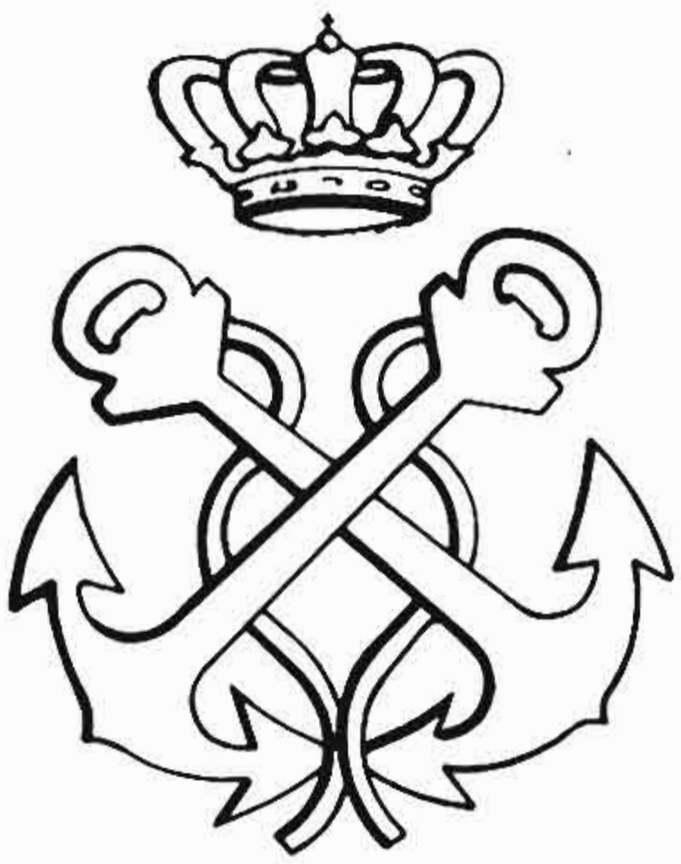
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
1954

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΚΑΥΣΙΜΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΝ ΚΕΙΜΕΝΟΝ

ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΩΝ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ, ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ, ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

(Διὰ Μηχανικοὺς)

Μαθηματικὰ

Πυρηνικὴ Φυσικὴ

'Αγγλικὰ

Τεχνικὴ Μηχανικὴ

Θερμοδυναμικὴ

Μεταλλογνωσία - Μεταλλοτεχνία

Λέβητες

'Ατμομηχαναὶ (Παλινδρ. - Στρόβιλοι)

Μ.Ε.Κ.

'Ηλεκτροτεχνία

Μηχανήματα σκάφους

Ψυκτικαὶ ἐγκαταστάσεις

Στοιχεῖα Ναυπηγίας

Καύσιμα - Λιπαντικὰ

Τηλεκίνησις - Αὐτοματισμὸς συγχρόνων πλοίων

'Ηλεκτρονικὰ

Μηχανουργικὴ Τεχνολογία

Σχέδιον

Γενικαὶ ἐπαγγελματικαὶ γνώσεις

Τεχνικὴ ὁρολογία πλοίου

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

Ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης, ἱδρυτὴς καὶ χορηγὸς τοῦ «Ἱδρύματος Εὐγενίδου» προεῖδεν ἐνωρίτατα καὶ ἐσχημάτισε τὴν βαθεῖαν πεποίθησιν ὅτι ἀναγκαῖον παράγοντα διὰ τὴν πρόοδον τοῦ ἔθνους θὰ ἀπετέλει ἡ ἀρτία κατάρτισις τῶν τεχνικῶν μας ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν ἠθικὴν ἀγωγὴν αὐτῶν.

Τήν πεποίθησίν του αὐτὴν τὴν μετέτρεψεν εἰς γενναιόφρονα πρᾶξιν εὐεργεσίας, ὅταν ἐκληροδότησε σεβαστὸν ποσὸν διὰ τὴν σύστασιν Ἱδρύματος, ποὺ θὰ εἶχεν σκοπὸν νὰ συμβάλλῃ εἰς τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν τῶν νέων τῆς Ἑλλάδος.

Διὰ τοῦ Β. Διατάγματος τῆς 10ης Φεβρουαρίου 1956, συνεστήθη τὸ Ἵδρυμα Εὐγενίδου καὶ κατὰ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαθέτου ἐτέθη ὑπὸ τὴν διοίκησιν τῆς ἀδελφῆς του Κυρίας Μαρ. Σίμου. Ἀπὸ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἤρχισαν πραγματοποιούμενοι οἱ σκοποί, ποὺ ὡραματίσθη ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης καὶ συγχρόνως ἡ πλήρωσις μιᾶς ἀπὸ τὰς βασικωτέρας ἀνάγκας τοῦ ἐθνικοῦ μας βίου.

* * *

Κατὰ τὴν κλιμάκωσιν τῶν σκοπῶν του, τὸ Ἵδρυμα προέταξε τὴν ἔκδοσιν τεχνικῶν βιβλίων τόσον διὰ λόγους θεωρητικοὺς ὅσον καὶ πρακτικούς. Ἐκρίθη, πράγματι, ὅτι ἀπετέλει πρωταρχικὴν ἀνάγκην ὁ ἐφοδιασμὸς τῶν μαθητῶν μὲ σειρὰς βιβλίων, αἱ ὁποῖαι θὰ ἔθετον ὀρθὰ θεμέλια εἰς τὴν παιδείαν των καὶ αἱ ὁποῖαι θὰ ἀπετέλουν συγχρόνως πολύτιμον βιβλιοθήκην διὰ κάθε τεχνικόν.

Εἰδικώτερον, ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὰ ἐκπαιδευτικὰ βιβλία τῶν μαθητῶν τῶν Δημοσίων Σχολῶν Ἐμπορικοῦ Ναυτικοῦ, τὸ Ἵδρυμα ἀνέλαβε τὴν ἔκδοσίν των ἐν πλήρει καὶ στενῇ συνεργασίᾳ μετὰ τῆς Διευθύνσεως Ναυτικῆς Ἐκπαιδεύσεως τοῦ Ὑπουργείου Ἐμπορικῆς Ναυτιλίας, ὑπὸ τὴν ἐποπτείαν τοῦ ὁποίου ὑπάγονται αἱ Σχολαὶ αὗται.

Ἡ ἀνάθεσις εἰς τὸ Ἵδρυμα ἐγένετο δυνάμει τῆς ὑπ' ἀριθ. 61288/5031, 9ης Αὐγούστου 1966, ἀποφάσεως τοῦ Ὑπουργοῦ Ἐμπορικῆς Ναυτιλίας δι' ἧς συνεκροτήθη καὶ ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐκδόσεων.

Κύριος σκοπὸς τῶν ἐκδόσεων αὐτῶν εἶναι ἡ παροχὴ πρὸς τοὺς μαθητὰς τῶν ναυτικῶν σχολῶν τῶν ἀναγκαίων ἐκπαιδευτικῶν κειμένων, τὰ ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὰ ἐν ταῖς Σχολαῖς διδασκόμενα μαθήματα.

Ἐν τούτοις ἐλήφθη πρόνοια, ὥστε τὰ βιβλία νὰ εἶναι γενικώτερον χρήσιμα δι' ὅλους τοὺς ἀξιωματικοὺς τοῦ Ἐμπορικοῦ Ναυτικοῦ, τοὺς ἀσκοῦντας ἤδη τὸ ἐπάγγελμα καὶ ἐξελισσομένους εἰς τὴν ἱεραρχίαν τοῦ κλάδου των.

* * *

Οἱ συγγραφεῖς καὶ ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐκδόσεων τοῦ Ἱδρύματος κατέβαλον κάθε προσπάθειαν, ὥστε τὰ βιβλία νὰ εἶναι ἐπιστημονικῶς ἄρτια ἀλλὰ καὶ προσηρμοσμένα εἰς τὰς ἀνάγκας καὶ τὰς δυνατότητας τῶν μαθητῶν. Δι' αὐτὸ καὶ τὰ βιβλία αὐτὰ ἔχουν γραφῆ εἰς ἁπλῆν γλῶσσαν καὶ ἀνάλογον πρὸς τὴν στάθμην τῆς ἐκπαιδεύσεως διὰ τὴν ὁποίαν προορίζεται ἑκάστη σειρὰ τῶν βιβλίων. Ἡ τιμὴ τῶν βιβλίων ὡρίσθη τόσον χαμηλή, ὥστε νὰ εἶναι προσιτὰ καὶ εἰς τοὺς πλέον ἀπόρους μαθητάς.

Οὕτω προσφέρονται εἰς τὸ εὐρὺ κοινὸν τῶν καθηγητῶν καὶ τῶν μαθητῶν τῆς ναυτικῆς μας ἐκπαιδεύσεως καὶ εἰς ὅλους τοὺς ἀξιωματικοὺς τοῦ Ε.Ν. αἱ ἐκδόσεις τοῦ Ἱδρύματος, τῶν ὁποίων ἡ συμβολὴ εἰς τὴν πραγματοποίησιν τοῦ σκοποῦ τοῦ Εὐγενίου Εὐγενίδου ἐλπίζεται νὰ εἶναι μεγάλη.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ἀλέξανδρος Ι. Παππᾶς, Ὁμότ. Καθηγητὴς Ε. Μ. Πολυτεχνείου, Πρόεδρος.
Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ. Μηχ. Ἠλεκτρ., Ἐφοπλιστής, Ἀντιπρόεδρος.
Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικὸς Καθηγητὴς Ε. Μ. Πολυτεχνείου.
Ἑλλάδιος Σίδερης, Ὑποναύαρχος Μηχ. (ἐ.ἀ.).
Ἀλέξιος Εὐαγ. Μοσχονᾶς, Ἀντιπλοίαρχος Λ.Σ., Διευθ. Ναυτ. Ἐκπ. Υ.Ε.Ν.
Κωνστ. Α. Μανάφης, Διδ. Φιλ., Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἱδρύματος.
Δημοσθένης Π. Μεγαρίτης, Γραμματεὺς τῆς Ἐπιτροπῆς.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΤΡΙΑΝΤΑΦ. Ι. ΠΑΠΑΕΥΑΓΓΕΛΟΥ

ΧΗΜΙΚΟΥ

ΠΛΩΤΑΡΧΟΥ Π.Ν.

ΚΑΥΣΙΜΑ-ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ

ΑΘΗΝΑΙ

1972

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ἡ ὕλη τοῦ ἀνὰ χεῖρας βιβλίου ἔχει ὡς βάσιν τὸ πρόγραμμα τῶν Δημοσίων Σχολῶν Ἐμπορικοῦ Ναυτικοῦ, τὸ ἐκπονηθὲν ὑπὸ τοῦ Ὑπουργείου Ναυτιλίας - Μεταφορῶν - Ἐπικοινωνιῶν.

Πλὴν ὅμως ἐθεωρήθη σκόπιμον ὅπως, ἐν τῷ πλαισίῳ τῆς γενικωτέρας ἐγκυκλοπαιδικῆς μορφώσεως τῶν μηχανικῶν τοῦ Ἐμπορικοῦ Ναυτικοῦ ἀφ' ἑνὸς καὶ τῆς ἐνημερώσεως ἐπὶ τῶν νεωτέρων ἐξελίξεων εἰς τὸν τομέα τῆς Τεχνολογίας τῶν Καυσίμων καὶ Λιπαντικῶν ἀφ' ἑτέρου, ἡ ὕλη ἐπεκταθῇ δι' ὀλίγων καὶ εἰς κεφάλαια μὴ προβλεπόμενα ὑπὸ τοῦ ὡς ἄνω προγράμματος, παρουσιάζοντα ὅμως μέγα ἐνδιαφέρον. Τὰ κεφάλαια αὐτὰ εἶναι τὰ περὶ Πυρηνικῶν Καυσίμων καὶ περὶ Καυσίμων Πυραύλων ὡς καὶ ἡ περὶ Ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος ἐπισκόπησις, ἡ ὁποία ἐπιχειρεῖται εἰς τὸ Α' κεφάλαιον, καὶ τὰ περὶ τῆς σημασίας, τὴν ὁποίαν ἔχουν διὰ τὸν μηχανικὸν τὰ καύσιμα καὶ τὰ λιπαντικά. Ὅλα αὐτὰ τὰ κεφάλαια ἔχουν στοιχειοθετηθῇ διὰ μικροτέρων τυπογραφικῶν στοιχείων, δύναται δὲ ὁ διδάσκων κατὰ τὴν κρίσιν του νὰ τὰ ἀναπτύσσῃ πρὸς τοὺς μαθητάς, ὑποκινῶν συνάμα τὸ ἐνδιαφέρον των διὰ θέματα καθημερινῆς ἐπικαιρότητος.

Πέρα τῶν ἀνωτέρω ἐκφράζεται ἡ ἐλπὶς ὅτι τὸ ἀνὰ χεῖρας πόνημα συμπληρώνει ὑφιστάμενον κενὸν ὡς πρὸς παρόμοια βοηθήματα εἰς τὰς Τεχνικὰς Σχολὰς καὶ εἰδικώτερον εἰς τὰς Σχολὰς Μηχανικῶν Ε.Ν., τὸ ὁποῖον καὶ ὁ συγγραφεὺς ὡς καθηγητὴς Τεχνικῶν Σχολῶν ἐπὶ πολλὰ ἔτη ἀντεμετώπισεν. Ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν μετέπειτα ἐπαγγελματικήν των σταδιοδρομίαν θὰ ἀποτελέσῃ τὸ παρὸν βιβλίον χρήσιμον ἐγχειρίδιον, εἰς τὸ ὁποῖον θὰ δύνανται νὰ ἀνατρέχουν ἀνὰ πᾶσαν στιγμήν.

Ἰδιαιτέρως ἐκφράζω εὐχαριστίας πρὸς τὴν ἐπιτροπὴν Ἐκδόσεων τοῦ Ἱδρύματος Εὐγενίδου διὰ τὴν ἀνάθεσιν τῆς συγγραφῆς τοῦ βιβλίου ὡς καὶ διὰ τὰς πολυτίμους ὑποδείξεις αὐτῆς. Τὸ Ἐκδοτικὸν τμῆμα τοῦ Ἱδρύματος εὐχαριστῶ διὰ τὰς καταβληθείσας προσπαθείας πρὸς ἀρτιωτέραν ἔκδοσιν.

