρωτική προστασία του αμαξώματος του αυτοκινήτου**

**A. Ανόργανες αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις.**

1. Επιμετάλλωση.

Σε ορισμένα ακριβά αυτοκίνητα η εξωτερική επιφάνεια (ή και τμήματα της επιφάνειας ‘επικίνδυνα’ για διάβρωση), είναι κατασκευασμένα από επιψευδαργυρωμένη λαμαρίνα.

2. Φωσφάτωση.

Σε όλα τα αυτοκίνητα εφαρμόζεται η φωσφάτωση.

**B. Οργανικές αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις.**

3. Πρώτο αστάρι .

4. Διαδοχικές επιστρώσεις ασταριών, σουλφασέρ, στόκων ανάλογα με τις απαιτήσεις του εξαρτήματος (πχ η εξωτερική επιφάνεια θα επιστρωθεί και με ειδικό αστάρι ‘αντικτυπικό’ για την αντιμετώπιση των σωματιδίων που προσπίπτουν, σε αντίθεση με την εσωτερική επιφάνεια όπου δεν απαιτείται).

5. Τελικό χρώμα.

6. Βερνίκι.



## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Οι οργανικές αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις (χρώματα) αποτελούν μία από τις σημαντικότερες μεθόδους προστασίας του αμαξώματος του αυτοκινήτου. Τα κύρια συστατικά τους είναι οι **ρητίνες**, οι **διαλύτες**, τα **πιγμέντα** και **διάφορα πρόσθετα**.

Τα χρώματα έχουν τις εξής βασικές ιδιότητες :

- Αντιδιαβρωτική προστασία.
- Αντοχή στις καιρικές συνθήκες.
- Αντοχή σε χημικές επιδράσεις.
- Ελαστικότητα και ανθεκτικότητα.
- Καλή πρόσφυση.
- Εύκολη και γρήγορη εφαρμογή.
- Στιλπνότητα.

Τα εργοστασιακά χρώματα χωρίζονται στα υποστρώματα (αστάρια, σουλφασέρ, στόκοι κλπ.) και στα τελικά χρώματα ενός συστατικού (1K), υψηλής περιεκτικότητας σε στερεά (HS), υδατοδιαλυτά και χρώματα σκόνης.

Τα χρώματα επισκευής (υποστρώματα και τελικά) είναι της ίδιας βάσης με τα εργοστασιακά, ακριλικές ρητίνες, αλλά δύο συστατικών (2K).

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Ποιά είναι τα κυριότερα συστατικά των χρωμάτων ;
2. Ποιός είναι ο ρόλος της ρητίνης ;
3. Για την εξωτερική βαφή ενός αυτοκινήτου επιφάνειας  $3\text{m}^3$  απαιτούνται :  $0.002\text{m}^3$  ρητίνη,  $0.0005\text{m}^3$  διαλύτης,  $0.0005\text{m}^3$  πιγμέντα μαζί με πρόσθετα. Πόσο θα είναι το πάχος βαφής λίγες ημέρες μετά το βάψιμο ; (Θεωρείστε ότι δεν υπάρχουν απώλειες)
4. Ποιές είναι οι βασικές ιδιότητες των χρωμάτων ;
5. Πώς εφαρμόζονται τα μεταλλικά χρώματα ;
6. Ποιός είναι ο ρόλος των υποστρωμάτων ;
7. Ποιά χρώματα χαρακτηρίζονται 1K διπλής επίστρωσης ;
8. Γιατί δε μπορούν να εφαρμοσθούν στο συνεργείο τα χρώματα σκόνης (πούδρας) ;
9. Για ποιό λόγο αναπτύχθηκαν τα υδατοδιαλυτά χρώματα ;
10. Ποιά είναι η σειρά των επιστρωμάτων που εφαρμόζεται για την αντιδιαβρωτική προστασία των εξωτερικών επιφανειών του αυτοκινήτου ;

**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 9ου κεφαλαίου**

1. Εκπαιδευτική επίσκεψη σε συνεργείο βαφής αυτοκινήτων.
2. Αναζήτηση νόμων, εγκυκλίων κλπ. σχετικών με την επικινδυνότητα των χρωμάτων και την περιβαλλοντική διαχείρισή τους (πχ. Φ.Ε.Κ. 64Α15-5-1984, Φ.Ε.Κ 705 20-9-1994, Π.Δ 94/1987).

κεφάλαιο 10



ΤΖΑΜΙΑ - ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ  
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

10.2 ΕΙΔΗ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ  
ΣΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ







## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ



Να αναφέρετε τα είδη των κρυστάλλων, τη σύσταση και τις ιδιότητές τους

### 10.1 Εισαγωγή

Το γυαλί δεν θεωρείται στερεό σώμα αλλά ένα λιωμένο υγρό μίγμα (χαλαζιακής άμμου- ανθρακικού νατρίου- ανθρακικού ασβεστίου) που έχει ψυχθεί σε συνήθεις ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες, κατά τις οποίες μετατρέπεται σε εξαιρετικά παχύρρευστη και σκληρή μάζα η οποία παρουσιάζει τις γνωστές ιδιότητες ενός στερεού. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται *υπόψυκτη*.

Το γυαλί μπορεί να κατασκευαστεί αποκλειστικά και μόνο από χαλαζιακή άμμο. Το σημείο όμως τήξης της χαλαζιακής άμμου είναι αρκετά υψηλό, 1700°C.

Το υψηλό σημείο τήξης της χαλαζιακής άμμου και η κρυσταλλική φύση του προϊόντος είναι δύο στοιχεία τα οποία αποκλείουν τη χρησιμοποίησή της για παραγωγή τζαμιών συνήθους εφαρμογής. Προσθήκη στη χαλαζιακή άμμο περίπου 10% ανθρακικού ασβεστίου και 15% ανθρακικού νατρίου έχει σαν αποτέλεσμα ένα σημείο τήξης για το μίγμα 850°C και μια μικρότερη τάση για κρυστάλλωση κατά τη διάρκεια της ψύξης του τήγματος. Συνήθως χρησιμοποιούνται και διάφορα άλλα πρόσθετα σε ποσοστά που εξαρτώνται από τον τύπο του γυαλιού που απαιτούν οι συγκεκριμένες εφαρμογές.

#### **Ελεύθερο ανάγνωση**

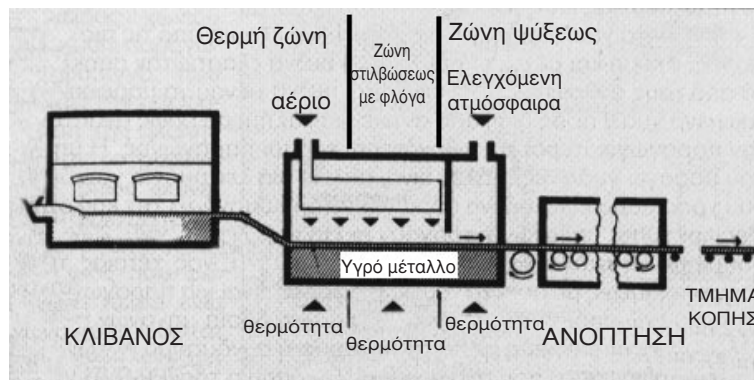
#### **Μέθοδος επιπλεύσεως (Σχήμα 10.1)**

Μετά από την ανάπτυξη της από την αγγλική εταιρία του Pilkington κατά το 1959, η μέθοδος επιπλεύσεως έγινε η κύρια μέθοδος παραγωγής γυαλιού σε όλο τον κόσμο. Πριν από την εμφάνιση της μεθόδου αυτής, οι γυάλινες πλάκες παραλαμβάνονταν μετά από χύτευση λιωμένου γυαλιού,

ρολάρισμα και στίλβωση για την αφαίρεση των διάφορων παραμορφώσεων.

Η μέθοδος της επιπλεύσεως, σε αντίθεση με τις άλλες μεθόδους παραγωγής γυαλιού δεν αποτελεί κάποια ανάπτυξη μιας προηγούμενης μεθόδου. Η ανάπτυξή της βασίστηκε σε μια τελείως νέα τεχνολογία.

Για την παραγωγή μιας λείας γυάλινης πλάκας με τις προηγούμενες μεθόδους γινόταν μορφοποίηση μιας διάπυρης γυάλινης μάζας σε μια συνεχή ταινία. Επειδή, όμως, υπήρχε επαφή μεταξύ γυαλιού και του κυλίνδρου διαμορφώσεως, η επιφάνεια της πλάκας που προέκυπτε, έφερε διάφορα στίγματα. Έπρεπε λοιπόν στη συνέχεια να γίνεται τρόχισμα και λείανση της πλάκας προκειμένου να παραληφθούν πλάκες ομοιομόρφου πάχους και οπτικά καλαισθητες. Αλλά το τρόχισμα και η λείανση αύξησε τις απώλειες γυαλιού στα επίπεδα του 20% και απαιτούσε υψηλό κόστος κεφαλαίου και κατεργασίας.



Σχήμα 10.1 Μέθοδος επιπλεύσεως

Κατά τη μέθοδο της επιπλεύσεως ένα συνεχές γυάλινο στρώμα πλάτους 3.3 μέτρων ρέει προς το φούρνο τήξης και επιπλέει κατά μήκος της επιφάνειας ενός τήγματος κασσιτέρου. Το στρώμα αυτό διατηρείται σε μια ατμόσφαιρα που ελέγχεται χημικά και σε μια κατάλληλη υψηλή θερμοκρασία για αρκετό χρονικό διάστημα, ώστε να εξαφανιστούν οι παραμορφώσεις και να γίνουν οι επιφάνειες του στρώματος επίπεδες και παράλληλες. Επειδή η επιφάνεια του τήγματος κασσιτέρου είναι αρκετά επίπεδη, καθώς επίσης και η επιφάνεια του γυάλινου στρώματος, τελικά οι επιφάνειες του γυαλιού γίνονται επίπεδες.

Το γυάλινο στρώμα αρχίζει να ψύχεται καθώς ρέει κατά μήκος της επι-

φάνειας του τήγματος, ωστόσο γίνεται αρκετά σκληρό, ώστε να είναι ακίνδυνη η προώθησή του δια μέσου της διάταξης της ελεγχόμενης αποπύρωσης. Επειδή η γυάλινη πλέον πλάκα είναι αρκετά σκληρή οι προωθητικοί κύλινδροι της διάταξης αποπύρωσης δεν αφήνουν στίγματα στην γυάλινη επιφάνεια. Οι γυάλινες πλάκες που παράγονται με τον τρόπο αυτό έχουν ομοιόμορφο πάχος και είναι οπτικά καλαίσθητες χωρίς να χρειάζονται επιφανειακό τρόχισμα και λείανση.

Μετά από προσπάθειες πολλών χρόνων προέκυψε μια βιομηχανική εγκατάσταση πλήρους κλίμακας για την παραγωγή γυάλινων πλακών με τη μέθοδο της επιπλεύσεως. Η παραπάνω βιομηχανική μονάδα παρήγαγε γυάλινες πλάκες πάχους μέχρι 6mm. Οι διάφορες φυσικές δυνάμεις που αλληλεπιδρούν μέσα στο λουτρό επιπλεύσεως καθόρισαν το πάχος της γυάλινης πλάκας που προέκυψε στα 6mm. Αυτό αποτέλεσε μια ευτυχή συγκυρία αφού το 50% περίπου των τζαμιών που διατίθενται στην αγορά έχουν το πάχος αυτό.

Αλλά οι πλήρεις δυνατότητες της μεθόδου επιπλεύσεως δεν θα ήταν δυνατό να καθοριστούν, εάν προηγουμένως δεν είχε επιτευχθεί η παραγωγή πλακών διαφορετικών παχών. Η αρχή πάνω στην οποία στηρίχτηκε ο Pilkington για την παραγωγή πλακών μικρότερου πάχους ήταν ο εφελκυσμός του στρώματος της επιπλεύσεως κατά ένα αυστηρά ελεγχόμενο τρόπο ώστε να αποκλείονται οι διάφορες παραμορφώσεις. Οι γυάλινες πλάκες που παράγονται σήμερα με τη μέθοδο της επιπλεύσεως έχουν πάχη μεταξύ 4mm και 25mm, όταν πρόκειται για οικοδομικές εφαρμογές και πάχος 2.5 mm, όταν προορίζονται για την αυτοκινητοβιομηχανία.

## 10.2 Είδη κρυστάλλων που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα

### ● Σύσταση – Ιδιότητες

Με την προσθήκη κατάλληλης αναλογίας οξειδίου του μολύβδου στο αρχικό μίγμα της χαλαζιακής άμμου, επιτυγχάνεται η παραγωγή των γνωστών κρυστάλλων. Υπάρχουν πολλές χρήσεις για τα κρύσταλλα αυτά των αυξημένων αντοχών, τα οποία δεν θρυμματίζονται εύκολα π.χ. στα παμπρίζ των αυτοκινήτων.

Τα κρύσταλλα αυξημένων αντοχών παράγονται όπως και τα συνήθη

γυαλιά, με μια πρόσθετη, όμως, διεργασία σκλήρυνσης ή διεργασία επένδυσης.

Κατά τη διεργασία της σκλήρυνσης, γίνεται μια ομοιόμορφη ανύψωση της θερμοκρασίας, ωστόσο το κρύσταλλο φτάσει στην πλαστική περιοχή (κεφ.1). Στη συνέχεια το κρύσταλλο εξάγεται γρήγορα από το φούρνο, διαμορφώνεται στην τελική του μορφή με τη βοήθεια διάφορων ειδικών εργαλείων και υποβάλλεται σε έντονη ομοιόμορφη ψύξη με ψυχρό αέρα, που εμφυσάται από κατάλληλα ακροφύσια. Μετά από τη διεργασία αυτή, η επιφάνεια γίνεται πολύ σκληρή και αντέχει σε διάφορες αιτίες θρυμματισμού.

Κατά τη διεργασία της επένδυσης, τα επενδεδυμένα κρύσταλλα παράγονται μετά από σχηματισμό ενός *σάντουιτς* από δύο φύλλα κρυστάλλου και ένα φύλλο καθαρού ή χρωματισμένου πολυβουτυλοβινιλίου. Το *σάντουιτς* θερμαίνεται με αργό ρυθμό σε περιβάλλον κενού, ώστε να εκλύεται όλη η ποσότητα του αέρα και στη συνέχεια θερμαίνεται μέχρι τη θερμοκρασία συγκόλλησης, κάτω από επίδραση πίεσης μέσα σε ένα δοχείο με πίεση. Δεν χρειάζονται συγκολλητικές ουσίες για την συγκόλληση των διαφόρων τμημάτων του *σάντουιτς*. Ενδέχεται το *σάντουιτς* να αποτελείται από περισσότερα στρώματα, όταν απαιτούνται αυξημένες αντοχές. Το θωρακισμένο κρύσταλλο αποτελείται από 4 τουλάχιστο στρώσεις με συνολικό πάχος 25 mm. Από πάχος 60 mm και άνω έχουμε τα αλεξίσφαιρα από βλήματα φορητών όπλων κρύσταλλα ( διαμετρήματος 7.62mm).



### ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Το γυαλί μπορεί να κατασκευαστεί αποκλειστικά και μόνο από χαλαζιακή άμμο. Το σημείο όμως τήξης της χαλαζιακής άμμου είναι αρκετά υψηλό, 1700°C.
- Προσθήκη στη χαλαζιακή άμμο περίπου 10% ανθρακικού ασβεστίου και 15% ανθρακικού νατρίου έχει σαν αποτέλεσμα ένα σημείο τήξης για το μίγμα 850°C και μια μικρότερη τάση για κρυστάλλωση κατά τη διάρκεια της ψύξης του τήγματος.
- Με την προσθήκη κατάλληλης αναλογίας οξειδίου του μολύβδου στο αρχικό μίγμα της χαλαζιακής άμμου, επιτυγχάνεται η παραγωγή των γνωστών *κρυστάλλων*. Υπάρχουν πολλές χρήσεις για τα κρύσταλλα αυτά των αυξημένων αντοχών, τα οποία δεν θρυμματίζονται (εύκολα π.χ. στα παρμπρίζ των αυτοκινήτων).
- Τα κρύσταλλα αυξημένων αντοχών παράγονται, όπως και τα συνήθη γυαλιά, με μια πρόσθετη όμως διεργασία σκλήρυνσης ή διεργασία επένδυσης.



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί είναι το γυαλί; Απαντήστε με συντομία.
2. Τί ονομάζουμε *υπόψυκτη κατάσταση*;
3. Γιατί δεν παράγουμε γυαλί μόνο από χαλαζιακή άμμο; Με ποιες προσθήκες χαμηλώνουμε το σημείο τήξης του μίγματος της χαλαζιακής άμμου;
4. Με την προσθήκη ποιού οξειδίου κατασκευάζουμε τα κρύσταλλα;
5. Με ποιές διεργασίες παράγονται τα κρύσταλλα αυξημένων αντοχών; Περιγράψτε περιληπτικά τις δύο μεθόδους.



**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 10ου κεφαλαίου.**

1. *Να ανατεθεί εργασία εξεύρεσης, από τεχνικά περιοδικά αυτοκινήτων, φωτογραφιών αυτοκινήτων από 'crash test' με έμφαση στη θραύση των παρμπρίζ. Μετά από τη συλλογή, να μελετηθούν οι φωτογραφίες και να γίνει προσπάθεια επεξήγησης του τρόπου θραύσης ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής των κρυστάλλων αυτών. Ο χρονικός προσδιορισμός των δοκιμών (πότε έγιναν;) θα βοηθήσει στην κατανόηση της εξέλιξης της μεθόδου παραγωγής των υλικών αυτών.*

**κεφάλαιο 11****ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ**

- 11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 11.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ
- 11.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΛΙΠΑΝΤΙΚΟΥ
- 11.4 ΕΙΔΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
- 11.5 ΕΙΔΗ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ
- 11.6 ΥΓΡΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ
- 11.7 ΗΜΙΣΤΕΡΕΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ
- 11.8 ΣΤΕΡΕΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ







### ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Na κατανοείτε τη σημασία της λίπανσης.
- ✓ Na ορίζετε την έννοια της τριβής και να περιγράφετε τα είδη της.
- ✓ Na διατυπώνετε τις βασικές λειτουργίες του λιπαντικού.
- ✓ Na περιγράφετε τα είδη της λίπανσης.
- ✓ Na κατατάσσετε τα λιπαντικά ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση.
- ✓ Na αναφέρετε την προέλευση, την παραγωγή και τα βασικά πρόσθετα που χρησιμοποιούμε στα υγρά λιπαντικά.
- ✓ Na περιγράφετε τις βασικές ιδιότητες των υγρών λιπαντικών.
- ✓ Na αναγνωρίζετε την τυποποίηση των υγρών λιπαντικών με βάση το ιξώδες και την ποιότητα.
- ✓ Na αναφέρετε τη σύσταση, τις κατηγορίες και τη χρήση των ημίρρευστων λιπαντικών στο αυτοκίνητο.
- ✓ Na αναφέρετε τη σύσταση και τη χρήση των στερεών λιπαντικών.

### 11.1 Εισαγωγή

Αν πάρουμε δύο λεία μεταλλικά κομμάτια και τα «τρίψουμε» μεταξύ τους όταν είναι ξηρά και όταν έχουν μεταξύ τους λίγο λάδι (λιπαντικό μέσο), αμέσως θα παρατηρήσουμε μία διαφορά. Στη δεύτερη περίπτωση το τρίψιμο (τριβή) είναι πολύ πιο εύκολο.

Είναι γνωστό ότι ο κινητήρας του αυτοκινήτου αποτελείται από μεταλλικά μέρη που κατά τη λειτουργία του τρίβονται. Στην περίπτωση που δεν υπήρχε κάποιο λιπαντικό μέσο μετά από λίγο χρόνο λειτουργίας ο κινητήρας, εξαιτίας της υπερθέρμανσης από την τριβή, θα καταστρεφόταν (κόλλημα κινητήρα).

Στις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ) η ενέργεια του καυσίμου κατανέμεται κατά προσέγγιση :

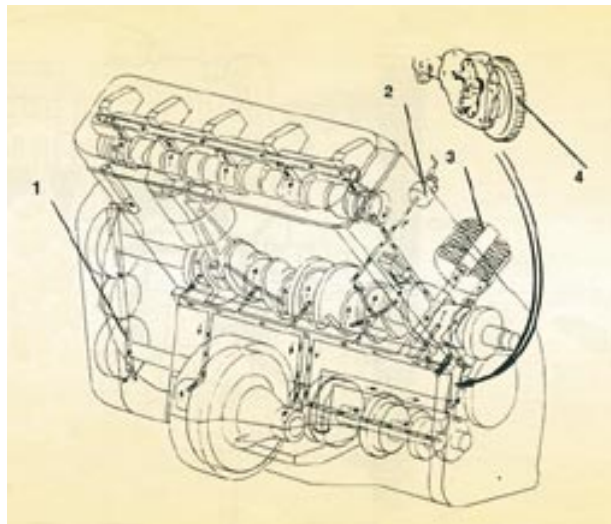
- Ωφέλιμη ισχύς 28%

Ενέργεια που χάνεται : - Με τα καυσαέρια 36%.

- Με την ψύξη της μηχανής 30%.

- Εξαιτίας τριβών 6%.

Η λίπανση (σχήμα 11.1), ελαττώνει τις απώλειες ενέργειας από την τριβή και αυξάνει αντίστοιχα την ωφέλιμη ισχύ του. Το γεγονός αυτό έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου.



1. Αγωγοί λαδιού
2. Βαλβίδα λαδιού
3. Φίλτρο λαδιού
4. Αντλία λαδιού

Σχήμα 11.1 Σύστημα λίπανσης ΜΕΚ

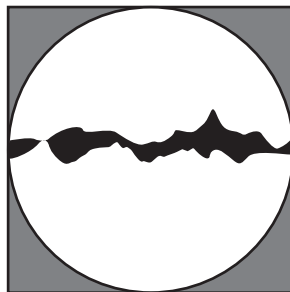
Παρατηρούμε λοιπόν τη σπουδαιότητα που παρουσιάζει η λίπανση για την σωστή λειτουργία ενός αυτοκινήτου. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο απαιτείται πλέον κατάλληλη επιλογή λιπαντικού, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, για κάθε εξάρτημα του αυτοκινήτου (πχ. κύλινδροι, κιβώτιο ταχυτήτων κλπ.).

## 11.2 Βασικές έννοιες - Ορισμοί

Θεωρούμε απαραίτητο, για την κατανόηση του κεφαλαίου, να ορίσουμε και να αναλύσουμε ορισμένες έννοιες που ήδη αναφέρθηκαν στην εισαγωγή.

### ● Τριβή

Τριβή είναι η δύναμη που αναπτύσσεται κατά τη μετακίνηση ενός σώματος πάνω σε ένα άλλο. Η κατεύθυνσή της είναι αντίθετη από την κατεύθυνση της σχετικής κίνησης και οφείλεται στις ανωμαλίες που παρουσιάζουν οι επιφάνειες των σωμάτων που έρχονται σε επαφή (σχήμα 11.2).



Σχήμα 11.2 Τριβόμενες επιφάνειες σε μεγέθυνση

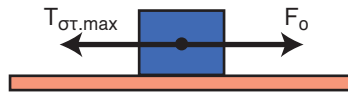
### ➤ Είδη τριβής

Δύο είναι τα είδη της τριβής:

A. Στατική τριβή (τα αντικείμενα δεν κινούνται).

Ονομάζεται η δύναμη που αντιστέκεται στην προσπάθεια κίνησης δύο αντικειμένων που παραμένουν ακίνητα. Η στατική τριβή έχει μεταβλητό μέτρο με μέγιστη τιμή (σχήμα 11.3) τη στιγμή που αρχίζει η κίνηση (οριακή τριβή). Το μέτρο της δύναμης  $F$ , που εξωτερικά εφαρμόζουμε, αυξάνει

προοδευτικά μέχρι την τιμή  $F_0$  όπου οριακά αρχίζει να κινείται το σώμα.



**Σχήμα 11.3** Η στατική τριβή έχει τη μέγιστη τιμή  $T_{στ,max}$  τη στιγμή που αρχίζει η κίνηση ( $T_{στ,max} = F_0$ )

B. Κινητική τριβή (τα αντικείμενα κινούνται).

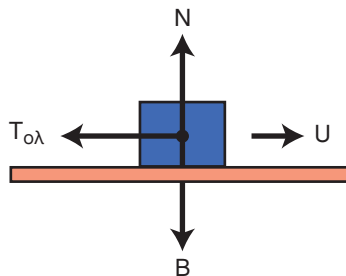
Ονομάζεται η δύναμη που αντιστέκεται στη κίνηση δύο αντικειμένων. Η στατική τριβή είναι μεγαλύτερη από την κινητική τριβή.

Η κινητική τριβή διακρίνεται σε τριβή ολίσθησης και τριβή κύλισης.

- Τριβή ολίσθησης

Ονομάζεται η δύναμη που παρουσιάζεται όταν ένα σώμα ολισθαίνει (γλιστράει) πάνω σε ένα άλλο. Εξαρτάται, εκτός από τις ανωμαλίες των επιφανειών που τρίβονται, και από το μέτρο της δύναμης που πιέζει κάθετα τις επιφάνειες αυτές.

Η τριβή ολίσθησης (σχήμα 11.4) δεν εξαρτάται από το εμβαδόν και τη σχετική ταχύτητα ( $u$ ) των επιφανειών που τρίβονται.



**Σχήμα 11.4** Τριβή ολίσθησης

$$T = \mu N$$

T : Δύναμη της τριβής.

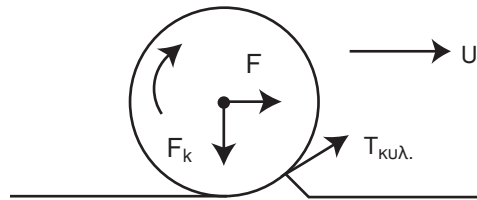
$\mu$  : Συντελεστής τριβής (εξαρτάται από τη φύση των επιφανειών που τρίβονται).

N : Δύναμη κάθετη στις επιφάνειες που τρίβονται.

- Τριβή κύλισης.

Ονομάζεται η δύναμη που παρουσιάζεται όταν ένα σώμα, κυλινδρικό ή

σφαιρικό, κυλάει (ακριβέστερα τείνει να περιστραφεί γύρω από το εκάστοτε σημείο επαφής) πάνω σε ένα άλλο. Κατά την τριβή κύλισης το ένα σώμα εφάπτεται στο άλλο θεωρητικά με μία γραμμή (πχ. κυλινδρικά ρουλεμάν) ή με ένα σημείο (πχ. σφαιρικά ρουλεμάν). Στην πραγματικότητα στην τριβή κύλισης (σχήμα 11.5) το ένα σώμα «βυθίζεται» μέσα στην επιφάνεια του άλλου εξαιτίας της δύναμης  $F_k$  που ασκείται στη θεωρητική γραμμή επαφής. Έτσι η γραμμή ή το σημείο επαφής μετατρέπεται σε επιφάνεια επαφής. Η αντίσταση σε κύλιση είναι πολύ μικρότερη από την αντίσταση σε ολίσθηση.



**Σχήμα 11.5 Τριβή κύλισης**

Τα παραπάνω αναφέρονται στην ξηρή τριβή όπου μεταξύ των σωμάτων που τρίβονται δεν παρεμβάλλεται λιπαντικό. Στις τεχνολογικές εφαρμογές σχεδόν ποτέ δεν συναντάμε ξηρή τριβή, επειδή παρουσιάζονται μεγάλες απώλειες ενέργειας και φθοράς.

- **Λίπανση - λιπαντικό μέσο.**

Λίπανση ονομάζουμε την παρεμβολή, μεταξύ δύο επιφανειών που τρίβονται, μιας ουσίας στερεής, υγρής ή αέριας η οποία λέγεται λιπαντικό μέσο ή λιπαντικό και που έχει σαν κύριο στόχο την ελάττωση του συντελεστή τριβής των τριβόμενων επιφανειών. Με αυτόν τον τρόπο μετατρέπουμε την ξηρή σε υγρή τριβή.

### 11.3 Λειτουργίες λιπαντικού

Το λιπαντικό, αφού ελαττώνει τον συντελεστή τριβής, συντελεί στην αύξηση της ωφέλιμης ισχύος του αυτοκινήτου και περιορίζει τις φθορές των τριβομένων επιφανειών.

Άλλες βασικές λειτουργίες του λιπαντικού είναι :

1. Απομακρύνει τη θερμότητα τριβής ( πχ. λειτουργεί σαν ψυκτικό μέσο για την ψύξη των κυλίνδρων στις ΜΕΚ).
2. Προστατεύει από τη διάβρωση τα μεταλλικά μέρη της μηχανής, αφού, εξαιτίας της καλής πρόσφυσης (κολλήματος), δεν επιτρέπει στο οξυγόνο να έρθει σε επαφή με τα τριβόμενα μέταλλα.
3. Συντελεί στην στεγανοποίηση του θαλάμου καύσης (συμπληρώνει την αποστολή των ελατηρίων).
4. Διατηρεί την καθαρότητα των τριβομένων επιφανειών εξαιτίας των προσθέτων (απορρυπαντικών ουσιών) που περιέχει (σχήμα 11.6).
5. Ελαττώνει τον θόρυβο του κινητήρα, λειτουργώντας σαν αποσβεστικό κραδασμών.



(α)



(β)

**Σχήμα 11.6** Χρήση λιπαντικού με πρόσθετο απορρυπαντικό (α) και χωρίς απορρυπαντικό (β)

Η μη σωστή λίπανση έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή των μεταλλικών τμημάτων της μηχανής που τρίβονται. Αρκούν μερικά λεπτά λει-

τουργίας της μηχανής χωρίς λιπαντικό (ή με λιπαντικό χωρίς τις απαιτούμενες ιδιότητες) ώστε ο κινητήρας να υποστεί σοβαρή βλάβη.

Επιβάλλεται λοιπόν να χρησιμοποιούμε κατάλληλα λιπαντικά, να αλλάζουμε το φίλτρο λιπαντικού και να ελέγχουμε τακτικά τη στάθμη του λιπαντικού (σχήμα 11.7) σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.



**Σχήμα 11.7** Απαιτείται τακτικός έλεγχος της στάθμης του λιπαντικού

Παράλληλα απαιτείται κατά τη συντήρηση ή επισκευή του κινητήρα να ελέγχουμε:

- Τη θερμοκρασία του λιπαντικού.
- Την πίεση του λιπαντικού.
- Τα σημεία έντονης τριβής.
- Τη διάβρωση των μεταλλικών τμημάτων του κινητήρα.
- Την κατακράτηση των προϊόντων της φυσιολογικής φθοράς του κινητήρα και των λιπαντικών που πολλές φορές συσσωρεύονται στα τοιχώματα της ελαιολεκάνης (κάρτερ).



### 11.4 Είδη λίπανσης

Υπάρχουν δύο βασικοί διαχωρισμοί στα είδη λίπανσης :

- A. Ανάλογα με το είδος του λιπαντικού.
- B. Ανάλογα με το είδος της τριβής.