Ὁ συγγραφεὺς

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γενικὰ περὶ καυσίμων

0 – 1 Τὰ καύσιμα ὡς πηγὴ ἐνεργείας 1
0 – 2 Αἱ ἐνεργειακαὶ ἀνάγκαι τῆς ἀνθρωπότητος 2
0 – 3 Αἱ σπουδαιότεραι πηγαὶ ἐνεργείας 3
0 – 4 Σημασία τῶν καυσίμων καὶ τῶν λιπαντικῶν διὰ τὸν μηχανικὸν ... 6

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

Ὑγρὰ καύσιμα

ΚΕΦ. 1 **Κατάταξις τῶν ὑγρῶν καυσίμων** 7
ΚΕΦ. 2 **Τὸ φυσικὸν πετρέλαιον** 8
ΚΕΦ. 3 **Σύστασις τοῦ πετρελαίου**

3 – 1 Ὑδρογονάνθρακες 11
3 – 2 Κατάταξις τῶν ὑδρογονανθράκων ὡς πρὸς τὴν δομὴν τοῦ μορίου 12
3 – 3 Κατάταξις τῶν ὑδρογονανθράκων ὡς πρὸς τὸν βαθμὸν κορεσμοῦ τοῦ μορίου 14
3 – 4 Ἰσομέρεια 15
3 – 5 Λοιπὰ συστατικὰ τοῦ πετρελαίου 17

ΚΕΦ. 4 **Προέλευσις τοῦ πετρελαίου** 18
ΚΕΦ. 5 **Παραγωγὴ καὶ ἐπεξεργασία τοῦ πετρελαίου**

5 – 1 Γενικὰ 20
5 – 2 Ἔρευναι διὰ τὴν ἀνακάλυψιν πετρελαίου 20
5 – 3 Ἀνόρυξις 21
5 – 4 Ἐπεξεργασία διύλισις 23
5 – 5 Κατεργασίαι μετὰ τὴν διύλισιν 28

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Περιγραφὴ τῶν κυριωτέρων ὑγρῶν καυσίμων

ΚΕΦ. 6 **Συνοπτικὴ περιγραφὴ** 32
ΚΕΦ. 7 **Βενζίνη**

7 – 1 Γενικὰ περὶ βενζίνης 34
7 – 2 Ἰδιότητες τῆς βενζίνης 35

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

7 – 3 Προδιαγραφαὶ τῆς βενζίνης 43
7 – 4 Συνθετικὴ βενζίνη 44

ΚΕΦ. 8 **Πετρέλαιον Diesel**

8 – 1 Γενικὰ 45
8 – 2 Ποιότης καύσεως. Ἀριθμὸς κετανίων 45
8 – 3 Λοιπαὶ ἰδιότητες 50
8 – 4 Προδιαγραφαὶ πετρελαίου Diesel 52

ΚΕΦ. 9 **Πετρέλαιον λεβήτων (Μαζούτ)**

9 – 1 Γενικὰ περὶ μαζούτ. Πλεονεκτήματα ἔναντι τῶν γαιανθράκων..... 54
9 – 2 Ἰδιότητες πετρελαίου λεβήτων 55
9 – 3 Χρῆσις τοῦ μαζοὺτ εἰς μηχανὰς Diesel 56
9 – 4 Προδιαγραφαὶ τοῦ μαζοὺτ 63
9 – 5 Τὸ δίκτυον τοῦ πετρελαίου καύσεως 64

ΚΕΦ. 10 **Ἡ καῦσις τοῦ πετρελαίου εἰς τὰς μηχανὰς Diesel**

10 – 1 Γενικὰ περὶ καύσεως 73
10 – 2 Σημασία τῆς καύσεως 75
10 – 3 Ἡ καῦσις τοῦ πετρελαίου εἰς τὰς μηχανὰς Diesel 76

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

Ἔλεγχος καὶ δοκιμαὶ τῶν καυσίμων

ΚΕΦ. 11 **Περιγραφὴ τῶν κυριωτέρων δοκιμῶν καυσίμων**

11 – 1 Ἡ σημασία τῶν δοκιμῶν 81
11 – 2 Μακροσκοπικὴ ἐξέτασις. Βαθμὸς καθαρότητος 82
11 – 3 Εἰδικὸν βάρος 82
11 – 4 Ἰξῶδες 84
11 – 5 Ἀπόσταξις 89
11 – 6 Σημεῖον ἀναφλέξεως καὶ σημεῖον καύσεως 89
11 – 7 Θεῖον 91
11 – 8 Σημεῖον ροῆς. Σημεῖον πήξεως 92
11 – 9 Θερμαντικὴ ἱκανότης 93
11 – 10 Ἐξανθράκωμα 96

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Λοιπὰ εἴδη καυσίμων

ΚΕΦ. 12 **Στερεὰ καύσιμα**

12 – 1 Εἴδη στερεῶν καυσίμων 98
12 – 2 Γαιάνθρακες..... 99

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

12 – 3 Σημασία τῶν γαιανθράκων ὡς πηγῆς ἐνεργείας 101
12 – 4 Τὰ κύρια χαρακτηριστικὰ τῶν γαιανθράκων 101
12 – 5 Ἡ αὐτανάφλεξις τῶν γαιανθράκων 103

ΚΕΦ. 13 **Ἀέρια καύσιμα**

13 – 1 Σημασία τῶν ἀερίων καυσίμων 104
13 – 2 Φυσικὰ ἀέρια καύσιμα 105
13 – 3 Τεχνητὰ ἀέρια καύσιμα 105

ΚΕΦ. 14 **Καύσιμα πυραύλων**

14 – 1 Γενικὰ 109
14 – 2 Στερεὰ καύσιμα 109
14 – 3 Ὑγρὰ καύσιμα 110

ΚΕΦ. 15 **Πυρηνικὰ καύσιμα**

15 – 1 Γενικὰ 111
15 – 2 Ἐφαρμογαὶ τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας 111
15 – 3 Πρόωσις πλοίων διὰ πυρηνικῆς ἐνεργείας 112

ΚΕΦ. 16 **Γενικὰ περὶ λιπάνσεως**

16 – 1 Σκοπὸς καὶ σημασία τῆς λιπάνσεως 117
16 – 2 Περὶ τριβῆς 117
16 – 3 Ἔργον τριβῆς. Ἀπώλεια ἰσχύος λόγω τριβῆς 119
16 – 4 Ἀποτελέσματα τῆς τριβῆς 121
16 – 5 Θεωρία τῆς λιπάνσεως. Λιπαντικὴ μεμβράνη 123
16 – 6 Παράγοντες ἐπιδρῶντες ἐπὶ τῆς λιπάνσεως 126
16 – 7 Ἡ ὁμαλὴ λειτουργία τῆς μηχανῆς καὶ τὸ λιπαντέλαιον 127

ΚΕΦ. 17 **Εἴδη λιπαντικῶν**

17 – 1 Τὰ γενικὰ χαρακτηριστικὰ ἑνὸς λιπαντικοῦ 129
17 – 2 Κατάταξις τῶν λιπαντικῶν 130
17 – 3 Ὀρυκτέλαια 132
17 – 4 Συνθετικὰ λιπαντικὰ 137
17 – 5 Στερεὰ λιπαντικὰ 139

ΚΕΦ. 18 **Ἔλεγχος καὶ δοκιμασία τῶν λιπαντικῶν**

18 – 1 Σκοπὸς καὶ σημασία τῶν δοκιμῶν 142
18 – 2 Δειγματοληψία 144
18 – 3 Μακροσκοπικὴ ἐξέτασις 145
18 – 4 Ἰξῶδες. Δείκτης ἰξώδους 146
18 – 5 Σημεῖον ροῆς, σημεῖον πήξεως καὶ σημεῖον νεκρώσεως 151
18 – 6 Ἀντοχὴ εἰς ὀξείδωσιν 153
18 – 7 Ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως 154

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

18 – 8 Ἐξανθράκωμα 154
18 – 9 Συντελεστὴς ἀντοχῆς 155
18 – 10 Πτητικότης τοῦ ἐλαίου 156
18 – 11 Βαθμὸς καθαρότητος 157
18 – 12 Δοκιμὴ γαλακτώσεως 158
18 – 13 Μηχανικαὶ δοκιμασίαι 159
18 – 14 Δοκιμαὶ ἐκτελούμεναι ἐπὶ τοῦ πλοίου 160

ΚΕΦ. 19 **Ἡ χρῆσις τῶν λιπαντικῶν — Συστήματα λιπάνσεως**

19 – 1 Συστήματα λιπάνσεως 165
19 – 2 Περιγραφὴ λιπαντηρίων διατάξεων 166
19 – 3 Ἡ λίπανσις τῶν ἐδράνων 168
19 – 4 Ἡ λίπανσις τῶν ἀτμοστροβίλων 171
19 – 5 Ἡ λίπανσις τῶν M.E.K. 173
19 – 6 Λίπανσις παλινδρομικῶν μηχανῶν 183
19 – 7 Λίπανσις ψυκτικῶν μηχανῶν 187
19 – 8 Λίπανσις ὀδοντωτῶν τροχῶν 189
19 – 9 Μονωτικὰ ἔλαια 191

ΚΕΦ. 20 **Ἀλλοιώσεις τῶν λιπαντικῶν κατὰ τὴν χρῆσιν**

20 – 1 Αἴτια τῶν ἀλλοιώσεων 195
20 – 2 Συνέπειαι ἐκ τῆς ἀλλοιώσεως. Τρόποι ἀντιμετωπίσεως 198
20 – 3 Καθαρισμὸς τοῦ ἐλαίου κατὰ τὴν χρῆσιν του 199
20 – 4 Ἀντικατάστασις τοῦ ἐλαίου 202
20 – 5 Ἀναζωογόνησις ἐλαίων 203

ΚΕΦ. 21 **Λιπαντικὰ λίπη**

21 – 1 Γενικὰ 205
21 – 2 Παραγωγὴ στεάτων 206
21 – 3 Ἰδιότητες τῶν στεάτων. Ποιοτικὸς ἔλεγχος 209
Παράρτημα πινάκων 214
Εὑρετήριον 221

Ι. ΚΑΥΣΙΜΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

0·1 Τὰ καύσιμα ὡς πηγὴ ἐνεργείας.

Καύσιμα καλοῦνται τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα, ὅταν καίωνται, παράγουν θερμότητα, δυναμένην νὰ μετατραπῆ εἰς ἐνέργειαν.

Καῦσιν καλοῦμεν τὴν ταχεῖαν ἕνωσιν τῶν διαφόρων σωμάτων μὲ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος.

Φαινόμενον ἀνάλογον πρὸς τὴν καῦσιν εἶναι ἡ *ὀξείδωσις*, διαφέρει δὲ αὐτῆς κατὰ τὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὁποίαν γίνεται ἡ μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἕνωσις. Δύναται δηλαδὴ νὰ λεχθῆ ὅτι ὀξείδωσις εἶναι ἡ βραδεῖα ἕνωσις τῶν διαφόρων σωμάτων μὲ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καθίσταται φανερὸν ὅτι κάθε σῶμα, ποὺ ἑνοῦται μὲ τὸ ὀξυγόνον, δὲν δύναται νὰ χαρακτηρισθῆ ὡς *καύσιμον*, ἂν ἡ παραγομένη θερμότης δὲν μετατρέπεται εὐκόλως εἰς ἐνέργειαν. Π.χ. ὁ σίδηρος ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας ἑνοῦται εὐκόλως μὲ τὸ ὀξυγόνον. Ἡ παραγομένη ὅμως ἐκ τῆς ἑνώσεως αὐτῆς θερμότης δὲν εἶναι ἐνεργειακῶς ἐκμεταλλεύσιμος. Ἑπομένως ὁ σίδηρος δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ χαρακτηρισθῆ ὡς καύσιμον. Ὁ ἄνθραξ ὅμως, τὸ πετρέλαιον ἢ τὸ φωταέριον ὑπὸ τὴν ἀνωτέρω ἔννοιαν εἶναι *καύσιμα*, διότι ἡ ἐκ τῆς καύσεώς των παραγομένη θερμότης εὐκόλως μετατρέπεται εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν.

Ἡ μετατροπὴ τῆς θερμικῆς ἐνεργείας, ἡ ὁποία παράγεται ἐκ τῆς καύσεως τῶν καυσίμων, εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν γίνεται ἀπὸ τὰς *θερμικὰς μηχανάς*.

Τὰ καύσιμα ὑπὸ τὰς τρεῖς σπουδαιοτέρας των μορφάς :

— *Στερεὰ καύσιμα* (Γαιάνθρακες)

— *Ὑγρὰ καύσιμα* (Πετρελαιοειδῆ)

— *Ἀέρια καύσιμα* (Φυσικὸν ἀέριον, Ὑγραέρια)

καλύπτουν σήμερον τὰ 96% τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος, ὡς δεικνύει ὁ Πίναξ 0·1·1.

Ἐκ τοῦ αὐτοῦ πίνακος συνάγεται ἀκόμη ὅτι τὸ ἥμισυ σχεδὸν τῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος εἰς ἐνέργειαν καλύπτεται ἀπὸ τὸ πετρέλαιον καὶ τὰ προϊόντα ἐπεξεργασίας του. Ἡ παγκοσμία παραγωγὴ

πετρελαίου κατὰ τὸ 1970 ὑπερέβη εἰς τόννους τὰ 2 δισεκατομμύρια.

Εἰδικώτερον διὰ τὴν λειτουργίαν τῶν Ναυτικῶν Μηχανῶν καὶ τὴν δι' αὐτῶν πρόωσιν τῶν πλοίων, ἡ χρησιμοποίησις τοῦ πετρελαίου πλησιάζει τὸ 100 %. Ὀλίγα πλοῖα κινοῦνται ἀκόμη μὲ γαιάνθρακας καὶ εἰς ἀκόμη ὀλιγώτερα ἔχει ἐφαρμοσθῆ ἡ πυρηνικὴ πρόωσις.

ΠΙΝΑΞ 0·1·1

α/α	ΑΙ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΕΡΑΙ ΠΗΓΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
1	Στερεὰ Καύσιμα (Γαιάνθρακες)	26 %
2	Ὑγρὰ καύσιμα (Πετρελαιοειδῆ)	50 %
3	Ἀέρια καύσιμα (Φυσικὸν ἀέριον)	20 %
4	Ὑδατοπτώσεις (Λευκὸς ἄνθραξ)	2 %
5	Πυρηνικὴ ἐνέργεια	1,5 %
6	Λοιπαὶ πηγαὶ ἐνεργείας (Συνθετικὰ καύσιμα, ἡλιακὴ ἐνέργεια, αἰολικὴ ἐνέργεια)	0,5 %

Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἐκ τῶν διαφόρων καυσίμων μεγαλυτέρα σημασία δίδεται εἰς τὰ ὑγρὰ καύσιμα καὶ κυρίως εἰς τὰ πετρελαιοειδῆ. Εἰς τὸ Δ' μέρος τοῦ βιβλίου ἐξετάζονται τὰ ἄλλα εἴδη τῶν καυσίμων (στερεὰ - ἀέρια - πυρηνικὰ καύσιμα) λίαν συνοπτικῶς.

0·2 Αἱ ἐνεργειακαὶ ἀνάγκαι τῆς ἀνθρωπότητος.

Ὁ ἄνθρωπος χρειάζεται ἐνέργειαν διὰ τὰς μεταφοράς του καὶ διὰ τὴν λειτουργίαν τῶν βιομηχανιῶν του. Τὴν ἐνέργειαν αὐτὴν ἀντλεῖ ἐκ διαφόρων πηγῶν, αἱ ὁποῖαι ἀναγράφονται ἀναλυτικῶς εἰς τὸν Πίνακα 0·1·1.

Τό σύνολον τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ αἰῶνος μας ἦτο σχετικῶς μικρόν, ἤτοι περίπου 1 δισεκατομμύριον τόννοι *ἰσοδυνάμου ἄνθρακος*, οἱ ὁποῖοι ἀντιστοιχοῦν εἰς 5×10^{15} χιλιογραμμοθερμίδας (kcal) (1 τόννος ἰσοδυνάμου ἄνθρακος = 5 000 000 kcal). Ἡ ἁλματώδης βιομηχανικὴ ἀνάπτυξις τοῦ αἰῶνος μας καὶ ἡ τεραστία αὔξησις τοῦ ἀριθμοῦ τῶν πάσης φύσεως μεταφορικῶν μέσων εἶχον ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἀνάλογον αὔξησιν τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν, ποὺ κατὰ τὴν περίοδον 1900 - 1971 ἔφθασε τὰ 600 %. Κατὰ τὸ 1971 ἡ ἀνθρωπότης ἐχρειάσθη ἐνέργειαν ἰσοδύναμον πρὸς 6 δισεκατομμύρια τόννους ἄνθρακος, προβλέπεται δὲ ὅτι μέχρι τοῦ

ἔτους 2000 αἱ ἐνεργειακαὶ ἀνάγκαι θὰ ὑπερβοῦν τὰ 15 δισεκατομμύρια τόννους ἰσοδυνάμου ἄνθρακος ἐτησίως.

0·3 Αἱ σπουδαιότεραι πηγαὶ ἐνεργείας.

Μόλις πρὸ ἑκατονταετίας τὸ πλεῖστον τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν του ὁ ἄνθρωπος ἐκάλυπτε διὰ τῆς μυϊκῆς δυνάμεώς του καὶ τῶν ζώων. Τὰ καύσιμα τὰ ἐχρησιμοποίει μόνον διὰ θέρμανσιν καὶ φωτισμόν, καὶ αὐτὰ εἰς περιωρισμένην κλίμακα. Μὲ τὴν *βιομηχανικὴν ἐπανάστασιν* τοῦ 19ου αἰῶνος καὶ τὴν ραγδαίαν ἐξέλιξιν τῶν μηχανῶν εἰς τὴν κίνησιν ὅλων τῶν μεταφορικῶν μέσων κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ αἰῶνος μας, τὰ καύσιμα κατέλαβον πρωτεύουσαν θέσιν εἰς τὸν σύγχρονον πολιτισμόν. Τὸ ποσοστὸν μάλιστα ἐνεργείας, ποὺ συνολικῶς καταναλίσκει μία χώρα συγκαταλέγεται μεταξὺ τῶν κριτηρίων τῆς προόδου καὶ ἐξελίξεώς της.

Αἱ σπουδαιότεραι πηγαί, τὰς ὁποίας ἡ ἀνθρωπότης χρησιμοποιεῖ διὰ νὰ καλύψη τὰς τεραστίας της ἀνάγκας εἰς ἐνέργειαν, ἐξετάζονται συνοπτικῶς κατωτέρω :

α) Στερεὰ καύσιμα. Εἶναι κυρίως αἱ διάφοροι κατηγορίαι *γαιανθράκων*, αἱ ὁποῖαι μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ αἰῶνος μας ἦσαν ἡ σπουδαιοτέρα πηγὴ ἐνεργείας. Μέχρι τὸ 1960 κατεῖχον τὴν πρώτην θέσιν, ὁπότε ἐξετοπίσθησαν ἀπὸ τὰ ὑγρὰ καύσιμα, χάρις εἰς τὰ ἀναμφισβήτητα πλεονεκτήματα, τὰ ὁποῖα προσφέρει ἡ χρῆσις αὐτῶν ὡς πηγῶν ἐνεργείας. Τὰ ἀποθέματα τῶν γαιανθράκων εἶναι τεράστια, ἐνῶ δὲν συμβαίνει τὸ ἴδιον μὲ τὰ ἀποθέματα τῶν ὑγρῶν καυσίμων. Ἕνεκα τούτου προβλέπεται ὅτι ὁ ἄνθραξ θὰ ἀποκτήση ἐκ νέου μεγάλην σπουδαιότητα ὡς πηγὴ ἐνεργείας, ὅταν τὸ φάσμα ἐξαντλήσεως τῶν ἀποθεμάτων πετρελαίου ἀναγκάση τοὺς τεχνικοὺς νὰ στραφοῦν καὶ πάλιν πρὸς τὸν ἄνθρακα διὰ νὰ ἱκανοποιήσουν τὰς τεραστίας ἀνάγκας τῆς ἀνθρωπότητος εἰς ἐνέργειαν.

β) Ὑγρὰ καύσιμα. Πρόκειται κυρίως διὰ τὸ πετρέλαιον καὶ τὰ προϊόντα του (βενζῖναι - κεροζίνη - πετρέλαια M.E.K. - μαζούτ), τὰ ὁποῖα σήμερον καλύπτουν σχεδὸν τὸ ἥμισυ τῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος εἰς ἐνέργειαν. Ἡ παγκοσμία παραγωγὴ πετρελαίου τὸ 1900 ἦτο μόλις 30 ἑκατομμύρια τόννοι, ἐκ τῶν ὁποίων σημαντικώτερα προϊόντα ἦσαν τὸ φωτιστικὸν πετρέλαιον καὶ τὸ μαζούτ. Ἡ ἐξάπλωσις τῶν M.E.K. ἀπὸ τῶν ἀρχῶν τοῦ αἰῶνος μας καὶ ἡ χρησιμοποίησίς των διὰ τὴν κίνησιν τῶν μηχανῶν ὅλων τῶν μεταφορικῶν μέσων (πλοῖ

τραῖνα, αὐτοκίνητα, ἀεροπλάνα), ποὺ συνεχίζεται μέχρι σήμερον, ἔδωκαν τεραστίαν ὤθησιν εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ πετρελαίου, ἡ ὁποία κατέλαβε δεσπόζουσαν θέσιν εἰς τὴν οἰκονομίαν τῶν διαφόρων χωρῶν, ἐπέβαλε τὴν ἰδικήν της γραμμὴν εἰς τὰς τεχνικὰς ἐξελίξεις τῶν θερμικῶν μηχανῶν καὶ ὑπῆρξεν αἰτία, ἢ τουλάχιστον ἀφορμή, πολέμων. Σήμερον ἡ ἐτησία παραγωγὴ πετρελαίου ἀνέρχεται εἰς 2,6 δισεκατομμύρια τόννους περίπου.

Τὰ ἀποθέματα πετρελαίου ἐκτιμῶνται σήμερον εἰς 80 δισεκατομμύρια τόννους, ἤτοι ἐπαρκοῦν διὰ 30 περίπου ἔτη. Αὐτὸ βέβαια δὲν σημαίνει ὅτι τὸ ἔτος 2000 δὲν θὰ ἀπομείνῃ ἐπὶ τῆς γῆς πετρέλαιον πρὸς ἐκμετάλλευσιν, διότι καὶ πρὸ 30 ἐτῶν πάλιν αἱ αὐταὶ περίπου προβλέψεις ἴσχυον. Τοῦτο ἐξηγεῖται ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι παραλλήλως πρὸς τὴν αὔξησιν τῶν ἀναγκῶν εἰς πετρέλαιον, συμβαδίζει καὶ ἡ ἀνακάλυψις νέων κοιτασμάτων. Πάντως δὲν εἶναι μακρὰν ἡ ἐποχή, ποὺ αἱ ἀπαιτήσεις διὰ καύσιμα θὰ εἶναι τόσον μεγάλαι, ὥστε τὸ πετρέλαιον νὰ μὴ δύναται νὰ ἀνταποκριθῇ πρὸς τὴν ζήτησιν. Τότε ἡ ἀνθρωπότης θὰ ἐπιστρέψῃ εἰς τὸν ἄνθρακα ὑπὸ νέαν μορφήν, ἢ θὰ ἀναζητήσῃ νέας πηγὰς ἐνεργείας. Αὐτὴ ἡ τάσις ἤρχισεν ἤδη νὰ ἀναφαίνεται εἰς τὴν ὁλονὲν αὐξανομένην χρησιμοποίησιν τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας, πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας κυρίως, πρὸς τὸ παρὸν τουλάχιστον.

γ) Ἀέρια καύσιμα. Σπουδαιότερον ἐξ αὐτῶν εἶναι τὸ *φυσικὸν ἀέριον*, ποὺ ἀποτελεῖ συστατικὸν τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου καὶ εἴτε ἐξάγεται μαζὶ μὲ αὐτὸ ἐκ τῶν πετρελαιοπηγῶν ἢ ἐκ ρωγμῶν τοῦ ἐδάφους πλησίον τῶν πετρελαιοπηγῶν, εἴτε παράγεται κατὰ τὰ πρῶτα στάδια διυλίσεως τοῦ πετρελαίου.

Τὸ *Φυσικὸν ἀέριον* (natural gas) χρησιμοποιεῖται ὡς ἄριστον βιομηχανικὸν καύσιμον διοχετευόμενον ἐκ τῶν τόπων ἐξορύξεως δι' ἀγωγῶν κατ' εὐθεῖαν πρὸς τὰ κέντρα διανομῆς. Εἰς τὴν Ἀμερικὴν πυκνότατον δίκτυον ἀγωγῶν φυσικοῦ ἀερίου ἐξυπηρετεῖ τὸ 1/4 τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τόσον διὰ βιομηχανικοὺς ὅσον καὶ δι' οἰκιακοὺς σκοπούς. Εἰς ὁλόκληρον τὸν κόσμον ἡ συμμετοχὴ τοῦ φυσικοῦ ἀερίου εἰς τὰς ἐνεργειακὰς ἀνάγκας ἀνῆλθεν εἰς 20% περίπου.

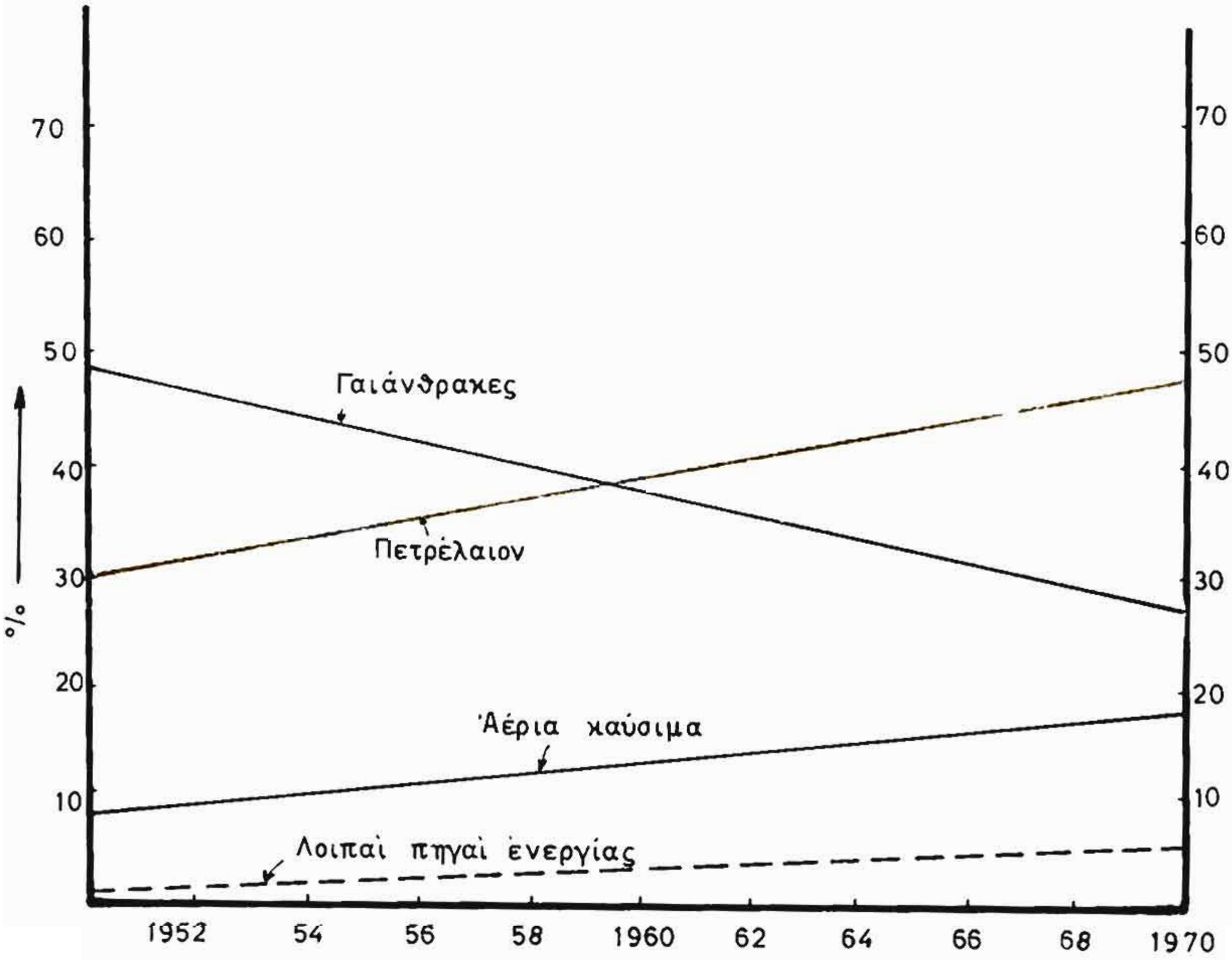
δ) Πυρηνικὴ ἐνέργεια. Εἶναι ἡ ἐνέργεια ποὺ παράγεται ἐκ τῆς διασπάσεως τῶν πυρήνων τῶν ἀτόμων ὡρισμένων στοιχείων, ὅπως τὸ *οὐράνιον* ἢ τὸ *πλουτώνιον*, τὴν ὁποίαν ἡ ἐπιστήμη καὶ ἡ τεχνικὴ κατώρθωσε νὰ χαλιναγωγήσῃ πρὸς ἐνεργειακὴν ἐκμετάλλευσιν. Ἡ θερμικὴ ἐνέργεια, ποὺ προκύπτει ἐκ τῆς διασπάσεως τῶν πυρήνων τῶν

ἀτόμων, χρησιμοποιεῖται κυρίως διὰ τὴν λειτουργίαν σταθμῶν παραγωγῆς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ ὑπὸ τὴν μορφὴν αὐτὴν καλύπτει τὸ 1,5% τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος. Ἡ ἐκμετάλλευσις τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας διὰ τὴν πρόωσιν τῶν πλοίων εὑρίσκεται ἀκόμη εἰς τὸ πειραματικὸν στάδιον. Τὰ βασικώτερα προβλήματα, ποὺ ἀντιμετωπίζονται, εἶναι τὰ ἑξῆς :

— Ὑψηλὸν κόστος τῆς παραγομένης ἐνεργείας.

— Κίνδυνος μολύνσεως ἐκ τῆς ραδιενεργείας.

Παρὰ ταῦτα ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια θὰ δώση τὴν λύσιν εἰς τὸ πρόβλημα ἐλλείψεως ἐνεργείας, ποὺ ἡ ἀνθρωπότης θὰ ἀντιμετωπίση ἐκ τῆς ἐξαντλήσεως τῶν ἀποθεμάτων καυσίμων.



Σχ. 0·3.

ε) Λοιπαὶ πηγαὶ ἐνεργείας. Μεταξὺ αὐτῶν περιλαμβάνονται :

— Ἡ ἡλιακὴ ἐνέργεια.