A. Ανάλογα με το είδος του λιπαντικού

Η κατάταξη των λιπαντικών στην κατηγορία αυτή μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους :

- Ανάλογα με τη φυσική κατάσταση τα λιπαντικά διακρίνονται σε αέρια, υγρά, ημιστερεά και στερεά. Στο αυτοκίνητο χρησιμοποιούμε υγρά και ημιστερεά λιπαντικά.
- Ανάλογα με το ιξώδες (ιδιότητα των λιπαντικών : υψηλό ιξώδες = παχύρρευστο λιπαντικό, χαμηλό ιξώδες = λεπτόρρευστο λιπαντικό). Ο Οργανισμός Μηχανικών Αυτοκινήτου (SAE Society of Automotive Engineers) έχει εισαγάγει το σύστημα κατάταξης SAE J 300d για τα λιπαντικά της μηχανής και το SAE J300c για τα λιπαντικά των οδοντωτών τροχών (γρاناζιών) των αυτοκινήτων (βαλβολίνες).
- Ανάλογα με την ποιότητά τους  
Το Αμερικανικό Ινστιτούτο Πετρελαίου (API) (American Petroleum Institute) σε συνεργασία με τον SAE και τον Αμερικανικό Οργανισμό για Δοκιμές και Υλικά (ASTM) (American Society for Testing and Materials) κατέταξε τα λιπαντικά ανάλογα με την ποιότητά τους.  
Τα λιπαντικά των βενζινοκινητήρων χαρακτηρίζονται με το γράμμα S, ενώ τα λιπαντικά των πετρελαιοκινητήρων με το γράμμα C. Κάθε μία από τις κατηγορίες αυτές περιλαμβάνει και ένα δεύτερο γράμμα του λατινικού αλφαβήτου. Όσο πιο απομακρυσμένο από την αρχή του λατινικού αλφαβήτου βρίσκεται το δεύτερο γράμμα τόσο ποιοτικά καλύτερο είναι το λιπαντικό (πχ το CE είναι καλύτερο από το CB ή το SF καλύτερο από το SC).
- Ανάλογα με την προέλευση τα λιπαντικά διακρίνονται σε ορυκτέλαια, που προέρχονται από την επεξεργασία του αργού ή φυσικού πετρελαίου και σε συνθετικά, που προέρχονται από χημικές αντιδράσεις προεπιλεγμένων χημικών ενώσεων, ώστε να διαθέτουν προκαθορισμένες ιδιότητες.

- Ανάλογα με τη χρήση τους τα λιπαντικά διακρίνονται σε λιπαντικά ΜΕΚ, ψυκτικών μηχανών κλπ.

B. Ανάλογα με το είδος της τριβής

Στην ξηρή τριβή ο συντελεστής τριβής παίρνει τιμές μεταξύ του 0.5 και του 1.5 ( $0.5 < \mu < 1.5$ ).

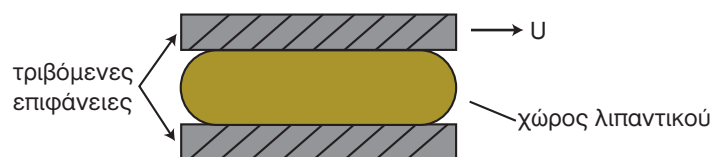
Ανάλογα με το είδος της υγρής τριβής διακρίνονται οι εξής τύποι λίπανσης :

- Υδροδυναμική λίπανση (παχιάς μεμβράνης)  $0.001 < \mu < 0.03$ .
- Οριακή λίπανση  $0.05 < \mu < 0.15$ .
- Ενδιάμεση λίπανση (λεπτής μεμβράνης).
- Λίπανση στερεής μεμβράνης.

#### Υδροδυναμική λίπανση

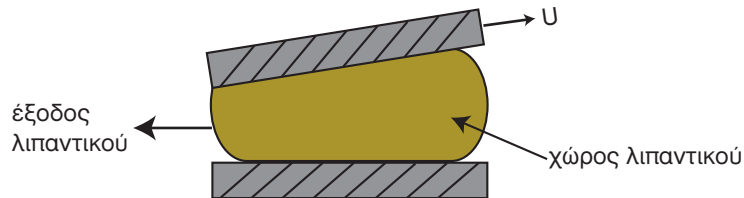
Στην υδροδυναμική λίπανση το λιπαντικό σχηματίζει αρκετά παχιά λιπαντική μεμβράνη μεταξύ των τριβομένων επιφανειών, ώστε να μην υπάρχει επαφή μεταξύ τους (πλήρης διαχωρισμός τριβομένων επιφανειών). Ο σχηματισμός της λιπαντικής μεμβράνης γίνεται με την βοήθεια της κινούμενης επιφάνειας ταχύτητας  $u$ , (σχήμα 11.8).

Εάν οι επιφάνειες λίπανσης είναι παράλληλες (σχήμα 11.8) η πίεση του λιπαντικού είναι ίδια σε όλα τα σημεία της μεμβράνης ( οι επιφάνειες δεν αντέχουν μεγάλα φορτία).



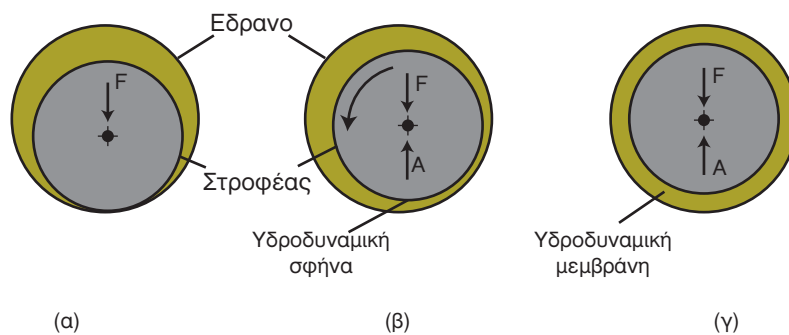
**Σχήμα 11.8 Υδροδυναμική λίπανση κατά την οποία οι τριβομένες επιφάνειες είναι παράλληλες**

Στην περίπτωση που οι επιφάνειες λίπανσης δεν είναι παράλληλες (σχήμα 11.9) σχηματίζεται μία υδροδυναμική σφήνα λιπαντικού. Στην περιοχή εξόδου του λιπαντικού παρουσιάζονται μεγαλύτερες πιέσεις με αποτέλεσμα το σύστημα να μπορεί να αντέξει μεγαλύτερο φορτίο.



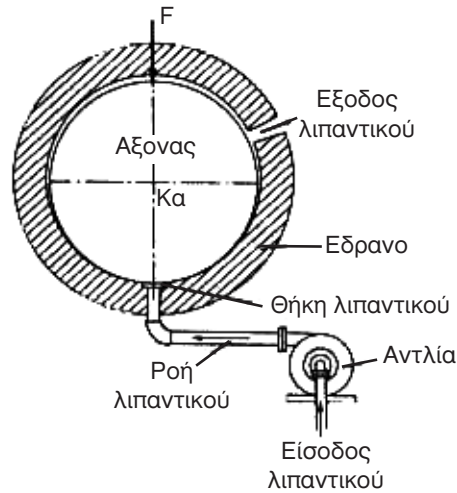
**Σχήμα 11.9 Υδροδυναμική λίπανση που οι τριβόμενες επιφάνειες δεν είναι παράλληλες**

Δημιουργία υδροδυναμικής σφήνας παρουσιάζεται και σε μη επίπεδες επιφάνειες, όπως στις κυλινδρικές επιφάνειες, στα έδρανα ολίσθησης (σχήμα 11.10α). Πριν την εκκίνηση άξονας και έδρανα εφάπτονται. Όταν ο άξονας αρχίζει να περιστρέφεται αναπτύσσεται αρχικά ξηρή τριβή και ο περιστρεφόμενος άξονας τείνει να αναρριχηθεί στην αριστερή πλευρά του εδράνου. Το λιπαντικό παρεμβάλλεται μεταξύ άξονα και εδράνου και σχηματίζει μία υδροδυναμική σφήνα που αυξάνει την πίεση του λιπαντικού (σχήμα 11.10β,γ).



**Σχήμα 11.10 Σχηματισμός υδροδυναμικής λιπαντικής σφήνας μεταξύ εδράνου και άξονα: (α) κατάσταση ηρεμίας, (β) κατάσταση εκκίνησης και (γ) κατάσταση λειτουργίας**

Ειδική περίπτωση υδροδυναμικής λίπανσης είναι η υδροστατική λίπανση. Στην υδροστατική λίπανση η πίεση του λιπαντικού παρέχεται από ειδική αντλία. Έτσι η λιπαντική μεμβράνη δημιουργείται πριν την κίνηση των τριβομένων επιφανειών με αποτέλεσμα να μην υπάρχει καθόλου ξηρά τριβή (σχήμα 11.11).



**Σχήμα 11.11 Σχηματισμός μεμβράνης υδροστατικής λίπανσης**

Βασικά πλεονεκτήματα της υδροδυναμικής λίπανσης είναι :

- Ο συντελεστής τριβής είναι πολύ μικρός ( $0.001 < \mu < 0.03$ ).
- Δεν παρατηρούνται φθορές στις κινούμενες επιφάνειες.

Βασικά μειονεκτήματα :

- Προϋποθέτει τελείως λείες επιφάνειες(πρακτικά αδύνατο).
- Απαιτούνται μεγάλες ελευθερίες (χάρη) μεταξύ τριβομένων επιφανειών που δημιουργούν προβλήματα (έντονοι κραδασμοί, μικρή πίεση λαδιού, άρα μικρή αντοχή στα φορτία).

#### Οριακή λίπανση

Όταν το φορτίο που δέχονται οι τριβόμενες επιφάνειες είναι μεγάλο, η λιπαντική μεμβράνη γίνεται πολύ λεπτή φθάνοντας ακόμα και σε πάχος μερικών μορίων. Στην περίπτωση αυτή ο συντελεστής τριβής είναι αρκετά μεγαλύτερος ( $0.05 < \mu < 0.15$ ) από τον αντίστοιχο της υδροδυναμικής λίπανσης.

Όσο μεγαλύτερη λιπαρότητα (ικανότητα του λιπαντικού να προσκολλάται στις μεταλλικές επιφάνειες) έχουν τα λιπαντικά, τόσο αυξάνει και η προσκόλληση ορισμένων μεσοεπιφανειακών στρωμάτων στις τριβόμενες επιφάνειες οι οποίες δημιουργούν μια λεπτή λιπαντική μεμβράνη και αποτρέπουν την ξηρή τριβή. Τα λιπαντικά που χρησιμοποιούνται στην οριακή

λίπανση περιέχουν ειδικές χημικές ενώσεις (λιπαρά οξέα) που αυξάνουν την λιπαρότητά τους.

#### Ενδιάμεση λίπανση

Όταν έχουμε αυξημένο φορτίο ή μικρή σχετική ταχύτητα των τριβόμενων επιφανειών, τότε η λιπαντική μεμβράνη έχει μικρό πάχος (λεπτή μεμβράνη). Η λεπτή αυτή μεμβράνη δεν επαρκεί για να διαχωρίσει εντελώς τις τριβόμενες επιφάνειες με αποτέλεσμα σε ορισμένα σημεία να έχουμε και επαφή τριβόμενων επιφανειών. Ο συντελεστής τριβής στην ενδιάμεση λίπανση είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο της υδροδυναμικής και μικρότερος από τον αντίστοιχο της οριακής λίπανσης.

#### Λίπανση στερεής μεμβράνης.

Σε ειδικές περιπτώσεις λίπανσης όπως :

1. πολύ μεγάλα φορτία,
2. λιπαντικό εκτεθειμένο σε οξέα, διαλύτες, καύσιμα κλπ.,
3. υψηλές θερμοκρασίες,

χρησιμοποιούνται τα στερεά λιπαντικά που δημιουργούν μια στρωματώδη στερεά μεμβράνη μεταξύ των τριβόμενων επιφανειών.

#### Ελαστοϋδροδυναμική λίπανση (υψηλών πιέσεων)

Σε ορισμένες περιπτώσεις λίπανσης επικρατούν μεγάλες πιέσεις (π.χ. αλυσίδες, οδοντωτοί τροχοί) μεταξύ των τριβομένων επιφανειών. Στις περιπτώσεις αυτές η λιπαντική μεμβράνη δημιουργείται εξαιτίας της ελαστικής παραμόρφωσης των τριβόμενων επιφανειών και της αύξησης του ιξώδους, που είναι το αποτέλεσμα της υψηλής πίεσης μεταξύ των επιφανειών. Στην περίπτωση αυτή η λίπανση ονομάζεται ελαστοϋδροδυναμική (σχήμα 11.12).



**Σχήμα 11.12 Ελαστοϋδροδυναμική λίπανση**

### 11.5 *Είδη λιπαντικών*

Τα λιπαντικά, όπως ήδη έχει αναφερθεί στην προηγούμενη παράγραφο, ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση διακρίνονται σε :

- Αέρια
- Υγρά
- Ημιστερεά
- Στερεά

➤ **Αέρια**

Είναι λιπαντικά που χρησιμοποιούνται σε ειδικές συνθήκες όπως σε περιπτώσεις που πρέπει να αποφεύγεται η επαφή άλλων λιπαντικών με προϊόντα (π.χ. πνευματική μεταφορά αλεύρων σε βιομηχανίες τροφίμων).

➤ **Υγρά**

Τα πλέον συνηθισμένα υγρά λιπαντικά είναι :

Νερό

Το νερό έχει μεγάλη ψυκτική αλλά μικρή λιπαντική ικανότητα και είναι ιδιαίτερα διαβρωτικό.

Ορυκτέλαια

Είναι λιπαντικά που προέρχονται από την κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου. Αποτελούνται κύρια από μίγματα υδρογονανθράκων (H/C). Συνδυάζουν όλες τις βασικές ιδιότητες των λιπαντικών, που θα αναφέρουμε παρακάτω, σε ικανοποιητικό βαθμό και έχουν χαμηλό κόστος.

Συνθετικά

Τα συνθετικά λιπαντικά παρασκευάζονται με χημικές συνθέσεις πρώτων υλών ώστε να εξασφαλίζονται σταθερές ιδιότητες. Το κόστος τους είναι υψηλότερο από τα ορυκτέλαια, αλλά αντισταθμίζεται από το όφελος της παράτασης ζωής της μηχανής. Η χρήση τους συνεχώς επεκτείνεται.

### Ημισυνθετικά

Είναι μια κατηγορία ενδιάμεση των δύο προηγούμενων. Στα ημισυνθετικά λιπαντικά έχουν προστεθεί βελτιωτικές ουσίες σε μεγαλύτερο ποσοστό από τα ορυκτέλαια, ώστε να βελτιωθούν οι ιδιότητές τους.

#### ➤ Ημιστερεά

Είναι λιπαντικά ημιστερεάς δομής που κατά τη χρήση τους συμπεριφέρονται σαν υγρά. Παρέχουν άριστη λιπαντική ικανότητα εξαιτίας του μικρού συντελεστή τριβής. Είναι όμως διαβρωτικά και δεν έχουν σταθερότητα. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα λιπαντικά λίπη (γράσα).

#### ➤ Στερεά

Τα στερεά λιπαντικά κατά τη χρήση τους δρουν σαν στερεό στρώμα που παρεμβάλλεται μεταξύ των τριβομένων επιφανειών. Χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις.

Στα υγρά, ημιστερεά και στερεά λιπαντικά θα αναφερθούμε εκτενέστερα παρακάτω.

## 11.6 Υγρά λιπαντικά

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε με περισσότερες λεπτομέρειες (όπως προέλευση, παραγωγή, πρόσθετα, ιδιότητες και τυποποίηση) στα υγρά λιπαντικά που χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο.

### *Ορυκτέλαια*

Προέλευση : Τα ορυκτέλαια προέρχονται από το υπόλειμμα του αργού πετρελαίου (Κεφ.12 παρ.12.4.1). Ανάλογα με την ποιότητα του αργού πετρελαίου παράγονται και αντίστοιχες ποιότητες ορυκτελαίων. Το υπόλειμμα περιέχει κύρια παραφίνες (κορεσμένοι υδρογονάνθρακες) και άσφαλτο. Όσο μεγαλύτερο ποσοστό σε παραφίνες έχει το υπόλειμμα τόσο καταλληλότερο είναι για την παραγωγή ορυκτελαίων. Στην αντίθετη περίπτωση (υψηλό ποσοστό σε άσφαλτο), το υπόλειμμα, χρειάζεται κατεργασίες εξευγενισμού (ραφιναρίσματος) που είναι ιδιαίτερα δαπανηρές και αυξάνουν την τιμή του ορυκτελαίου.

### Παραγωγή

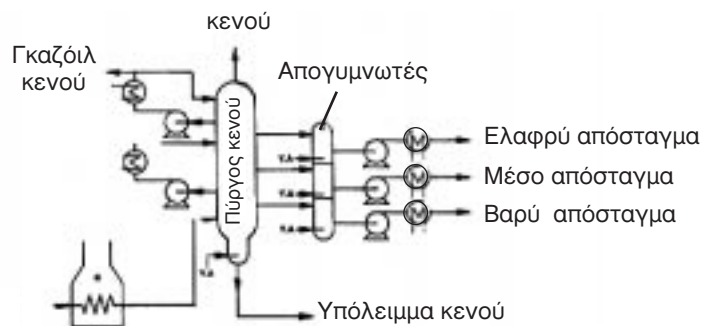
Τα ορυκτέλαια παράγονται με απόσταξη υπό κενό του υπολείμματος του αργού πετρελαίου σε ειδικούς πύργους (σχήμα 11.13). Με κατάλληλες διαδικασίες από τον πύργο παραλαμβάνουμε αποστάγματα (ελαφρύ, μέσο, βαρύ) με επιθυμητές ιδιότητες.

Ελαφρύ απόσταγμα : λεπτόρρευστα λιπαντικά για καύσιμα.

Μέσο απόσταγμα : λιπαντικά μηχανών.

Βαρύ απόσταγμα : λιπαντικά οδοντωτών τροχών.

Μετά την παραλαβή των αποσταγμάτων εφαρμόζεται ο εξευγενισμός τους δηλαδή η απομάκρυνση των ανεπιθύμητων συστατικών. Ακολουθεί η ανάμιξή τους με σκοπό την βελτίωση των ιδιοτήτων τους.



**Σχήμα 11.13** Διάγραμμα ροής μονάδας παραγωγής λιπαντικών σε ειδικούς πύργους

### Πρόσθετα

Τα πρόσθετα ή βελτιωτικά είναι ενώσεις ή μίγματα που προστίθενται στα ορυκτέλαια με σκοπό είτε τη βελτίωση των ιδιοτήτων τους, είτε την δημιουργία νέων ιδιοτήτων που δεν προϋπήρχαν. Πολλά πρόσθετα επιδρούν ταυτόχρονα σε περισσότερες από μια ιδιότητες και ονομάζονται πολυπρόσθετα.

Ορισμένες βασικές κατηγορίες βελτιωτικών είναι :

- αντιοξειδωτικά (εμποδίζουν την οξείδωση του λιπαντικού και το σχηματισμό αδιάλυτων προϊόντων).



- αντιδιαβρωτικά (εμποδίζουν τη διάβρωση των επιφανειών).
- απορρυπαντικά (διατηρούν καθαρές τις τριβόμενες επιφάνειες).
- διασκορπιστικά (φροντίζουν ώστε τα τυχόν αιωρούμενα σωματίδια να παραμένουν διασκορπισμένα).
- αντιαφριστικά (εμποδίζουν το σχηματισμό φυσαλίδων που αποκόπτουν τη λιπαντική μεμβράνη).

#### Συνθετικά λιπαντικά

Τα συνθετικά λιπαντικά χρησιμοποιούνται για την λίπανση μηχανών (ή μηχανισμών) που λειτουργούν σε ιδιαίτερα δύσκολες συνθήκες, αλλά και στην ανάμιξη με καύσιμο στους δίχρονους κινητήρες απαιτήσεων. Παράγονται από ειδικές ουσίες που αντιδρούν χημικά μεταξύ τους και δημιουργούν επιλεγμένες χημικές ενώσεις που διαθέτουν προκαθορισμένες φυσικοχημικές ιδιότητες σχετικές με τη χρήση τους. Για τη βελτίωση ορισμένων ιδιοτήτων τους, χρησιμοποιούμε πρόσθετα ή βελτιωτικά. Πολλές φορές τα αναμιγνύουμε με ορυκτέλαια για τη μείωση του κόστους τους (παραγωγή ημισυνθετικών λιπαντικών). Ένα λιπαντικό θεωρείται συνθετικό όταν το ποσοστό του ορυκτελαίου είναι μικρότερο του 14%.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα των συνθετικών λιπαντικών είναι ότι μπορούν να εφαρμοσθούν σε μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιών.

#### 11.6.1 Ιδιότητες των λιπαντικών

Οι βασικές ιδιότητες των λιπαντικών είναι οι εξής :

##### Ρευστότητα

Η ρευστότητα δείχνει την ευκολία ροής του λιπαντικού και εκφράζεται με το ιξώδες. Μεγάλο ιξώδες σημαίνει παχύρρευστο λιπαντικό (μικρή ρευστότητα). Το ιξώδες του λιπαντικού πρέπει να διατηρείται σταθερό με τη μεταβολή της θερμοκρασίας (αυτό εκφράζεται με το δείκτη ιξώδους που είναι η αντίσταση του λιπαντικού στη μεταβολή του ιξώδους του, όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία). Σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα στην λίπανση των τριβόμενων επιφανειών.

### Λιπαρότητα

Η λιπαρότητα είναι η ιδιότητα του λιπαντικού να προσκολλάται στις μεταλλικές επιφάνειες. Με την προσκόλληση αυτή δημιουργείται μία μεμβράνη λίπανσης μεταξύ των τριβομένων επιφανειών.

### Σταθερότητα

Η σταθερότητα είναι η ικανότητα του λιπαντικού να μην αλλοιώνεται εξαιτίας των συνθηκών που επικρατούν κατά την χρήση του.

### Ψυκτική ικανότητα

Η ψυκτική ικανότητα είναι η ιδιότητα του λιπαντικού να «απομακρύνει» την θερμότητα που αναπτύσσεται στην περιοχή των τριβομένων επιφανειών.

### Αντιδιαβρωτική συμπεριφορά

Η αντιδιαβρωτική συμπεριφορά είναι η ιδιότητα του λιπαντικού, αφ' ενός να μην περιέχει και αφ' ετέρου να μη δημιουργεί με την χρήση του διαβρωτικές ενώσεις που προσβάλλουν τις μεταλλικές επιφάνειες με τις οποίες έρχεται σε επαφή.

Εκτός από τις παραπάνω πέντε βασικές ιδιότητες των λιπαντικών άλλες χρήσιμες ιδιότητες, που ρυθμιζόμενες βελτιώνουν τα λιπαντικά, είναι οι ακόλουθες :

- Σημείο ροής

Η κατώτερη θερμοκρασία που το λιπαντικό εξακολουθεί να ρέει.

- Σημείο ανάφλεξης

Η θερμοκρασία που απελευθερώνονται ατμοί του λιπαντικού ικανοί να αναφλεγούν με σπινθήρα (ή άλλη πηγή έναυσης) χωρίς να διατηρούν τη φλόγα.

- Σημείο καύσης

Η θερμοκρασία που διατηρείται η φλόγα των ατμών του λιπαντικού για τουλάχιστον 5 sec. Είναι συνήθως 5-20°C πάνω από το σημείο ανάφλεξης.

- Σημείο αυτανάφλεξης

Η θερμοκρασία που το λιπαντικό αναφλέγεται από μόνο του, χωρίς ε-

Ξωτερική πηγή έναυσης.

- Σημείο θόλωσης

Η θερμοκρασία που το λιπαντικό εμφανίζει θόλωμα.

- Απορρυπαντικές ιδιότητες

Είναι οι ιδιότητες του λιπαντικού που συντελούν στον καθαρισμό των καταλοίπων της λειτουργίας της μηχανής.

- Αντιαφριστικές

Είναι οι ιδιότητες του λιπαντικού που συντελούν στη μη δημιουργία αφρού, ο οποίος μπορεί να αποκόψει την λιπαντική μεμβράνη.

- Εμφάνιση-χρώμα

Το χρώμα των λιπαντικών ποικίλλει και εξαρτάται κύρια από την διαδικασία του εξευγενισμού του, τα πρόσθετα κλπ.

- Υπόλειμμα άνθρακα

Είναι το ποσοστό των αποθέσεων που μένουν μετά την καύση του λιπαντικού σε καθορισμένες συνθήκες.

- Απογαλακτοποιητικές ιδιότητες

Είναι οι ιδιότητες του λιπαντικού που σχετίζονται με τον διαχωρισμό του λιπαντικού από το νερό που τυχόν υπάρχει στο λιπαντικό.

### 11.6.2 Τυποποίηση των λιπαντικών

Ισχύουν δύο βασικές κατηγορίες προδιαγραφών που τυποποιούν τα λιπαντικά.

A. Προδιαγραφές με βάση το ιξώδες

B. Προδιαγραφές με βάση την ποιότητα

A. Προδιαγραφές με βάση το ιξώδες

Υπάρχουν πολλά συστήματα προδιαγραφών ορυκτελαίων με βάση το ιξώδες (SAE, ISO κλπ). Η πλέον διαδεδομένη κατάταξη είναι κατά SAE.

Κατάταξη κατά SAE.

Η τυποποίηση αυτής της κατάταξης έχει τη μορφή : SAE <αριθμός> π.χ SAE10. Ο αριθμός μας δείχνει την κατάταξη του λιπαντικού με βάση

τη ρευστότητα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός τόσο πιο παχύρρευστο είναι το λιπαντικό. Το SAE40 είναι πιο παχύρρευστο από το SAE10. Πολλές φορές δίπλα στο αριθμό της ένδειξης τυποποίησης υπάρχει το γράμμα W (Winter = χειμώνας) που σημαίνει ότι το λιπαντικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες πχ SAE15W.

Η τυποποίηση που αναφέραμε (με ένα αριθμό) χαρακτηρίζει τα μονότυπα λιπαντικά που ικανοποιούν μία μικρή περιοχή ρευστότητας σε περιορισμένη θερμοκρασιακή περιοχή.

Σήμερα χρησιμοποιούνται περισσότερο τα πολύτυπα λιπαντικά (multigrade) με ευρύτερες περιοχές τόσο ρευστότητας όσο και θερμοκρασίας. Η ένδειξη πχ SAE10W - 30 σημαίνει : όσο πιο μικρός είναι ο πρώτος αριθμός τόσο πιο λεπτόρρευστο είναι το λιπαντικό σε χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ όσο μεγαλύτερος είναι ο δεύτερος αριθμός τόσο πιο παχύρρευστο είναι σε υψηλές θερμοκρασίες.

#### B. Προδιαγραφές με βάση την ποιότητα

Ισχύουν δύο κύριες κατατάξεις με βάση την ποιότητα :

- Κατά API
- Κατά ACEA ( πρώην CCMC)

##### ● Κατάταξη API

Η τυποποίηση με βάση την ποιοτική κατάταξη των λιπαντικών έγινε από το API σε συνεργασία με την SAE και την ASTM. Η ταξινόμηση ενός λιπαντικού κατά API προϋποθέτει ότι πρέπει να περάσει από καθορισμένες δοκιμασίες.

Ο βασικός διαχωρισμός γίνεται με τα διακριτικά S για βενζινοκινητήρες και C για πετρελαιοκινητήρες, όπως αναφέραμε στην παράγραφο 11.4. Τα γράμματα αυτά συνοδεύονται από ένα άλλο γράμμα του λατινικού αλφαβήτου που, όσο προχωράει στην αλφάβητο, προσδιορίζει την χρονολογική εξέλιξη της προδιαγραφής. Το σύμβολο π.χ. SG ισχύει από το 1988, ενώ το SJ από το 1996 για τους βενζινοκινητήρες. Αντίστοιχα στους πετρελαιοκινητήρες πρόσφατη προδιαγραφή είναι η CH-4 (από 1 Δεκ. 1998).

##### ● Κατάταξη ACEA (πρώην CCMC)

Στην Ευρώπη εκτός από την κατάταξη API, χρησιμοποιείται η τυποποίηση ACEA (παλαιότερα ονομαζόταν CCMC). Τα λιπαντικά για βενζινοκινη-

τήρες έχουν το αρχικό χαρακτηριστικό γράμμα G (Gasoline), για πετρελαιοκινητήρες το D (Diesel), ενώ για πετρελαιοκινητήρες επιβατικών το PD.

Χρονολογικά η εξέλιξη παρουσιάζεται με την αύξηση του αριθμού που βρίσκεται δίπλα στα χαρακτηριστικά γράμματα. Στους βενζινοκινητήρες η πλέον σύγχρονη προδιαγραφή είναι η G5, στους επαγγελματικούς πετρελαιοκινητήρες η D5, ενώ στους πετρελαιοκινητήρες των επιβατικών η PD2.

Από τον Ιανουάριο 1996 ισχύουν οι νέες κατηγορίες προδιαγραφών ACEA :

Βενζινοκινητήρες :

A2 - 96 αυστηρότερη της ACEA G4.

A3 - 96 αυστηρότερη της ACEA G5.

Πετρελαιοκινητήρες επιβατικών :

B3 - 96 η πλέον σύγχρονη.

Πετρελαιοκινητήρες φορτηγών :

E3 - 96 η πλέον σύγχρονη.

Στο σχήμα 11.14 παρουσιάζονται δύο διαφημίσεις λιπαντικών με τους αντίστοιχους συμβολισμούς.

**Super 15W - 40**  
ACEA A2:B3-96  
API SH/CF

Ένα ορυκτέλαιο δοκιμασμένο στα σκληρότερα ευρωπαϊκά τέστ κινητήρων. Κατάλληλο για όλες τις συνθήκες οδήγησης, σχεδιασμένο να μειώνει τους ρύπους και την κατανάλωση. Προστατεύει την μηχανή από τις υψηλότερες θερμοκρασίες και είναι κατάλληλο για βενζινοκινητήρες & πετρελαιοκινητήρες.

**Super Advanced 5W-40 & 5W-30**  
ACEA A3:B3-96  
API SJ/CF (5W-30-ACEA 1:B1-96)

100% συνθετικό λιπαντικό σχεδιασμένο να παρέχει την ιδανική προστασία στο κινητήρα. Το χαμηλό ξέσδες & τα υψηλής ποιότητας συστατικά του αυξάνουν την απόδοση του καυσίμου και απελευθερώνουν την ισχύ του κινητήρα υψηλής απόδοσης. Κατάλληλο για βενζινοκινητήρες πετρελαιοκινητήρες & καταλυτικούς.

#### **Σχήμα 11.14 Διαφημίσεις λιπαντικών (παρτηρείστε τις αναγραφόμενες προδιαγραφές)**

Κατάταξη κατά τις προδιαγραφές MIL

Μία επιπλέον τυποποίηση λιπαντικών είναι οι Αμερικανικές κυβερνητικές και στρατιωτικές προδιαγραφές MIL με χαρακτηριστικά το L (Light) για λιπαντικά μηχανών και H (Heavy) για βαλβολίνες (αναφέρονται στην επόμενη παράγραφο).

Π.χ. Λιπαντικό MIL - L - 2104F αντίστοιχο με SH της κατάταξης κατά API.

### 11.6.3 Λιπαντικά κιβωτίων ταχυτήτων (βαλβολίνες)

Τα λιπαντικά των κιβωτίων ταχυτήτων, του διαφορικού κλπ. πρέπει να έχουν διαφορετικές ιδιότητες σε σχέση με τα λιπαντικά των κινητήρων εξαιτίας των διαφορετικών συνθηκών που πρέπει να αντιμετωπίσουν (π.χ. μεγαλύτερες πιέσεις στους οδοντωτούς τροχούς κλπ.). Η τυποποίησή τους είναι κατά SAE 75W έως SAE 250, ενώ κατά API τύπου GL-1 έως GL-5.