— Τὰ συνθετικὰ καύσιμα.

— Τὰ καύσιμα πυραύλων.

— Ἡ αἰολικὴ ἐνέργεια (ἐνέργεια ἐκ τοῦ ἀνέμου).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

— Ὑδατοπτώσεις.

Αἱ ἀνωτέρω πηγαὶ ἐν τῷ συνόλω των καλύπτουν σήμερον μόλις τὸ 0,5 % τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος.

Τὴν ἐξέλιξιν τῆς χρησιμοποιήσεως τῶν διαφόρων πηγῶν ἐνεργείας διὰ τὴν κάλυψιν τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος κατὰ τὴν τελευταίαν εἰκοσαετίαν παριστᾶ τὸ σχῆμα 0·3.

0·4 Σημασία τῶν καυσίμων καὶ τῶν λιπαντικῶν διὰ τὸν μηχανικόν.

Τὴν σημασίαν τῶν καυσίμων καὶ λιπαντικῶν διὰ τὸν μηχανικὸν εἶναι εὔκολον νὰ κατανοήσωμεν, ἂν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι τὰ μὲν καύσιμα ἐνεργοποιοῦν τὴν ἄψυχον μᾶζαν τῶν μετάλλων τῶν μηχανῶν, τὰ δὲ λιπαντικὰ ἐπιτρέπουν τὴν καλὴν λειτουργίαν αὐτῶν περιορίζοντα τὴν φθορὰν τριβῆς καὶ τὴν ἀπώλειαν ἐνεργείας.

Ὅσον καλὰ καὶ ἂν εἶναι σχεδιασμένη μία μηχανή, μὲ ὅσην ἐπιμέλειαν καὶ ἂν ἔχη κατασκευασθῇ καὶ ὅσον ἀρτία καὶ ἂν εἶναι ἡ συντήρησίς της, ἡ συμπεριφορά της δὲν θὰ εἶναι ἱκανοποιητική, ἂν δὲν τροφοδοτῆται μὲ τὸ κατάλληλον καύσιμον ἢ δὲν λιπαίνεται μὲ τὸ ἐνδεδειγμένον λιπαντικόν. Ἀκατάλληλον καύσιμον ἢ κακὴ λίπανσις συνεπάγονται κακὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς, ἡ ὁποία εἶναι δυνατὸν νὰ προκαλέση ἀκόμη καὶ τὴν καταστροφήν της. Τὸν ρόλον καὶ τὴν σημασίαν τῶν καυσίμων καὶ λιπαντικῶν δυνάμεθα νὰ ἐννοήσωμεν μὲ τὴν κατωτέρω ἐξίσωσιν :

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΜΗΧΑΝΗΣ	=	ΣΧΕΔΙΑΣΙΣ	×	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	×	ΣΥΝΤΗΡΗΣΙΣ	×	ΚΑΥΣΙΜΟΝ	×	ΛΙΠΑΝΤΙΚΟΝ

ἐκ τῆς ὁποίας εἶναι φανερὸν ὅτι ἡ συμπεριφορὰ τῆς μηχανῆς μηδενίζεται (ἡ μηχανὴ δὲν λειτουργεῖ), ἂν ἡ ποιότης τοῦ καυσίμου ἢ τοῦ λιπαντικοῦ εἶναι τόσον κακή, ὥστε νὰ βαθμολογηθῇ μὲ μηδέν. Ὁλόκληρον τὸ γινόμενον τῶν παραγόντων, ποὺ καθορίζουν τὴν συμπεριφορὰν τῆς μηχανῆς, μηδενίζεται τότε, ὅσον τελεία καὶ ἂν εἶναι ἡ σχεδίασις, ἡ κατασκευὴ ἢ ἡ συντήρησίς της.

Ἡ ἐπιλογὴ τοῦ καταλλήλου καυσίμου ἢ λιπαντικοῦ διὰ μίαν συγκεκριμένην μηχανὴν προϋποθέτει γνῶσιν καὶ κατανόησιν τῶν ἰδιοτήτων των καὶ τῆς σημασίας ἢ τῆς ἐπιδράσεως ποὺ ἔχουν διὰ τὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς. Καὶ τοῦτο εἶναι ἔργον βεβαίως τοῦ κατασκευαστοῦ τῆς μηχανῆς, ἀλλὰ κυρίως τοῦ μηχανικοῦ.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 1

ΚΑΤΑΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Ὑπὸ τὸν ὅρον *ὑγρὰ καύσιμα* νοοῦνται τὰ καύσιμα, τὰ ὁποῖα ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν εὑρίσκονται εἰς ὑγρὰν κατάστασιν.

Διακρίνονται δέ :

α) Εἰς *Φυσικὰ* ὑγρὰ καύσιμα, δηλαδὴ ἐκεῖνα ποὺ ὑπάρχουν εἰς τὴν φύσιν, ὅπως τὸ πετρέλαιον.

β) Εἰς *Τεχνητὰ* ὑγρὰ καύσιμα, τὰ ὁποῖα παρασκευάζονται διὰ διαφόρων μεθόδων, ὅπως τὸ οἰνόπνευμα, τὸ ὑδρογόνον, τὰ συνθετικὰ καύσιμα, κ.λπ.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω τὸν μηχανικὸν τοῦ Ἐμπορικοῦ Ναυτικοῦ ἀναντιρρήτως ἐνδιαφέρουν περισσότερον τὰ φυσικὰ ὑγρὰ καύσιμα, δηλαδὴ τὸ φυσικὸν πετρέλαιον καὶ τὰ προϊόντα τῆς διυλίσεώς του, ἐπειδὴ μὲ αὐτὰ κινοῦνται τὰ πλεῖστα τῶν πλοίων.

Τὰ τεχνητὰ ὑγρὰ καύσιμα ἐξετάζονται συνοπτικῶς εἰς τὸ Δ' Μέρος. Σπουδαιότερα πάντως ἐξ αὐτῶν εἶναι :

— Τὰ συνθετικά.

— Τὰ καύσιμα τῶν πυραύλων.

— Τὸ οἰνόπνευμα.

Τὸ ὑδρογόνον, ἂν καὶ εἶναι ἀέριον, κατατάσσεται ἐπίσης εἰς τὰ ὑγρὰ καύσιμα, διότι εἰς ὑγρὰν κατάστασιν χρησιμοποιεῖται ὡς καύσιμον πυραύλων (φυσικὰ ὑπὸ πολὺ μεγάλην πίεσιν, ἀφοῦ ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ὑγροποιεῖται μόλις εἰς τοὺς −252° C).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2

ΤΟ ΦΥΣΙΚΟΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΝ

Εἶναι τὸ σπουδαιότερον ἐξ ὅλων τῶν καυσίμων καὶ τοῦτο χάρις εἰς τὰ ἀναμφισβήτητα πλεονεκτήματα ποὺ παρουσιάζει ὡς καύσιμον τῶν θερμικῶν μηχανῶν. Καλύπτει τὸ ἥμισυ τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος καὶ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ 99% τῶν ναυτικῶν μηχανῶν.

Τὸ πετρέλαιον εἶναι *ὀρυκτόν*, εὑρίσκεται δηλαδὴ εἰς κοιτάσματα ἐντὸς τοῦ ἐδάφους εἰς βάθη, ποὺ ποικίλλουν ἀπὸ ὀλίγα μέτρα μέχρις ἀρκετῶν χιλιομέτρων. Τὸ βαθύτερον ἐν ἐνεργείᾳ σήμερον φρέαρ ἔχει βάθος ἄνω τῶν 5000 μέτρων καὶ εὑρίσκεται εἰς τὰς πετρελαιοπηγὰς τῶν δυτικῶν ἀκτῶν τῆς Βορείου Ἀμερικῆς.

Ἡ πρώτη γεώτρησις ἔγινε τὸ 1859 ἀπὸ τὸν Drake εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Πενσυλβανίας. Τὰ κοιτάσματα ἐκεῖ εὑρίσκοντο εἰς μικρὸν βάθος καὶ ἡ ἄντλησις δὲν παρουσίαζε δυσκολίας. Ἀπὸ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ἡ παραγωγὴ καὶ ἡ ἐπεξεργασία τοῦ πετρελαίου ἔλαβε τεραστίαν ἀνάπτυξιν καὶ ἀποτελεῖ σήμερον μίαν τῶν μεγαλυτέρων βιομηχανιῶν. Πέρα τῆς ἐθνικῆς σημασίας, τὴν ὁποίαν τὸ πετρέλαιον ἔχει ὡς πλουτοπαραγωγικὴ πηγὴ μιᾶς χώρας, ἔχει καὶ γενικωτέραν ἀπὸ στρατηγικῆς ἀπόψεως σημασίαν, ὡς τὸ σπουδαιότερον ἐφόδιον ἑνὸς συγχρόνου στρατοῦ. Γενικώτερον ἐπὶ τοῦ πετρελαίου καὶ τῶν προϊόντων τῆς ἐπεξεργασίας του βασίζεται ἡ βιομηχανικὴ ἀνάπτυξις εἰς ὅλους τοὺς τομεῖς : ἀπὸ τὰ μεταφορικὰ μέσα μέχρι τῆς βαρείας βιομηχανίας.

Τὰ φυσικὰ πετρέλαια εἶναι ἀνίσως κατανεμημένα εἰς τὰς διαφόρους περιοχὰς τῆς γῆς. Εἰς ὡρισμένας περιοχάς, ὅπως εἶναι ἡ Νότιος Ἀμερική, ἡ Ἀραβικὴ χερσόνησος, τὸ Ἰράν, ἡ Λιβύη, κ.λπ., ὑφίστανται μεγάλα ἀποθέματα κοιτασμάτων φυσικοῦ πετρελαίου, παρ' ὅλον ποὺ ὁ ρυθμὸς ἐκμεταλλεύσεώς των γίνεται ὁλονὲν ἐντατικώτερος. Ἀντιθέτως ἄλλαι περιοχαὶ τῆς γῆς στεροῦνται πετρελαίου, ὅπως εἶναι αἱ περισσότεραι χῶραι τῆς Εὐρώπης μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ ἡ Ἑλλάς.

Τὸ σύνολον τῶν ἀποθεμάτων πετρελαίου ἐκτιμᾶται σήμερον εἰς 83 δισεκατομμύρια τόννους, τὴν δὲ κατανομὴν τῶν ἀποθεμάτων τούτων βλέπομεν εἰς τὸν Πίνακα 2 · 1 · 1.

ΠΙΝΑΞ 2·1·1

Κατανομὴ ἀποθεμάτων πετρελαίου ἀνὰ τὸν κόσμον
(ἀποθέματα 1971 : 83 δισεκατομμύρια τόννοι)

α/α	Χώρα ἢ περιοχὴ	Ἀποθέματα	
		Δισεκατομμύρια τόννοι	%
1	Μέση Ἀνατολὴ	47	56,7
2	Βόρειος Ἀμερικὴ	6,5	7,9
3	Νότιος Ἀμερικὴ	3,6	4,2
4	Ἄπω Ἀνατολή, Αὐστραλία	1,4	1,7
5	Εὐρώπη	0,47	0,5
6	Βόρειος Ἀφρικὴ	10	12
7	Ἀνατολικὸν Μπλὸκ (Ρωσία-Κίνα)	14	17

Ἐντύπωσιν προκαλεῖ εἰς τὸν πίνακα αὐτὸν τὸ γεγονὸς ὅτι τὰ 2/3 τῶν ἀποθεμάτων πετρελαίου τῆς γῆς εὑρίσκονται συγκεντρωμένα εἰς τὴν μικρὰν σχετικῶς ἔκτασιν τῆς Μέσης Ἀνατολῆς (Ἀραβικὰ κράτη Ἰράν, Ἰράκ). Ἔτσι ἐξηγεῖται τὸ γεγονὸς ὅτι εἰς τὴν περιοχὴν αὐτὴν ἔχουν ἀναπτυχθῆ κρατίδια πλουσιώτατα καὶ ὅτι ἡ περιοχὴ αὐτὴ εἶναι ἀπὸ τὰς πλέον εὐπαθεῖς περιοχὰς τοῦ κόσμου, συχνὰ δὲ ἑστία ἀναταραχῶν καὶ πολέμων.

Εἰς τὴν χώραν μας πετρέλαιον μέχρι στιγμῆς δὲν ἀνευρέθη, παρὰ τὰς ἐνδείξεις ποὺ ὑπάρχουν. Αἱ ἔρευναι συνεχίζονται, ἀλλὰ τὰ μέχρι στιγμῆς ἀποτελέσματα δὲν εἶναι ἐνθαρρυντικά.

Αἱ *φυσικαὶ ἰδιότητες* τοῦ πετρελαίου ποικίλλουν ἀναλόγως τῆς προελεύσεώς του. Ἄλλοτε ἐμφανίζεται λεπτόρρευστον, ἀνοικτόχρωμον καὶ μὲ ἐλαφρὰν ὀσμὴν καὶ ἄλλοτε παχύρρευστον, κατάμαυρον καὶ μὲ δυσάρεστον ὀσμήν. Τὰ πετρέλαια ὡρισμένων πετρελαιοπηγῶν εἶναι πλούσια εἰς παραφίνην, ἄλλα δὲ ἀφήνουν μετὰ τὴν ἀπόσταξιν ἀσφαλτοῦχα κατάλοιπα. Ἀλλὰ καὶ ἡ ἀναλογία τῶν διαφόρων κλασμάτων, ποὺ προκύπτουν κατὰ τὴν διύλισιν τοῦ πετρελαίου, ποικίλλει ἐντὸς ἀρκετὰ εὐρέων ὁρίων. Π.χ. βενζίνη δύναται νὰ παραχθῆ εἰς ἀναλογίαν ἀπὸ 5 ἕως 30%, ἀναλόγως τῆς προελεύσεως τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου.

Ἀναλόγως τῆς συστάσεώς των δυνάμεθα νὰ κατατάξωμεν τὰ φυσικὰ πετρέλαια εἰς τὰς ἑξῆς τρεῖς βασικὰς κατηγορίας :

α) *Πετρέλαιον παραφινικῆς βάσεως*, τὸ ὁποῖον εἶναι πλούσιον εἰς παραφίνην.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

β) *Πετρέλαιον ἀσφαλτικῆς βάσεως*, τὸ ὁποῖον περιέχει πολλὴν ἄσφαλτον καὶ ἔχει ὑψηλοτέραν περιεκτικότητα εἰς τέφραν, ὕδωρ καὶ θεῖον, ἐν σχέσει μὲ τὸ παραφινικῆς βάσεως πετρέλαιον.

γ) *Πετρέλαιον μικτῆς βάσεως*, ποὺ ἀποτελεῖ μίαν ἐνδιάμεσον κατηγορίαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 3

ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

3·1 Οἱ ὑδρογονάνθρακες.

Βασικὰ συστατικὰ τοῦ πετρελαίου καὶ τῶν προϊόντων του εἶναι οἱ *ὑδρογονάνθρακες*, δηλαδὴ χημικαὶ ἑνώσεις ἀποτελούμεναι ἀποκλειστικῶς ἀπὸ ἄνθρακα, C, καὶ ὑδρογόνον, H. Τὰ μόρια τοῦ ὑδρογονάνθρακος, ποὺ ἀποτελοῦν τὸ πετρέλαιον, ποικίλλουν κατὰ τὴν σύνθεσιν καὶ τὸ μέγεθος ἀπὸ τοῦ ἁπλουστάτου ὑδρογονάνθρακος, ποὺ εἶναι τὸ *μεθάνιον*, CH_4, μέχρι πολυπλόκων μορίων μὲ 40 ἢ καὶ περισσότερα ἄτομα ἄνθρακος. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων ὑδρογόνου εἶναι περίπου διπλάσιος τῶν ἀτόμων ἄνθρακος, λόγω ὅμως τοῦ πολὺ μικροῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑδρογόνου ἡ ἑκατοστιαία ἀναλογία τῶν δύο βασικῶν συστατικῶν εἶναι περίπου 85% C καὶ 15% H.

Μὲ τὸ μέγεθος τοῦ μορίου τῶν ὑδρογονανθράκων συμβαδίζουν αἱ ἑξῆς κύριαι ἰδιότητες :

α) Τὸ σημεῖον ζέσεως, ἤτοι ἡ θερμοκρασία ἀποστάξεως.

β) Τὸ εἰδικὸν βάρος.

Ἐπὶ τῆς πρώτης ἰδιότητος (σημεῖον ζέσεως) βασίζεται ὁ διαχωρισμὸς τῶν διαφόρων συστατικῶν τοῦ ἀκαθάρτου πετρελαίου (βενζῖναι-πετρέλαιον - μαζούτ), ἤτοι ἡ τεχνολογία τῆς διυλίσεως. Τὰ συστατικὰ αὐτὰ ὀνομάζονται *κλάσματα*, καὶ ὁ τμηματικὸς διαχωρισμὸς βάσει τοῦ σημείου ζέσεως ὀνομάζεται *κλασματικὴ ἀπόσταξις* ἢ *διύλισις*.

Τὴν κατάταξιν τῶν ὑδρογονανθράκων βάσει τῶν ἀνωτέρω ἰδιοτήτων δίδει εἰς γενικὰς γραμμὰς ὁ Πίναξ 3·1·1.

Ἐκτὸς ὅμως τοῦ μεγέθους τῶν μορίων των, οἱ ὑδρογονάνθρακες, ποὺ ἀποτελοῦν τὸ πετρέλαιον, διαφέρουν καί :

— Κατὰ τὴν *δομὴν* τοῦ μορίου των, ἤτοι κατὰ τὸν τρόπον μὲ τὸν ὁποῖον τὰ ἄτομα, ποὺ ἀποτελοῦν τὸ μόριον τοῦ ὑδρογονάνθρακος, εἶναι διατεταγμένα.

— Κατὰ τὸν *βαθμὸν κορεσμοῦ* τοῦ μορίου των, ἤτοι κατὰ τὸν ἀριθμόν, ἀλλὰ καὶ τὴν θέσιν τῶν ἀτόμων ἄνθρακος, ποὺ δὲν εἶναι κεκορεσμένα, ἤτοι δὲν ἔχουν διαθέσει καὶ τὰς τέσσαρας μονάδας συγγενείας των.

ΠΙΝΑΞ 3·1·1

Προϊόντα κλασματικῆς ἀποστάσεως φυσικοῦ πετρελαίου

α/α	Προϊόν	Ἀριθμὸς ἀτόμων C	Σημεῖον ἀποστάξεως °C	Εἰδικὸν βάρος	Παρατηρήσεις
1	Ὑγραέρια	1 - 4	Κάτω τοῦ 0°	—	Ἀπόσταξις ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν
2	Βενζῖναι	4 - 10	50 - 200	0,70 - 0,75	
3	Φωτιστικὸν Πετρ. (κεροζίνη)	10 - 14	150 - 280	0,80	
4	Πετρ. Diesel	12 - 18	240 - 360	0,80 - 0,86	
5	Ὑπόλειμμα ἀποστάξεως	15 - 45	ἄνω τῶν 360°	0,9	Ἀπόσταξις ὑπὸ ἀτμοσφ. πίεσιν συνεπάγεται διάσπασιν τῶν ὑδρογονανθράκων ὑπὸ ἐξανθράκωσιν
	ἐξ αὐτοῦ :				
	α) Μαζοὺτ ἢ	»	»	»	Καύσιμον δι' ἐξωτερικὴν καῦσιν, ὑπὸ ὡρισμένας δὲ προϋποθέσεις καὶ διὰ M.E.K.
	β) Λιπαντέλαια	»	—	»	Μὲ ἀπόσταξιν ἐν κενῷ

3·2 Κατάταξις τῶν ὑδρογονανθράκων ὡς πρὸς τὴν δομὴν τοῦ μορίου.

Ὡς εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς Ὀργανικῆς Χημείας, διακρίνομεν τὰς κάτωθι βασικὰς κατηγορίας ὑδρογονανθράκων :

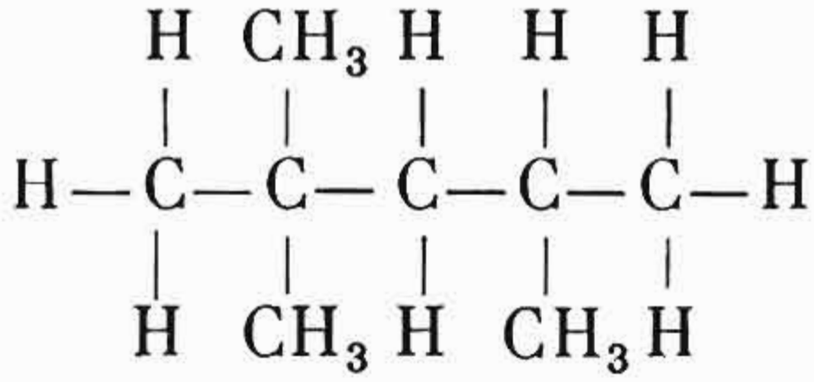
1) Ἀλειφατικοὶ εὐθείας ἁλύσεως ἢ παραφῖναι (ἢ ἀλκάνια ἢ ὑδρογονάνθρακες τῆς σειρᾶς τοῦ μεθανίου).

Οἱ ὑδρογονάνθρακες αὐτοὶ ἔχουν ὅλα τὰ ἄτομα ἄνθρακος διατεταγμένα ἐν σειρᾶ. Εἶναι κεκορεσμένοι, χωρὶς διπλοῦς δεσμούς, ἔχουν τὴν κατάληξιν *-ανιον* (μεθάνιον, πεντάνιον, ὀκτάνιον, κ.λπ.) καὶ

ἀνταποκρίνονται εἰς τὸν γενικὸν τύπον $C_\nu H_{2\nu+2}$. Διακρίνονται διὰ τὴν σταθερότητά των ὑπὸ συνήθεις θερμοκρασίας.

2) Ἀλειφατικοὶ διακλαδουμένης ἁλύσεως.

Εἰς αὐτοὺς ἀνήκουν οἱ ὑδρογονάνθρακες, τῶν ὁποίων τὰ ἄτομα ἄνθρακος δὲν εὑρίσκονται ἐν σειρᾷ, ἀλλὰ διακλαδίζονται (ἰσοπαραφῖναι). Π.χ. τὸ ἰσο-ὀκτάνιον,



ἀνήκει εἰς τὴν κατηγορίαν αὐτήν, ποὺ διακρίνεται διὰ τὴν ὑψηλὴν ὀκτανικὴν ἀπόδοσιν, ὡς θὰ ἴδωμεν εἰς τὸ περὶ βενζίνης κεφάλαιον. Καὶ αὐτῆς τῆς κατηγορίας οἱ ὑδρογονάνθρακες ἔχουν τὸν γενικὸν τύπον $C_\nu H_{2\nu+2}$, ὀνομάζονται μὲ τὴν κατάληξιν *-ανιον*, ἀλλὰ προτάσσεται ἡ λέξις *ἰσο-*, δηλαδὴ εἶναι ἰσομερεῖς πρὸς τὰς παραφίνας.

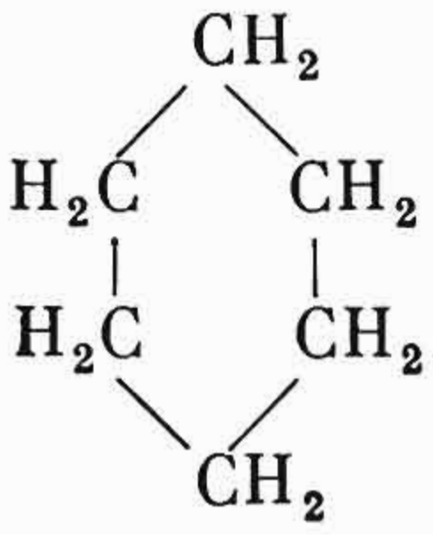
3) Ὀλεφῖναι (ἢ ἀλκένια ἢ ὑδρογονάνθρακες τῆς σειρᾶς τοῦ αἰθυλενίου).

Οἱ ὑδρογονάνθρακες τῆς κατηγορίας αὐτῆς ἔχουν ἕνα διπλοῦν δεσμόν, ἤτοι ἀνήκουν εἰς τοὺς ἀκορέστους καὶ εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχουν ἅλυσιν εὐθεῖαν ἢ διακλαδουμένην. Ἡ κατάληξίς των εἶναι *-ενιον* καὶ ἔχουν τὸν τύπον $C_\nu H_{2\nu}$.

Π.χ.	αἰθυλένιον	$CH_2 = CH_2$
	βουτυλένιον	$CH_3CH = CHCH_3$
	ἰσοβουτυλένιον	$CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}} = CH_2$

4) Ναφθέναι ἢ κυκλοπαραφῖναι.

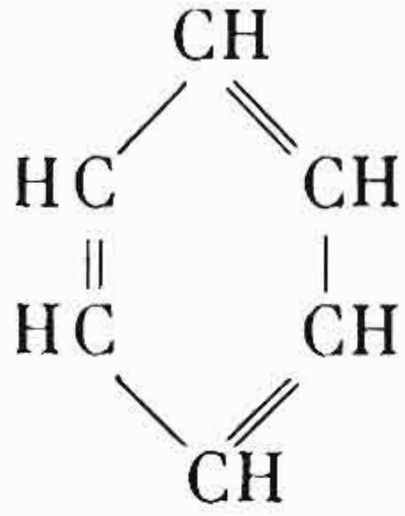
Εἶναι ὑδρογονάνθρακες, τῶν ὁποίων τὰ ἄτομα ἄνθρακος σχηματίζουν κλειστὴν ἅλυσιν, συνδεόμενα μεταξύ των μόνον μὲ ἁπλοῦς δεσμούς. Π.χ. κυκλοεξάνιον :



Ἔχουν ἐπίσης τὸν γενικὸν τύπον C_vH_{2v} καὶ ἔχουν ἐξαιρετικὴν χημικὴν σταθερότητα.

5) Ἀρωματικοί.

Ἔτσι καλοῦνται οἱ ὑδρογονάνθρακες, ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἑξαμελῆ δακτύλιον ἀτόμων ἄνθρακος, ὅπου ἐναλλάσσονται ἐν σειρᾷ οἱ ἁπλοῖ καὶ διπλοῖ δεσμοί. Τυπικὸς ἀντιπρόσωπος τῆς σειρᾶς αὐτῆς εἶναι τὸ *βενζόλιον*, τοῦ ὁποίου ὁ συντακτικὸς τύπος εἶναι :

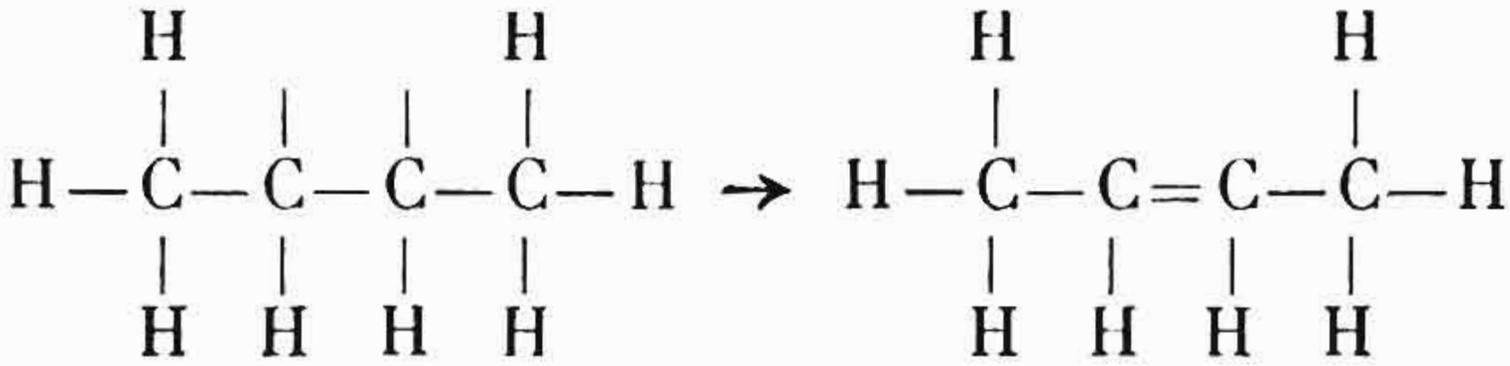


Οἱ ἀρωματικοὶ ὑδρογονάνθρακες εἶναι χημικῶς λίαν σταθεροὶ καὶ ἔχουν λίαν ὑψηλὸν ἀριθμὸν ὀκτανίων.

3·3 Κατάταξις τῶν ὑδρογονανθράκων ὡς πρὸς τὸν βαθμὸν κορεσμοῦ τοῦ μορίου.

α) Ὑδρογονάνθρακες μὲ *διπλοῦν δεσμόν*, ἤτοι ὑδρογονάνθρακες εἰς τοὺς ὁποίους δύο γειτονικὰ ἄτομα ἄνθρακος ἔχουν ἀπὸ μίαν ἀδιάθετον μονάδα συγγενείας, αἱ ὁποῖαι ἑνούμεναι μεταξύ των ἀποτελοῦν ἕνα διπλοῦν δεσμόν :

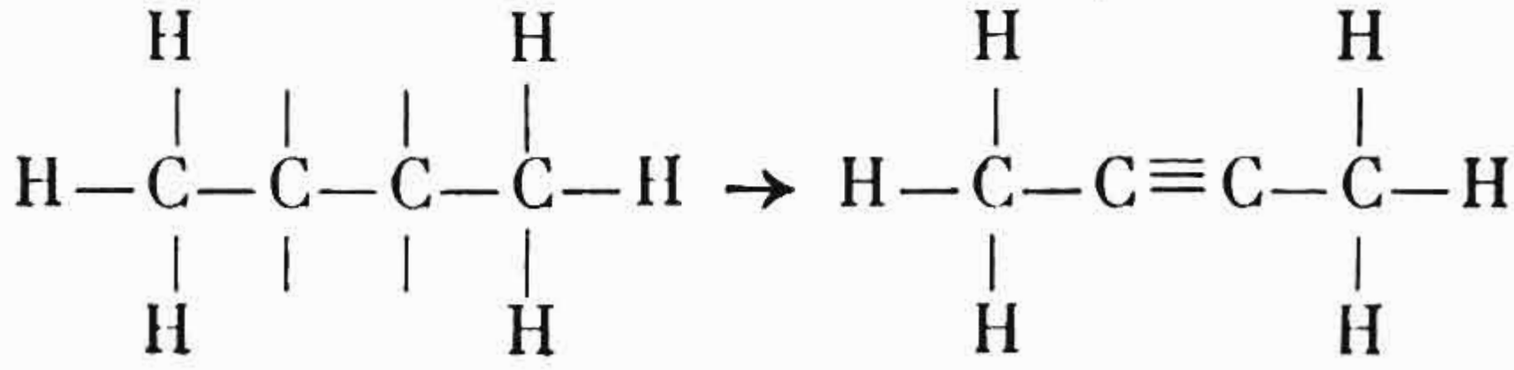
Π.χ.