### 11.6.4 Λιπαντικά αυτομάτων μεταδόσεων κίνησης (ATF)

Τα ειδικά λιπαντικά ATF (Automatic Transmission Fluid) χρησιμοποιούνται στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων. Οι προδιαγραφές τους είναι αυστηρότερες από τις αντίστοιχες των χειροκίνητων κιβωτίων ταχυτήτων επειδή απαιτούνται ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως :

- Μεγάλη θερμοκρασιακή περιοχή εφαρμογής.
- Υψηλό δείκτη ιξώδους.
- Λίπανση και ψύξη του πλανητικού συστήματος (ειδικό σύστημα στα αυτόματα αυτοκίνητα) και υδραυλικά συστήματα διεύθυνσης (τιμόνια).

Τα λιπαντικά ATF δεν έχουν κοινές προδιαγραφές αλλά κατατάσσονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών όπως :

- Κατά την General Motors : Dexron I, Dexron II, και τα βελτιωμένα Dexron III.
- Κατά την Ford η σειρά M2C κλπ.

### 11.6.5 Λιπαντικά δίχρονων κινητήρων

Στους δίχρονους κινητήρες το λιπαντικό αναμιγνύεται με το καύσιμο σε ποσοστό που ορίζει ο κατασκευαστής (π.χ. αναλογία καύσιμο προς λιπαντικό 20:1 έως 50:1).

Το λιπαντικό καίγεται μαζί με το καύσιμο στον χώρο καύσης, ενώ παράλληλα λιπαίνει τον κύλινδρο. Τα σημαντικότερα προβλήματα στους δί-

χρονους κινητήρες δημιουργούνται από την ατελή καύση του λιπαντικού που δημιουργεί κατάλοιπα τα οποία κατακάθονται στους κυλίνδρους. Τα νέας τεχνολογίας συνθετικά λιπαντικά περιέχουν κατάλληλα πρόσθετα (απορρυπαντικά, διασκορπιστικά κλπ.) που καθαρίζουν τα κατάλοιπα.

### 11.7 Ημιστερεά λιπαντικά (γράσα)

#### ● Σύσταση

Είναι πολτώδη λιπαντικά που παράγονται από την ανάμιξη ορυκτελαίων ή συνθετικών λιπαντικών με σάπωνες λιπαρών οξέων. Οι σάπωνες μπορεί να είναι ασβεστίου, νατρίου, λιθίου κλπ.

Οι ιδιότητες του γράσου, όπως η εισχώρηση (πόσο μαλακό ή σκληρό είναι το λιπαντικό), εξαρτώνται από :

- το είδος του λιπαντικού.
- το είδος και την αναλογία του σάπωνος στο λιπαντικό (αναλογία 5% δίνει παχύρρευστο γράσο, αναλογία 30% δίνει στερεό γράσο).
- τα πρόσθετα.

#### ● Κατηγορίες

Οι βασικές κατηγορίες των ημιστερεών λιπαντικών είναι :

- Ανάλογα του τύπου του σάπωνα.
- Ανάλογα της συνεκτικότητας (μέτρο της πλαστικότητας των γράσων ανάλογο με το ιξώδες των υγρών λιπαντικών).
- Ειδικά γράσα.

#### Ανάλογα του τύπου του σάπωνα

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα γράσα ασβεστίου, νατρίου, λιθίου, κλπ. Το κάθε ένα παρουσιάζει διαφοροποιημένες ιδιότητες και έχει ειδική χρήση. Στην αγορά υπάρχουν και μικτά γράσα (ανάμιξη απλών π.χ. ασβεστίου - νατρίου) που παρουσιάζουν συνδυασμό ιδιοτήτων των απλών.

#### Ανάλογα με τη συνεκτικότητα (NLGI)

Ανάλογα με τη συνεκτικότητα τα γράσα διακρίνονται σε αριθμούς NLGI.

Αριθμός NLGI	Ρευστότητα γράσου
000	Ρευστό
00	Σχεδόν ρευστό
0	Ημίρρευστο
1	Πολύ μαλακό
2	Μαλακό
3	Κανονικό
4	Σχεδόν συμπαγές
5	Συμπαγές
6	Πολύ συμπαγές
7	Στερεό

#### Ειδικά γράσα

Υπάρχουν επίσης ειδικά γράσα, με βάση το γραφίτη, τον μπετονίτη (ορυκτό), το μολυβδαίνιο κλπ. για εξειδικευμένες χρήσεις.

- **Χρήση στο αυτοκίνητο**

Τα γράσα χρησιμοποιούνται στις διάφορες αρθρώσεις του αυτοκινήτου (σύστημα διεύθυνσης, σύστημα ανάρτησης κλπ.), στα απλά έδρανα (κουζινέτα), στα ρουλεμάν κλπ., ώστε να προστατευθούν από τη φθορά, την οξείδωση, τη σκόνη και την υγρασία. Το είδος του γράσου που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από το συντελεστή τριβής, τη θερμοκρασία λειτουργίας, την ταχύτητα περιστροφής των αρθρώσεων, κλπ.

### 11.8 Στερεά λιπαντικά

- **Σύσταση**

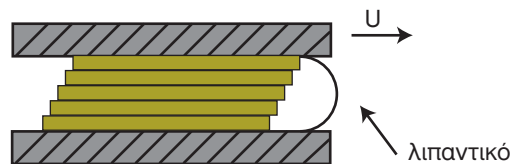
Τα σημαντικότερα στερεά λιπαντικά είναι ο γραφίτης, το ταλκ, το θειούχο μολυβδαίνιο, διάφορα πολυμερή κλπ.

Τα στερεά λιπαντικά χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις (πολύ μεγάλα φορτία τριβομένων επιφανειών, ιδιαίτερα υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες κλπ.), όπου δεν ενδείκνυται να χρησιμοποιηθούν άλλης κατηγορίας λιπαντικά.

Η λίπανση επιτυγχάνεται εξαιτίας της ιδιορρυθμίας της δομής τους



(στρωματώδης δομή) όπου τα στρώματα ολισθαίνουν μεταξύ τους με μικρό συντελεστή τριβής (σχήμα 11.15).



**Σχήμα 11.15** Στρωματική δομή λιπαντικού

● Χρήσεις ως πρόσθετα

Τα στερεά λιπαντικά χρησιμοποιούνται και σαν πρόσθετα στα υγρά και τα ημιστερεά λιπαντικά βελτιώνοντας τις ιδιότητές τους. Το θειούχο μολυβδαίνιο αυξάνει την αντοχή των υγρών λιπαντικών στις μεγάλες πιέσεις. Ο γραφίτης χρησιμοποιείται στα γράσα για την αντοχή τους στην υψηλή θερμοκρασία.

**Ελεύθερο ανάγνωσμα**

Αναγέννηση Χρησιμοποιημένων Ορυκτελαίων

Χρησιμοποιημένο Ορυκτέλαιο (ΧΟ) είναι κάθε βιομηχανικό ή λιπαντικό έλαιο ορυκτής βάσης που είναι ακατάλληλο για τη χρήση που προορίζονται. Κύρια ΧΟ είναι τα λιπαντικά των ΜΕΚ, των κιβωτίων ταχυτήτων κλπ. και τα ορυκτέλαια διαφόρων μηχανών, στροβίλων και γενικά υδραυλικών συστημάτων.

Αναγέννηση ΧΟ είναι το σύνολο των διεργασιών, όπως διαχωρισμός προσμίξεων, πρόσθετων κλπ., που σκοπό έχουν την παραγωγή βασικών ορυκτελαίων.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, τα ΧΟ χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες :

1. ΧΟ που μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία προς αναγέννηση.
2. ΧΟ που καίγονται σε ειδικές εγκαταστάσεις για την αξιοποίηση της θερμικής τους ενέργειας.
3. ΧΟ που χαρακτηρίζονται και αντιμετωπίζονται σαν απόβλητα.

Η Ελληνική νομοθεσία το 1985 με υπουργική απόφαση 71560/3053 (23/10/1985) συμμορφώθηκε με την οδηγία 75/439 της ΕΟΚ.

Γενικά απαγορεύονται :

1. Κάθε απόρριψη χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων στα επιφανειακά, υπόγεια και παράκτια νερά.
2. Κάθε απόρριψη στο έδαφος.
3. Κάθε επεξεργασία ΧΟ εφόσον δεν τηρούνται οι σχετικές διατάξεις.

Κατά την αναγέννηση και καύση των ΧΟ πρέπει :

- Η εγκατάσταση να μην προκαλεί επιβάρυνση στο περιβάλλον.
  - Τα βασικά ορυκτέλαια που παράγονται από την αναγέννηση να μην περιέχουν επικίνδυνες ουσίες (Υπουργική απόφαση 72751/3054).
  - Όταν τα ΧΟ χρησιμοποιούνται ως καύσιμα πρέπει η αντίστοιχη εγκατάσταση να μην προκαλεί ατμοσφαιρική ρύπανση.
- Η κατανομή των ΧΟ, ανάλογα με το είδος, κατά τη συλλογή αποτελείται από :

- αλλαγή λιπαντικών ΜΕΚ 54%
- επεξεργασία μετάλλων 15%
- ορυκτέλαια διαφ. μηχανών 14%
- βαρβολίνες 11%
- λοιπά 6%

Εκτιμάται ότι στην Ελλάδα η ετήσια συλλογή ΧΟ είναι περίπου 60000 τόνοι από τους οποίους οι 35000 τόνοι οδηγούνται προς αναγέννηση. Εγκαταστάσεις αναγέννησης υπάρχουν στην Αττική, (Ασπρόπυργος, Πειραιάς). Επίσης υπάρχουν στη Θεσσαλονίκη, αλλά και σε άλλες πόλεις όπως Πάτρα, Βόλος, Άργος κλπ.



## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Τριβή είναι η δύναμη που αναπτύσσεται κατά τη μετακίνηση ενός σώματος πάνω σε ένα άλλο και οφείλεται στις μικροανωμαλίες που παρουσιάζουν οι επιφάνειες των σωμάτων που έρχονται σε επαφή (τρίβονται).
- Όπου εμφανίζεται τριβή υπάρχει απώλεια ενέργειας (με μορφή θερμότητας) αλλά και φθορά των υλικών που τρίβονται. Για να αντιμετωπίσουμε αυτά τα προβλήματα που παρουσιάζουν μεγάλες οικονομικές επιπτώσεις, τοποθετούμε μεταξύ των τριβομένων επιφανειών ένα λιπαντικό μέσο. Το λιπαντικό αυτό μέσο ελαττώνει την τριβή και περιορίζει τις φθορές των τριβομένων επιφανειών.
- Ειδικά στον κινητήρα του αυτοκινήτου, όπου πολλά εξαρτήματά του τρίβονται, το λιπαντικό :
  1. Απομακρύνει τη θερμότητα τριβής.
  2. Προστατεύει τα τριβόμενα μέταλλα από τη διάβρωση.
  3. Συντελεί στην στεγανοποίηση του θαλάμου καύσης.
  4. Διατηρεί την καθαριότητα των τριβομένων επιφανειών.
  5. Ελαττώνει το θόρυβο.
- Δύο είναι οι βασικοί διαχωρισμοί στα είδη της λίπανσης :
  - Ανάλογα με το είδος του λιπαντικού (φυσική κατάσταση, προέλευση κλπ.).
  - Ανάλογα με το είδος της τριβής (υδροδυναμική, οριακή, ενδιάμεση κλπ.).
- Τα υγρά (ορυκτέλαια, ημισυνθετικά, συνθετικά) και τα ημιστερεά (γράσα) είναι τα λιπαντικά που κύρια χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο.
- Κάθε λιπαντικό έχει συγκεκριμένες ιδιότητες (ρευστότητα, λιπαρότητα, σταθερότητα, ψυκτική ικανότητα κλπ.) που έχουν προκύψει από την προέλευση, τον τρόπο παρασκευής του και τα πρόσθετα ή βελτιωτικά που περιέχει.

- Η χρήση των λιπαντικών στο αυτοκίνητο πρέπει να είναι προσεκτική και σύμφωνη με τις οδηγίες των κατασκευαστών των αυτοκινήτων.
- Τα υγρά λιπαντικά τυποποιούνται σε δύο βασικές κατηγορίες προδιαγραφών :
  - Ανάλογα με το ιξώδες (π.χ. SAE).
  - Ανάλογα με την ποιότητα (API, ACEA).
- Τα ημιστερεά λιπαντικά (γράσα) τυποποιούνται ανάλογα με:
  - τον τύπο του σάπωνα.
  - τη συνεκτικότητα.

και χρησιμοποιούνται στις αρθρώσεις του αυτοκινήτου (σύστημα διεύθυνσης, ανάρτησης κλπ.) .



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί ονομάζουμε τριβή και ποιά είναι τα είδη της ;
2. Ποιά είναι η διαφορά μεταξύ τριβής ολίσθησης και τριβής κύλισης ;
3. Αυτοκίνητο με ελαστικά του σχήματος (α) κινείται σε οριζόντιο δρόμο με ταχύτητα 72Km/h (= 20 m/s) και φρενάρει απότομα. Το αυτοκίνητο σταματάει σε απόσταση 5 μέτρων (μόνο ολισθαίνει). Αν το ίδιο αυτοκίνητο με τον ίδιο οδηγό, ίδια ταχύτητα, στον ίδιο δρόμο αλλά με ελαστικά του σχήματος (β) φρενάρει απότομα, σε πόση απόσταση θα σταματήσει ;
  - Μεγαλύτερη των 5 μέτρων ;
  - Ίση με 5 μέτρα ;
  - Μικρότερη των 5 μέτρων ;



(α)



(β)

4. Γιατί, κατά τη γνώμη σας, τα ελαστικά του αυτοκινήτου έχουν τη μορφή (α) και όχι (β).



(α)

(β)

5. Ποιές είναι οι λειτουργίες του λιπαντικού ;
6. Τί προβλήματα μπορεί να επιφέρει η μη έγκαιρη αντικατάσταση ενός εμφραγμένου (βουλωμένου) φίλτρου λιπαντικού κινητήρα ;
7. Να περιγράψετε, χρησιμοποιώντας την εμπειρία σας από το εργαστήριο και από το σχήμα 11.1, τη διαδρομή που ακολουθεί το λιπαντικό σε ένα τετράχρονο κινητήρα.
8. Ποιά είναι τα είδη της λίπανσης ανάλογα με το είδος της τριβής ;
9. Σε τί χρησιμεύει η αντλία λιπαντικού στους τετράχρονους κινητήρες ;
10. Τί είδους λιπαντικά χρησιμοποιούμε για τη λίπανση του κιβωτίου ταχυτήτων, του διαφορικού και γιατί ;
11. Να συγκρίνετε τα ορυκτέλαια και τα συνθετικά λιπαντικά ως προς :
- την παραγωγή.
  - το κόστος.
  - τις ιδιότητες.
  - την εφαρμογή τους σε σύγχρονους κινητήρες.

12. Διαθέτουμε δύο διαφορετικά λιπαντικά Α και Β με ίδιες όλες τις ιδιότητές τους εκτός της «λιπαρότητας». Αν το Α έχει μεγαλύτερη λιπαρότητα από το Β ποιο από τα δύο θα χρησιμοποιήσουμε για τη λίπανση ενός τετράχρονου κινητήρα και γιατί ;
13. Ας υποθέσουμε ότι μετά από συστηματική παρατήρηση (δείκτης στάθμης λιπαντικού, αλλαγή χρώματος καυσαερίων κλπ.) πιστοποιήσουμε ότι ο κινητήρας ενός αυτοκινήτου «καίει» λιπαντικό. Ο ιδιοκτήτης δε διαθέτει χρήματα για την επιδιόρθωση της βλάβης και σου ζητά να αλλάξεις το λιπαντικό. Ποιό από τα δύο : SAE 10W - 50 ή SAE20W - 50 της ίδιας εταιρείας θα διάλεγες και γιατί;
14. Που χρησιμοποιούνται τα ημιστερεά λιπαντικά (γράσα) στο αυτοκίνητο; Από τί εξαρτάται το είδος του γράσου που θα χρησιμοποιηθεί;
15. Ο έλεγχος κατά την εφαρμογή σε κάποιο ορυκτέλαιο έδειξε ότι υπάρχουν διακοπές, εξαιτίας φυσαλίδων, στην ανάπτυξη της λιπαντικής μεμβράνης του. Με ποιό τρόπο νομίζετε ότι πρέπει να επιλύσει το πρόβλημα η εταιρεία λιπαντικών που το παράγει ;
16. Τί πρέπει να ελέγχουμε και κάθε πότε, ώστε να μην έχουμε προβλήματα με τη λίπανση ενός αυτοκινήτου ;



**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 11ου κεφαλαίου**

1. Συλλογή άδειων φιαλών λιπαντικών και σύγκριση των αναγραφόμενων προδιαγραφών τους.
2. Επίσκεψη σε μονάδα αναγέννησης.
3. Συλλογή και ταξινόμηση (για βενζινοκινητήρες, πετρελαιοκινητήρες κλπ.) διαφημιστικών prospectus εταιρειών που παράγουν λιπαντικά.

κεφάλαιο 12

# ΚΑΥΣΙΜΑ



- 12.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 12.2 ΚΑΥΣΗ
- 12.3 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ
- 12.4 ΚΑΥΣΙΜΑ ΜΕΚ







## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να ορίζετε τις σχετικές με την καύση έννοιες (τέλεια- ατελή καύση, θερμομαντική ικανότητα, ταχύτητα καύσης, κρουστική καύση).
- ✓ Να κατατάσσετε τα καύσιμα με βάση τη φυσική τους κατάσταση και την προέλευσή τους.
- ✓ Να αναφέρετε την προέλευση, παραγωγή και επεξεργασία των συνηθών και εναλλακτικών καυσίμων ΜΕΚ.
- ✓ Να περιγράφετε τις βασικές ιδιότητες της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης.
- ✓ Να αναφέρετε την τυποποίηση και τα χαρακτηριστικά των καυσίμων.
- ✓ Να αιτιολογείτε την αναγκαιότητα ανάπτυξης των εναλλακτικών καυσίμων ΜΕΚ.

### 12.1 Εισαγωγή

Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας συνεχώς αυξάνει. Αυτό οφείλεται στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και στην αύξηση των μετακινήσεων και μεταφορών που συνεπάγεται το εμπόριο. Η αύξηση των ενεργειακών αναγκών αναμένεται να συνεχιστεί στο μέλλον.

Σήμερα η συμμετοχή των επί μέρους πηγών ενέργειας στην παγκόσμια κατανάλωση είναι : Πετρέλαιο 40%, Άνθρακας 26%, Φυσικό αέριο 21%, Πυρηνική ενέργεια 7%, Λοιπές 6%.

Οι συνεχώς αυξανόμενες τιμές της αγοράς για την ενέργεια, ιδιαίτερα του πετρελαίου, τα προβλήματα ρύπανσης που επιφέρει, αλλά και τα περιορισμένα αποθέματα, δημιούργησαν την ανάγκη μίας ορθολογικότερης

χρήσης της. Αυτοί είναι οι κύριοι λόγοι που έχουν αναπτυχθεί προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας (πχ σχεδιασμός κινητήρων χαμηλότερης κατανάλωσης) αλλά και αντιρρυπαντικά προγράμματα (π.χ. αντιρρυπαντικοί κινητήρες). Παράλληλα αναπτύσσονται και προγράμματα «καθαρών» ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως ηλιακής, αιολικής, γεωθερμικής κλπ.

## 12.2 Καύση

Καύσιμα ονομάζονται τα υλικά που όταν καίγονται παράγουν θερμότητα η οποία μπορεί να μετατραπεί σε αξιοποιήσιμη ενέργεια. Καύση είναι η χημική αντίδραση (οξειδωση) ενός καυσίμου με το οξυγόνο σε υψηλή θερμοκρασία που διεξάγεται με μεγάλη ταχύτητα και συνοδεύεται από έκλυση θερμότητας και φως.

Η καύση ανάλογα με τα προϊόντα που παράγει (καυσαέρια), διακρίνεται σε τέλεια και ατελή.

### ➤ Τέλεια καύση

Κατά την τέλεια καύση δεν υπάρχουν απώλειες θερμικής ενέργειας (απόδοση 100%). Για να επιτύχουμε τέλεια καύση βασικοί παράγοντες είναι:

- Η ποσότητα του οξυγόνου, που βρίσκεται στον αέρα που συνήθως χρησιμοποιούμε, να βρίσκεται σε συγκεκριμένο ποσοστό στο καύσιμο μίγμα (καύσιμο-αέρας).
- Να υπάρχει κατάλληλη ανάμιξη καυσίμου και αέρα.

Όταν επιτυγχάνουμε τέλεια καύση η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη ρύπανση στην περίπτωση της ατελούς καύσης.

### ➤ Ατελής καύση

Όταν δεν εξασφαλίζονται οι παραπάνω δύο βασικοί παράγοντες, η καύση είναι ατελής. Κατά την ατελή καύση έχουμε απώλεια θερμότητας και παραγωγή παραπροϊόντων που αφ' ενός ρυπαίνουν το περιβάλλον, όπως αναφέραμε, αφ' ετέρου εμποδίζουν τη σωστή λειτουργία του κινητήρα (δημιουργία καταλοίπων).

➤ **Αντιδράσεις καύσης-καυσαέρια**

Ο γενικός τύπος μίας αντίδρασης καύσης είναι :

καύσιμο + οξυγόνο → καυσαέρια.

(Το οξυγόνο συνήθως προέρχεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα).

Το καύσιμο των αυτοκινήτων μπορεί να είναι :

● Βενζίνη

Είναι μίγμα υδρογονανθράκων (ενώσεων που περιέχουν μόνο υδρογόνο και άνθρακα και που θα τις συμβολίζουμε με H/C) με αριθμό ατόμων άνθρακα περίπου από 5 έως 10.

● Πετρέλαιο ντίζελ

Μίγμα H/C με αριθμό ατόμων άνθρακα περίπου από 13 έως 17.

● Εναλλακτικά καύσιμα όπως υγραέριο, υδρογόνο, οινόπνευμα κλπ.

Στα καύσιμα των αυτοκινήτων περιέχονται και μικροποσότητες άλλων στοιχείων όπως θείου (θειάφι, S), μολύβδου (Pb) που δημιουργούν, όπως θα αναφέρουμε, προβλήματα ρύπανσης.

Στον θάλαμο καύσης των κινητήρων των αυτοκινήτων έχουμε, αφ' ενός το καύσιμο (μίγμα H/C που περιέχει S, Pb κλπ) και αφ' ετέρου αέρα (που περιέχει κύρια οξυγόνο και άζωτο). Μετά την καύση τα καυσαέρια (προϊόντα της καύσης) οδηγούνται μέσω της εξάτμισης στο περιβάλλον.

ΚΑΥΣΙΜΟ	+	ΑΕΡΑΣ	→	ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ
C (άνθρακας)		O (οξυγόνο)		CO <sub>2</sub> (διοξείδιο του άνθρακα)
H (υδρογόνο)		N (άζωτο)		H <sub>2</sub> O (νερό)
S (θείο)		κ.λπ.		SO <sub>2</sub> (διοξείδιο του θείου)
Pb (μόλυβδος) κ.λπ.				Ενώσεις του Pb. N (άζωτο) κ.λπ.

Από τα καυσαέρια, οι ενώσεις του μολύβδου είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες για την υγεία του ανθρώπου, το διοξείδιο του θείου συμμετέχει στη δημιουργία της όξινης βροχής, ενώ το διοξείδιο του άνθρακα είναι η ένωση που κατά κύριο λόγο είναι υπεύθυνη για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Τα παραπάνω καυσαέρια θα εκλύονταν εάν είχαμε τέλεια καύση. Στην πραγματικότητα εξαιτίας ιδιαίτερων συνθηκών εκτός των παραπάνω καυσαερίων δημιουργούνται :

- CO μονοξείδιο του άνθρακα (δηλητηριώδες).
- C άνθρακας σε μορφή αιθάλης (καπνιά, φούμο)
- Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (H/C), ενώσεις τοξικές και καρκινογόνες.
- NO, NO<sub>2</sub> οξειδία του αζώτου που συντελούν στη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους.
- SO<sub>3</sub> τριοξείδιο του θείου που σχηματίζεται από το διοξείδιο του θείου (όξινη βροχή).

Περισσότερες λεπτομέρειες για τις ρυπογόνες ουσίες που παράγονται από το αυτοκίνητο παρουσιάζονται στο ελεύθερο ανάγνωσμα στο τέλος του κεφαλαίου.

#### ➤ **Θερμαντική ικανότητα καυσίμου**

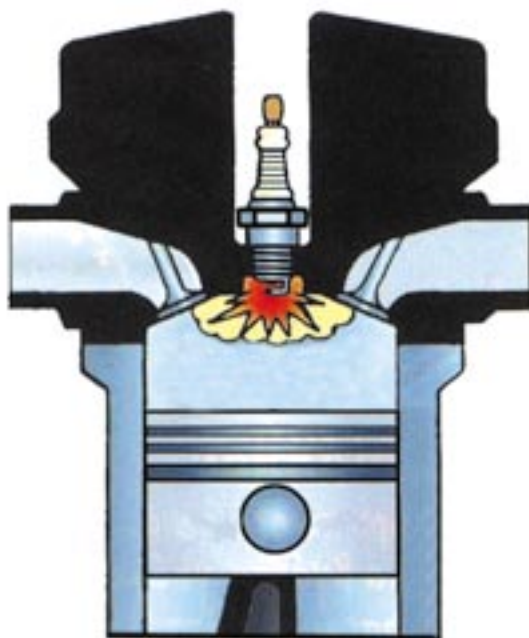
Θερμαντική ικανότητα καυσίμου (ή θερμογόνος δύναμη ή θερμότητα καύσης) ονομάζεται η ποσότητα της θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την τέλεια καύση με αέρα υπό κανονική ατμοσφαιρική πίεση συγκεκριμένης ποσότητας στερεού υγρού ή αερίου καυσίμου όταν αυτό και ο αέρας έχουν θερμοκρασία 0°C και τα προϊόντα της καύσης ψύχονται στους 0°C.

Η θερμαντική ικανότητα μετριέται σε KJ/Kg όταν πρόκειται για στερεά ή υγρά καύσιμα και σε KJ/m<sup>3</sup> όταν πρόκειται για αέρια.

Όπως έχει αναφερθεί στην προηγούμενη ενότητα, στα καυσαέρια υπάρχει νερό που έχει προέλθει από την καύση των H/C. Το νερό των καυσαερίων (που βρίσκεται σε μορφή ατμού εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας) περιέχει ένα ποσό θερμότητας που μπορεί να αποδοθεί μόνο όταν οι υδρατμοί μετατραπούν σε υγρή μορφή. Το ποσό αυτό της θερμότητας (ονομάζεται θερμότητα εξάτμισης), αν προστεθεί στην θερμαντική ικανότητα του καυσίμου, δίνει την ανωτέρα θερμαντική ικανότητα (ή ανωτέρα θερμογόνο δύναμη). Η θερμαντική ικανότητα που δεν περιλαμβάνει τη θερμότητα εξάτμισης του νερού των καυσαερίων ονομάζεται κατωτέρα θερμαντική ικανότητα (ή κατωτέρα θερμογόνος δύναμη).

➤ **Ταχύτητα καύσης**

Στο σχήμα 12.1 παρουσιάζεται ένας χώρος καύσης (κύλινδρος ΜΕΚ). Τη στιγμή της ανάφλεξης του καυσίμου μίγματος, μετά τον σπινθήρα που προκαλεί ο σπινθηριστής (μπουζί), δημιουργείται ένα ημισφαιρικό μέτωπο ομαλής καύσης που κινείται μέσα στο θάλαμο καύσης έτσι ώστε να καεί όλο το καύσιμο μίγμα. Η ταχύτητα μετάδοσης του «μετώπου καύσης» ονομάζεται ταχύτητα καύσης, εκφράζεται σε m/s, μετριέται πειραματικά και εξαρτάται κύρια από τη σύσταση, τη θερμοκρασία και την πίεση του καυσίμου μίγματος.



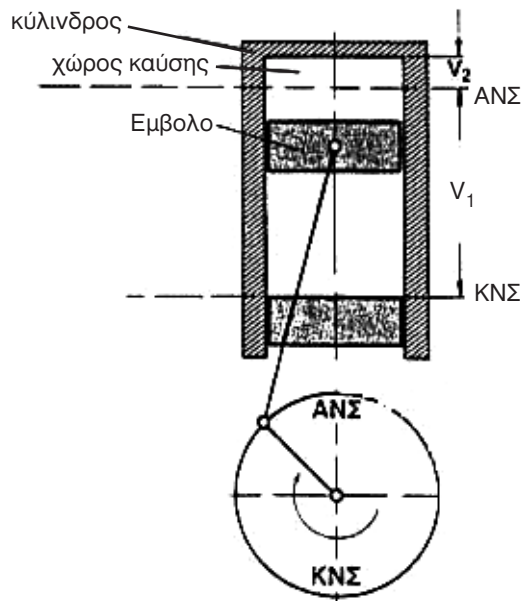
**Σχήμα 12.1 Χώρος καύσης σε κύλινδρο ΜΕΚ**

➤ **Κρουστική καύση**

Για την κατανόηση του φαινομένου της κρουστικής ή εκρηκτικής καύσης είναι χρήσιμο να αναφερθεί η έννοια της σχέσης συμπίεσης του κινητήρα και να παρακολουθήσουμε τη διαδικασία καύσης μέσα στο χώρο καύσης.

Σχέση συμπίεσης κινητήρα είναι ο λόγος του όγκου του κυλίνδρου, όταν το έμβολο βρίσκεται στο Κάτω Νεκρό Σημείο (ΚΝΣ) προς τον όγκο του κυλίνδρου όταν το έμβολο βρίσκεται στο Άνω Νεκρό Σημείο (ΑΝΣ) και παρουσιάζεται στο σχήμα 12.2. Ο λόγος αυτός  $(V_1+V_2)/V_2$  έχει άμεση σχέση με την ισχύ του κινητήρα. Αύξηση στη συμπίεση σημαίνει μείωση του  $V_2$ ,

άρα μεγαλύτερη πίεση του καυσίμου μίγματος, αύξηση της πίεσης των καυσαερίων, ισχυρότερη ώθηση του εμβόλου και τελικά αύξηση της ισχύος του κινητήρα.

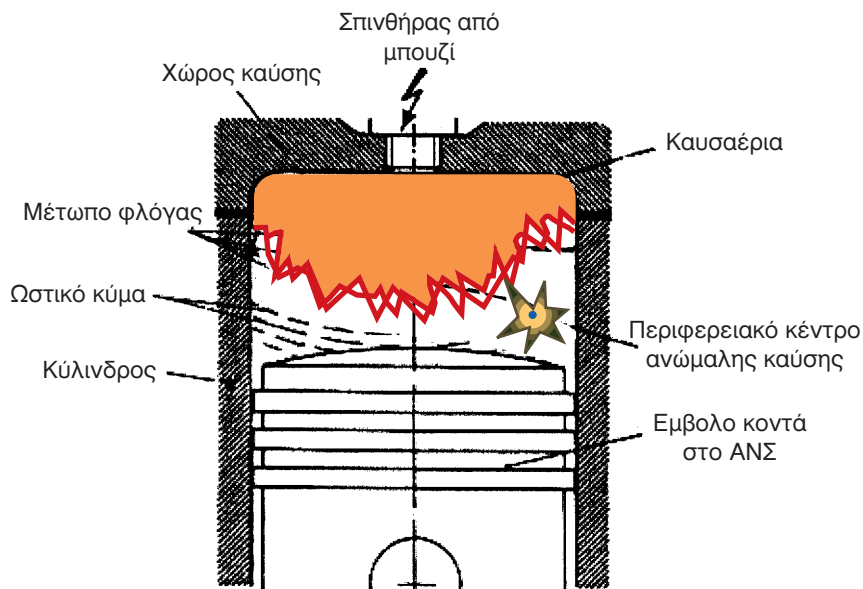


Σχήμα 12.2 Σχέση συμπίεσης είναι ο λόγος  $(V_1+V_2)/V_2$

Άρα θεωρητικά θα μπορούσαμε να μειώνουμε συνεχώς τον  $V_2$  και να αυξάνουμε αντίστοιχα την ισχύ του κινητήρα. Αυτό όμως δεν μπορεί να γίνει επειδή η αύξηση της πίεσης δημιουργεί προβλήματα στην ομαλή καύση του καυσίμου μίγματος και προκαλεί το «κτύπημα του κινητήρα» (είναι η γνωστή έκφραση «κτυπάνε τα πειράκια»).