Οἱ ὑδρογονάνθρακες μὲ διπλοῦν δεσμὸν ἔχουν τὴν κατάληξιν *-ενιον*. Ὁ ἀνωτέρω ὑδρογονάνθραξ εἶναι τὸ βουτένιον (C_4H_8).

β) Ὑδρογονάνθρακες μὲ *τριπλοῦν δεσμόν*, δηλαδὴ ὑδρογονάνθρακες εἰς τοὺς ὁποίους δύο γειτονικὰ ἄτομα ἄνθρακος ἔχουν ἀπὸ δύο διπλοῦς δεσμούς, ἤτοι ἀπὸ δύο ἀδιαθέτους μονάδας συγγενείας, αἱ ὁποῖαι ἑνούμεναι μεταξύ των ἀποτελοῦν ἕνα τριπλοῦν δεσμόν :

Π.χ.



Οἱ ὑδρογονάνθρακες μὲ τριπλοῦν δεσμὸν ἔχουν τὴν κατάληξιν *-ινιον*. Ὁ ἀνωτέρω ὑδρογονάνθραξ εἶναι τὸ *βουτίνιον* (C_4H_6). Αὐτοὶ καλοῦνται καὶ *ἀκόρεστοι ὑδρογονάνθρακες τῆς σειρᾶς τοῦ ἀκετυλενίου*, ἐκ τοῦ ἁπλουστέρου ἐξ αὐτῶν τοῦ ἀκετυλενίου ἢ ἀσετυλίνης, ποὺ ἔχει τὸν τύπον $CH \equiv CH$.

Διευκρινίζεται ὅτι :

— Ἕνας ὑδρογονάνθραξ δύναται νὰ ἔχη περισσότερα ἀπὸ δύο ἀκόρεστα ἄτομα ἄνθρακος, ὁπότε, φυσικά, ὁ ἀριθμὸς τῶν πολλαπλῶν δεσμῶν εἶναι μεγαλύτερος.

— Ἡ θέσις τοῦ διπλοῦ ἢ τριπλοῦ δεσμοῦ ἐντὸς τοῦ μορίου ποικίλλει τόσον περισσότερον, ὅσον μεγαλύτερον εἶναι τὸ μόριον τοῦ ὑδρογονάνθρακος.

Π.χ. Βουτένια (C_4H_8) ὑπάρχουν δύο : $CH_3CH = CHCH_3$
$CH_2 = CHCH_2CH_3$

Προπένιον (C_3H_6) ὑπάρχει ἕνα : $CH_2 = CHCH_3$

Ἑξένια (C_6H_{12}) ὑπάρχουν τρία : $CH_3CH = CHCH_2CH_2CH_3$
$CH_3CH_2CH = CHCH_2CH_3$
$CH_2 = CHCH_2CH_2CH_2CH_3$

κ.ο.κ.

Οἱ ἀκόρεστοι ὑδρογονάνθρακες ἔχουν ἄμεσον ἐπίδρασιν ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων καὶ φυσικὰ ἐπὶ τῆς ποιότητος τοῦ προϊόντος, τοῦ ὁποίου ἀποτελοῦν συστατικά. Κυρίως παρουσιάζουν *ἀστάθειαν* τοῦ μορίου των καὶ ὡς ἐκ τούτου εἶναι συνήθως ἀνεπιθύμητοι καὶ ἀπομακρύνονται κατὰ τὰ διάφορα στάδια ἐξευγενισμοῦ τοῦ προϊόντος. Ἰδιαιτέρως χαρακτηριστικὴ εἶναι ἡ δυσμενὴς ἐπίδρασις τῶν ἀκορέστων ὑδρογονανθράκων ἐπὶ τοῦ ἀριθμοῦ ὀκτανίων τῶν βενζινῶν, τὸν ὁποῖον μειώνουν αἰσθητῶς.

3·4 Ἰσομέρεια.

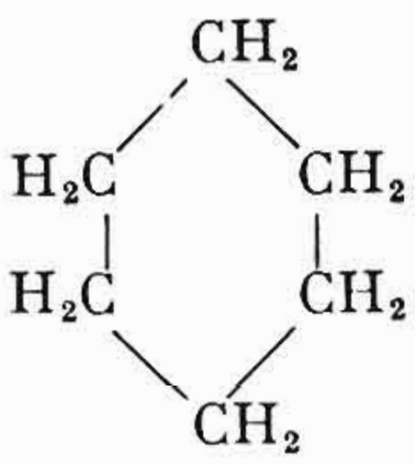
Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται ὅτι εἰς τὸν αὐτὸν μοριακὸν τύπον ἀντιστοιχοῦν περισσότερα τοῦ ἑνὸς εἴδη ὑδρογονανθράκων. Π.χ. εἰς τὸν τύπον C_6H_{12} ἀντιστοιχοῦν ἄνω τῶν 10 εἰδῶν ὑδρογονανθράκων, ποὺ διαφέρουν μεταξύ των εἴτε κατὰ τὴν θέσιν τοῦ διπλοῦ δεσμοῦ, εἴτε κατὰ τὴν δομὴν τοῦ μορίου. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ ὀνομάζεται *ἰσομέρεια* καὶ οἱ ὑδρογονάνθρακες μὲ τὸν ἴδιον μοριακὸν τύπον, ἀλλὰ διαφόρου δομῆς, ὀνομάζονται *ἰσομερεῖς*. Ἡ ἰσομέρεια παίζει σπουδαῖον ρόλον εἰς τὴν τεχνολογίαν τοῦ πετρελαίου, διότι μεταξὺ δύο ἰσομερῶν ὑδρο-

γονανθράκων, ποὺ εἶναι συστατικὰ ἑνὸς προϊόντος τοῦ πετρελαίου, δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν σοβαραὶ διαφοραὶ ἰδιοτήτων. Διὰ τῆς καταλλήλου ἐπεξεργασίας ἐπιδιώκεται ὁ σχηματισμὸς τοῦ ἰσομεροῦς μὲ τὴν εὐνοϊκωτέραν διὰ τὸ προϊὸν αὐτὸ ἰδιότητα (ἀναμόρφωσις βενζίνης).

Μερικοὶ ἐκ τῶν ἰσομερῶν ὑδρογονανθράκων C_6H_{12} παρέχονται εἰς τὸν Πίνακα 3·4·1.

ΠΙΝΑΞ 3·4·1

'Ισομερεῖς ὑδρογονονάνθρακες τοῦ τύπου C_6H_{12}

α/α	Συντακτικὸς τύπος	'Ονομασία	Κατηγορία
1	$CH_3CH=CHCH_2CH_2CH_3$	'Εξένιον–2,3	ἀλειφατικοὶ ἀκόρεστοι εὐθείας ἁλύσεως
2	$CH_2=CHCH_2CH_2CH_2CH_3$	'Εξένιον–1,2	
3	$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH_3$	'Εξένιον–3,4	
4	$CH_3CH=C(CH_3)-CH_2CH_3$	3–Μεθυλο-πεντένιον-2,3 (ἰσοεξένιον)	ἀλειφατικοὶ ἀκόρεστοι διακλαδουμένης ἁλύσεως
5	$CH_2=C(CH_3)-CH_2-CH_2CH_3$	2–μεθυλο-πεντένιον–1,2 (ἰσοεξένιον)	
6	$CH_2=CH-CH(CH_3)-CH_2CH_3$	3–μεθυλο-πεντένιον–1,2 (ἰσοεξένιον)	
7	$CH_3-C(CH_3)=CH-CH_2CH_3$	2–μεθυλο-πεντένιον–2,3 (ἰσοεξένιον)	
8		κυκλοεξάνιον	ναφθενικὸς

Εὐνόητον εἶναι ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἰσομερῶν αὐξάνεται μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων ἄνθρακος τοῦ ὑδρογονάνθρακος.

Εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα παρέχεται μία εἰκὼν τῶν ἰσομερῶν κεκορεσμένων ὑδρογονανθράκων τῆς σειρᾶς C_vH_{2v+2}, ἤτοι τῶν παραφινικῶν.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

'Αριθμὸς ἀτόμων C	'Ισομερῆ
6	5
7	9
8	18
9	25
12	355
15	4 347
18	60 523
25	36 797 588
40	62 491 178 805 831

3·5 Λοιπὰ συστατικὰ τοῦ πετρελαίου.

'Εκτὸς τῶν ὑδρογονανθράκων, ποὺ ἀποτελοῦν τὰ 90 ἕως 99% τῶν συστατικῶν τοῦ πετρελαίου, ἀνευρίσκονται εἰς αὐτὸ εἰς ποικίλλουσαν ἀναλογίαν καί :

α) *Θεῖον*, τοῦ ὁποίου ἡ παρουσία εἶναι ἐπιβλαβὴς καὶ δέον νὰ ἀπομακρύνεται κατὰ τὰς διαφόρους φάσεις ἐπεξεργασίας εἰς βαθμὸν ποικίλλοντα ἀναλόγως τοῦ τελικοῦ προϊόντος. Π.χ. εἰς τὸ μαζοὺτ ἐπιτρέπεται περιεκτικότης εἰς θεῖον καὶ μέχρι 5%, ἐνῶ εἰς καύσιμα M.E.K. τὰ ἐπιτρεπόμενα ὅρια τηροῦνται χαμηλὰ (πετρέλαιον Diesel 1%, Βενζίνη 0,25%).

β) *'Ανόργανα συστατικά*, π.χ. ἄλατα σιδήρου ἢ βαναδίου, τὰ ὁποῖα προέρχονται ἐκ τῶν γεωλογικῶν στρωμάτων ποὺ περιβάλλουν τὸ πετρελαιοφόρον κοίτασμα καὶ ἐπιδροῦν ἐπὶ τῆς τέφρας τῶν καυσίμων.

γ) *'Οξυγόνον* καὶ *ἄζωτον*, τὰ ὁποῖα συναντῶνται εἰς ἐλαχίστην, συνήθως ἀμελητέαν, ἀναλογίαν, ἡ δὲ παρουσία των ἐξηγεῖται ἐκ τῆς ὀργανικῆς προελεύσεως τοῦ πετρελαίου.

δ) *Εἰδικὰ πρόσθετα* (additives), τὰ ὁποῖα ἀναμιγνύονται μετὰ τῶν πετρελαιοειδῶν προϊόντων εἰς μικρὰν ἀναλογίαν κατὰ τὰς τελικὰς φάσεις ἐπεξεργασίας των, μὲ σκοπὸν τὴν βελτίωσιν ὡρισμένων ἐκ τῶν ἰδιοτήτων των (π.χ. ἀντιεκτονωτικὰ πρόσθετα βενζίνης).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 4

ΠΡΟΕΛΕΥΣΙΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Διὰ τὴν προέλευσιν τοῦ πετρελαίου ἔχουν διατυπωθῆ ἀρκεταὶ θεωρίαι, ἐκ τῶν ὁποίων σπουδαιότεραι εἶναι αἱ κάτωθι :

α) Θεωρία τῆς ἀνοργάνου προελεύσεως. Κατ' αὐτὴν τὸ πετρέλαιον παρήχθη εἰς τὰ ἔγκατα τῆς γῆς ἀπὸ ὀργανομεταλλικὰς ἑνώσεις, δηλαδὴ ἑνώσεις μετάλλων μὲ ἄνθρακα τῇ ἐπιδράσει τοῦ ὕδατος κατὰ τρόπον ἀνάλογον πρὸς τὴν παραγωγὴν τῆς ἀσετυλίνης :

$$CaC_2 + H_2O \rightarrow C_2H_2 + CaO$$

Ἡ θεωρία αὐτὴ εὑρίσκει πλήρη ἐργαστηριακὴν ἐπαλήθευσιν, ἀλλὰ ὀργανομεταλλικαὶ ἑνώσεις τοῦ εἴδους αὐτοῦ δὲν ἀνευρέθησαν ἐντὸς τῆς γῆς.

β) Θεωρία τῆς ζωικῆς προελεύσεως. Κατ' αὐτήν, ζωικὰ λείψανα προγενεστέρων γεωλογικῶν ἐποχῶν εὑρέθησαν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς γῆς καὶ ὑπέστησαν ἀποσύνθεσιν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ὑψηλῶν πιέσεων καὶ θερμοκρασιῶν ὡς καὶ μικροοργανισμῶν καὶ οὕτω προῆλθε τὸ πετρέλαιον.

γ) Θεωρία τοῦ πλαγκτοῦ. Εἶναι ἡ ἐπικρατεστέρα θεωρία, κατὰ τὴν ὁποίαν ὀργανικὴ ὕλη ἐκ θαλασσίων κυρίως ζωικῶν ἢ φυτικῶν μικροοργανισμῶν παρέμεινεν ἐπὶ πολλοὺς αἰῶνας ἐντὸς ἁλάτων, ἄμμου, καὶ ἰλύος ἀβαθῶν θαλασσῶν καὶ λιμνῶν. Ἡ μᾶζα, ἡ ὁποία προῆλθεν ἐκ τῆς συνενώσεως ὅλων αὐτῶν τῶν μικροοργανισμῶν, ὠνομάσθη *πλαγκτόν*. Τὸ πλαγκτὸν σὺν τῷ χρόνῳ ὑπέστη ἀποσύνθεσιν κατόπιν διαφόρων βιοχημικῶν ἀντιδράσεων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἀναεροβίων μικροοργανισμῶν καὶ μὲ τὴν καταλυτικὴν δρᾶσιν τῶν συνυπαρχουσῶν γαιωδῶν προσμίξεων τοῦ περιβάλλοντος. Ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ πλαγκτοῦ ἐσχηματίσθη τὸ πετρέλαιον. Τὴν θεωρίαν αὐτὴν ἐπιβεβαιώνει ἡ ἀνεύρεσις ἐντὸς τοῦ πετρελαίου οὐσιῶν, ὡς ὁρμόναι, πρωτεΐναι, ἰώδιον κ.ἄ., τῶν ὁποίων ἡ παρουσία μόνον διὰ τῆς ἐνοργάνου προελεύσεως ἐξηγεῖται.

Τὸ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον σχηματισθὲν πετρέλαιον παρέμεινεν ἀρχικῶς κατανεμημένον εἰς μικρὰς ποσότητας εἰς λίαν ἐκτεταμένας περιοχάς. Ἠκολούθησαν αἱ γεωλογικαὶ μεταβολαὶ (καθιζήσεις, προσ-

χώσεις), αἱ ὁποῖαι διὰ τῶν ἀναπτυχθεισῶν πιέσεων ὕδατος καὶ ἀερίων προεκάλεσαν τὴν μετακίνησιν καὶ συσσώρευσιν τοῦ πετρελαίου εἰς ἀδιαπέρατα στρώματα, ὅπου ἐνεκλείσθησαν καὶ παρέμειναν μέχρι τῆς ἀνακαλύψεώς των.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 5

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

5·1 Γενικά.

Τὰ κυριώτερα στάδια τῆς παραγωγῆς καὶ ἐπεξεργασίας τοῦ πετρελαίου εἶναι τὰ κάτωθι :

α) Ἔρευνα διὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ πετρελαίου.

β) Ἀνόρυξις.

γ) Ἐπεξεργασία - Διύλισις.

δ) Λοιπαὶ κατεργασίαι (μετὰ τὴν διύλισιν).

Τὰ στάδια αὐτὰ ἐκτίθενται συνοπτικῶς κατωτέρω.

5·2 Ἔρευνα διὰ τὴν ἀνακάλυψιν πετρελαίου.

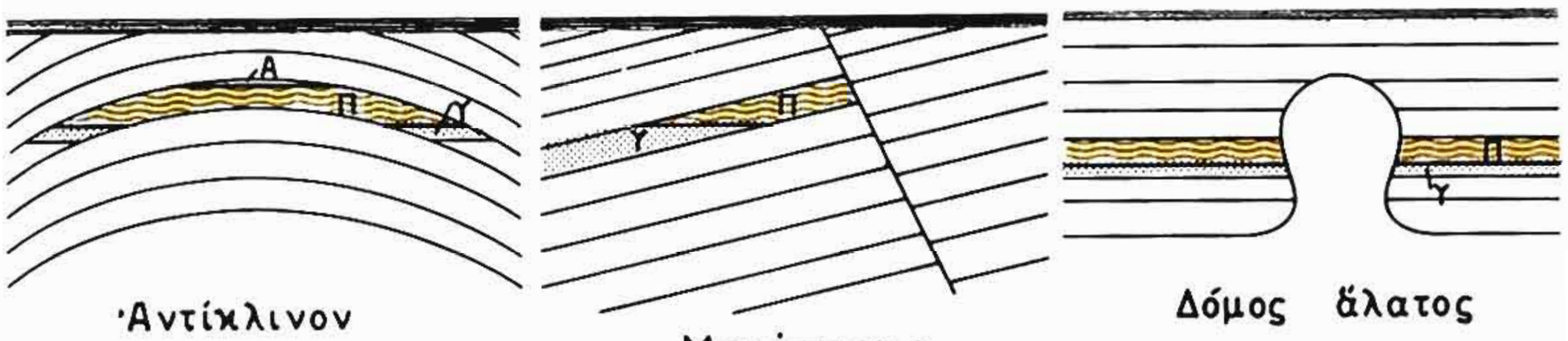
Ἡ ἔρευνα διὰ τὴν ἀνακάλυψιν πετρελαίου βασίζεται κυρίως :

— Εἰς τὴν μορφὴν τοῦ ἐδάφους.

— Εἰς γεωλογικὰς μεθόδους ἐρεύνης.

Ὡς πρὸς τὴν *μορφὴν τοῦ ἐδάφους* ἔχει διαπιστωθῆ ὅτι ὡρισμέναι μορφαὶ τοῦ ἐδάφους εὐνοοῦν τὴν ὕπαρξιν κοιτασμάτων πετρελαίου. Αὐταὶ εἶναι αἱ ἑξῆς (σχ. 5·2) :

— Τὰ *ἀντίκλινα*, ἤτοι ἀμφικλινεῖς σχηματισμοὶ τοῦ ἐδάφους μὲ ἀργιλικὸν ὑπόστρωμα, ἐπὶ τοῦ ὁποίου διαμορφοῦται πέτρωμα γρανιτικὸν ἢ σχιστολιθικόν. Ἐπὶ τοῦ ἀργιλικοῦ ὑποστρώματος συγκεν-



Σχ. 5·2.

Μορφαὶ ἐδάφους εὐνοϊκαὶ διὰ κοιτάσματα πετρελαίου.

τροῦται τὸ πετρελαιοφόρον κοίτασμα, φέρον συνήθως κάτωθεν μὲν ὑδατίνην στοιβάδα Υ, ἄνωθεν δὲ αὐτοῦ ἀέρια Α ὑπὸ πίεσιν.

— Αἱ *μεταπτώσεις* σχηματίζονται, ὅταν ἡ μία πλευρὰ τοῦ ἀντι-

κλίνου ὑποστῆ καθίζησιν, ὁπότε τὸ στρῶμα πετρελαίου Π παγιδεύεται ὑπὸ πίεσιν εἰς τὸ ἄλλο τμῆμα τοῦ ἀντικλίνου.

— Οἱ *δόμοι ἄλατος* σχηματίζονται, ὅταν κάτωθεν τοῦ πετρελαιοφόρου κοιτάσματος ὑπάρχη στρῶμα ἅλατος, τὸ ὁποῖον ὑφιστάμενον πλευρικὰς πιέσεις ἀνυψοῦται πρὸς τὰ ἄνω, ὅπου ἡ πίεσις εἶναι μικροτέρα. Συχνὰ ἡ ἀνύψωσις φθάνει μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους, ὁπότε τὸ κοίτασμα χωρίζεται εἰς δύο μέρη.

Αἱ σπουδαιότεραι ἐκ τῶν *γεωλογικῶν μεθόδων ἐρεύνης* εἶναι :

— *Σεισμολογικὴ μέθοδος*. Προκαλοῦνται δι' ἰσχυρῶν ἐκρήξεων τεχνηταὶ δονήσεις, τῶν ὁποίων τὰ κύματα καταγράφονται δι' εἰδικῶν σεισμογράφων. Ἡ ταχύτης διαδόσεως καὶ ἀνταναακλάσεως τῶν κυμάτων αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς συστάσεως τοῦ ἐδάφους, σημειοῦται δὲ ἀπότομος ἀλλαγὴ τῆς ταχύτητος, ὅπου ὑπάρχει ἀλλαγὴ τῆς ἐδαφικῆς συστάσεως.

— *Βαρομετρικὴ μέθοδος*, ἤτοι μέτρησις τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος, ἡ ὁποία ἐπηρεάζεται αἰσθητῶς ἀπὸ τὴν σύστασιν τοῦ ἐδάφους. Ἕνα κοίτασμα πετρελαίου ἐπιφέρει ἀξιοσημείωτον μείωσιν τῆς τιμῆς τοῦ g.

— *Μαγνητικὴ μέθοδος*. Ἡ ἔντασις τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου μεταβάλλεται αἰσθητῶς, ὅταν μετρῆται εἰς ἔδαφος, κάτωθεν τοῦ ὁποίου ὑπάρχει πετρελαιοφόρον κοίτασμα.

— *Ραδιενεργὸς μέθοδος*. Βασίζεται εἰς τὴν μέτρησιν τῆς ἀκτινοβολίας γ διαφόρων στρωμάτων προερχομένης ἐκ τῆς ἀπορροφήσεως βραδέων νετρονίων ὑπὸ ἀτόμων H_2 τοῦ ὕδατος ἢ τῶν ὑδρογονανθράκων.

5·3 Ἀνόρυξις.

Ἡ ἀνόρυξις πετρελαιοφόρων φρεάτων ἐπιτυγχάνεται διὰ διατρήσεως τῶν ἀδιαπεράτων πετρωμάτων, ποὺ καλύπτουν τὸ πετρελαιοφόρον κοίτασμα, μὲ εἰδικὰ γεωτρύπανα. Ἡ διάμετρος τῶν φρεάτων εἶναι 40 ἕως 45 cm, τὸ δὲ βάθος των ἀρκετόν, ὥστε νὰ ὑπερβαίνη τὸ πάχος τοῦ ἐκμεταλλευσίμου κοιτάσματος.

Τὰ τοιχώματα τῆς ὀπῆς, τὴν ὁποίαν διανοίγει τὸ γεωτρύπανον, ἐπενδύονται διὰ χαλυβδίνων σωλήνων, ἀναλόγως τῶν ἀπαιτήσεων, διὰ νὰ ἐμποδίζεται κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἡ κατάρρευσις τῶν παρειῶν τῆς ὀπῆς ἢ ἡ εἴσοδος εἰς αὐτὰς ὕδατος.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς γεωτρήσεως, διὰ τῆς ὁπῆς κυκλοφορεῖται Ἰλύς. Τοῦτο ἔχει σκοπόν :

α) Νὰ ψύχη καὶ νὰ λιπαίνη τὸ τρύπανον.

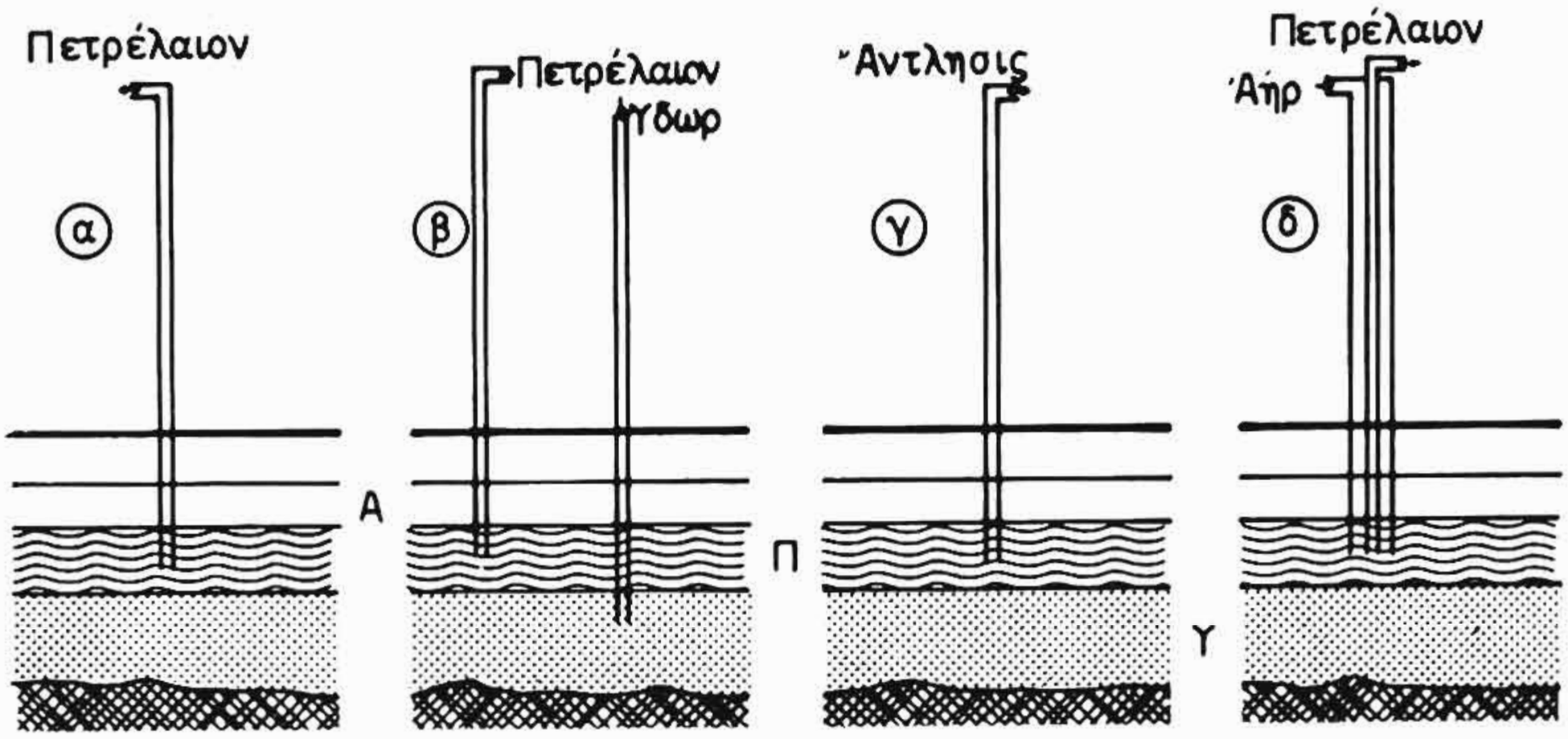
β) Νὰ διευκολύνη τὴν ἄνοδον τῶν ἀνορυσσομένων ὑλῶν πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν.

γ) Νὰ ἐμποδίζη τὴν ἀπότομον ἔξοδον ἀερίων, ὕδατος ἢ πετρελαίου.

Ὅταν μετὰ τῆς ἀνερχομένης ἐκ τοῦ βάθους τῆς γεωτρήσεως ἰλύος ἐμφανισθῆ πετρέλαιον καὶ ἐξασφαλισθῆ ἡ διατήρησις τῆς ροῆς του, καταβιβάζεται καὶ στερεοῦται διὰ τσιμέντου τὸ τελικὸν χαλύβδινον χιτώνιον διὰ τὴν προστασίαν τῶν παρειῶν τοῦ φρέατος. Εἰς τὸν πυθμένα τοποθετεῖται φίλτρον διὰ νὰ ἐμποδίζη τὰ ἀμμώδη συστατικὰ νὰ εἰσέλθουν εἰς τὸν συνεχόμενον ὕπερθεν τοῦ φίλτρου λεπτότερον τελικὸν ὁμοκεντρικὸν σωλῆνα, διὰ τοῦ ὁποίου τὸ πετρέλαιον ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

Ἡ ἄνοδος τοῦ πετρελαίου εἰς τὴν ἐπιφάνειαν γίνεται μὲ ἕνα τῶν ἀκολούθων τρόπων (σχ. 5·3) :

α) Φυσικῶς, χωρὶς ἄλλην ἐπέμβασιν, μὲ τὴν πίεσιν τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων ἀερίων, τῶν ὁποίων ἡ πίεσις, εἰς τὴν ἀρχὴν τουλάχιστον, εἶναι τόση, ὥστε νὰ ἀναβιβάζη τὸ πετρέλαιον ἕως τὴν ἐπιφάνειαν ὑπὸ μορφὴν πίδακος.



Σχ. 5.3.
Μέθοδοι ἀνορύξεως πετρελαίου.

β) Διὰ κατακλύσεως ὕδατος ὑπὸ πίεσιν.

γ) Δι' ἀντλήσεως μὲ εἰδικὰς ἀντλητικὰς μηχανάς.

δ) Δι' ἐμφυσήσεως ἀέρος ἢ ἀερίων ὑδρογονανθράκων ὑπὸ πίεσιν.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

5·4 'Επεξεργασίαι - Διύλισις.

Μετὰ τὴν ἐξόρυξιν τοῦ πετρελαίου, τοῦτο ὑποβάλλεται εἰς σειρὰν ἐπεξεργασιῶν, διὰ τῶν ὁποίων εἴτε ἀπαλλάσσεται ἀπὸ ἀνεπιθύμητα συστατικά, εἴτε ἀποκτᾶ ἰδιότητας, ποὺ εἶναι ἀπαραίτητοι διὰ τὴν χρῆσιν του ὡς καυσίμου θερμικῶν μηχανῶν.