Τί όμως συμβαίνει σ' αυτή την περίπτωση ;

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, από τον σπινθήρα του σπινθηριστή δημιουργείται ένα μέτωπο καύσης που κινείται με την ταχύτητα καύσης. Οι συνθήκες όμως, στο θάλαμο καύσης, όταν αυξήσουμε τη σχέση συμπίεσης, μπορεί να ξεπεράσουν τη θερμοκρασία αυτανάφλεξης του καυσίμου μίγματος που βρίσκεται πίσω από το μέτωπο καύσης και δεν έχει καεί ακόμα (σχήμα 12.3).



**Σχήμα 12.3 Κρουστική καύση**

Με αυτόν τον τρόπο παρουσιάζονται νέα σημεία έναρξης καύσης πριν φθάσει εκεί το κανονικό μέτωπο καύσης. Τα δευτερεύοντα κέντρα καύσης δημιουργούν νέα μέτωπα καύσης, που αυξάνουν την πίεση, και κτυπώντας στα τοιχώματα του κυλίνδρου, δημιουργούν το χαρακτηριστικό ήχο του «κτυπήματος».

Στα συμβατικής τεχνολογίας αυτοκίνητα υπάρχουν και άλλες αιτίες που εμφανίζεται το κτύπημα (ή κροτάλισμα) της μηχανής, όπως ατέλειες στον έλεγχο ανάφλεξης (προπορεία ανάφλεξης) και τροφοδοσίας, αστοχίες στο θάλαμο καύσης κλπ.

Στα νέας τεχνολογίας καταλυτικά αυτοκίνητα οι παραπάνω αιτίες έχουν εξαλειφθεί επειδή εφαρμόζεται ο ηλεκτρονικός έλεγχος που επιτρέπει τέλειες ρυθμίσεις με τη χρήση ειδικών αισθητήρων.

Επιπτώσεις αυτού του φαινομένου είναι η υπερθέρμανση, η φθορά εξαρτημάτων (σχήμα 12.4) και η απώλεια ισχύος. Το «κτύπημα» εξαρτάται από την ποιότητα του καυσίμου (θα αναφερθούμε παρακάτω), το σχεδιασμό και τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.



**Σχήμα 12.4** Φθαρμένο έμβολο εξαιτίας κρουστικής καύσης σε σύγκριση με καινούριο

### 12.3 Κατάταξη των καυσίμων

Τα καύσιμα κατατάσσονται με πολλούς τρόπους. Οι πλέον βασικές διακρίσεις είναι :

- Με βάση τη φυσική τους κατάσταση.
- Με βάση την προέλευση.

#### Διάκριση καυσίμων με βάση τη φυσική τους κατάσταση

Τα καύσιμα με βάση τη φυσική τους κατάσταση διακρίνονται σε :

- Στερεά
- Υγρά
- Αέρια

➤ Στερεά καύσιμα είναι τα καύσιμα που προέρχονται από την αποσύνθεση διαφόρων μορφών φυτικής ζωής (δένδρα, θάμνοι κλπ.) που με την πάροδο του χρόνου και με την επίδραση ειδικών συνθηκών σχηματίζουν την τύρφη. Η τύρφη μετασχηματίστηκε βαθμιαία σε διάφορες μορφές γαιανθράκων όπως λιγνίτης, ανθρακίτης κλπ.

Η χρήση των γαιανθράκων για την παραγωγή εκμεταλλεύσιμης ενέργειας έχει δημιουργήσει περιβαλλοντικά προβλήματα που κύρια εστιάζονται σε τρεις κατηγορίες ρύπων :

- Παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) που συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.



- Παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αιωρούμενης τέφρας που επιδεινώνουν την ποιότητα του αέρα (αιθαλομίχλη).
- Παραγωγή διαφόρων οξειδίων (πχ  $\text{SO}_2$ ) που ευθύνονται για την όξινη βροχή.

Άλλα στερεά καύσιμα είναι το κωκ (προϊόν επεξεργασίας γαιανθράκων), ο ξυλάνθρακας, το ξύλο κλπ.

➤ Υγρά καύσιμα

Είναι τα καύσιμα που προέρχονται κύρια από το φυσικό ή αργό πετρέλαιο όπως η βενζίνη, το πετρέλαιο ντίζελ, η κηροζίνη κλπ., στα οποία θα αναφερθούμε εκτενέστερα παρακάτω.

➤ Αέρια καύσιμα

Είναι αέρια ή μίγματα αερίων που προέρχονται :

- Από φυσικές πηγές όπως τα φυσικά αέρια, τα αέρια που είναι διαλυμένα στο αργό πετρέλαιο (προπάνιο, βουτάνιο, υγραέριο κλπ.), το βιοαέριο.
- Από θερμικές διεργασίες όπως αέρια υψικαμίνου, φωταέριο, υδραέριο (μίγμα CO και υδρογόνου).
- Από χημικές αντιδράσεις όπως ακετυλένιο (ασετυλίνη), υδρογόνο κλπ.

### **Διάκριση καυσίμων με βάση την προέλευση**

Με βάση την προέλευση τα καύσιμα διακρίνονται σε **φυσικά** και **τεχνητά**. Τα φυσικά καύσιμα προέρχονται απ' ευθείας από τη φύση, όπως γαιάνθρακες, αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο κλπ. Τα τεχνητά καύσιμα προέρχονται μετά από κάποιες διεργασίες που έχει κάνει ο άνθρωπος όπως βενζίνη, πετρέλαιο ντίζελ, οινόπνευμα κλπ.

## 12.4 Καύσιμα ΜΕΚ

Τα καύσιμα των ΜΕΚ διακρίνονται στα **συνήθη καύσιμα**, όπως η βενζίνη και στα **εναλλακτικά καύσιμα**, όπως το οινόπνευμα.

### 12.4.1 Συνήθη καύσιμα των ΜΕΚ

#### Προέλευση

Για την προέλευση του αργού πετρελαίου ακόμη και σήμερα δεν υπάρχει σίγουρη άποψη. Δύο όμως είναι οι επικρατέστερες επιστημονικές απόψεις σύμφωνα με τις οποίες δημιουργήθηκε :

- Η εκδοχή της ανόργανης προέλευσης.
- Η εκδοχή της οργανικής προέλευσης.

#### ➤ Ανόργανη προέλευση

Σύμφωνα με την εκδοχή αυτή, ο άνθρακας προέρχεται είτε από την αποσύνθεση ανθρακικών αλάτων, είτε από οργανικές ύλες παγιδευμένες στα πετρώματα της γης. Το υδρογόνο προέρχεται από νερό που ήταν αποκλεισμένο σε αντίστοιχα πετρώματα. Ο άνθρακας με το υδρογόνο όταν συνυπάρξουν αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες και σχηματίζουν Η/С συστατικά του αργού πετρελαίου.

#### ➤ Οργανική προέλευση

Σύμφωνα με την εκδοχή αυτή το **πλαγκτόν** (οργανική ύλη που προέρχεται από θαλάσσιους ή λιμναίους, ζωικούς ή φυτικούς μικροοργανισμούς), μετά από γεωλογικές μεταβολές, συσσωρεύτηκε σε ταμιευτήρες κάτω από την επιφάνεια της γης. Εκεί με την επίδραση μικροοργανισμών σχηματίστηκε το αργό πετρέλαιο. **Η εκδοχή αυτή είναι η επικρατέστερη.**

#### Παραγωγή

Η έρευνα για την ανακάλυψη κοιτασμάτων πετρελαίου είναι ένας συνδυασμός των παρακάτω τεσσάρων μεθόδων :

- Χαρτογράφηση (κύρια με αεροφωτογραφίες).

- Μελέτη της μορφολογίας του εδάφους (το ανάγλυφο της περιοχής).
- Μελέτη πετρωμάτων.
- Γεωφυσικές μέθοδοι όπως :
  - βαρυτομετρικές (ακριβής μέτρηση της βαρύτητας).
  - σεισμικές (δημιουργία έκρηξης και μέτρηση της ανάκλασης των κυμάτων).

Η διενέργεια γεώτρησης για την εξόρυξη επιβεβαιώνει ή όχι την ύπαρξης αργού πετρελαίου που προσδιορίζει η έρευνα. Στην περίπτωση που το κοίτασμα είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμο, αρχίζει η διαδικασία της παραγωγής.

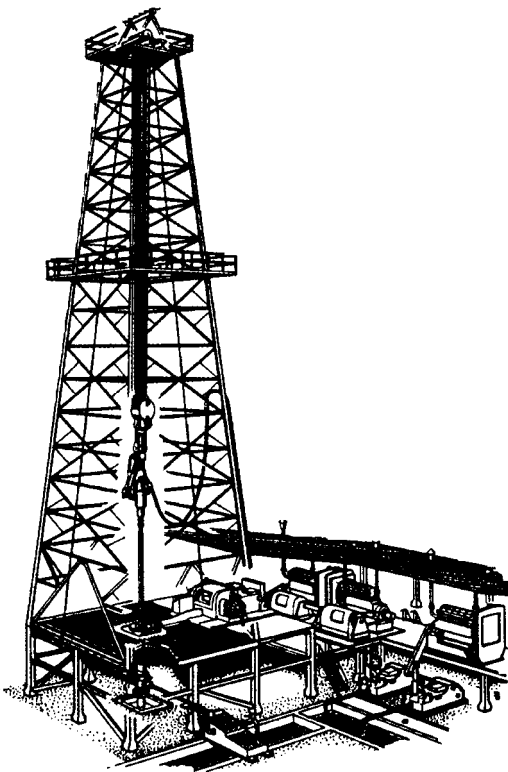
Δύο είναι τα βασικά είδη των γεωτρήπανων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή :

- Το κρουστικό γεωτρήπανο

Βασίζεται στην παλινδρομική κίνηση ενός γεωτρητικού στελέχους που κρέμεται σε συρματόσχοινο και στην άκρη του έχει ειδικά «κοπίδια» που κτυπούν το έδαφος δημιουργώντας τη διάνοιξη. Το κρουστικό γεωτρήπανο χρησιμοποιείται πλέον σε λίγες περιπτώσεις.

- Το περιστροφικό γεωτρήπανο

Βασίζεται στην περιστροφική κίνηση μίας στήλης, στην άκρη της οποίας υπάρχουν επίσης κοπίδια που περιστρεφόμενα ανοίγουν τη γεώτρηση (σχήμα 12.5).



**Σχήμα 12.5**  
**Περιστροφικό γεωτρήπανο**

Τα γεωτρύπανα επίσης περιέχουν κατάλληλο μηχανικό εξοπλισμό όπως κινητήριες μηχανές, ανυψωτικούς και περιστροφικούς μηχανισμούς, σύστημα κυκλοφορίας των γεωτρητικών ρευστών κλπ.

Τρεις είναι οι κύριοι τρόποι ανάκτησης του αργού πετρελαίου :

- Ο πρωτογενής

Στον ταμειυτήρα εκτός του αργού πετρελαίου συνυπάρχουν και αέρια υπό πίεση. Όταν η γεώτρηση φθάσει στον ταμειυτήρα τότε αυθόρμητα το αργό πετρέλαιο εξέρχεται στην επιφάνεια της γης δημιουργώντας πολλές φορές πίδακα, χωρίς να απαιτείται προσφορά εξωτερικής ενέργειας.

- Ο δευτερογενής

Κατά τον δευτερογενή τρόπο ανάκτησης, παρέχουμε ενέργεια στον ταμειυτήρα προκειμένου το αργό πετρέλαιο να εξέρχεται στην επιφάνεια. Η ενέργεια που παρέχουμε μπορεί να προσφέρεται είτε με τη χρήση κατάλληλων αντλιών, είτε με εμφύσηση αέρα ή νερού στον ταμειυτήρα ώστε εξαιτίας της πίεσης να αντλείται το αργό πετρέλαιο.

Ο δευτερογενής τρόπος, όχι μόνο έχει ενεργειακό κόστος, αλλά προοδευτικά γίνεται αναποτελεσματικός. Η αιτία είναι ότι το αργό πετρέλαιο προσκολλάται στα τοιχώματα των πόρων που βρίσκεται και δεν μπορεί να εξαχθεί. Το ποσοστό του μη ανακτήσιμου αργού πετρελαίου στους ταμειυτήρες μπορεί να φθάσει και το 50%.

- Ο τριτογενής

Το χαρακτηριστικό του τριτογενούς τρόπου είναι η προσθήκη απορρυπαντικών ουσιών στον ταμειυτήρα ώστε να γίνει αποκόλληση από τα τοιχώματα των πόρων και να επακολουθήσει η ανάκτηση.

Η εφαρμογή του δευτερογενούς και τριτογενούς τρόπου ανάκτησης, προϋποθέτει τεχνοοικονομική μελέτη, ώστε να κριθεί αν το κοίτασμα είναι εκμεταλλεύσιμο.

### **Επεξεργασία του αργού πετρελαίου**

Δύο είναι οι βασικές επεξεργασίες του αργού πετρελαίου, η **πρωτογενής** και η **δευτερογενής**.

Το αργό πετρέλαιο, όπως βγαίνει από το κοίτασμα, περιέχει ξένα συστατικά, όπως νερό, λάσπη, αέρια, χαλίκια που πρέπει να απομακρυνθούν. Η διαδικασία αυτή συνιστά την **πρωτογενή επεξεργασία**.

Μετά την πρωτογενή ακολουθεί η **δευτερογενής επεξεργασία** που συ-

νίσταται στην παραγωγή τελικών προϊόντων (βενζίνη, πετρέλαιο κίνησης κλπ.), που γίνεται σε ειδικά χημικά εργοστάσια τα οποία ονομάζονται διυλιστήρια\* (σχήμα 12.6).



**Σχήμα 12.6** Φωτογραφίες από διυλιστήριο αργού πετρελαίου

\*Ο όρος «διύλιση» για το αργό πετρέλαιο που χρησιμοποιείται δεν είναι επιστημονικά παραδεκτός. Στην πραγματικότητα διύλιση σημαίνει διήθηση μέσα από φίλτρα.

### **Κλασματική απόσταξη αργού πετρελαίου**

Η κλασματική απόσταξη είναι η διεργασία κατά την οποία το αργό πετρέλαιο διαχωρίζεται σε ομάδες συστατικών που ονομάζονται **κλάσματα**, ανάλογα με την περιοχή θερμοκρασίας στην οποία αποστάζουν.

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα μίγμα περίπου εκατό κύριων συστατικών (υδρογονανθράκων διαφορετικής σύστασης). Κάθε κλάσμα, που επίσης αποτελείται από πολλά επί μέρους συστατικά, συνιστά ένα συγκεκριμένο προϊόν (πχ. πετρέλαιο κίνησης).

Στο σχήμα 12.7 παρουσιάζονται τα πέντε βασικά κλάσματα, με τους αντίστοιχους αριθμούς ατόμων άνθρακα των περιεχομένων H/C, αλλά και οι θερμοκρασιακές περιοχές απόσταξης.

Εκτός του διαχωρισμού σε κλάσματα του αργού πετρελαίου, στα διυλιστήρια διεξάγονται και οι ακόλουθες τρεις δραστηριότητες:

#### **1. Μετατροπή H/C**

Οι διεργασίες της μετατροπής των H/C εφαρμόζονται για τον εμπλουτισμό των κλασμάτων που παρουσιάζουν ιδιαίτερη ζήτηση (πχ. βενζίνη) σε σχέση με άλλα που δεν έχουν (πχ. μαζούτ).

Πύργος Κλασματικής Απόσταξης	Αέρια	Καύσιμα	Αριθμός Ατόμων C	Θερμοκρ. Περιοχή Απόσταξης
		Υγραέριο LPG	1-4	έως 40° C
Βενζίνη	Σούπερ Αμόλυβδη Σούπερ αμόλυβδη	5-10	40°C – 200°C	
Κεροζίνη	Αεροπλάνων	11-12	200°C – 250°C	
Ντίζελ	Πετρέλαιο Ντίζελ	13-17	250°C – 350°C	
Υπόλειμμα	Μαζούτ	> 17	> 350°C	

**Σχήμα 12.7** Σχηματική παράσταση πύργου κλασματικής απόσταξης με τα πέντε βασικά κλάσματα. Οι τιμές τόσο του αριθμού ατόμων άνθρακα όσο και της θερμοκρασιακής περιοχής απόσταξης δεν είναι απόλυτες

## 2. Επεξεργασία προϊόντων

Οι υψηλές απαιτήσεις για μείωση του θείου (S) και άλλων συστατικών, αλλά και η επιθυμία για καλύτερης ποιότητας βενζίνη (υψηλού **αριθμού οκτανίου**, όπως θα αναφερθούμε παρακάτω), επιβάλλουν σειρά διεργασιών για την επεξεργασία των προϊόντων όπως : πυρόλυση, αλκυλίωση, πολυμερισμό κλπ.

## 3. Ανάμιξη

Η ανάμιξη των διαφόρων ενδιάμεσων προϊόντων, είτε μεταξύ τους είτε με βελτιωτικές ενώσεις, είναι η τελική δραστηριότητα των διυλιστηρίων, ώστε να προκύψουν τελικά προϊόντα που να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές.

### Μέθοδοι παρασκευής συνθετικής βενζίνης

Τρεις είναι οι κυριότερες μέθοδοι για την παρασκευή συνθετικής βενζίνης: η μέθοδος Bergius, η μέθοδος Fischer-Tropsch και η μέθοδος Methanol to Gasoline της Mobil.

Κατά τη μέθοδο Bergius, ο άνθρακας σε κοκκώδη μορφή αιωρείται σε αντιδραστήρες, όπου περιέχονται ειδικά ορυκτέλαια σε θερμοκρασία 450-500°C και υδρογονώνεται (αντιδρά με υδρογόνο) σε υψηλή πίεση. Με αυτόν τον τρόπο παρασκευάζονται H/C συστατικά της βενζίνης.

Με τη μέθοδο Fischer-Tropsch, το υγραέριο (μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και υδρογόνου (H)) μετασχηματίζεται, με κατάλληλες συνθήκες, σε συνθετική βενζίνη.

Η μέθοδος της Mobil «Methanol to Gasoline», δηλαδή από μεθανόλη (μία αλκοόλη) σε βενζίνη, βασίζεται σε ένα ειδικό καταλύτη ZSM-5 που μετατρέπει εκλεκτικά τη μεθανόλη σε βενζίνη.

## **Βενζίνη**

### **Σύσταση - παραγωγή - χρήση**

Βενζίνη χαρακτηρίζουμε ένα μίγμα H/C, τα μόρια των οποίων περιέχουν από 5 έως 10 άτομα άνθρακα, και προέρχεται από το αργό πετρέλαιο ή από χημικές αντιδράσεις ενώσεων ή στοιχείων (συνθετική βενζίνη) που έχουν σημείο βρασμού στην περιοχή 40°-200°C.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, με την κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου, η απόδοση σε βενζίνη είναι μικρή. Εξαιτίας όμως της αυξημένης ζήτησης σε βενζίνες, στο χώρο του διυλιστηρίου έχουν αναπτυχθεί και άλλες μέθοδοι, όπως πυρόλυση, αλκυλίωση, πολυμερισμός, αναμόρφωση κλπ., κατά τις οποίες χρησιμοποιώντας άλλα κλάσματα (πχ μαζούτ) παράγουν διάφορα συστατικά της βενζίνης.

Τελικά γίνεται η ανάμιξη των συστατικών και παράγονται οι διάφοροι τύποι βενζίνης (σούπερ, αμόλυβδη, σούπερ αμόλυβδη) σύμφωνα με τις αντίστοιχες προδιαγραφές.

Η βενζίνη χρησιμοποιείται, κύρια, σαν καύσιμο στους βενζινοκινητήρες.

### **Ιδιότητες της βενζίνης**

Η βενζίνη που υπάρχει στο εμπόριο έχει ορισμένες βασικές ιδιότητες, ώστε να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές :

1. Πτητικότητα ( να εξατμίζεται εύκολα και να δημιουργεί με τον αέρα καύσιμο μίγμα).
2. Αντικροτικότητα ( να καίγεται χωρίς «κτύπημα»).
3. Καθαρότητα ( να εκπέμπει όσο το δυνατόν λιγότερες ρυπογόνες ουσίες και να διατηρείται χωρίς κατάλοιπα όταν αποθηκεύεται).

### 1. Πτητικότητα

Πτητικότητα ονομάζεται η τάση που έχει μία ένωση να εξατμίζεται. Όσο χαμηλότερα βράζει μία ένωση ή ένα μίγμα, τόσο πιο πτητική είναι, δηλαδή τόσο πιο εύκολα εξατμίζεται.

Στο σχ. 12.8 διακρίνουμε τρεις περιοχές πτητικότητας των Η/С που συνιστούν τη βενζίνη. Η πτητικότητα συσχετίζεται με τη σωστή ή όχι λειτουργία του κινητήρα όπως εξηγείται παρακάτω.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΒΕΝΖΙΝΗΣ	
A	H/C υψηλής πτητικότητας
B	H/C μέσης πτητικότητας
Γ	H/C χαμηλής πτητικότητας

**Σχήμα 12.8** Περιοχές συστατικών βενζίνης όπου παρουσιάζεται υψηλή A, μέση B και χαμηλή Γ πτητικότητα

### Σχέση πτητικότητας και ξεκίνημα κρύας μηχανής

Το ξεκίνημα μιας μηχανής προϋποθέτει την ύπαρξη αερίου καυσίμου μίγματος στον κύλινδρο. Τον χειμώνα η βενζίνη πρέπει να περιέχει αρκετά πτητικούς Η/С της περιοχής A του σχήματος 12.8 ώστε εύκολα να ξεκινάει η καύση, να ανεβαίνει η θερμοκρασία και να καίγονται όλοι οι άλλοι Η/С. Σε διαφορετική περίπτωση, αν δεν υπάρχουν πτητικοί Η/С τον χειμώνα (πχ. -10°C), το ξεκίνημα της μηχανής είναι ιδιαίτερα δύσκολο (σχ. 12.9).

		ΧΕΙΜΩΝΑΣ		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
Πτητικότητα Βενζίνης	↑	Υψηλή	Εύκολο	Οικονομία καυσίμου	Χαμηλή
		Χαμηλή	Δύσκολο	Υψηλή	
		Ξεκίνημα κινητήρα			

**Σχήμα 12.9** Σχέση πτητικότητας της βενζίνης με το ξεκίνημα του κινητήρα το χειμώνα και την οικονομία καυσίμου το καλοκαίρι



Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται το καλοκαίρι, εξαιτίας της υψηλότερης θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Αντίθετα το καλοκαίρι στο μίγμα της βενζίνης απαιτούνται H/C με χαμηλή πτητικότητα (περιοχή Γ του σχ. 12.8) επειδή αυτοί παρέχουν μεγαλύτερη θερμαντική ικανότητα (θερμογόνο δύναμη), άρα οικονομία καυσίμου (σχ. 12.9). Επίσης, όταν η πτητικότητα είναι ιδιαίτερα υψηλή, τότε οι ατμοί που παράγονται εμποδίζουν την ομαλή μεταφορά του καυσίμου από τη δεξαμενή καυσίμου (ρεζερβουάρ) στον κινητήρα του αυτοκινήτου, επειδή δημιουργούν κενά στη ροή του υγρού καυσίμου (ατμοφράξεις).

#### Πτητικότητα- Προθέρμανση της μηχανής

Κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης της μηχανής, μέχρι να φθάσει στη θερμοκρασία λειτουργίας της, σημαντικό ρόλο παίζουν οι H/C μέσης πτητικότητας (περιοχή Β σχ.12.8). Όσο πιο υψηλή είναι η πτητικότητα στην περιοχή Β τόσο λιγότερο χρόνο χρειάζεται η μηχανή για να ζεσταθεί. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, επειδή το χρονικό αυτό διάστημα, μέχρι να ζεσταθεί, ο κινητήρας λειτουργεί υποτονικά (δεν υπακούει ομαλά στις εντολές του οδηγού, παράγει περισσότερους ρύπους κλπ.).

#### Πτητικότητα-Δημιουργία καπνιάς

Όταν στην περιοχή Γ (σχ. 12.8) υπάρχουν και H/C που έχουν ιδιαίτερα χαμηλή πτητικότητα, τότε υπάρχει περίπτωση αυτοί να μην εξατμίζονται στο αέριο καύσιμο μίγμα. Η διατήρησή τους στην υγρή κατάσταση στον θάλαμο καύσης σημαίνει όχι καλή καύση. Ατελής καύση έχει σαν αποτέλεσμα (εκτός των αυξημένων ρύπων) την δημιουργία καπνιάς στους κυλίνδρους και στις βαλβίδες, άρα μη σωστή λειτουργία του κινητήρα.

Επίσης η υγρή κατάσταση του καυσίμου στους κυλίνδρους προκαλεί αλλοιώσεις στο λιπαντικό (που έρχεται σε επαφή), με αποτέλεσμα το λιπαντικό να χάνει τις ιδιότητές του.

Παρατηρούμε επομένως ότι η παραγωγή της βενζίνης στα διυλιστήρια πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές, να περιέχει H/C και από τις τρεις περιοχές πτητικότητας σε κατάλληλες αναλογίες, ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του κινητήρα.

## 2. Αντικροτικότητα

Αντικροτικότητα είναι το μέτρο της δυνατότητας μιας βενζίνης να καίγεται ομαλά χωρίς «κτύπημα» (παράγραφος 12.2) και εκφράζεται με τον **αριθμό οκτανίου (ΑΟ)**.

Ο ΑΟ προσδιορίζεται με συγκριτικές μεθόδους σε πρότυπους κινητήρες.

Το κανονικό- επτάνιο (κ-επτάνιο) έχει τη χειρότερη αντικροτική ικανότητα. Όταν η βενζίνη, υποθετικά, αποτελείται μόνο από κ-επτάνιο έχει ΑΟ=0.

Το ισο-οκτάνιο, ένας άλλος Η/С, έχει την καλύτερη αντικροτική ικανότητα. Όταν η βενζίνη αποτελείται, υποθετικά, μόνο από ισο-οκτάνιο έχει ΑΟ=100.

Ένας ΑΟ = 96 σημαίνει ότι το μίγμα (ισο-οκτανίου / κ-επτάνιου) περιέχει 96% ισο-οκτάνιο και 4% κ-επτάνιο (η αναλογία εκφράζει όγκο /όγκο).

Στην πραγματικότητα, για να προσδιορίσουμε τον ΑΟ μιας βενζίνης (που όπως αναφέραμε είναι μίγμα πολλών διαφορετικών Η/С ), ακολουθούμε την εξής πορεία :

1. Τοποθετούμε την προς μέτρηση βενζίνη σε ένα πρότυπο κινητήρα και μετράμε την αντικροτικότητά της.
2. Τοποθετούμε διάφορα μίγματα ισο-οκτανίου/ κ-επτάνιου (πχ. 97:3 ή 98:2) και επίσης μετράμε την αντικροτικότητά τους.
3. Έστω ότι το μίγμα 98:2 (δηλ. ΑΟ=98) έχει την **ίδια αντικροτικότητα** με την προς μέτρηση βενζίνη που αρχικά τοποθετήσαμε στην πρότυπη μηχανή.

Πιστοποιούμε τότε ότι ο ΑΟ της προς μέτρηση βενζίνης είναι 98 (ΑΟ=98).

Μπορούμε επομένως να ορίσουμε ότι :

**Αριθμός οκτανίου (ΑΟ)** ενός καυσίμου είναι το επί τοις εκατό ποσοστό του ισο-οκτανίου σε μίγμα ισο-οκτανίου/ κ-επτάνιου που παρουσιάζει την ίδια αντικροτικότητα με το εξεταζόμενο καύσιμο υπό τις ίδιες συνθήκες.

Οι πλέον γνωστοί πρότυποι κινητήρες είναι ο CFR και ο BASF. Είναι μονοκύλινδροι, τετράχρονοι και έχουν κατασκευαστεί ειδικά για τη μέτρηση του ΑΟ. Έχουν επίσης τη δυνατότητα να τροποποιούν τη συμπίεση κατά την επιθυμία μας.

### Μέθοδοι μέτρησης του ΑΟ

Για τη μέτρηση του ΑΟ στις βενζίνες χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι :

Η ερευνητική μέθοδος RON (Research Octane Number) που είναι ενδεικτική για τη συμπεριφορά της βενζίνης σε κανονικές ταχύτητες (600 στροφές/λεπτό).

Η μέθοδος MON (Motor Octane Number) που χρησιμοποιείται σε μεγάλες ταχύτητες (900 στροφές/λεπτό).

Συνήθως οι βαθμοί MON, που μετρούνται με αυστηρότερες συνθήκες δοκιμής, είναι μικρότεροι από τους αντίστοιχους RON. Η διαφορά RON - MON ονομάζεται **ευαισθησία** του καυσίμου. Ο μέσος όρος RON + MON /2 ονομάζεται **δείκτης αντικροτικότητα** και είναι ένδειξη της συμπεριφοράς του καυσίμου όταν χρησιμοποιείται στους πολυκύλινδρους κινητήρες των αυτοκινήτων.

### 3. Καθαρότητα

Η καθαρότητα των βενζινών εξαρτάται από το ποσοστό των ανεπιθύμητων συστατικών που περιέχουν, τα οποία δημιουργούν προβλήματα στην ομαλή λειτουργία των κινητήρων αλλά ρυπαίνουν και το περιβάλλον.

Τα κυριότερα ανεπιθύμητα συστατικά στις βενζίνες, που προσδιορίζουν το βαθμό καθαρότητας, είναι οι θειώδεις και κομμωδεις ενώσεις.

Η καύση των ενώσεων του θείου (S) μαζί με την βενζίνη στον κινητήρα επιφέρει τη δημιουργία του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) που, αφ' ενός διαβρώνει εξαρτήματα του κινητήρα, αφ' ετέρου ρυπαίνει την ατμόσφαιρα (ελεύθερο ανάγνωσμα υπάρχει στο τέλος του κεφαλαίου).

Οι κομμωδεις ενώσεις, που είναι διαλυτές στη βενζίνη, συσσωματώνονται κατά την αποθήκευσή της βενζίνης για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Εμφανίζονται σαν υπολείμματα μετά την εξάτμισή της βενζίνης και προκαλούν προβλήματα στην τροφοδοσία του κινητήρα (φράζουν τα σωληνάκια τροφοδοσίας, ζιγκλέρ κλπ.).

Για τους παραπάνω λόγους έχουν εκδοθεί αυστηρές προδιαγραφές τις οποίες πρέπει να τηρούν οι βενζίνες (σχήμα 12.10) που διατίθενται στο εμπόριο.

Προδιαγραφές	Super Βενζίνη	Αμόλυβδη Βενζίνη
Πυκνότητα στους 15 °C, [kg/m <sup>3</sup> ]	720-770	725-780
Απόσταξη:		
Συμπύκνωμα στους 70 °C, ελάχ. [% v/v]	10	15-45
» » 100 °C [% v/v]	30-65	40-65
» » 180 °C, ελάχ. [% v/v]	85	85
Τελικό σημείο, μέγ. [°C]	215	215
Υπόλειμμα μέγ., [% v/v]	2	2
Τάση ατμών (RVP) στους 100 °F:		
α. Από 1/4 έως 31/10, μέγ. [kPa]	62	35-70
β. Από 1/11 έως 31/3, μέγ. [kPa]	80	45-80
Θείο, μέγ. [% m/m]	0,10	0,05
Αριθμός Οκτανίου MON		85
Αριθμός Οκτανίου RON	96-98	95
Μόλυβδος, μέγ. [g/l]	0,15	0,013
Διάβρωση χαλκού, μέγ. <sup>13</sup> [ASTM No]	1	1
Υπάρχοντα κομμώδη, μέγ., [mg/100 ml]	4	5
Αντοχή στην οξειδωση, ελαχ., [λεπτά]	360	360
Βενζόλιο, μέγ., [% v/v]	5	5
Αρωματικά, [% v/v]	αναφέρονται	
Ολεφίνες, [% v/v]	»	
Χρώμα	Πράσιν.	Άχρουν έως αχυρόχρουν
Οξυγονούχες οργανικές ενώσεις:		
i) Ολικό οξυγόνο, μέγ., [% m/m]	2,5	2,5
ii) Επί μέρους συστατικά:		
Μεθυλ-τ-βουτυλ-αιθέρας (MTBE) [% v/v]	10	10
Ιχνηθέτης / κινιζαρίνη, mg/l		6
Δείκτης Ατμόφραξης (VLI), μέγ. <sup>14</sup>		
α. Από 1/4 έως 31/10		900
β. Από 1/11 έως 31/3		1000

<sup>13</sup> Τρεις ώρες στους 50 °C.

<sup>14</sup>  $VLI = 10 VP + 7 E70$ ,

όπου: VLI = Δείκτης ατμόφραξης, VP = Τάση ατμών σε kPa, E70 = Απόσταγμα σε %-v/v.

**Σχήμα 12.10 Προδιαγραφές σούπερ και αμόλυβδης βενζίνης**

### Πρόσθετα βενζινών

Τα πρόσθετα βενζινών είναι ενώσεις που προστίθενται στις βενζίνες με σκοπό την καλύτερευση των ιδιοτήτων τους, αλλά και την δημιουργία νέων. Τα σημαντικότερα πρόσθετα (βελτιωτικά) των βενζινών είναι :

- Αντικροτικά ή βελτιωτικά ΑΟ

Αυξάνουν τον ΑΟ. Τα πλέον γνωστά είναι ο τετρααιθυλιούχος μόλυβδος (TEL) και ο μεθυλ-*t*-βουτυλ-αιθέρας (MTBE).

Ο TEL προστίθεται στην μόλυβδούχο βενζίνη (σούπερ) σε ποσοστό 0.15g/l, ενώ στην αμόλυβδη σε ποσοστό 0.013g/l. Είναι τοξικός και επικίνδυνος για την υγεία του ανθρώπου. Καταστρέφει (δηλητηριάζει) επίσης τους καταλύτες των αυτοκινήτων. Γίνεται προσπάθεια να αντικατασταθεί με άλλα πρόσθετα όπως ο MTBE που χρησιμοποιείται σε ποσοστό 10% όγκο /όγκο στην αμόλυβδη βενζίνη.

- Αντιψυκτικά

Στους εξαεριωτές (καρμπιρατέρ), εξαιτίας της ταχείας εξάτμισης της βενζίνης, έχουμε απορρόφηση θερμότητας από το περιβάλλον. Στον εισερχόμενο αέρα, συνήθως όταν έχει ποσοστό υγρασίας πάνω από 60% και θερμοκρασία περίπου 5°C, απορροφάται θερμότητα με αποτέλεσμα να μετατρέπεται η υγρασία (αέριας μορφής) σε πάγο. Τα αντιψυκτικά πρόσθετα αποτρέπουν το σχηματισμό πάγου.

- Απορρυπαντικά

Είναι πρόσθετα που χρησιμοποιούνται για να διατηρούν καθαρά διάφορα εξαρτήματα του κινητήρα, όπως βαλβίδες εισαγωγής, εξαεριωτές κλπ., από τις διάφορες αποθέσεις- κατάλοιπα που σχηματίζονται με την πάροδο του χρόνου λειτουργίας του κινητήρα.

- Αντισκωριακά

Χρησιμοποιούνται για να μη σχηματίζεται σκουριά σε μεταλλικές δεξαμενές κατά τη μεταφορά ή την αποθήκευση της βενζίνης.

- Λιπαντικά

Είναι πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στη λίπανση των βαλβίδων εισαγωγής του καυσίμου (εμποδίζουν το «κόλλημα» των βαλβίδων).

- Χρωστικές ουσίες

Προστίθενται για να διαχωρίζουν τη συμβατική βενζίνη από την αμόλυβδη.

### **Αμόλυβδη βενζίνη**

Εξαιτίας των προβλημάτων ρύπανσης που επιφέρει η χρήση μολύβδου στα αντικροτικά πρόσθετα της συμβατικής βενζίνης (σούπερ), την τελευταία δεκαετία παράγεται από τα διυλιστήρια αμόλυβδη βενζίνη σε δύο διαφορετικούς τύπους: αμόλυβδη και σούπερ αμόλυβδη. Στους δύο τύπους της αμόλυβδης βενζίνης χρησιμοποιείται σαν βελτιωτικό ΑΟ το MTBE που δεν περιέχει μόλυβδο.

Η αμόλυβδη βενζίνη χρησιμοποιείται σαν καύσιμο σε καταλυτικά αυτοκίνητα με χαμηλή συμπίεση (έχει ΑΟ=95).

Η σούπερ αμόλυβδη χρησιμοποιείται στα καταλυτικά αυτοκίνητα με υψηλή συμπίεση (ΑΟ=98).

Τα αυτοκίνητα με αμόλυβδη έχουν ειδικό στόμιο εισαγωγικής βενζίνης, ώστε να αποφευχθεί τυχόν λάθος (σχήμα 12.11).



**Σχήμα 12.11**

### **Πετρέλαιο Ντίζελ (Diesel)**

#### **Σύσταση - παραγωγή - χρήση**

Όπως έχουμε αναφέρει (παράγραφος 12.4.1), το πετρέλαιο ντίζελ είναι ένα κλάσμα της κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου το οποίο αποτελείται από μίγμα (H/C) με αριθμό ατόμων άνθρακα από 13-17(C13-C17), που έχουν σημείο βρασμού στη θερμοκρασιακή περιοχή περίπου 250°-350°C. Το πετρέλαιο ντίζελ χρησιμοποιείται σαν καύσιμο για τη λειτουργία

γία των **μηχανών ντίζελ** που είναι και αυτές, όπως οι βενζινομηχανές, μηχανές εσωτερικής καύσης. Η βασική τους διαφορά από τις βενζινομηχανές είναι ότι στο θάλαμο καύσης το πετρέλαιο, εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών, αυταναφλέγεται χωρίς τη χρήση σπινθηριστή (μπουζί).

Το πετρέλαιο ντίζελ που χρησιμοποιείται στα επιβατικά και φορτηγά αυτοκίνητα (πολύστροφοι κινητήρες) ονομάζεται πετρέλαιο κίνησης και είναι καλύτερης ποιότητας από το αντίστοιχο που χρησιμοποιείται στα πλοία (πετρέλαιο ναυτιλίας). Οι προδιαγραφές του πετρελαίου κίνησης παρουσιάζονται στο σχ. 12.12.

Προδιαγραφές	Πετρέλαιο κίνησης
Πυκνότητα στους 15 °C, [kg/m <sup>3</sup> ]	820-860
Σημείο Ανάφλεξης [°C, ελάχ.]	55
Θερμοκρασία απόφραξης ψυχρού φίλτρου:	
- από 1/10 μέχρι 15/3, [°C, μέγ.]	-5
- από 16/3 μέχρι 30/9, [°C, μέγ.]	+5
Σημείο ροής:	
- από 1/12 μέχρι 31/3, [°C, μέγ.]	-
- από 1/4 μέχρι 30/11, [°C, μέγ.]	-
Νερό, [mg/Kg, μέγ.]	500
Αιωρούμενα σωματίδια [mg/Kg, μέγ.]	24
Ανθρακούχο υπόλειμμα <sup>27</sup> [%-m/m, μέγ.]	0,30
Τέφρα [%-m/m, μέγ.]	0,01
Απόσταξη:	
- ανακτηθέν στους 250 °C [%-v/v, μέγ.]	65
- ανακτηθέν στους 350 °C [%-v/v, ελάχ.]	85
- ανακτηθέν στους 370 °C [%-v/v, ελάχ.]	95
Ιξώδες στο 40 °C [mm <sup>2</sup> /s]	2,00-4,50
Θείο: [%-m/m, μέγ.]	0,30 <sup>28</sup>
Διάβρωση χαλκού <sup>29</sup> , [κλάση]	1
Αντοχή στην οξειδωση, [g/m <sup>3</sup> , μέγ.]	25
Ιχνηθέτης	-
Ποιότητα καύσης:	
- Αριθμός κετανίου, ελάχ.	49
- Δείκτης κετανίου, ελάχ.	46

Σχήμα 12.12 Προδιαγραφές πετρελαίου κίνησης

### Ιδιότητες του πετρελαίου κίνησης

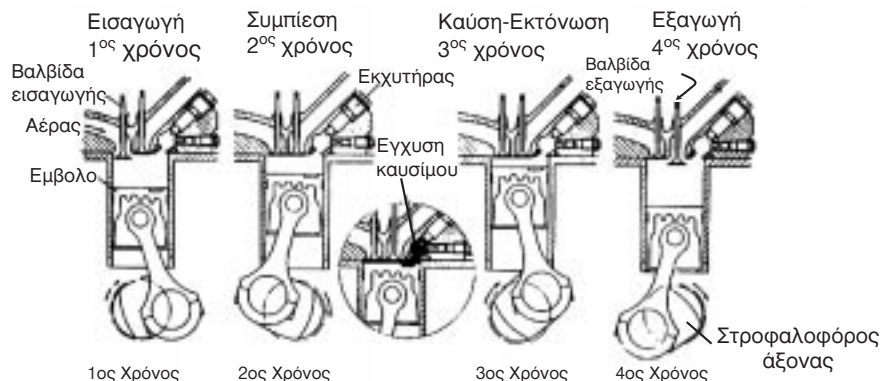
Το πετρέλαιο κίνησης πρέπει να εξασφαλίζει στις μηχανές ντίζελ πολύ καλή καύση ώστε η απόδοση της μηχανής να είναι η καλύτερη δυνατή. Επίσης πρέπει να μην παρουσιάζει διαβρωτικές τάσεις και να ελαχιστοποιεί τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα καυσαέρια του.

Οι σημαντικότερες από τις ιδιότητες του πετρελαίου κίνησης που χρειάζεται να εξετάζονται ώστε να διασφαλίζονται οι παραπάνω απαιτήσεις είναι:

- Τάση αυτανάφλεξης
- Ιξώδες
- Σημείο ανάφλεξης
- Πτητικότητα
- Καθαρότητα - Θείο

#### Τάση αυτανάφλεξης (αριθμός κετανίου)

Κατά τη λειτουργία της, η μηχανή ντίζελ ακολουθεί το θερμικό κύκλο του ντίζελ. Στο σχήμα 12.13 παρουσιάζεται η λειτουργία μιας τετράχρονης ντιζελομηχανής. Στον πρώτο χρόνο εισάγεται μόνο ατμοσφαιρικός αέρας. Στο δεύτερο χρόνο συμπιέζεται ο αέρας. Λίγο πριν το έμβολο φθάσει στο Ανώτερο Νεκρό Σημείο γίνεται η έγχυση του καυσίμου στο χώρο καύσης, όπου πλέον επικρατούν συνθήκες καύσης (πίεση ~30-50 bar, θερμοκρασία 700-900°C).



**Σχήμα 12.13 Χρόνοι λειτουργίας τετράχρονου κινητήρα ντίζελ**



Η καύση του πετρελαίου δεν είναι ακαριαία με την είσοδό του. Μεσο-λαβεί ένα χρονικό διάστημα (~0.001sec) από την έγχυση μέχρι την αυτανάφλεξη που οφείλεται σε διάφορες εξαερώσεις και θερμικές διασπάσεις των συστατικών του πετρελαίου. Η χρονική αυτή περίοδος ονομάζεται **καθυστέρηση ανάφλεξης**. Στην περίπτωση που η καθυστέρηση ανάφλεξης είναι μεγάλη η πίεση στο θάλαμο καύσης μπορεί να φθάσει και τα 100 bar και προκαλεί το ανεπιθύμητο «κτύπημα» του κινητήρα.

Η καθυστέρηση ανάφλεξης εξαρτάται από την ποιότητα, το σημείο αυτανάφλεξης, την ποσότητα και τη διασπορά του καυσίμου στο θάλαμο καύσης. Όταν το πετρέλαιο έχει καλή τάση αυτανάφλεξης τότε η καθυστέρηση ανάφλεξης είναι μικρή.

Όπως το μέτρο της αντικροτικότητας στις βενζίνες είναι ο ΑΟ, έτσι για το πετρέλαιο κίνησης μέτρο της τάσης ανάφλεξης είναι ο **αριθμός κετανίου (ΑΚ)**.

Υψηλός ΑΚ σημαίνει μεγαλύτερη τάση αυτανάφλεξης του πετρελαίου.

Η διαδικασία προσδιορισμού του ΑΚ είναι ίδια με την αντίστοιχη που περιγράψαμε με τον ΑΟ. Η μόνη διαφορά είναι ότι, αντί για ισο-οκτάνιο, έχουμε κετάνιο (κανονικό δεκαεξάνιο) και αντί για κ-επτάνιο έχουμε 1-μεθυλοναφθαλίνιο. Άρα ΑΚ=56 σημαίνει ότι το πετρέλαιο που μετρήσαμε, σε αντίστοιχες πρότυπες μηχανές ντίζελ, έχει την ίδια τάση αυτανάφλεξης που έχει μίγμα κετανίου-1-μεθυλοναφθαλινίου που αποτελείται από 56% όγκο /όγκο κετάνιο και 44% όγκο /όγκο 1μεθυλοναφθαλίνιο. Οι πολύστροφοι κινητήρες ντίζελ που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα έχουν ΑΚ από 45 έως 60. Το πετρέλαιο κίνησης που χρησιμοποιούμε πρέπει να έχει τον ΑΚ που δίνει ο κατασκευαστής. Σε αντίθετη περίπτωση (δηλ. μικρότερος ή μεγαλύτερος ΑΚ) παρουσιάζεται ατελής καύση με τα γνωστά επακόλουθα (ανθρακούχα κατάλοιπα, ρύπανση).

- **Ιξώδες (ρευστότητα)**

Το ιξώδες μετράει τη ρευστότητα του πετρελαίου (αντίστοιχα έχει αναφερθεί στο κεφ.11). Μικρό ιξώδες σημαίνει λεπτόρρευστο πετρέλαιο, ενώ μεγάλο ιξώδες σημαίνει παχύρρευστο. Στο θάλαμο καύσης το πετρέλαιο διασκορπίζεται σε μικρά σωματίδια (σταγονίδια). Το μέγεθος των σταγονιδίων εξαρτάται από το ιξώδες. Όσο το ιξώδες του πετρελαίου αυξάνει τόσο και το μέγεθος των σταγονιδίων μεγαλώνει, με αποτέλεσμα την κακή ανάμιξη και φυσικά την ατελή καύση. Αντίστοιχα φαινόμενα (κακή ανάμιξη) παρουσιάζονται όταν το ιξώδες είναι μικρότερο από το προτεινόμενο του κατασκευαστή.

- Σημείο ανάφλεξης

Είναι η θερμοκρασία που ελευθερώνονται ατμοί του πετρελαίου ικανοί να αναφλεγούν με σπινθήρα ή άλλη πηγή έναυσης, χωρίς η φλόγα να διατηρείται. Έχει ιδιαίτερη σημασία για τη μεταφορά και αποθήκευση του πετρελαίου.

- Πτητικότητα

Η πτητικότητα στο πετρέλαιο κίνησης δεν έχει τη μεγάλη σημασία που έχει στη βενζίνη που προαναφέραμε. Από την πτητικότητα του πετρελαίου όμως εξαρτάται η σωστή εκνέφωση του στο θάλαμο καύσης.

- Καθαρότητα - Θείο

Η καθαρότητα του πετρελαίου έχει σχέση με τις ανεπιθύμητες ουσίες που περιέχει, όπως νερό, αιωρούμενα σωματίδια και θειούχες ενώσεις. Οι ουσίες αυτές πρέπει να βρίσκονται στο πετρέλαιο σε πολύ μικρά ποσοστά, όπως αναφέρονται στις προδιαγραφές (σχ. 12.11), ώστε να μη δημιουργούν προβλήματα στον κινητήρα και στο περιβάλλον.

Ειδικά οι θειούχες ενώσεις κατά την καύση τους σχηματίζουν διοξείδιο ( $\text{SO}_2$ ) και τριοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_3$ ) που συντελούν αφ' ενός στη διάβρωση εξαρτημάτων της μηχανής και αφ' ετέρου στην εμφάνιση της όξινης βροχής.

### **Πρόσθετα πετρελαίου κίνησης**

Τα πρόσθετα ή βελτιωτικά του πετρελαίου κίνησης συντελούν στην καλύτερη λειτουργία των ιδιοτήτων του. Τέτοια πρόσθετα είναι:

- Επιταχυντές αυτανάφλεξης (βελτιωτικά ΑΚ)

Είναι οργανικές οξυγονούχες ενώσεις που δεν περιέχουν μέταλλα (όπως πχ οι μολυβδούχες ενώσεις που χρησιμοποιούνται ως αντικροτικά στις βενζίνες). Η σύσταση του καυσίμου επηρεάζει την αποτελεσματικότητα και το είδος του επιταχυντή αυτανάφλεξης.

- Σταθεροποιητές αποθήκευσης

Είναι ουσίες που κρατούν διασκορπισμένες, μέσα στη μάζα του πετρελαίου κίνησης, όλες τις ενώσεις του καυσίμου που έχουν τάσεις σχηματισμού καταλοίπων. Τα κατάλοιπα, ως γνωστό, δημιουργούν προβλήματα στην τροφοδοσία του κινητήρα με καύσιμο.

- Παρεμποδιστές εξανθράκωσης

Τα πρόσθετα αυτά εμποδίζουν την εξανθράκωση του πετρελαίου κίνησης. Διαλύουν και καθαρίζουν τις περιοχές που κατακάθονται υπολείμματα άνθρακα που έχουν προέλθει από την ατελή καύση του καυσίμου.

- Εκτός των παραπάνω βελτιωτικών χρησιμοποιούνται και άλλα, όπως αντιψυκτικά, πολλαπλής ενέργειας που συνδυάζουν περισσότερες από μια κατηγορίες προσθέτων, κλπ.

#### 12.4.2 Εναλλακτικά καύσιμα ΜΕΚ

Εκτός των συμβατικών καυσίμων ΜΕΚ, βενζίνης και πετρελαίου κίνησης, που αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία των καυσίμων ΜΕΚ, έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται και τα εναλλακτικά καύσιμα ΜΕΚ :

- **Αέρια καύσιμα**
- **Υγρά καύσιμα**

##### **Αέρια καύσιμα**

Αέρια καύσιμα είναι αέρια ή μίγματα αερίων που είναι αναφλέξιμα όταν αναμιγνύονται με μία συγκεκριμένη ποσότητα αέρα ή οξυγόνου.

Τα αέρια καύσιμα, ανάλογα με την προέλευση και το σχηματισμό τους, διαχωρίζονται σε :

- Αέρια καύσιμα από φυσικές πηγές

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το φυσικό αέριο ή γαιαέριο, τα υγραέρια που προέρχονται από το αργό πετρέλαιο και τα αέρια που προέρχονται από βιολογικές αποσυνθέσεις (βιοαέριο).

- Αέρια καύσιμα από θερμικές διεργασίες

Το φωταέριο, το υδραέριο και το αέριο υψικαμίνου (παραγωγή σιδήρου) είναι τα σημαντικότερα αέρια καύσιμα αυτής της κατηγορίας.

- Χημικά παραγόμενα αέρια

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κύρια το υδρογόνο και το ακετυλένιο.

Από τα παραπάνω αέρια καύσιμα στις ΜΕΚ χρησιμοποιούνται κύρια το φυσικό αέριο, τα υγραέρια και λιγότερο (ερευνητικά) το υδρογόνο.

- Φυσικό αέριο (ΦΑ)

Το ΦΑ αποτελείται κύρια από μεθάνιο (~90%) και μικρότερα ποσά άλλων

αερίων όπως αιθάνιο, προπάνιο κλπ.

Βρίσκεται σε τρεις τύπους συσσωρεύσεων :

Συνδυασμένο σε κοιτάσματα πετρελαίου, όπου βρίσκεται στο άνω τμήμα πάνω από το πετρέλαιο ή διαλυμένο σ' αυτό.

Μη συνδυασμένο όπου υπάρχει μόνο του.

Συμπυκνωμένα αποθέματα όπου εκτός από το ΦΑ βρίσκονται και μικρές ποσότητες ελαφρών υγρών Η/С.

Η χρήση του ΦΑ παρουσιάζει πλεονεκτήματα έναντι των γαιανθράκων (κάρβουνα) και του πετρελαίου. Καίγεται εύκολα με μικρότερη εκπομπή ρυπογόνων ουσιών και μεταφέρεται ευκολότερα. Σύμφωνα με μια εκτίμηση τα βεβαιωμένα αποθέματα ΦΑ επαρκούν για 60 χρόνια έναντι 40 χρόνων που επαρκούν για το πετρέλαιο.

Τα επόμενα χρόνια αναμένεται αύξηση της χρήσης του ΦΑ σε σχέση με άλλες πηγές καυσίμων για οικολογικούς λόγους.

Το ΦΑ χρησιμοποιείται, σε μικρό ποσοστό σε σχέση με τα συνήθη καύσιμα, σαν καύσιμο στις ΜΕΚ. Αντίστοιχα με τον ΑΟ (στις βενζίνες) και τον ΑΚ (στο πετρέλαιο κίνησης) υπάρχει ο **Αριθμός Μεθανίου** στο ΦΑ.

Μειονεκτήματα της χρήσης του ΦΑ σε συσχέτισμό με τη βενζίνη :

1. Μικρή θερμαντική ικανότητα.
2. Υψηλότερα έξοδα συντήρησης κινητήρα.
3. Μικρό ωφέλιμο φορτίο (μεγάλη δεξαμενή αποθήκευσης).
4. Μικρή αυτονομία.

#### ► Υγραέρια (LPG)

Υγραέρια ονομάζουμε τους Η/С ή τα μίγματά τους με αριθμούς ατόμων άνθρακα 3 ή 4 (μπορεί να υπάρχουν, σε μικρά ποσοστά, και Η/С με 2 ή 5 άτομα άνθρακα).

Τα υγραέρια υγροποιούνται σχετικά εύκολα σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος σε μέτριες πιέσεις σε αντίθεση με το μεθάνιο και το αιθάνιο. Αυτός είναι ο λόγος που ονομάζονται υγραέρια. Τα υγραέρια είναι άοσμα, άχρωμα με ειδικό βάρος μεγαλύτερο από τον αέρα. Οι τυχόν διαρροές συγκεντρώνονται χαμηλά στο δάπεδο κλειστών χώρων όπου αρκετές φορές σχηματίζουν εκρηκτικά μίγματα. Επειδή είναι άοσμα, για να γίνονται αντι-

ληπτά, στα υγραέρια προστίθενται μικροποσότητες ουσιών που τους προσδίδουν μία χαρακτηριστική δυσσομία.

Χρησιμοποιούνται κύρια σε οικιακές χρήσεις (θέρμανση χώρων, μαγείρεμα, φωτισμός) και τα τελευταία χρόνια σαν καύσιμα.

Πλεονεκτήματα της χρήσης υγραερίου σε ΜΕΚ, σε σχέση με τη χρήση συνηθισμένων καυσίμων, είναι τα ακόλουθα :

- Τα υγραέρια έχουν υψηλότερο ΑΟ.
- Η καύση τους είναι τέλεια.
- Δεν περιέχουν μόλυβδο.
- Σε αμόλυβδο κινητήρα η χρήση υγραερίου δε δημιουργεί προβλήματα.

Η αποθήκευση των υγραερίων γίνεται σε δεξαμενή που βρίσκεται καλά προφυλαγμένη σε χώρο του αυτοκινήτου (πορτ-παγκάζ) και έχει βαλβίδα πλήρωσης και βαλβίδα εκτόνωσης (σχήμα 12.14).



**Σχήμα 12.14** Αποθήκευση υγραερίου σε πορτ-παγκάζ αυτοκινήτου

#### ➤ Υδρογόνο

Η εκμετάλλευση του υδρογόνου σαν καυσίμου για την κίνηση του αυτοκινήτου μπορεί να γίνει με δύο τρόπους :

- **Θερμή καύση**

Το υδρογόνο καίγεται με το οξυγόνο σε κινητήρα εσωτερικής καύσης με τρόπο αντίστοιχο των ΜΕΚ.

- **Ψυχρή καύση**

Σε ηλεκτρολυτική συσκευή δημιουργείται ελεγχόμενη αντίδραση του υδρογόνου με το οξυγόνο, παράγεται χημική ενέργεια που μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται στο ηλεκτρικό αυτο-

κίνητο, που βρίσκεται σε ερευνητικό στάδιο, και παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα :

- Καθαρό καύσιμο
- Μικρός θόρυβος
- Καλύτερη απόδοση

Βασικά μειονεκτήματα είναι το υψηλό κόστος των συσκευών και ο κίνδυνος έκρηξης σε περίπτωση βλάβης. Ορισμένες αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν κατασκευάσει κινητήρες υδρογόνου.

### **Υγρά καύσιμα**

Υγρά εναλλακτικά καύσιμα θεωρούνται η μεθανόλη, η αιθανόλη (οινόπνευμα) και μίγματα αυτών με βενζίνη (για την αύξηση του ΑΟ) όπως το MTBE κλπ. Σήμερα κύρια χρησιμοποιούνται μίγματα μεθανόλης (πχ. M-85 που σημαίνει 85% μεθανόλη, 15% βενζίνη), αιθανόλης (πχ. E-95, 95%αιθανόλη, 5% βενζίνη) αλλά και μίγματα αιθανόλης- βενζίνης-μεθανόλης όπως το gasohol.

**Το σημαντικότερο πλεονέκτημα των εναλλακτικών υγρών καυσίμων είναι ότι κατά την καύση τους παράγουν λιγότερους ρύπους, ενώ σαν μειονεκτήματα έχουν το υψηλό κόστος που έχει η εφαρμογή τους στο αυτοκίνητο και η χαμηλή απόδοση εξαιτίας μικρής θερμογόνου δύναμης των αλκοολών.**

Η χρήση τους προς το παρόν είναι περιορισμένη.

### **Ελεύθερο ανάγνωση**

#### **Ρυπογόνες ουσίες που παράγονται από το αυτοκίνητο.**

Οι κύριοι ρυπαντές που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από τη χρήση του αυτοκινήτου είναι :

- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)
- Οξείδια του αζώτου (NO, NO<sub>2</sub> κλπ.)
- Ακαυστοι H/C
- Οξείδια του θείου (S)
- Χημικές ενώσεις του μολύβδου (Pb)

#### Μονοξειδίο-διοξειδίο του άνθρακα

Το CO είναι προϊόν ατελούς καύσης, άχρωμο, άγευστο, άοσμο και δηλητηριώδες αέριο (δημιουργεί συμπτώματα ασφυξίας).

Το CO<sub>2</sub> είναι προϊόν τέλειας καύσης. Δεν έχει άμεση επίπτωση στην υγεία του ανθρώπου, αλλά έμμεση. Συντελεί σε μεγάλο ποσοστό στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ( φαινόμενο κατά το οποίο οι ρύποι συγκρατούν τη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τη γη με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της γης).

#### Οξειδία του αζώτου

Παράγονται ανάλογα με τις συνθήκες της καύσης (το NO σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 1300°C ενώ στους 650°C μετατρέπεται το NO σε NO<sub>2</sub>). Είναι δηλητηριώδη αέρια που προσβάλλουν τα αναπνευστικά όργανα. Συμμετέχουν στην δημιουργία του φωτοχημικού νέφους όπου παράγεται όζον (O<sub>3</sub>) το οποίο αντιδρά με ενώσεις της ατμόσφαιρας και δημιουργεί επικίνδυνους ρύπους.

#### Άκαυστοι H/C

Παράγονται κατά την ατελή καύση ή διαρρέουν στην ατμόσφαιρα από τη διακίνησή τους ή τους χώρους αποθήκευσης. Ορισμένοι H/C, που παράγονται κατά την καύση, είναι καρκινογόνοι. Επίσης συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

#### Οξειδία του θείου (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>)

Δημιουργούνται κατά την καύση του θείου που περιέχεται στο καύσιμο. Αρχικά παράγεται το SO<sub>2</sub> που με χημική αντίδραση μετατρέπεται σε SO<sub>3</sub>. Το SO<sub>3</sub> με υδρατμούς σχηματίζει το θειικό οξύ που διαβρώνει το σύστημα καύσης. Τα οξειδία του θείου είναι επίσης οι κύριοι συντελεστές της όξινης βροχής.

Το SO<sub>2</sub> είναι άχρωμο δηλητηριώδες αέριο, βαρύτερο από τον αέρα. Δημιουργεί βλάβες στο αναπνευστικό σύστημα.

#### Χημικές ενώσεις του μολύβδου (Pb)

Οι χημικές ενώσεις του μολύβδου (τετραμεθυλιούχος μόλυβδος TML και τετρααιθυλιούχος μόλυβδος TEL) χρησιμοποιούνται σαν αντικροτικά πρόσθετα στη σούπερ βενζίνη. Δημιουργούν προβλήματα υγείας στον άνθρωπο (εγκέφαλο, οστά).

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων ρύπανσης από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, αναπτύχθηκαν οι **καταλύτες** στους οποίους γίνονται καταλυτικές αντιδράσεις μετατροπής επικίνδυνων ρύπων σε (σχετικά) ακίνδυνους

Σήμερα χρησιμοποιείται κύρια ο **τριοδικός καταλύτης** που αντιμετωπίζει τρεις κατηγορίες ρύπων (αυτός είναι ο λόγος που ονομάζεται τριοδικός).

- Τα οξείδια του αζώτου.
- Το μονοξείδιο του άνθρακα.
- Τους άκαυστους H/C.

Οι ρυθμίσεις του τριοδικού καταλύτη γίνονται με ηλεκτρονικό τρόπο.



## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Οι ανάγκες της παγκόσμιας κοινωνίας σε ενέργεια συνεχώς αυξάνουν. Παράλληλα όμως αυξάνουν και τα προβλήματα ρύπανσης που προέρχονται από τη χρήση της, τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν έγκαιρα.
- Τα καύσιμα, υλικά από τα οποία παράγουμε αξιοποιήσιμη ενέργεια, που χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα **συνήθη** και τα **εναλλακτικά**.
- Τα συνήθη καύσιμα είναι η **βενζίνη** (μίγμα υδρογονανθράκων με αριθμό ατόμων άνθρακα από 5 έως 10 στο μόριο) και το **πετρέλαιο ντίζελ** (μίγμα υδρογονανθράκων με αριθμό ατόμων άνθρακα από 13 έως 17 στο μόριο). Παράγονται κύρια από το αργό πετρέλαιο με διεργασίες, υπό αυστηρές προδιαγραφές, που διεξάγονται στα διυλιστήρια (κλασματική απόσταξη, επεξεργασία κλασμάτων, ανάμιξη κλπ).
- Η ποιότητα της **βενζίνης** εξαρτάται από τις ιδιότητές της όπως η πτητικότητα, η αντικροτικότητα και η καθαρότητα. Για τη βελτίωση των ιδιοτήτων αυτών χρησιμοποιούνται τα **πρόσθετα** όπως αντικροτικά, αντιψυκτικά, απορρυπαντικά κλπ. Εξαιτίας της τοξικότητας των ενώσεων του μολύβδου που χρησιμοποιούνται σαν αντικροτικά στη βενζίνη σούπερ, παράγεται **αμόλυβδη βενζίνη**.



- Η ποιότητα του **πετρελαίου κίνησης** εξαρτάται από τις ιδιότητές του όπως είναι η τάση αυτανάφλεξης, το ιξώδες, το σημείο ανάφλεξης, η πτητικότητα και η καθαρότητα. Τα πρόσθετα του πετρελαίου κίνησης όπως επιταχυντές αυτανάφλεξης, σταθεροποιητές αποθήκευσης, παρεμποδιστές εξανθράκωσης κλπ., αναμιγνύονται με το καύσιμο και βελτιώνουν τις ιδιότητές του.
- Τα εναλλακτικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται για την κίνηση του αυτοκινήτου είναι τα υγραέρια (ταξί) και σε πειραματικό στάδιο το φυσικό αέριο, το υδρογόνο και το οινόπνευμα.
- Οι **περιβαλλοντικές επιπτώσεις** από τη χρήση των καυσίμων στα αυτοκίνητα είναι σημαντικές. Ρύποι όπως τα οξειδία του άνθρακα, του αζώτου, του θείου αλλά και άκαυστοι υδρογονάνθρακες κλπ., που προέρχονται από το αυτοκίνητο, έχουν σημαντική συμμετοχή στη ρύπανση της ατμόσφαιρας.
- Ο τακτικός έλεγχος της σωστής λειτουργίας του κινητήρα (σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή) και της σύστασης των καυσαερίων (σύμφωνα με τις προδιαγραφές της πολιτείας) συμβάλλουν στη μακροβιότητα του κινητήρα αλλά και στη μείωση των ρύπων που εκλύει.



#### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Για ποιούς λόγους πρέπει να γίνεται ορθολογική χρήση του πετρελαίου;
2. Τί είναι η καύση και ποιές οι διαφορές μεταξύ τέλει και ατελούς καύσης;
3. Ποιός είναι ο λόγος που δεν μπορούμε να αυξήσουμε υπέρμετρα τη σχέση συμπίεσης του βενζινοκινητήρα, ώστε να έχουμε αύξηση της ισχύος του ;
4. Πώς επηρεάζεται το ξεκίνημα κρύας βενζινομηχανής (το χειμώνα ή το καλοκαίρι) από την πτητικότητα της βενζίνης ; Πότε δημιουργούνται ατμοφράξεις στη μεταφορά της βενζίνης από τη δεξαμενή

καυσίμου (ρεζερβουάρ) στον κινητήρα ;

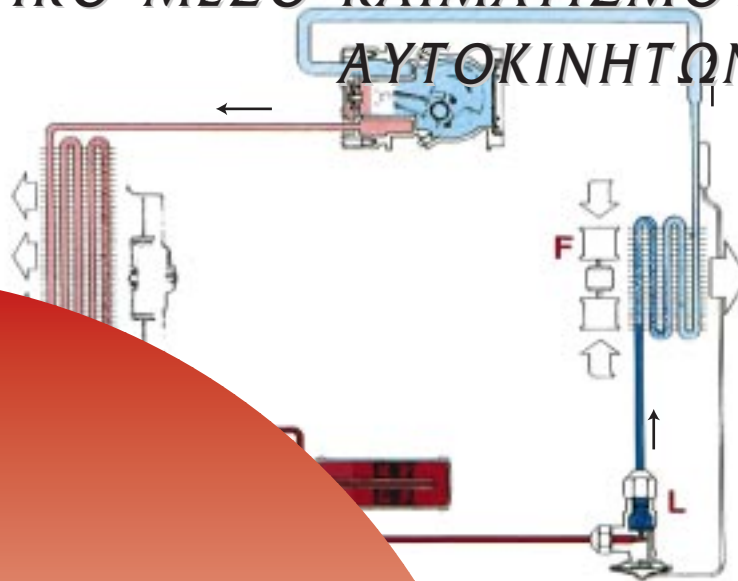
5. Γιατί το καλοκαίρι είναι αποδοτικότερο να χρησιμοποιούμε βενζίνη με χαμηλή πτητικότητα ;
6. Τί θα συμβεί όταν μια βροχερή χειμωνιάτικη ημέρα χρησιμοποιήσουμε σαν καύσιμο βενζίνη που από λάθος δεν έχει αντιψυκτικό ;
7. Τί εκφράζει ο ΑΟ μιας βενζίνης ; Τι σημαίνει ΑΟ=96 ;
8. Να περιγράψετε πως γίνεται η έναρξη της καύσης του πετρελαίου κίνησης σε πετρελαιοκινητήρα και τη διαφορά της από αντίστοιχη έναρξη καύσης σε βενζινοκινητήρα.
9. Από τί εξαρτάται η καθυστέρηση αυτανάφλεξης του πετρελαίου κίνησης ;
10. Πού οφείλεται το «κτύπημα» σε ένα βενζινοκινητήρα και πού σε ένα πετρελαιοκινητήρα ; Ποιές είναι οι επιπτώσεις του ;
11. Γιατί αυξημένη ρευστότητα του πετρελαίου κίνησης σημαίνει αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων σε ένα πετρελαιοκινητήρα ;
12. Ποιά είναι τα κύρια πρόσθετα του πετρελαίου κίνησης και τί σημασία έχει το κάθε ένα ;
13. Ποιά είναι τα πλεονεκτήματα της χρήσης υγραερίου σαν καύσιμο στο αυτοκίνητο ; Ποιά εκτιμάτε σαν μειονεκτήματα ;
14. Εάν ένας οδηγός σας παραπονεθεί ότι «κτυπάνε πειράκια», ενώ πριν λίγες ημέρες πήρε το νέας τεχνολογίας αυτοκίνητό του από σέρβις, τί ερωτήσεις θα κάνατε για να επιλύσετε το πρόβλημα του ;
15. Να αναφέρετε τους κυριότερους ρύπους που εκλύονται με τα καυσαέρια του αυτοκινήτου.

 **Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 12ου κεφαλαίου**

1. Μικρή έρευνα σχετική με την υγραεριοκίνηση :  
Συλλογή απαντήσεων από τρεις επαγγελματίες οδηγούς ταξί που χρησιμοποιούν υγραέριο σε ερωτήσεις σχετικές με:
  - α. Οικονομία καυσίμου.
  - β. Έξοδα συντήρησης κινητήρα.
  - γ. Ασφάλεια επιβατών.
  - δ. Ρύπανση περιβάλλοντος.
  - ε. Οποιαδήποτε άλλη πληροφορία.
2. Αντίστοιχη με τη δραστηριότητα 1 μικρή έρευνα σχετική με την πετρελαιοκίνηση.
3. Εκπαιδευτική επίσκεψη σε διυλιστήριο.
4. Συλλογή πληροφοριών ( τυποποίηση-ΕΛΟΤ) για την μεταφορά και αποθήκευση των καυσίμων.

## κεφάλαιο 13

ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΥΓΡΑ -  
ΥΓΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ  
ΚΙΝΗΤΗΡΑ -  
ΨΥΚΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ  
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ



13.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΥΓΡΑ

13.2 ΥΓΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

13.3 ΨΥΚΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ





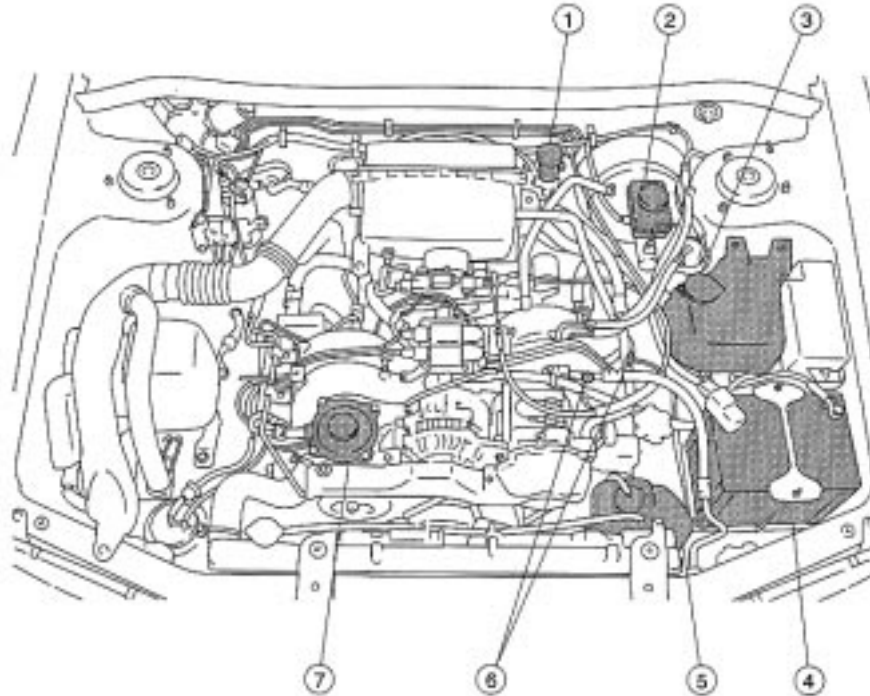
### ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να αναφέρετε τη σύσταση και τις ιδιότητες των υδραυλικών υγρών.
- ✓ Να αναφέρετε τα σχετικά με τις προδιαγραφές στοιχεία.
- ✓ Να αναφέρετε σε ποια συστήματα του αυτοκινήτου χρησιμοποιούνται υδραυλικά υγρά .
- ✓ Να αναφέρετε τη σύσταση και τις ιδιότητες των υγρών ψύξης του κινητήρα.
- ✓ Να αναφέρουν τους τύπους, τη σύσταση και τις ιδιότητες των ψυκτικών μέσων που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό των αυτοκινήτων.

#### 13.1 Υδραυλικά υγρά

- **Ιδιότητες – χημική σύσταση – προδιαγραφές DOT – χρήση στο αυτοκίνητο**

Στο σχήμα 13.1 παρουσιάζεται μια κάτοψη της μηχανής του αυτοκινήτου με όλα τα συστήματα που χρησιμοποιούν υδραυλικά υγρά. Στον πίνακα 13.1 υπάρχει το υπόμνημα των συστημάτων αυτών με τη σύσταση των υγρών αυτών.



Σχήμα 13.1 Υδραυλικά υγρά αυτοκινήτου

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.1 Υπόμνημα υδραυλικών υγρών

No	ΣΥΣΤΗΜΑ	ΣΥΣΤΑΣΗ
1	Συμπλέκτης	Πολυγλυκόλη
2	Φρένα	Πολυγλυκόλη
3	Καθαριστήρες	Νερό + αλκοόλη
4	Μπαταρία	Αραιό θειικό οξύ
5	Σύστημα ψύξης	Αιθυλενογλυκόλη
6	Σύστημα A/C	HFC 134a (CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub> )
7	Υδραυλικό τιμόνι	Ορυκτέλαιο

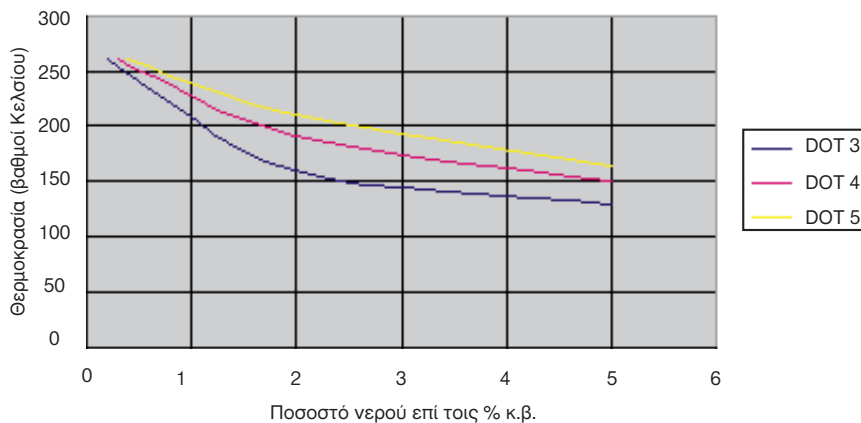
Στη συνέχεια της παραγράφου αυτής θα εξετάσουμε τα **υγρά των φρένων**.

Από τα υγρά των φρένων απαιτούμε να έχουν ιδιότητες όπως : υψηλό σημείο βρασμού (περίπου 300° C), χαμηλό σημείο πήξης (περίπου – 65°C), σταθερό ιξώδες, ουδετερότητα έναντι μετάλλων και ελαστικών που έρχονται σε επαφή, να λιπαίνουν τα κινητά μέρη στους κυλίνδρους φρένων και

τροχών, να αναμιγνύονται με συγγενή υγρά φρένων.

Τα σημεία βρασμού των υγρών των φρένων προδιαγράφονται από τους κανονισμούς του αμερικανικού Υπουργείου Μεταφορών (**Department Of Transportation**) και είναι γνωστοί σαν προδιαγραφές **DOT**.

Στο σχήμα 13.2 παρουσιάζονται διαγραμματικά οι καμπύλες βρασμού σύμφωνα με τις προδιαγραφές DOT.



**Σχήμα 13.2 Καμπύλες βρασμού υγρών φρένων σύμφωνα με DOT**

Τα υγρά φρένων είναι συνήθως ενώσεις πολυγλυκόλης και ως εκ τούτου υγροσκοπικά (προσλαμβάνουν νερό με την πάροδο του χρόνου). Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του νερού που περιέχουν, τόσο χαμηλότερο είναι το σημείο βρασμού τους. Το τελευταίο είναι προφανές και από τις καμπύλες του σχήματος 13.2, όπου φαίνεται ότι, όσο πηγαίνομε σε μεγαλύτερες τιμές του ποσοστού νερού (άξονας X), τόσο και οι θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στα σημεία βρασμού χαμηλώνουν.

Το θέμα του σημείου βρασμού των υγρών των φρένων είναι πολύ σημαντικό για την ασφαλή λειτουργία του αυτοκινήτου αφού με την θερμότητα που παρουσιάζεται κατά το φρενάρισμα αναπτύσσονται φυσαλίδες ατμού, οι οποίες δεν μπορούν να μεταφέρουν την πίεση των φρένων. Έτσι, τα φρένα δεν λειτουργούν. Συνιστάται η αλλαγή των υγρών των φρένων κάθε δύο χρόνια.

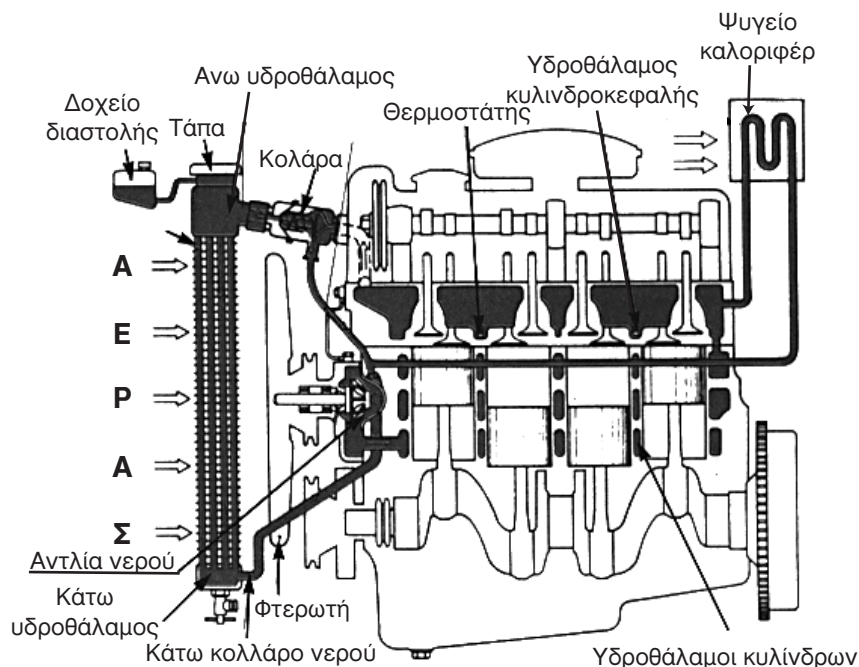
Η μέγιστη ασφάλεια όσον αφορά το σημείο βρασμού των υγρών των φρένων παρέχεται από εκείνα τα υγρά που πληρούν την προδιαγραφή DOT 5, όπως φαίνεται και στο αντίστοιχο διάγραμμα του σχήματος 13.2 (μεγαλύτερο σημείο βρασμού).



### 13.2 Υγρά συστήματος ψύξης του κινητήρα

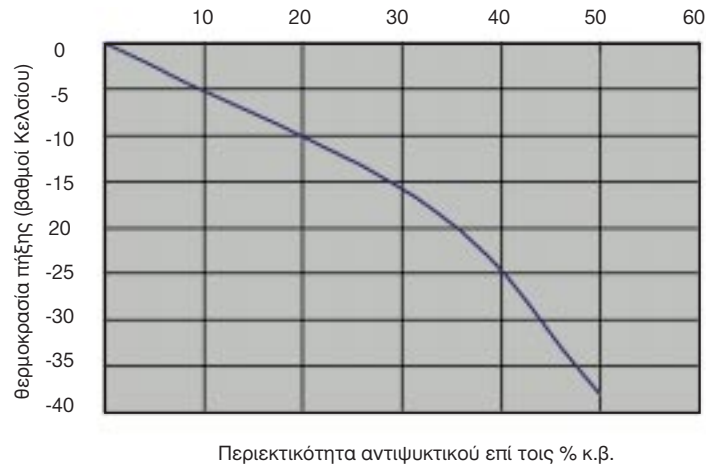
#### ► Ιδιότητες – χημική σύσταση

Στο σύστημα ψύξης του κινητήρα (βλέπε σχήμα 13.3) σαν ψυκτικό υγρό χρησιμοποιείται το νερό. Στη θερμοκρασία των  $0^{\circ}\text{C}$  όμως το νερό πήζει και μεταβάλλεται σε στερεό πάγο, ενώ ταυτόχρονα διαστέλλεται. Με τη διαστολή αυτή αναπτύσσονται δυνάμεις, που μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες ζημιές στον κινητήρα.



**Σχήμα 13.3** Τυπικό σύστημα ψύξης κινητήρα αυτοκινήτου

Οι ζημιές αυτές αποφεύγονται μειώνοντας το σημείο πήξης του νερού με την προσθήκη ειδικών χημικών ουσιών, που ονομάζονται αντιπηκτικές ή αντιψυκτικές ουσίες. Οι ουσίες αυτές σχηματίζουν με το νερό διάλυμα, του οποίου το σημείο πήξης είναι πολύ χαμηλότερο από  $0^{\circ}\text{C}$ . Με ποσοστό 33% περίπου σε αντιπηκτικό έχουμε σημείο πήξης περίπου  $-18^{\circ}\text{C}$  και με ποσοστό 50% σε αντιπηκτικό έχουμε σημείο πήξης περίπου  $-38^{\circ}\text{C}$ . Τα πιο πάνω φαίνονται στην καμπύλη του σχήματος 13.4.



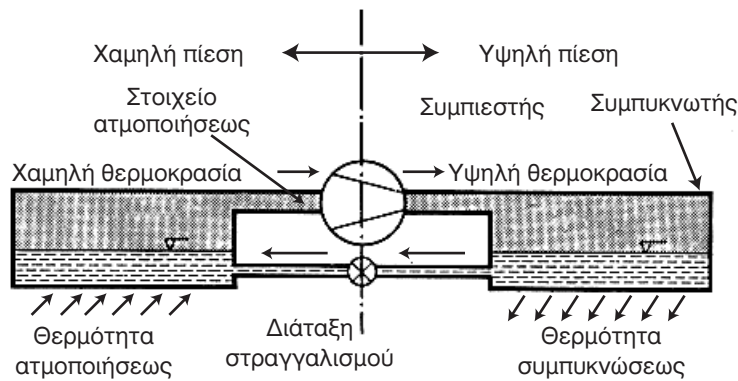
**Σχήμα 13.4** Μεταβολή θερμοκρασίας πήξης συναρτήσει της περιεκτικότητας του αντιπηκτικού υγρού

Σαν αντιπηκτικό υγρό χρησιμοποιείται μια χημική ένωση που ονομάζεται αιθυλενογλυκόλη. Το οινόπνευμα έχει και αυτό καλές αντιπηκτικές ιδιότητες. Βράζει όμως στους 78,9°C και γι' αυτό αποφεύγεται η χρήση του. Το νερό, όπως γνωρίζουμε, με το οξυγόνο που περιέχει διαβρώνει τα μέταλλα. Έτσι το χρησιμοποιούμενο σαν ψυκτικό μέσο νερό, επειδή έρχεται σε επαφή με τις μεταλλικές επιφάνειες, τις διαβρώνει. Για να αποφεύγονται οι διαβρώσεις αυτές μερικοί κατασκευαστές προτείνουν την προσθήκη αντιδιαβρωτικών χημικών ουσιών στο νερό ψύξης. Το αντιψυκτικό που προστίθεται στο σύστημα ψύξης έχει συνήθως και αντιδιαβρωτικές ιδιότητες. Η συχνή συμπλήρωση του διαλύματος ψύξης με νερό, όταν υπάρχουν διαρροές, δεν συνιστάται. Το σύστημα πρέπει να επισκευάζεται έναντι των διαρροών και η αντικατάσταση του ψυκτικού μέσου να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

### 13.3 Ψυκτικό μέσο κλιματισμού αυτοκινήτων

#### ► Τύποι ψυκτικών μέσων – ιδιότητες – χημική σύσταση

Στην πρώτη σελίδα του παρόντος κεφαλαίου παρουσιάζεται μια τυπική κλιματιστική εγκατάσταση αυτοκινήτου. Στο σχήμα 13.5 παρουσιάζονται σχηματικά τα τέσσερα κύρια μέρη της ψυκτικής αυτής διάταξης. Χωρίς να είναι αντικείμενο του παρόντος βιβλίου, θα πούμε δύο λόγια για τη λειτουργία μιας τέτοιας εγκατάστασης.



**Σχήμα 13.5** Σχηματική παράσταση των τεσσάρων κυρίων μερών μιας ψυκτικής διάταξης

Τα κύρια λοιπόν μέρη σε μια τυπική εγκατάσταση ψύξης είναι :

- Στοιχείο ατμοποίησης
- Συμπιεστής
- Συμπυκνωτής
- Διάταξη στραγγαλισμού

Για να περιγραφούν οι συνθήκες λειτουργίας μιας τέτοιας εγκατάστασης απαιτείται να καθοριστούν τα μεγέθη :

- Θερμοκρασία ατμοποίησης, που καθορίζεται ουσιαστικά από τη θερμοκρασία αέρα του ψυχόμενου χώρου.
- Θερμοκρασία συμπύκνωσης, που καθορίζεται ουσιαστικά από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Ισχύς του συμπιεστή, που καθορίζεται από το μέγεθος της εγκατάστασης.

Τα ψυκτικά μέσα είναι το 'εργαζόμενο σώμα' των εγκαταστάσεων αυτών. Είναι ο υλικός φορέας ο οποίος παραλαμβάνει ποσά θερμότητας από θέσεις με χαμηλότερη θερμοκρασία όπου είναι ανεπιθύμητα, και τα μεταφέρει σε θέσεις με υψηλότερη θερμοκρασία όπου και τα απορρίπτει.

Όπως είναι γνωστό, όλα τα υγρά σώματα όταν θερμανθούν ατμοποιούνται και αντίστροφα συμπυκνώνονται. Από την άποψη λοιπόν της θερμοδυναμικής, θα μπορούσαμε ίσως να πούμε ότι κάθε διαθέσιμο υγρό είναι κατάλληλο για ψυκτικό μέσο.

Ο ισχυρισμός αυτός θα ήταν σωστός για την κατασκευή μιας ψυκτικής μονάδας για κάποιο εργαστήριο. Επειδή όμως οι ψυκτικές διατάξεις εξυπηρετούν ανάγκες και δραστηριότητες που έχουν άμεση επίδραση στην υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων, υπάρχουν πολλοί περιορισμοί όσον αφορά την εκλογή των κατάλληλων ψυκτικών μέσων. Έτσι, για να είναι ένα υλικό κατάλληλο για ψυκτικό μέσο, πρέπει να ανταποκρίνεται στις εξής απαιτήσεις :

#### **α) Χημικές απαιτήσεις**

- Σταθερότητα
- Αδράνεια
- Μη αναφλεξιμότητα

#### **β) Φυσικές απαιτήσεις**

- Κατάλληλες πιέσεις- θερμοκρασίες
- Κατάλληλη θερμότητα ατμοποίησης
- Κατάλληλο ιξώδες
- Διαλυτότητα με λάδι λιπάνσεως
- Διαλυτότητα νερού
- Ηλεκτρική μόνωση

#### **γ) Φυσιολογικές απαιτήσεις**

- Μη δηλητηριώδες
- Οσμή. Επιθυμητή για ανίχνευση επικίνδυνων μέσων(π.χ.  $\text{NH}_3$ )
- Έλλειψη επιβλαβούς επίδρασης σε ψυχόμενα αγαθά

**δ) Οικονομικές απαιτήσεις**

- Τιμή
- Διαθεσιμότητα
- Ειδική ψυκτική ικανότητα

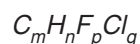
Τα καθιερωμένα πλέον ψυκτικά μέσα εκπληρώνουν σε μεγάλο ποσοστό τις απαιτήσεις αυτές. Η παραγωγή τέτοιων ψυκτικών μέσων γίνεται από τις χημικές βιομηχανίες. Το πρόβλημα της τεχνολογίας των ψυκτικών εγκαταστάσεων είναι η επιλογή του κατάλληλου ψυκτικού μέσου για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Εκτός από την αμμωνία, τα υπόλοιπα χρησιμοποιούμενα μέχρι σήμερα ψυκτικά μέσα προέρχονται βασικά από το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) ή αιθάνιο ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) με αντικατάσταση των ατόμων υδρογόνου από άτομα χλωρίου ή φθορίου.

Τα ψυκτικά μέσα ονομάζονται με το λατινικό γράμμα R, από τη λέξη Refrigerant (= ψυκτικό μέσο), το οποίο ακολουθείται από ένα διψήφιο ή τριψήφιο αριθμό και σε ειδικές περιπτώσεις και από ένα γράμμα του λατινικού αλφαβήτου. Παραδείγματα τέτοιων ονομάτων είναι τα εξής : R12, R22, R134a κλπ.

**Ελεύθερο ανάγνωσμα**

Για παράγωγα της σειράς μεθανίου ή αιθανίου τα οποία έχουν στο μόριό τους άτομα υδρογόνου H, φθορίου F και χλωρίου Cl, ο γενικός χημικός τύπος έχει τη μορφή :



Λόγω της σχέσης των κεκορεσμένων υδρογονανθράκων θα ισχύει :

$$n + p + q = 2m + 2$$

Αν R XYZ είναι ο γενικός τύπος του ψυκτικού μέσου, θα ισχύει :

$$X = m - 1, \quad Y = n + 1, \quad Z = p$$

Π.χ. για το ψυκτικό μέσο  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  (διχλωροδιφθορομεθάνιο) προκύπτουν οι τιμές :

$m = 1, n = 0, p = 2$  από τις οποίες παίρνουμε τις τελικές τιμές :

$X = 1 - 1 = 0, Y = 0 + 1 = 1, Z = 2$ , και τελικά ψυκτικό μέσο :

**R12 (=CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)**

(Σημείωση:όταν το πρώτο ψηφίο  $X = 0$ , τότε παραλείπεται)

Για το ψυκτικό μέσο  $\text{CHF}_2\text{Cl}$  (χλωροδιφθορομεθάνιο) προκύπτουν οι τιμές :

$m = 1, n = 1, p = 2$  ( $q = 1$ ) από τις οποίες παίρνουμε τις τελικές τιμές:

$X = 1-1 = 0, Y = 1+1 = 2, Z = 2$ , και τελικά ψυκτικό μέσο :

**R22 (=CHF<sub>2</sub>Cl)**

Οι πιο πάνω χλωροφθοράνθρακες, λόγω της παρουσίας του χλωρίου, οδηγούν στην καταστροφή του όζοντος της ατμόσφαιρας. Αποτέλεσμα είναι να βρίσκονται υπό αντικατάσταση από άλλα ψυκτικά μέσα όπως είναι το τετραφθοραιθάνιο ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ ). Έχουμε για το συγκεκριμένο ψυκτικό μέσο:

$m = 2, n = 2, p = 4$  ( $q = 0$ ) από τις οποίες παίρνουμε τις τελικές τιμές :

$X = 2-1 = 1, Y = 2+1 = 3, Z = 4$ , και τελικά ψυκτικό μέσο :

**R134a (=C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>)**



### ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Στο παρόν κεφάλαιο εξετάσαμε τα υγρά των φρένων, του συστήματος ψύξης και του συστήματος κλιματισμού των αυτοκινήτων.
- Από τα υγρά των φρένων απαιτούμε να έχουν ιδιότητες όπως : υψηλό σημείο βρασμού (περίπου 300° C), χαμηλό σημείο πήξης (περίπου - 65°C), σταθερό ιξώδες, ουδετερότητα έναντι μετάλλων και ελαστικών με τα οποία έρχονται σε επαφή, να λιπαίνουν τα κινητά μέρη στους κυλίνδρους φρένων και τροχών, να αναμιγνύονται με συγγενή υγρά φρένων.
- Τα σημεία βρασμού των υγρών των φρένων προδιαγράφονται από τους κανονισμούς του αμερικανικού Υπουργείου Μεταφορών (Department Of Transportation) και είναι γνωστοί σαν προδιαγραφές DOT.

- Στο σύστημα ψύξης του κινητήρα σαν ψυκτικό υγρό χρησιμοποιείται το νερό. Στη θερμοκρασία των 0° C όμως το νερό πήζει και μεταβάλλεται σε στερεό πάγο, ενώ ταυτόχρονα διαστέλλεται ο όγκος του. Με τη διαστολή αυτή αναπτύσσονται μεγάλες δυνάμεις, που μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες ζημιές στον κινητήρα.
- Οι ζημιές αυτές αποφεύγονται μειώνοντας το σημείο πήξης του νερού με την προσθήκη ειδικών χημικών ουσιών, που ονομάζονται αντιπηκτικές ή αντιψυκτικές ουσίες. Σαν αντιπηκτικό υγρό χρησιμοποιείται μια χημική ένωση που ονομάζεται αιθυλενογλυκόλη και τα παράγωγά της.
- Τα ψυκτικά μέσα είναι το 'εργαζόμενο σώμα' των κλιματιστικών εγκαταστάσεων. Είναι ο υλικός φορέας ο οποίος παραλαμβάνει ποσά θερμότητας από θέσεις με χαμηλότερη θερμοκρασία, όπου είναι ανεπιθύμητα, και τα μεταφέρει σε θέσεις με υψηλότερη θερμοκρασία όπου και τα απορρίπτει.
- Τα ψυκτικά μέσα ονομάζονται με το λατινικό γράμμα R , από τη λέξη Refrigerant (= ψυκτικό μέσο), το οποίο ακολουθείται από ένα διψήφιο ή τριψήφιο αριθμό και σε ειδικές περιπτώσεις και από ένα γράμμα του λατινικού αλφαβήτου. Παραδείγματα τέτοιων ονομάτων είναι τα εξής : R12, R22, R134a κλπ.



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιά είναι τα σπουδαιότερα συστήματα του αυτοκινήτου που περιέχουν υδραυλικά υγρά;
2. Τί γνωρίζετε για τη σύσταση των υγρών των φρένων; Ποιές είναι οι προδιαγραφές DOT ;
3. Αν σε ένα σύστημα φρένων έχουμε περιεκτικότητα κ.β. 2% σε νερό , ποιά κατά τη γνώμη σας προδιαγραφή DOT θα επιλέξουμε για να είμαστε πιο εξασφαλισμένοι έναντι βρασμού ;
4. Ποιά είναι συνήθως η σύσταση των αντιπηκτικών υγρών ;

5. Κάνοντας χρήση του διαγράμματος του σχήματος 13.4 απαντήστε: Αρκεί μια περιεκτικότητα 20% σε αντιπηκτικό για να δουλέψει ο κινητήρας με ασφάλεια στους  $-10^{\circ}\text{C}$  ;
6. Για ποιο λόγο δεν συνιστάται η συχνή αλλαγή του ψυκτικού μέσου;
7. Ποιά είναι τα τέσσερα κύρια μέρη μιας ψυκτικής εγκατάστασης ;
8. Ποιά βασικά μεγέθη χρειάζεται να καθοριστούν για το σωστό σχεδιασμό και λειτουργία μιας εγκατάστασης κλιματισμού αυτοκινήτου; Ένα τέτοιο κλιματιστικό θα αποδίδει καλύτερα σε ένα περιβάλλον με μέτρια ή με υψηλή εξωτερική θερμοκρασία;
9. Μπορείτε να συμπεράνετε αν ένα μικρό σε όγκο αυτοκίνητο θα χρειαστεί το ίδιο κλιματιστικό με ένα μεγάλο αυτοκίνητο, ναι ή όχι και γιατί ;
10. Σε ποιές απαιτήσεις θα πρέπει να ανταποκρίνεται ένα υγρό για να θεωρείται κατάλληλο για ψυκτικό μέσο ; Ποιές κατηγορίες απαιτήσεων έχουμε ;
11. Να αναφέρετε τις χημικές ονομασίες των παρακάτω ψυκτικών μέσων : R12, R22, R134a
12. Ποιά άλλη απαίτηση, εκτός των πιο πάνω, οδήγησε στην αντικατάσταση των R12 και R22 από το R134a ; Τη θεωρείται εξίσου σοβαρή ;
13. Να βρεθεί ο τύπος του ψυκτικού μέσου – τριχλωροτριφθοραιθάνιο- $(\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3)$
14. Να βρεθεί ο τύπος του ψυκτικού μέσου- διχλωροτετραφθοραιθάνιο- $(\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2)$
15. Να βρεθεί ο τύπος του ψυκτικού μέσου-χλωροπενταφθοραιθάνιο- $(\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl})$





**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 13ου κεφαλαίου**

1. Προτείνεται η συγκέντρωση περαιτέρω πληροφοριών για τις προδιαγραφές DOT.
2. Συγκέντρωση στοιχείων από διάφορες εταιρίες αυτοκινήτων, για πολλά μοντέλα, για το είδος των αντιπηκτικών υγρών που χρησιμοποιούν ή και προτείνουν εναλλακτικά και προσπάθεια εξεύρεσης των διαγραμμάτων σχέσης (% κ.β. περιεκτικότητα-θερμοκρασία πήξης).
3. Συγκέντρωση στοιχείων από πολλές εταιρίες κλιματιστικών αυτοκινήτων σχετικά με τα χρησιμοποιούμενα σήμερα ψυκτικά υγρά. Υπάρχει πράγματι απόσυρση των χλωροφθορανθράκων; Με τι τους αντικαθιστούν; Υπάρχουν ειδικές οδηγίες για τον τρόπο μετατροπής των κλιματιστικών συστημάτων; Ειδικό κανόνες ασφαλείας;

## κεφάλαιο 14

ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ  
ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ  
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ  
ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ -  
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ  
ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ



- 14.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 14.2 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΣΤΕΡΕΑ, ΥΓΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΙΑ
- 14.2 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ
- 14.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ (ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ)
- 14.4 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ





## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Na γνωρίζετε την επικινδυνότητα των υλικών ανάλογα με την προέλευσή τους
- ✓ Na αναφέρετε τις επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου
- ✓ Na γνωρίζετε τα μέτρα ασφαλείας και τα μέσα ατομικής προστασίας

### 14.1 Εισαγωγή

Ο γενικός όρος *επικινδυνότητα* (risk) μπορεί να οριστεί ως εκείνο το χαρακτηριστικό στοιχείο μιας κατάστασης ή ενέργειας όπου είναι δυνατά δύο ή περισσότερα ενδεχόμενα. Το ενδεχόμενο που τελικά θα συμβεί δεν είναι γνωστό και τουλάχιστον το ένα από τα δυνατά αυτά ενδεχόμενα είναι ανεπιθύμητο.

Η ανάλυση της επικινδυνότητας συνίσταται στη συστηματική μελέτη των παραγόντων που συμβάλλουν σε αυτή, καθώς επίσης και στην τελική εκτίμησή της (ποιοτική και ποσοτική). Τελικός σκοπός είναι να γνωρίζουμε ότι οι λειτουργίες μιας μονάδας (στη συγκεκριμένη περίπτωση συνεργείου) βρίσκονται σε ένα επιτρεπτό 'επίπεδο ασφαλείας'. Με τον τελευταίο όρο εννοούμε ότι η επικινδυνότητα βρίσκεται μεταξύ ενός κάτω ορίου, της πλήρους εξάλειψής της, και ενός άνω ορίου, να πληροί δηλαδή τα απαραίτητα πρότυπα –standards .

#### 14.2 Ομαδοποίηση των επικίνδυνων υλικών σε στερεά, υγρά και αέρια

Ένας πρώτος διαχωρισμός των επικίνδυνων υλικών στο συνεργείο είναι εκείνος κατά τον οποίο αυτά ομαδοποιούνται σε στερεά, υγρά και αέρια.

**α) Στερεά.** Υπάρχουν πολλές ουσίες στο χώρο του συνεργείου που μπορούν να μεταφερθούν με την μορφή σωματιδίων ή σκόνης. Η ικανότητα του σώματος να καθιστά τα εισπνεόμενα σωματίδια ακίνδυνα εξαρτάται από :

- Το μέγεθος των σωματιδίων
- Τη φύση των σωματιδίων
- Την ποσότητα των σωματιδίων
- Το χρόνο παραμονής στο χώρο εργασίας

Η σοβαρότερη πηγή κινδύνου σε ένα συνεργείο, είναι τα σωματίδια ορισμένων μετάλλων ή κραμάτων που μπορούν να βλάψουν τα εσωτερικά όργανα του σώματος όπως π.χ. ο μόλυβδος, το μαγγάνιο, το χρώμιο κλπ. Περισσότερο βλαπτικό από αυτά είναι ο **μόλυβδος**.

**β) Υγρά.** Αναφερόμενοι στο κεφάλαιο 13, μπορούμε να θυμηθούμε τα υγρά που συναντούμε στο αυτοκίνητο και να τονίσουμε ότι τόσο **τα υγρά των φρένων**, όσο και **τα υγρά των μπαταριών**, **τα υγρά του ψυγείου** και **τα υγρά του κλιματιστικού** χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή στο χειρισμό. Τέλος οι χρησιμοποιούμενοι **διαλύτες**, **οξέα** και **αλκάλια** είναι από τους πιο πιθανούς κινδύνους για την υγεία μας.

**γ) Αέρια.** Μερικά αέρια και ατμοί έχουν έντονη ή ερεθιστική οσμή. Αυτή η οσμή είναι ένα έγκαιρο προειδοποιητικό σήμα. Τα αέρια τα οποία δεν δίνουν προειδοποιητικό σήμα ή που μειώνουν πολύ γρήγορα την ικανότητά μας να αντιληφθούμε ή να εκτιμήσουμε τον κίνδυνο είναι ακόμα πιο επικίνδυνα. Γίνεται διάκριση ανάμεσα σε δύο τύπους αερίων :

- Ερεθιστικά αέρια τα οποία έχουν διαβρωτική επίδραση στα αναπνευστικά όργανα
- Αέρια τα οποία απορροφώνται από το αίμα και επηρεάζουν τα εσωτερικά όργανα

Το **χλώριο** και το **διοξείδιο του θείου** είναι παραδείγματα ερεθιστικών αερίων. Άλλα επικίνδυνα αέρια είναι το **φωσγένιο** και τα **νιτρώδη αέρια**.

Δεν παρέχουν προειδοποιητικό σήμα με τη μορφή ερεθισμού κατά την αναπνοή.

Το **μονοξείδιο του άνθρακα** και το **υδρόθειο** είναι παραδείγματα αερίων που επηρεάζουν τα εσωτερικά όργανα. Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο το οποίο ενώνεται με τα στοιχεία του αίματός μας που μεταφέρουν οξυγόνο πιο γρήγορα απ' ό,τι ενώνεται το οξυγόνο.

### 14.3 Προέλευση των επικίνδυνων υλικών ανά ομάδα

**α) Στερεά.** Όπως είπαμε ο μεγαλύτερος κίνδυνος σε αυτή την κατηγορία οφείλεται στον **μόλυβδο**. Ο μόλυβδος, ως γνωστόν, χημικό στοιχείο που διεθνώς συμβολίζεται με τα λατινικά γράμματα **Pb**, είναι ένα αρκετά μαλακό και εύκαμπτο μέταλλο, χρώματος γκριζου-μπλε, με ειδικό βάρος 13 φορές μεγαλύτερο του νερού, που αντιδρά εύκολα με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας δημιουργώντας μια θαμπή γκριζα οξειδωμένη επιφάνεια. Στο συνεργείο θα προέλθει από το χώρο συντήρησης μπαταριών, τις εργασίες φανοποιίας, τις επιδιορθώσεις μηχανών, την χρήση μολυβδούχων ηλεκτροδίων για συγκολλήσεις, τη διαδικασία καταστροφής μπαταριών κλπ.

**β) Υγρά.** Αναφέραμε και πιο πάνω ότι υγρά που απαιτούν προσοχή στο χειρισμό είναι εκείνα που αναπτύξαμε στο κεφάλαιο 13, δηλαδή **τα υγρά των φρένων, τα υγρά της μπαταρίας, τα υγρά του ψυγείου, τα υγρά του κλιματιστικού**. Ο κίνδυνος από τα υγρά αυτά θα προέλθει από την εργασία στα αντίστοιχα συστήματα του αυτοκινήτου, είτε αυτή αφορά στη συντήρηση, είτε στη συμπλήρωση, είτε στην αντικατάσταση κλπ.

Οι **διαλύτες**, ουσίες με ιδιότητα να διαλύουν άλλες ουσίες όπως λάδια, γράσα, λίπη κλπ., χρησιμοποιούνται σε πολλές βοηθητικές εργασίες του συνεργείου. **Οξέα**, όπως π.χ. το θειικό οξύ, συναντάμε στα υγρά των μπαταριών και όχι μόνο. **Τα αλκάλια** είναι ουσίες που μεταξύ των άλλων χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των μεταλλικών αντικειμένων από τα γράσα (π.χ. αμμωνία, καυστική σόδα κλπ.).

**γ) Αέρια.** Το **χλώριο** απελευθερώνεται κατά τη χρήση προϊόντων καθαρισμού, ή κατά την καύση πλαστικών που περιέχουν χλώριο (PVC). Το **διο-**

**Ξείδιο του θείου** προέρχεται από την καύση του θείου.

**Το φωσγένιο** παράγεται όταν για παράδειγμα τριχλωροαιθυλένιο ή τετραχλωροαιθυλένιο έρθουν σε επαφή με θερμές επιφάνειες ή με γυμνή φλόγα. **Τα νιτρώδη αέρια** παράγονται κυρίως κατά τη συγκόλληση.

Το **μονοξείδιο του άνθρακα** παράγεται κατά την ατελή καύση του άνθρακα και είναι συνηθισμένο προϊόν στα συνεργεία όπου γίνονται συνεχείς δοκιμές κινητήρων.

#### 14.4 Επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό (ασθένειες)

Ο **μόλυβδος** εισέρχεται στον οργανισμό του ανθρώπου με την εισπνοή, την κατάποση ή την δερματική επαφή. Μετά την απορρόφησή του θα φθάσει στο αίμα και θα μεταφερθεί με τα ερυθρά αιμοσφαίρια σε όλο το ανθρώπινο σώμα. Αποθηκεύεται κυρίως στα οστά, αλλά και στο συκώτι και τα νεφρά. Η αποβολή από τον οργανισμό γίνεται κυρίως α) από τα νεφρά δια μέσου των ούρων, β) από το συκώτι δια μέσου της χολής και των κοπράνων, γ) με τον ιδρώτα και το γάλα.

Ο μόλυβδος και οι ενώσεις του είναι τοξικές ουσίες για τον ανθρώπινο οργανισμό, καθώς ευθύνονται για μια σειρά από συμπτώματα και ασθένειες που μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσουν και στο θάνατο. Η χρόνια δηλητηρίαση από τον μόλυβδο ονομάζεται **μολυβδίαση** και είναι ιστορικά η πρώτη επαγγελματική ασθένεια που καταγράφηκε και αναγνωρίστηκε. Η ασθένεια εμφανίζει τα παρακάτω συμπτώματα :

α) γαστρεντερικό σύστημα

- Παρουσία εναπόθεσης στακτό-κυανού χρώματος εντός των ούλων
- Ναυτία, ανορεξία, απώλεια βάρους, δυσπεψία
- Δυνατοί κοιλιακοί πόνοι
- Δυσκοιλιότητα

β) καρδιο-αγγειακό σύστημα

- Υψηλή αρτηριακή πίεση (υπέρταση)

γ) αιματοποιητικό σύστημα

- Αναιμία ήπιας μορφής

δ) ουροποιητικό σύστημα (νεφροί)

- Σκλήρυνση των νεφρών
- Νεφρική ανεπάρκεια
- Νεφρικό αδένωμα

ε) νευρικό σύστημα

- Πονοκέφαλοι, ζάλη, διαταραχές του ύπνου και της μνήμης.
- Παράλυση των δακτύλων της χειρός (μέσου και παράμεσου)

στ) σύστημα αναπαραγωγής

- Αποβολές
- Πρόωρες γεννήσεις
- Γεννήσεις νεκρών εμβρύων

Οι **διαλύτες** προκαλούν νάρκωση διότι είναι δυνατό να καταλάβουν λιπόφιλες θέσεις των νευρικών κυττάρων. Η πλήρης ανάνηψη είναι συνήθως δυνατή. Είναι δυνατόν να προκαλέσουν επίσης μόνιμες βλάβες σε διάφορα όργανα και ιστούς (στο αιμοποιητικό σύστημα, τους πνεύμονες, το νευρικό σύστημα, το συκώτι κλπ) ή και το θάνατο. Η τοξικότητα του διαλύτη εξαρτάται από τη διάρκεια της έκθεσης και τη συγκέντρωση του διαλύτη. Τέλος μπορούν να προκαλέσουν ερεθισμό του δέρματος και των βλεννογόνων με τη δημιουργία ξηρής, εύθραυστης και ευαίσθητης επιδερμίδας (βλ. σχήμα 14.1).





**Σχήμα 14.1** Τα διαλυτικά μπορούν να φτάσουν στον εγκέφαλο και δια μέσου των πνευμόνων και δια μέσου του δέρματος. Τα κύτταρα του εγκεφάλου περιέχουν πολύ λίπος και άρα προσελκύουν ουσίες που διαλύουν το λίπος.

Τα **οξέα** και τα **αλκάλια** είναι διαβρωτικές ουσίες που μπορούν να βλάψουν το δέρμα και τα μάτια όταν έρθουν σε επαφή με αυτά.

Διαβρωτική ομίχλη μπορεί να δημιουργηθεί πάνω από τα οξέα και να προκαλέσει βλάβη στην αναπνευστική οδό και τους πνεύμονες. Στα ιδιαίτερα επικίνδυνα οξέα συγκαταλέγονται τα : υδροχλωρικό οξύ, θειικό οξύ, χρωμικό και νιτρικό οξύ.

Η επαφή με το δέρμα μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα αν δεν χρησιμοποιηθούν μεγάλες ποσότητες νερού για έκπλυση της ουσίας.

Δεν πρέπει να ξεχνούμε ότι η αραίωση ενός πυκνού οξέος γίνεται με προσθήκη οξέος σε νερό και **όχι** με προσθήκη νερού σε πυκνό οξύ! (βλ. σχήμα 14.2)



**Σχήμα 14.2** Αραίωση πυκνού οξέος με νερό

Τα **υγρά των φρένων** και τα **υγρά του συστήματος ψύξης** με τα παράγωγα της γλυκόλης που περιέχουν εγκυμονούν κινδύνους για τοξική δράση στο νευρικό σύστημα και το αίμα.

Τα **υγρά των μπαταριών** περιέχουν ως γνωστόν θειικό οξύ για αυτό και υπάγονται στην κατηγορία προφύλαξης έναντι των οξέων που αναφέραμε πιο πάνω.

Τα **υγρά του κλιματιστικού** περιέχουν αλογονωμένους υδρογονάνθρακες και ως εκ τούτου, μπορούν να παρουσιάσουν ναρκωτική δράση, να είναι ιδιαίτερα τοξικοί, η πυρόλυσή τους να δημιουργήσει το τοξικό αέριο **φωσγένιο** και μερικοί από αυτούς να είναι και καρκινογόνοι. (βλ. σχήμα 14.3)



**Σχήμα 14.3** Δημιουργία τοξικού αερίου φωσγενίου

Το **χλώριο**, το **διοξείδιο του θείου** και το **φωσγένιο** προκαλούν οξύ ερεθισμό στο αναπνευστικό σύστημα. Η διαλυτότητά τους καθορίζει αν η δράση τους θα είναι πιο έντονη στο ανώτερο (φάρυγγας, τραχεία), ή στο κατώτερο (βρόγχοι, κυψελίδες), αναπνευστικό.

Η έκθεση σε μεγάλη συγκέντρωση **μονοξειδίου του άνθρακα** μπορεί να προκαλέσει οξείες καταστάσεις και θάνατο. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε περιπτώσεις που μπορεί να παρουσιαστεί έλλειψη οξυγόνου σε κλειστούς χώρους. Τούτο είναι δυνατό να συμβεί στα συνεργεία αυτοκινήτων χωρίς καλό αερισμό μετά από τις συνεχείς δοκιμές κινητήρων και τις εκπομπές καυσαερίων που περιέχουν μεγάλες ποσότητες μο-

νοξειδίου του άνθρακα. Η απαγωγή των καυσαερίων από το χώρο του συνεργείου είναι κάτι στο οποίο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή.

#### 14.5 Μέτρα ασφαλείας

Το **Π.Δ. 94 / 1987**, αναφέρεται στην 'Προστασία των εργαζομένων που εκτίθενται στον μεταλλικό μόλυβδο και τις ενώσεις των ιόντων του κατά την εργασία' και είναι σύμφωνο με την οδηγία **82 / 605 / ΕΟΚ**.

Μέτρα που πρέπει να παίρνουμε για την αντιμετώπιση του **μολύβδου** είναι :

- Το κατάβρεγμα των αποθηκών των μολυβδούχων καταλοίπων για να μη σηκώνεται τοξική σκόνη.
- Τα υγρά απόβλητα της έκπλυσης να καταλήγουν στους κοινούς υπονόμους.
- Να διατίθενται στους εργαζομένους κατάλληλες εγκαταστάσεις υγιεινής που θα περιλαμβάνουν και ντους.
- Να πραγματοποιείται συχνός και επιμελημένος καθαρισμός του συνεργείου και τα τοξικά απόβλητα να μεταφέρονται σε ειδικούς χώρους τοξικών αποβλήτων.
- Ο εφοδιασμός των εργαζομένων με κατάλληλα ενδύματα και άλλα ατομικά μέσα προστασίας (γάντια, παπούτσια, προσωπίδα κλπ.).
- Ο καθαρισμός των ενδυμάτων εργασίας και η φύλαξή τους σε ειδικά ντουλάπια στο χώρο δουλειάς χωρίς να μεταφέρονται στο σπίτι.
- Το πλύσιμο και η σχολαστική τήρηση των κανόνων υγιεινής στο τέλος της εργασίας.
- Ο χειρισμός των μολυβδούχων αντικειμένων, ει δυνατόν, σε κλειστά συστήματα.
- Ο καθαρισμός χεριών και προσώπου πριν το φαγητό, το ποτό και το τσιγάρο.

Για την αντιμετώπιση του κινδύνου των **διαλυτών** πρέπει :

- Οι διεργασίες που συμπεριλαμβάνουν διαλύτες να επιτελούνται σε κλειστά δοχεία και κυκλώματα, εάν είναι δυνατόν υπό αρνητική πίεση.

- Να υπάρχει κατάλληλος εξαερισμός του χώρου.
- Να γίνεται παρακολούθηση της συγκέντρωσης των ατμών στον αέρα με φορητά όργανα.
- Να αποκλείεται κάθε πιθανή πηγή ανάφλεξης.
- Πριν τις εργασίες συγκόλλησης ή κοπής θα πρέπει ένα δοχείο διαλύτη να αδειάζει και να απομακρύνονται ακόμα και ίχνη υγρού ή ατμών.
- Να γίνεται παρακολούθηση βιολογικών παραμέτρων (π.χ. με εξετάσεις αίματος, ούρων κλπ.).
- Να χρησιμοποιούνται προστατευτικά του αναπνευστικού συστήματος (μάσκες αερίων, γραμμές τροφοδοσίας αέρα, φιάλες κλπ.).
- Να χρησιμοποιούνται προστατευτικά γάντια για την πρόληψη ερεθισμών του δέρματος.

Για τα διάφορα μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) υπάρχει η παρακάτω κάλυψη από πλευράς νομοθεσίας :

**Π.Δ. 396 / 94**, οδηγίες **89/656/ΕΟΚ**, **89/686/ΕΟΚ**, τροποποιήσεις οδηγιών **93/95/ΕΟΚ**, **93/68/ΕΟΚ**, **96/58/ΕΟΚ**, υπουργικές αποφάσεις **ΚΥΑ 4373/1205/11.3.93**, **ΚΥΑ 8881/94**, **ΚΥΑ 5261/190/97**.

Στην πράξη, κάθε εργασία στο συνεργείο μπορεί να περικλείει έκθεση σε κάποιες χημικές ουσίες (**οξέα, αλκάλια, γλυκόλη, χλωροφθοράνθρακες κλπ.**) που χρησιμοποιούνται στα διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου (**υγρά φρένων, υγρά μπαταριών, υγρά ψύξης, υγρά κλιματιστικού κλπ.**) με συνέπεια κίνδυνο για την υγεία. Η έκθεση σε περισσότερους από ένα κινδύνους είναι αρκετά συχνή. Σε ορισμένες περιπτώσεις διάφορες ουσίες συνδυάζονται μεταξύ τους ή ενισχύουν η μια την άλλη. Μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται είναι τα παρακάτω :

- Ενημέρωση των ατόμων που εργάζονται με χημικές ουσίες για τους κινδύνους στην υγεία τους.
- Εκπαίδευση για τον τρόπο που θα φορούν και θα φροντίζουν τον ατομικό τους εξοπλισμό προστασίας.
- Εφοδιασμός των ατόμων, που μπορεί να έλθουν σε επαφή με την ουσία, με γραπτές εικονογραφημένες οδηγίες ασφαλείας, για τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν σε περίπτωση ατυχήματος, οδηγίες για πρώτες βοήθειες, μέτρα προφύλαξης σε περίπτωση πυρκαϊάς ή διαρροής χημικής ουσίας.

- Επικόλληση ετικέτας σε όλες τις επικίνδυνες ουσίες που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση του περιεχομένου και για την προειδοποίηση του κινδύνου.
- Ταξινόμηση των επικίνδυνων ουσιών σε κατηγορίες σαν εκρηκτικές, εύφλεκτες, τοξικές, διαβρωτικές κλπ.
- Αποφυγή, όπου αυτό είναι εφικτό, των πολύ επικίνδυνων ουσιών από το χώρο εργασίας.
- Περιορισμός της χρήσης των πολύ επικίνδυνων ουσιών και εύρεση υποκατάστατων λιγότερο επικίνδυνων.
- Απομάκρυνση του μολυσμένου αέρα με συστήματα αυξημένου και καλού αερισμού.
- Αποθήκευση των επικίνδυνων ουσιών με απόσταση μεταξύ τους, όπου αυτό είναι δυνατό.

Για να μειωθεί ο κίνδυνος δηλητηρίασης από **μονοξειδίο του άνθρακα** στα συνεργεία αυτοκινήτων, οι μηχανές δεν θα πρέπει να λειτουργούν περισσότερο από όσο χρειάζεται για να μπει μέσα, να βγει ή να μετακινηθεί το όχημα στο συνεργείο. Σε άλλες περιπτώσεις όπου η μηχανή λειτουργεί (επισκευή, ρύθμιση ή έλεγχος μηχανής), τα καυσαέρια θα πρέπει να απορροφώνται μακριά από τον εργαζόμενο και να οδηγούνται έξω από το χώρο του συνεργείου. Αυτό μπορεί να γίνει με σύνδεση της εξάτμισης με σωλήνα ή αγωγό που να μεταφέρει απευθείας τα καυσαέρια έξω από το χώρο εργασίας ή σε ένα τύμπανο αναρρόφησης συνδεδεμένο με το κεντρικό σύστημα απαγωγής του αέρα στο συνεργείο. Δεν χρειάζεται να αναφέρουμε ότι αυτού του είδους τα συνεργεία θα πρέπει να έχουν και ένα επαρκές σύστημα αερισμού. Επειδή το μονοξειδίο του άνθρακα αντικαθιστά το οξυγόνο, ο ατομικός αναπνευστήρας με φίλτρο δεν είναι αποτελεσματικός αν δεν υπάρχει τρόπος απομάκρυνσης του μονοξειδίου του άνθρακα. Όταν λειτουργεί η μηχανή στο συνεργείο αυτοκινήτων **τα καυσαέρια θα πρέπει να διοχετεύονται εκτός του χώρου εργασίας.**



## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Ένας πρώτος διαχωρισμός των επικίνδυνων υλικών στο συνεργείο είναι εκείνος που τα ομαδοποιεί σε στερεά, υγρά και αέρια .
- **α) Στερεά.** Υπάρχουν πολλές ουσίες στο χώρο του συνεργείου που μπορούν να μεταφερθούν με την μορφή σωματιδίων ή σκόνης. Η σοβαρότερη πηγή κινδύνου σε ένα συνεργείο είναι τα σωματίδια ορισμένων μετάλλων ή κραμάτων που μπορούν να βλάψουν τα εσωτερικά όργανα του σώματος όπως π.χ. ο μόλυβδος, το μαγγάνιο, το χρώμιο κλπ. Και από αυτά το πιο επικίνδυμο είναι **μόλυβδος**. Ο μόλυβδος και οι ενώσεις του είναι τοξικές ουσίες για τον ανθρώπινο οργανισμό, καθώς ευθύνονται για μια σειρά από συμπτώματα και ασθένειες που μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσουν και στο θάνατο. Η χρόνια δηλητηρίαση από τον μόλυβδο ονομάζεται **μολυβδίαση** και είναι ιστορικά η πρώτη επαγγελματική ασθένεια που καταγράφηκε και αναγνωρίστηκε.
- **β) Υγρά.** Αναφερόμενοι στο κεφάλαιο 13 μπορούμε να θυμηθούμε τα υγρά που συναντούμε στο αυτοκίνητο και να τονίσουμε ότι τόσο **τα υγρά των φρένων**, όσο και **τα υγρά των μπαταριών**, **τα υγρά του ψυγείου** και **τα υγρά του κλιματιστικού** χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή στο χειρισμό. Τέλος, οι χρησιμοποιούμενοι **διαλύτες**, **οξέα** και **αλκάλια** είναι από τους πιο πιθανούς κινδύνους για την υγεία μας.  
Τα **υγρά των φρένων** και τα **υγρά του συστήματος ψύξης** με τα παράγωγα της γλυκόλης που περιέχουν εγκυμονούν κινδύνους για τοξική δράση στο νευρικό σύστημα και το αίμα. Τα **υγρά των μπαταριών** περιέχουν ως γνωστόν θειικό οξύ για αυτό και υπάγονται στην κατηγορία προφύλαξης έναντι των οξέων. Τα **υγρά του κλιματιστικού** περιέχουν αλογονωμένους υδρογονάνθρακες και ως εκ τούτου, μπορούν να παρουσιάσουν ναρκωτική δράση, να είναι ιδιαίτερα τοξικοί, η πυρόλυσή τους να δημιουργήσει το τοξικό αέριο **φωσγένιο** και μερικοί από αυτούς να είναι και καρκινογόνοι.
- **γ) Αέρια.** Μερικά αέρια και ατμοί έχουν έντονη ή ερεθιστική οσμή. Αυτή η οσμή είναι ένα έγκαιρο προειδοποιητικό σήμα. Τα αέρια τα

οποία δεν δίνουν προειδοποιητικό σήμα ή που μειώνουν πολύ γρήγορα την ικανότητά μας να αντιληφθούμε ή να εκτιμήσουμε τον κίνδυνο είναι ακόμα πιο επικίνδυνα.

Το **χλώριο** και το **διοξειδίο του θείου** είναι παραδείγματα ερεθιστικών αερίων. Άλλα αέρια είναι το **φωσγένιο** και τα **νιτρώδη αέρια**. Το **χλώριο**, το **διοξειδίο του θείου** και το **φωσγένιο** προκαλούν οξύ ερεθισμό στο αναπνευστικό σύστημα. Η διαλυτότητά τους καθορίζει αν η δράση τους θα είναι πιο έντονη στο ανώτερο (φάρυγγας, τραχεία), ή στο κατώτερο (βρόγχοι, κυψελίδες), αναπνευστικό.

Το **μονοξειδίο του άνθρακα** και το **υδρόθειο** είναι παραδείγματα αερίων που επηρεάζουν τα εσωτερικά όργανα. Το μονοξειδίο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο το οποίο ενώνεται με τα στοιχεία του αίματός μας που μεταφέρουν οξυγόνο, πιο γρήγορα απ' ότι ενώνεται το οξυγόνο.

Η έκθεση σε μεγάλη συγκέντρωση **μονοξειδίου του άνθρακα** μπορεί να προκαλέσει οξείες καταστάσεις και θάνατο.

- Κατά την εργασία μας στο συνεργείο αυτοκινήτων πρέπει να λαμβάνομε συγκεκριμένα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιούμε μέσα ατομικής προστασίας.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί γνωρίζετε για την ομαδοποίηση των επικίνδυνων υλικών στο συνεργείο ; Αναφέρετε παραδείγματα υλικών των τριών κατηγοριών.
2. Στερεά επικίνδυνα υλικά. Παραδείγματα, επικινδυνότητα, προέλευση, επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, ασφάλεια και προστασία.
3. Υγρά επικίνδυνα υλικά. Παραδείγματα, επικινδυνότητα, προέλευση, επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, ασφάλεια και προστασία.
4. Αέρια επικίνδυνα υλικά. Παραδείγματα, επικινδυνότητα, προέλευση, επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, ασφάλεια και προστασία.

5. Πώς θα σχεδιάζατε, θα κατασκευάζατε και θα λειτουργούσατε ένα συνεργείο αυτοκινήτων με τον μικρότερο δυνατό κίνδυνο ; Περιγράψτε τους διάφορους παράγοντες με συντομία και με δικά σας λόγια.



**Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 14ου κεφαλαίου**

1. Προτείνεται οι μαθητές να έλθουν σε επαφή με το ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. (Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας) και τις εκδόσεις του.
2. Μία πρώτη εργασία θα αφορά την παρουσίαση του Ινστιτούτου, του ρόλου του και του έργου που προσφέρει στο κοινωνικό σύνολο.
3. Μια επόμενη εργασία θα περιλαμβάνει υπό τη μορφή πινάκων όλη την ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία που αφορά την υγιεινή και την ασφάλεια των εργαζομένων.
4. Εργασία με περιεχόμενο την Υγεία και Ασφάλεια των εργαζομένων στα πρότυπα διασφάλισης ποιότητας ISO 9000 και στα πρότυπα περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14000.
5. Εργασία για τους βλαπτικούς παράγοντες στο εργασιακό περιβάλλον εκτός των όσων έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο 14 (ηλεκτρομαγνητικά πεδία, θερμικό περιβάλλον, θόρυβος, δονήσεις κλπ). Η εργασία μπορεί να δοθεί ανά μαθητή για κάθε ένα ξεχωριστό παράγοντα.
6. Εργασία για τα μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ). Παρουσίαση των κατηγοριών (προστατευτικός ρουχισμός, προστατευτικός εξοπλισμός κλπ.), της νομοθεσίας και των προτύπων (ΕΛΟΤ) που διέπουν τα διάφορα θέματα.
7. Εργασία με θέμα το ευρωπαϊκό σύστημα τυποποίησης σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων (CEN, BT, BTS, TC, WG). Σχετική αναφορά και σύνδεση με αυτά που συμβαίνουν στη χώρα μας.



8. Για μεγαλύτερη εμβάθυνση και με τη βοήθεια σχετικής βιβλιογραφίας που θα πρέπει να δοθεί από τον διδάσκοντα, μπορεί να γίνει εργασία πάνω στην περιγραφική ανάλυση της επικινδυνότητας σε ένα συνεργείο αυτοκινήτων (προσδιορισμός των πιθανών βλαβών, προσδιορισμός της έκθεσης στις βλάβες, ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας, συνολική εκτίμηση της επικινδυνότητας).
9. Εργασία πάνω στα στατιστικά στοιχεία που υπάρχουν μέχρι σήμερα και αφορούν τα εργατικά ατυχήματα στην Ελλάδα. Απομόνωση, ει δυνατόν, των περιπτώσεων που έχουν μεγαλύτερη συνάφεια με τους χώρους των συνεργείων αυτοκινήτων. Πού θα πρέπει να εστιάσουμε την προσοχή μας ; Ποιοί παράγοντες κυρίως επηρεάζουν την επικινδυνότητα ;

κεφάλαιο 15

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ  
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ -  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



- 15.1 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ
- 15.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ





## ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να αναφέρετε τα ανακυκλώσιμα υλικά του αυτοκινήτου.
- ✓ Να γνωρίζετε τους τρόπους συλλογής και διαχωρισμού τους και την προώθησή τους στις βιομηχανίες ανακύκλωσης.
- ✓ Να γνωρίζετε τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από την ανεύθυνη απόρριψη των αποβλήτων.
- ✓ Να γνωρίζετε τη διαχείριση των αποβλήτων ενός συνεργείου αυτοκινήτων.

### 15.1 Ανακύκλωση υλικά αυτοκινήτου

#### ➤ Είδη – διαχείριση – προώθηση στις βιομηχανίες ανακύκλωσης

Ανακύκλωση ονομάζουμε την ανάκτηση και επαναφορά σε χρήση υλικών που προέρχονται από μεταχειρισμένα προϊόντα. Βασικά κίνητρα της ανακύκλωσης υπήρξαν αφενός η εξάντληση και η αύξηση του κόστους των φυσικών πόρων, όπως πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακες, μεταλλεύματα και αφετέρου η ρύπανση του περιβάλλοντος (ατμόσφαιρα, νερά, έδαφος) από τα απόβλητα.

Διακρίνονται δύο τύποι διεργασιών ανακύκλωσης : εσωτερική και εξωτερική.

Εσωτερική ανακύκλωση είναι η επαναφορά στην παραγωγική διαδικασία υλικών που αποτελούν απόβλητα της ίδιας διαδικασίας. Η εφαρμογή της εσωτερικής ανακύκλωσης είναι συνηθισμένη στη μεταλλουργική βιομηχανία και όχι μόνο. Έτσι η παραγόμενη 'φύρα' επαναχρησιμοποιείται και μειώνεται το ποσοστό των σκάρτων και η επίπτωση στο περιβάλλον.

Εξωτερική ανακύκλωση είναι η ανάκτηση υλικών από προϊόντα που έχουν φθαρεί ή αχρηστευτεί. Παράδειγμα εξωτερικής ανακύκλωσης αποτελεί η περισυλλογή παλαιών εφημερίδων και περιοδικών για την παραγωγή δημοσιογραφικού και άλλων τύπων χαρτιού, η επαναχρησιμοποίηση υλικών αποσυρόμενων παλιών αυτοκινήτων κλπ.

Ο εσωτερικός ή εξωτερικός χαρακτήρας της ανακύκλωσης έχει τεχνολογική αλλά κυρίως μεγάλη οικονομική σημασία. Το κόστος επανεπεξεργασίας αποβλήτων ή ανακυκλούμενων υλικών πρέπει να είναι μικρότερο από το κόστος επεξεργασίας νέας πρώτης ύλης.

Πολλά παλιά υλικά που βρίσκονται σε ένα αυτοκίνητο αντιπροσωπεύουν μια εμπορική αξία, η οποία μπορεί να επιστραφεί στο κύκλωμα παραγωγής. Έτσι μπορεί να μειωθεί σημαντικά το κόστος παραγωγής των νέων αυτοκινήτων αλλά και της εξουδετέρωσης παλιών εξαρτημάτων. Ένα αποσυρόμενο αυτοκίνητο περιέχει κατά μέσο όρο περίπου 62% σίδηρο και χάλυβα, 28% μη σιδηρούχα μέταλλα και 10% ελαστικό, πλαστικά και υφαντουργικά υλικά.

Έτσι π.χ. τα παλιά ελαστικά με βουλκανισμό ανανεώνονται ή τεμαχίζονται και τα λινά χρησιμοποιούνται σαν ηχομονωτικό υλικό, ενώ το ελαστικό χρησιμοποιείται ύστερα από επεξεργασία σαν ασφαλτοτάπητας. Το ψυκτικό υγρό και το υγρό φρένων καθαρίζονται και αναπαράγονται. Το κέλυφος του συσσωρευτή θρυμματίζεται σε κόκκους και γίνεται πρώτη ύλη για πλαστικά αντικείμενα. Τα οξέα του συσσωρευτή καθαρίζονται και επαναχρησιμοποιούνται, ενώ από τις πλάκες μολύβδου γίνεται ανάκτηση του μετάλλου. Οι παλιοί καταλύτες, τα διάφορα πλαστικά μέρη του αυτοκινήτου, τα διάφορα τζάμια και κρύσταλλα, τα μεταλλικά μέρη (σιδηρούχα και μη σιδηρούχα) ανακυκλώνονται. Το ποσοστό ενός αυτοκινήτου που μπορεί σήμερα να ανακυκλωθεί ξεπερνά το 80%, με στόχο να φτάσει το 90% την επόμενη δεκαετία.

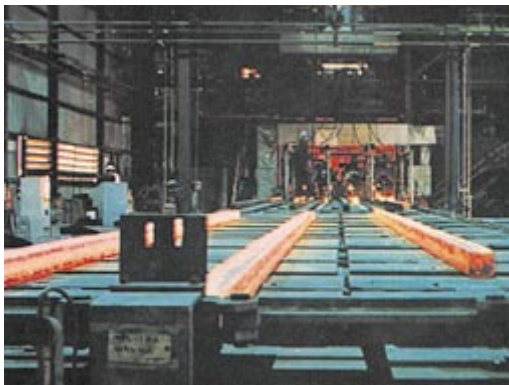


**Σχήμα 15.1 Συγκέντρωση μεταλλικού σκραπ για ανακύκλωση με τη βοήθεια ανυψωτικών διατάξεων που είναι εφοδιασμένες με ηλεκτρομαγνήτες**

Στα σχήματα 15.1 , 15.2 και 15.3 παρουσιάζεται η διαδικασία ανακύκλωσης μεταλλικού σκραπ με συγκέντρωση, τήξη και νέα μορφοποίηση για παραγωγή μεταλλικών προϊόντων από ανακυκλωμένα υλικά.



**Σχήμα 15.2 Τήξη του μεταλλικού σκραπ σε φούρνο ηλεκτρικού τόξου με εμφύσηση οξυγόνου στη μάζα του λιωμένου μετάλλου**



**Σχήμα 15.3 Τελική διαμόρφωση μετάλλων σε κατάλληλα σχήματα για περαιτέρω χρήσεις**

Η διαδικασία της ανακύκλωσης των υλικών του αυτοκινήτου περιλαμβάνει τις παρακάτω φάσεις :

- α) *Αποστράγγιση και συγκέντρωση όλων των υγρών.* Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο σημείο αυτό λόγω της επικινδυνότητας των υγρών του αυτοκινήτου τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον. Για το λόγο αυτό διαμορφώνονται ειδικοί στεγανοί χώροι με ειδικά συστήματα αναρρόφησης των υγρών ανά είδος και αποθήκευσή τους σε κατάλληλες χωριστές δεξαμενές. Υγρά που συγκεντρώνονται είναι : του συμπλέκτη, των φρένων, του καθαρισμού του παρμπρίζ, της μπαταρίας, του κλιματιστικού, του υδραυλικού τιμονιού.
- β) *Αποσυναρμολόγηση του αυτοκινήτου.* Περιλαμβάνει την πλήρη α-

ποσυναρμολόγηση των μεταλλικών μερών, των τζαμιών και κρυστάλλων, των ελαστικών, των πλαστικών, των ηλεκτρικών και όλων των υπόλοιπων υλικών.

γ) *Συγκέντρωση των υλικών και διαχωρισμός.* Περιλαμβάνει την συγκέντρωση σε μεγάλες αποθήκες όλων των ομοειδών υλικών όπως : των σιδηρούχων μεταλλικών, των μη σιδηρούχων μεταλλικών, των τζαμιών και κρυστάλλων, των ελαστικών, των πλαστικών ανά είδος (βλ. πίνακα 15.1), των ηλεκτρικών, των υπολοίπων υλικών.

δ) *Ποιοτικός έλεγχος παλιών συστημάτων.* Διάφορα εξαρτήματα και ανταλλακτικά (π.χ. καρμπυρατέρ, ηλεκτρικά κλπ.) μετά από έλεγχο είναι δυνατό να επισκευαστούν και να πουληθούν. Τα υπόλοιπα μη χρησιμοποιήσιμα αυτούσια υλικά οδεύουν προς το δρόμο της ανακύκλωσης.

ε) *Πρώθηση στις βιομηχανίες ανακύκλωσης.* Στο τελευταίο αυτό στάδιο έχουμε την πρώθηση των υλικών ανά ομάδα (ομοειδή υλικά) στις διάφορες βιομηχανίες ανακύκλωσης για τη δημιουργία προϊόντων από ανακυκλωμένα υλικά.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 15.1** Κατηγορίες πλαστικών αυτοκινήτου

ΥΛΙΚΟ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
ΑΚΡΥΛΟΝΙΤΡΙΛΙΟ / ΒΟΥΤΑΔΙΕΝΙΟ / ΣΤΥΡΕΝΙΟ	ABS	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ
ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΟ	PA	ΓΚΡΙ
ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ	PE	ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ
ΠΟΛΥΜΕΘΥΛΟ- ΜΕΤΑΚΡΥΛΙΚΟ	PMMA	ΚΟΚΚΙΝΟ
ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ	PP	ΚΙΤΡΙΝΟ
ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΟΧΛΩΡΙΔΙΟ	PVC	ΣΚΟΥΡΟ ΠΡΑΣΙΝΟ
ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ	PUR	ΑΝΟΙΧΤΟ ΜΠΛΕ
ΆΛΛΑ ΥΛΙΚΑ		ΣΚΟΥΡΟ ΜΠΛΕ

Κατά μια μέθοδο που αναπτύχθηκε στο Βέλγιο, το αμάξωμα του αυτοκινήτου ψεκάζεται με υγρό άζωτο (σε θερμοκρασία – 196° C) πριν οδηγηθεί στο διαλυτήριο. Σε αυτές τις θερμοκρασίες ο χάλυβας ψαθυροποιείται αντίθετα με τα μη σιδηρούχα μέταλλα, όπως ο χαλκός και το αλουμίνιο. Τα χαλύβδινα τμήματα του υπερψυγμένου αμαξώματος συντρίβονται στην πρέσα όπως περίπου μια γυάλινη φιάλη που προσκρούει σε δάπεδο σκυροδέματος. Τα μη σιδηρούχα μέταλλα συγκεντρώνονται μαζί και έτσι διαχωρίζονται ευχερέστερα από τα σιδηρούχα μετά την σύνθλιψη.

## 15.2 Διαχείριση αποβλήτων συνεργείου

Είναι προφανές ότι, λόγω των πολλών εργασιών του συνεργείου αυτοκινήτων, δημιουργούνται και πολλά απόβλητα. Με τον όρο αυτό στη συγκεκριμένη περίπτωση εννοούμε οτιδήποτε δεν θα είναι χρήσιμο στην εργασία μας στο μέλλον και άρα θα πρέπει να απορριφθεί.

Η απόρριψη αυτή δεν πρέπει να γίνεται με τυχαίο τρόπο ούτε ευκαιρικά. Είναι δεδομένο ότι κάτι τέτοιο θα είναι επικίνδυνο για ανθρώπους και περιβάλλον και θα έχει αυξημένο τελικά κόστος.

Σύμφωνα και με τα όσα αναπτύχθηκαν σε προηγούμενες παραγράφους, θα πρέπει συστηματικά τα διάφορα χρησιμοποιηθέντα υγρά (λάδια, υγρά φρένων, ψυγείου, κλιματιστικού κλπ.) να τοποθετούνται σε κατάλληλα δοχεία, παλιά μεταλλικά άχρηστα εξαρτήματα, (κινητήρες, κιβώτια ταχυτήτων, καρμπυρατέρ, εξατμίσεις, καταλύτες, κλπ.), ελαστικά, τζάμια και κρύσταλλα, πλαστικά όλων των τύπων και κατηγοριών, μπαταρίες και διάφορα άλλα υλικά να τοποθετούνται σε συγκεκριμένους χώρους και σε τακτά χρονικά διαστήματα να προωθούνται εκτός συνεργείου, στις κατάλληλες για ανακύκλωση βιομηχανίες (απευθείας ή μέσω εταιριών συγκέντρωσης τέτοιων υλικών).

Προσοχή πρέπει επίσης να δίνουμε και στα απόνερα του συνεργείου (εσωτερικού και εξωτερικού χώρου). Θα πρέπει να συλλέγονται σε κατάλληλους συλλέκτες και να γίνεται κατακράτηση των στερεών υλικών π.χ. γρέζια, στουπιά κλπ. (λασποσυλλέκτης), των ελαφρών υγρών π.χ. λαδιών, βενζίνης κλπ. (διαχωριστήρας βενζίνης), και εξουδετέρωση των χημικών, αν υπάρχουν, πριν το υπόλοιπό τους κατευθυνθεί προς τον υπόνομο.





### ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Πολλά παλιά υλικά που βρίσκονται σε ένα αυτοκίνητο αντιπροσωπεύουν μια εμπορική αξία, η οποία μπορεί να επιστραφεί στο κύκλωμα παραγωγής. Έτσι π.χ. τα παλιά ελαστικά με βουλκανισμό ανανεώνονται ή τεμαχίζονται και τα λινά χρησιμοποιούνται σαν ηχομονωτικό υλικό, ενώ το ελαστικό χρησιμοποιείται ύστερα από επεξεργασία σαν ασφαλτοτάπητας. Το ψυκτικό υγρό και το υγρό φρένων καθαρίζονται και αναπαράγονται. Το κέλυφος του συσσωρευτή θρυμματίζεται σε κόκκους και γίνεται πρώτη ύλη για πλαστικά αντικείμενα. Τα οξέα του συσσωρευτή καθαρίζονται και επαναχρησιμοποιούνται, ενώ από τις πλάκες μολύβδου γίνεται ανάκτηση του μετάλλου. Οι παλιοί καταλύτες, τα διάφορα πλαστικά μέρη του αυτοκινήτου, τα διάφορα τζάμια και κρύσταλλα, τα μεταλλικά μέρη (σιδηρούχα και μη σιδηρούχα) ανακυκλώνονται. Το ποσοστό ενός αυτοκινήτου που μπορεί σήμερα να ανακυκλωθεί ξεπερνά το 80%, με στόχο να φτάσει το 90% την επόμενη δεκαετία.
- Η διαδικασία της ανακύκλωσης των υλικών του αυτοκινήτου περιλαμβάνει τις παρακάτω φάσεις :
  - α) Αποστράγγιση και συγκέντρωση όλων των υγρών.
  - β) Αποσυναρμολόγηση του αυτοκινήτου.
  - γ) Συγκέντρωση των υλικών και διαχωρισμός.
  - δ) Ποιοτικός έλεγχος παλιών συστημάτων.
  - ε) Προώθηση στις βιομηχανίες ανακύκλωσης.
- Η απόρριψη των αποβλήτων του συνεργείου δεν πρέπει να γίνεται με τυχαίο τρόπο ούτε ευκαιριακά. Είναι δεδομένο ότι κάτι τέτοιο και επικίνδυνο για ανθρώπους και περιβάλλον θα είναι αλλά και αυξημένο τελικά κόστος θα έχει.
- Θα πρέπει συστηματικά τα διάφορα χρησιμοποιηθέντα υγρά (λάδια, υγρά φρένων, ψυγείου, κλιματιστικού κλπ.) να τοποθετούνται σε κατάλληλα δοχεία, παλιά μεταλλικά άχρηστα εξαρτήματα, (κινητήρες, κιβώτια ταχυτήτων, καρμπυρατέρ, εξατμίσεις, καταλύτες, κλπ.), ελαστικά, τζάμια και κρύσταλλα, πλαστικά όλων των τύπων και κατηγοριών, μπαταρίες και διάφορα άλλα υλικά να τοποθετού-

νται σε συγκεκριμένους χώρους και σε τακτά χρονικά διαστήματα να προωθούνται εκτός συνεργείου, στις κατάλληλες για ανακύκλωση βιομηχανίες (απευθείας ή μέσω εταιριών συγκέντρωσης τέτοιων υλικών).

- Προσοχή πρέπει επίσης να δίνουμε και στα απόνερα του συνεργείου (εσωτερικού και εξωτερικού χώρου).



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί ονομάζουμε ανακύκλωση και ποιές ανάγκες την επέβαλαν ;
2. Αναφέρετε τα πιο σημαντικά από τα ανακυκλώσιμα υλικά του αυτοκινήτου.
3. Με ποιό τρόπο συλλέγονται, διαχωρίζονται και προωθούνται τα υλικά στις βιομηχανίες ανακύκλωσης ;
4. Ποιές είναι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την ανεξέλεγκτη απόρριψη των αποβλήτων του συνεργείου ;
5. Πώς πρέπει να γίνεται η διαχείριση των αποβλήτων ενός συνεργείου αυτοκινήτων ;



### **Προτεινόμενες δραστηριότητες για εμπέδωση των εννοιών του 15ου κεφαλαίου.**

1. Να δοθεί εργασία με βάση τον πίνακα 15.1. Δηλαδή σε ένα ενιαίο πίνακα να συγκεντρωθούν ανά κατηγορία όλα τα γνωστά πλαστικά που υπάρχουν στο αυτοκίνητο (ας επιλεγούν μοντέλα ελεύθερα από τους μαθητές) π.χ. από ABS : κονσόλα τιμονιού, κάλυμμα τιμονιού, γρίλιες αεραγωγών κλπ., από PP: κάλυμμα λουριού εκκεντροφόρου, ανεμιστήρας ψυγείου κλπ., από PUR : καθίσματα, τιμόνι κλπ.
2. Να δοθεί εργασία για εύρεση πληροφοριών σχετικά με τα εργοστάσια ανακύκλωσης υλικών αυτοκινήτων που υπάρχουν στην Ευ-

ρώπη. Τί γίνεται με τις μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες ;

3. Αναζήτηση στο *Internet* πληροφοριών με τίτλο '*car recycling systems*'.
4. Να δοθεί άσκηση σχεδίασης της κάτοψης ενός συνεργείου αυτοκινήτων. Να σχεδιαστούν κατά προσέγγιση οι χώροι που απαιτούνται για τη συγκέντρωση των υλικών προς ανακύκλωση κατά κατηγορία, καθώς και οι συλλεκτήρες των αποβλήτων για επεξεργασία πριν την απόρριψή τους στους υπονόμους.
5. Να γίνουν επισκέψεις σε διάφορα συνεργεία της περιοχής και να παρθούν φωτογραφίες των διαφόρων χώρων. Με βάση αυτά που αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 15, να γίνουν κρίσεις και να εξαχθούν συμπεράσματα για τη γνώση των πραγμάτων αυτών που αφορούν το περιβάλλον εκ μέρους των επαγγελματιών. Πώς θα πρέπει να αλλάξει η κατάσταση ; Ποιό θα είναι το κόστος αυτής της αλλαγής ;

## BIBLIOΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

---

1. R. Gscheidle (2000) **‘Τεχνολογία Υλικών Αυτοκινήτου’**, ΕΤΕ-ΙΩΝ , Αθήνα
2. E. Paul Degarmo, JT. Black, Ronald A. Kohser (1997) **‘Materials and processes in manufacturing’** , Prentice-Hall International, Inc., NJ.
3. J.A.Brydson (1982) **‘Plastics Materials’** , Butterworths, England
4. C.W.Wegst (1983) **‘Stahlschlüssel’**, Verlag Stahlscclusel Wegst Gmbh, D-7142, Marbach
5. W.Otto-K.Schäning (1982) **‘International Comparison of Standard-Materials’** , Beuth Verlag Gmbh, Berlin, Koln
6. Pechner and Bernstein (1977) **‘Handbook of Stainless Steels’**, McGraw-Hill, USA
7. Valbruna Steels (1984) **‘General Catalogue’** ,Vicenza, Italy
8. W. Hufnagel (1982) **‘Key to Aluminium Alloys’**, Aluminium-Verlag, Dusseldorf
9. William D. Callister Jr (1997) **‘Materials Science and Engineering – An Introduction’**, John Wiley and sons Inc., USA.
10. James F. Shackelford (1996) **‘Introduction to Materials Science for Engineers’**, Prentice Hall Inc., USA.

11. William F. Smith (1996) **‘Principles of Materials Science and Engineering’**, McGraw-Hill Inc., USA.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ

---

1. Θ. Καρακώστας- Ν. Νιάρχος (1994) **‘Τεχνολογία Μηχανουργικών Υλικών’**, Παπασωτηρίου, Αθήνα.
2. Κ. Κονοφάγος (1973) **‘Μεταλλογνωσία’**, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα
3. Α.Μωραϊτού-Λεγάκη (1993) **‘Υλικά’**, Εκδόσεις Ευγενιδίου, Αθήνα
4. Α.Αντωνιάδης, Γ.Πανταζόπουλος (1999) **‘Μηχανουργική Τεχνολογία II - Κατεργασίες Διαμόρφωσης’**, ΟΕΔΒ, ΠΙ, Αθήνα
5. Θ.Ζαχμάνογλου, Γ.Καπετανάκης, Π.Καραμπίλας, Γ.Πατσιαβός (1998) **‘Τεχνολογία Αυτοκινήτου’**, ΙΔΕΕΑ, Αθήνα
6. Σ. Καρβούνης (1998) **‘Βιομηχανική Παραγωγή’**, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα
7. Σ. Περδίας (1978) **‘Υλικά Μηχανολογικών Κατασκευών’**, Εκδόσεις Β. Σελλούντος, Αθήνα
8. Γύφτου Π., Παυλάτου Ε., Σκοταράς Ν., Σπυρέλλης Ν. (1999) **‘Τεχνολογία Υλικών’**, Β΄ τάξη ΤΕΕ, Τομέας Χημικών Εργαστηριακών Εφαρμογών, ΟΕΔΒ
9. Μαργαριτόπουλος Θ., Ζαφειρίου Β. (1999) **‘Τεχνολογία Βαφής Αμαξωμάτων’**, ΙΔΕΕΑ
10. Πεπόνης Γ., Σμυρνωτοπούλου Α., Χιονίδου Θ. (2000) **‘Χημεία’**, Β΄ τάξη ΤΕΕ, 1<sup>ος</sup> κύκλος, ΟΕΔΒ.
11. Βάττης Δ., Γαρούφης Α., Κασσελούρη Σ. (1999) **‘Ανόργανη Χημεία’**, Β΄ τάξη ΤΕΕ, 1<sup>ος</sup> κύκλος, Τομέας Χημικών Εργαστηριακών Εφαρμογών, ΟΕΔΒ

12. Υφαντής Δ. (1995) **‘Υλικά- Διάβρωση και Προστασία’**, σημειώσεις ΕΜΠ.
13. Μπατής Γ. **‘ Διάβρωση και προστασία μετάλλων’**, σημειώσεις προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών ΕΜΠ.
14. Αλεξάκης Ν., Αμπατζής Σ. (2000) **‘Φυσική’**, Α΄ τάξη Ενιαίου Λυκείου, ΟΕΔΒ.
15. Στούρνας Σ., Ζαννίκος Φ. (2000) **‘Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών’**, σημειώσεις ΕΜΠ.
16. Καραμουσαντάς Δ., Καραγιαννίδης Α. (2000) **‘ Μηχανολογία Αυτοκινήτου’**, Β΄ τάξη ΤΕΕ, 1<sup>ος</sup> κύκλος, Τομέας Ηλεκτρολογικός, ΟΕΔΒ.
17. Νικολάου Ν., Χριστοφορίδης Α., Μητρόπουλος Α. (2000) **‘ Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών’**, Α΄ τάξη ΤΕΕ, 2<sup>ος</sup> κύκλος, Τομέας Χημικών Εργαστηριακών Εφαρμογών, ΟΕΔΒ.
18. Μπίγγος Χ., Καραπάνος Χ. (2000) **‘ Καύσιμα-Λιπαντικά’**, ΙΩΝ.
19. Παπαευαγγέλου Τ. (1988) **‘Καύσιμα-Λιπαντικά’**, Ιδρυμα Ευγενίδου.
20. Παπαζής Σ., Σακκάς Ν., Σαμαράς Β. (2000) **‘Στοιχεία Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων’**, Β΄ τάξη ΤΕΕ, 1<sup>ος</sup> κύκλος, Μηχανολογικός Τομέας, Ειδ. Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>11</b>
1.1	Κατάταξη των υλικών .....	13
1.2	Επιλογή των υλικών .....	14
1.3	Ιδιότητες των υλικών .....	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	<b>ΜΕΤΑΛΛΑ</b> .....	<b>35</b>
2.1	Η εσωτερική δομή των μετάλλων .....	38
2.2	Σιδηρούχα μέταλλα .....	42
2.3	Μη σιδηρούχα μέταλλα .....	66
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>	<b>ΠΟΛΥΜΕΡΗ ΥΛΙΚΑ (πλαστικά-ελαστικά)</b> .....	<b>89</b>
3.1	Εισαγωγή .....	91
3.2	Ορισμός-Προέλευση .....	94
3.3	Κοινές ιδιότητες .....	95
3.4	Εσωτερική δομή .....	96
3.5	Ταξινόμηση πολυμερών .....	98
3.6	Θερμοπλαστικά πολυμερή .....	98
3.7	Θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή .....	102
3.8	Ελαστομερή πολυμερή .....	104
3.9	Μορφοποίηση πολυμερών .....	107



<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ .....</b>	<b>115</b>
4.1 Χαρακτηρισμός των σύνθετων υλικών .....	117
4.2 Είδη σύνθετων υλικών- ιδιότητες- χρήση στο αυτοκίνητο ..	118
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ .....</b>	<b>125</b>
5.1 Είδη κεραμικών υλικών .....	127
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ .....</b>	<b>135</b>
6.1 Μονωτικά υλικά ηλεκτρισμού .....	137
6.2 Θερμομονωτικά υλικά .....	139
6.3 Ηχομονωτικά υλικά .....	140
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ- ΚΟΛΛΕΣ .....</b>	<b>145</b>
7.1 Είδη στεγανοποιητικών υλικών .....	147
7.2 Κόλλες .....	150
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....</b>	<b>157</b>
8.1 Εισαγωγή .....	159
8.2 Ορισμός .....	160
8.3 Τα αίτια της διάβρωσης .....	161
8.4 Παράγοντες που επιδρούν στη διάβρωση .....	162
8.5 Τύποι της διάβρωσης στα μέταλλα .....	163
8.6 Επίδραση ακτινοβολιών στα πολυμερή .....	169
8.7 Προστασία από τη διάβρωση .....	169
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ...</b>	<b>175</b>
9.1 Εισαγωγή .....	177
9.2 Σύσταση των χρωμάτων .....	178
9.3 Ιδιότητες των χρωμάτων .....	179
9.4 Είδη χρωμάτων .....	182

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΤΖΑΜΙΑ – ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ .....</b>	<b>189</b>
10.1 Εισαγωγή .....	191
10.2 Είδη κρυστάλλων που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα ..	193
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ .....</b>	<b>197</b>
11.1 Εισαγωγή .....	200
11.2 Βασικές έννοιες – Ορισμοί .....	201
11.3 Λειτουργίες του λιπαντικού .....	204
11.4 Είδη λίπανσης.....	206
11.5 Είδη λιπαντικών .....	211
11.6 Υγρά λιπαντικά .....	212
11.7 Ημιστερεά λιπαντικά .....	220
11.8 Στερεά λιπαντικά.....	221
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 ΚΑΥΣΙΜΑ .....</b>	<b>229</b>
12.1 Εισαγωγή .....	231
12.2 Καύση .....	232
12.3 Κατάταξη των καυσίμων .....	238
12.4 Καύσιμα ΜΕΚ .....	240
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΥΓΡΑ- ΥΓΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ- ΨΥΚΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ .</b>	<b>267</b>
13.1 Υδραυλικά υγρά .....	269
13.2 Υγρά συστήματος ψύξης του κινητήρα .....	272
13.3 Ψυκτικό μέσο κλιματισμού αυτοκινήτων .....	274
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ- ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ .....</b>	<b>281</b>
14.1 Εισαγωγή .....	283
14.2 Ομαδοποίηση των επικίνδυνων υλικών σε στερεά, υγρά και αέρια .....	284
14.3 Προέλευση των επικίνδυνων υλικών ανά ομάδα .....	285

14.4	Επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό (ασθένειες) .....	286
14.5	Μέτρα ασφαλείας .....	290

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ-****ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....** 297

15.1	Ανακυκλώσιμα υλικά αυτοκινήτου .....	299
15.2	Διαχείριση αποβλήτων συνεργείου .....	303

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....** 307