Αἱ ἐπεξεργασίαι διακρίνονται :

— Εἰς προκαταρκτικὰς ἐπεξεργασίας.

— Εἰς τὴν κυρίως ἐπεξεργασίαν τῆς διυλίσεως.

— Εἰς τελικὰς ἐπεξεργασίας μετὰ τὴν διύλισιν.

1) Προκαταρκτικαὶ ἐπεξεργασίαι.

Δι' αὐτῶν τὸ ἀκατέργαστον πετρέλαιον (crude oil) ἀπαλλάσσεται ἀπὸ ἀνεπιθύμητα συστατικά. Αἱ προκαταρκτικαὶ ἐπεξεργασίαι συνίστανται εἰς τὰ ἑξῆς :

α) *Φυσικὸν καθαρισμόν*, δηλαδὴ διήθησιν, διὰ τῆς ὁποίας τὸ πετρέλαιον ἀπαλλάσσεται ἀπὸ τὰς γαιώδεις προσμίξεις.

β) *'Απαερίωσιν*, ἤτοι ἀπομάκρυνσιν τῶν ἀερίων, τὰ ὁποῖα εἶναι χρήσιμα διὰ τὴν ἄντλησιν τοῦ πετρελαίου. 'Η ἀπομάκρυνσίς των ἐπιβάλλεται διὰ τοὺς ἑξῆς λόγους :

— 'Η παραμονή των εἰς τὸ πετρέλαιον ἐπιβάλλει πρόσθετα μέτρα ἀσφαλείας, ἰδίως κατὰ τὴν μεταφοράν.

— 'Αποτελοῦν ἀρίστην καύσιμον ὕλην.

— Χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παραγωγὴν συνθετικῆς βενζίνης.

'Η ἀπαερίωσις ἐπιτυγχάνεται ἐν μέρει αὐτομάτως, εὐθὺς μετὰ τὴν ἀνόρυξιν, ὅταν τὸ πετρέλαιον εὑρεθῇ ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ὁλοκληρώνεται δὲ δι' ἐλαφρᾶς θερμάνσεως αὐτοῦ.

γ) *'Αφυδάτωσιν*, διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν ὅσον τὸ δυνατὸν μεγαλυτέρου ποσοστοῦ ὕδατος, ποὺ ἐξορύσσεται μαζὶ μὲ τὸ πετρέλαιον. 'Η ἀφυδάτωσις ἐπιτυγχάνεται :

— Διὰ *καθιζήσεως (settling)* βασιζομένης εἰς τὴν διαφορὰν πυκνότητος μεταξὺ πετρελαίου καὶ ὕδατος.

— Διὰ φυγοκεντρίσεως.

— Διὰ διηθήσεως μὲ εἰδικὰ φίλτρα ποὺ συγκρατοῦν τὸ ὕδωρ.

'Η ἀπομάκρυνσις τοῦ ὕδατος δυσχεραίνεται, ὅταν τοῦτο σχηματίζῃ μετὰ τοῦ πετρελαίου γαλάκτωμα. 'Η διάσπασις τοῦ γαλακτώματος εἶναι ἀπαραίτητος προϋπόθεσις διὰ νὰ γίνῃ ἡ ἀφυδάτωσις. Αὐτὴ ἐπιτυγχάνεται μὲ δύο κυρίως τρόπους :

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

— *Μὲ χημικὴν κατεργασίαν.* Κατ' αὐτὴν εἰς τὸ πετρέλαιον προστίθενται ὡρισμέναι ἀφυγραντικαὶ οὐσίαι. Αὐταὶ προκαλοῦν τὴν συσσώρευσιν τῶν σταγονιδίων, τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται ἐν διασπορᾷ ἐντὸς τοῦ πετρελαίου. Τὰ σταγονίδια τελικῶς καθιζάνουν. Ἀφυγραντικαὶ οὐσίαι κυκλοφοροῦν εἰς τὸ ἐμπόριον μὲ διάφορα ὀνόματα, ὡς π.χ. τὸ ἀμερικανικὸν παρασκεύασμα Trent-o-Lite.

— *Μὲ ἠλεκτρικὴν κατεργασίαν.* Κατ' αὐτὴν τὸ γαλάκτωμα ὑποβάλλεται εἰς ἰσχυρὸν ἠλεκτρικὸν πεδίον, ποὺ προκαλεῖ τὴν συσσώρευσιν τῶν σταγονιδίων τοῦ ὕδατος. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται χάρις εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον, ποὺ τὰ σταγονίδια ὕδατος ἀποκτοῦν κατὰ τὴν τριβὴν μὲ τὰ σταγονίδια τοῦ πετρελαίου. Τὸ φορτίον αὐτὸ εἶναι συνήθως ἀρνητικόν, διὰ τοῦτο τὰ σταγονίδια ὕδατος ὁδεύουν πρὸς τὸν θετικὸν πόλον τοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου, ὅπου συνενοῦνται καὶ καθιζάνουν.

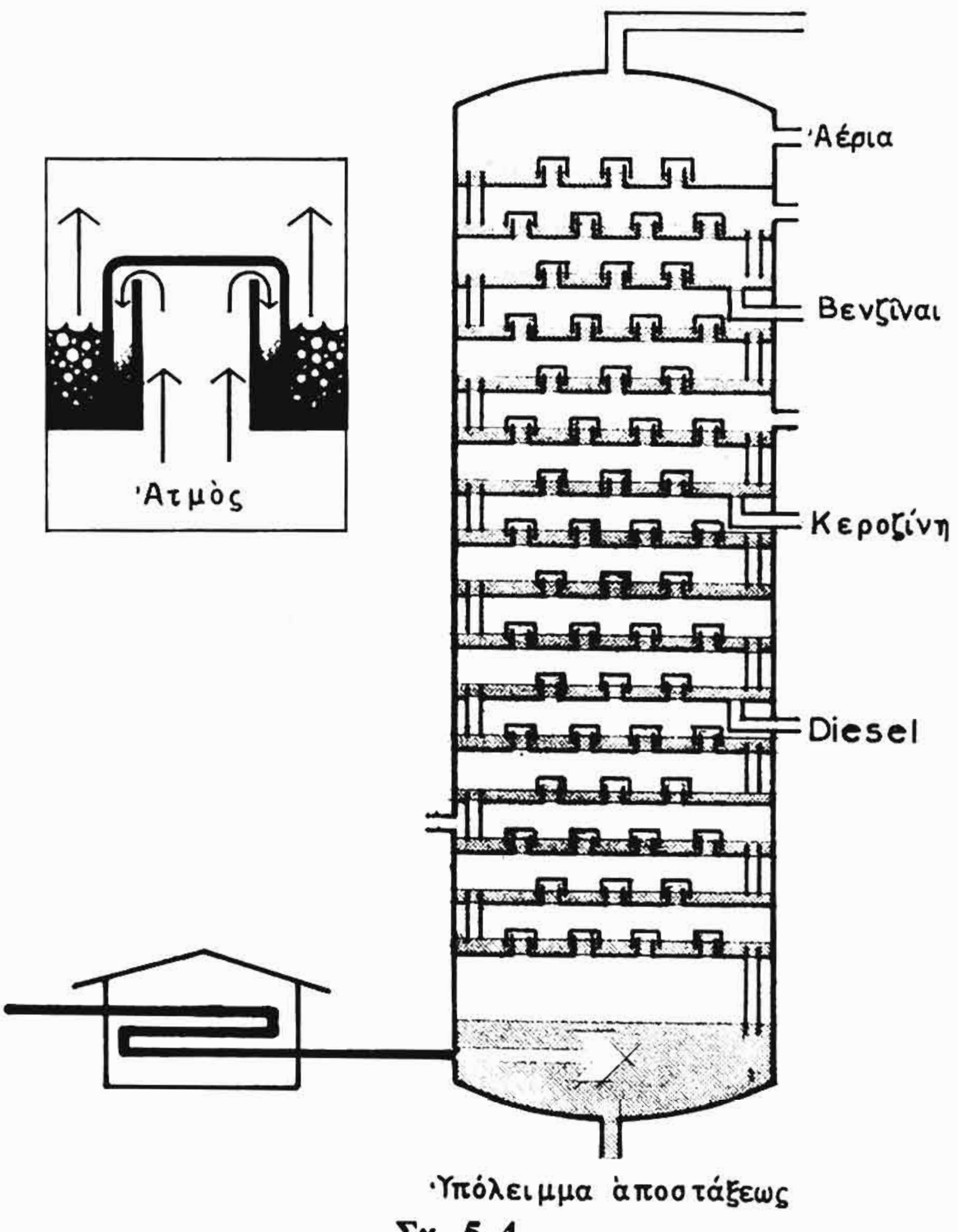
2) Διύλισις.

Διύλισιν ἢ *κλασματικὴν ἀπόσταξιν* ὀνομάζομεν τὴν κατεργασίαν ἐκείνην, διὰ τῆς ὁποίας τὸ ἀκάθαρτον πετρέλαιον διαχωρίζεται εἰς τὰ συστατικά του, τὰ *κλάσματα*, ἀναλόγως τῆς θερμοκρασίας εἰς τὴν ὁποίαν ἀποστάζουν.

Τὸ ἀκάθαρτον πετρέλαιον ἀποτελεῖται ἀπὸ χιλιάδας συστατικῶν, κυρίως ὑδρογονανθράκων, τῶν ὁποίων ὁ διαχωρισμὸς μεταξύ των καὶ ἀδύνατος εἶναι καὶ ἄσκοπος. Ὑπολογίζεται ὅτι μόνον ἡ βενζίνη περιέχει 100 ὑδρογονάνθρακας καὶ βεβαίως πολὺ περισσοτέρους περιέχουν τὰ βαρύτερα ἀποστάγματα. Ἡ ἀπόσταξις, λοιπόν, ἀποβλέπει εἰς τὸν *διαχωρισμὸν καθ' ὁμάδας* τῶν διαφόρων συστατικῶν. Ἑκάστη ὁμὰς περιέχει ὑδρογονάνθρακας, οἱ ὁποῖοι ἀποστάζουν ἐντὸς ὡρισμένων ὁρίων θερμοκρασίας καὶ ἐν τῷ συνόλῳ των ἀποτελοῦν συγκεκριμένον εἶδος καυσίμου, τοῦ ὁποίου αἱ ἰδιότητες ἐπιτρέπουν καὶ συγκεκριμένην ἐφαρμογήν. Ἔτσι, μετὰ τὰ ἀέρια συστατικά, ἀποστάζουν οἱ ὑδρογονάνθρακες, ποὺ ἔχουν σημεῖα βρασμοῦ μεταξὺ 50° C καὶ 180° C καὶ ἀποτελοῦν τὰς βενζίνας. Ἀκολουθοῦν οἱ ὑδρογονάνθρακες, ποὺ ἀποτελοῦν τὸ φωτιστικὸν πετρέλαιον (150° C ἕως 240° C), τὸ Diesel (200° C ἕως 360° C) καὶ τέλος ὅ,τι δὲν ἔχει ἀποστάξει μέχρι τοὺς 360° C ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἀποτελεῖ τὸ *ὑπόλειμμα ἀποστάξεως* ἢ *μαζούτ*. Τοῦτο χρησιμοποιεῖται εἴτε ὡς πετρέλαιον λεβήτων, ἤτοι δι' ἐξωτερικὴν καῦσιν, εἴτε ὑποβάλλεται εἰς περαιτέρω ἀπόσταξιν ἐν κενῷ

ὁπότε λαμβάνονται πολύτιμα προϊόντα : τὰ *ὀρυκτέλαια*, ποὺ ἀποτελοῦν τὴν βάσιν τῶν λιπαντικῶν. Εἰς τὸ ὑπόλειμμα τῆς ἐν κενῷ ἀποστάξεως εὑρίσκονται ἄσφαλτος καὶ παραφίνη, ποὺ ἀποτελοῦν τὰ ὑποπροϊόντα τῆς βιομηχανίας τῶν Διυλιστηρίων μὲ ἐξαιρετικὴν ἐμπορικὴν σπουδαιότητα.

Ἡ ἀπόσταξις λαμβάνει χώραν εἰς κατακόρυφον στήλην, ποὺ ὀνομάζεται *πύργος ἀποστάξεως* καὶ συνήθως διὰ τοῦ ὕψους της δεσπόζει τῶν ἐγκαταστάσεων τοῦ Διυλιστηρίου (σχ. 5·4). Τὰ στοιχεῖα ἀπο-



Ὑπόλειμμα ἀποστάξεως

Σχ. 5·4.

στάξεως τοποθετοῦνται ἐντὸς τοῦ πύργου, τὸ ἕνα ὑπεράνω τοῦ ἄλλου εἰς ὁριζοντίους δίσκους. Τὸ ἀργὸν πετρέλαιον θερμαινόμενον δι' ἀτμοῦ ἐκτὸς τῆς στήλης εἰσέρχεται εἰς αὐτὴν ἐν βρασμῷ. Οἱ ἀτμοὶ ἀνερχόμενοι ψύχονται καὶ μέρος αὐτῶν ὑγροποιεῖται μέχρις ὑπερεκχειλίσεως το-

δίσκου. Τὸ ὑπερεκχειλίζον ὑγρὸν πίπτει εἰς τὸν κατώτερον δίσκον, ὁ ὁποῖος εἶναι θερμότερος καὶ τὸ ὑγρὸν ἐξατμίζεται μερικῶς ἐκ νέου.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον οἱ ἀτμοὶ ἀνερχόμενοι ἐμπλουτίζονται συνεχῶς μὲ πτητικώτερα συστατικά, ἐνῶ τὰ ὀλιγώτερον πτητικά, καὶ ἑπομένως βαρύτερα κλάσματα, συμπυκνοῦνται εἰς τοὺς κατωτέρους δίσκους. Ἔτσι τὰ συμπυκνώματα, ποὺ περιέχει κάθε δίσκος, διατηροῦν ὡρισμένην θερμοκρασίαν καὶ ἐφ' ὅσον οἱ δι' αὐτῶν διερχόμενοι ἀτμοὶ ἔχουν θερμοκρασίαν βρασμοῦ ὑψηλοτέραν, συμπυκνούμενοι παγιδεύονται· οἱ ἔχοντες ὅμως θερμοκρασίαν βρασμοῦ (ἄρα καὶ ὑγροποιήσεως) χαμηλοτέραν τῆς ἐπικρατούσης εἰς τὴν συγκεκριμένην περιοχὴν δίσκων, ἀνέρχονται ὑψηλότερον, μέχρις ὅτου ὑγροποιηθοῦν.

Τὴν ἀρχὴν αὐτῆς τῆς διυλίσεως δυνάμεθα εὐκόλως νὰ ἀντιληφθῶμεν, ἂν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι, ἐφ' ὅσον τὰ ὑγρὰ μὲ τὸ χαμηλότερον σημεῖον βρασμοῦ, ἤτοι τὰ πτητικώτερα, ἐξατμίζονται ταχύτερον, φυσικὸν εἶναι οἱ ἀτμοὶ ἑνὸς μίγματος ὑγρῶν μὲ διάφορα σημεῖα βρασμοῦ, ὡς τὸ πετρέλαιον, νὰ εἶναι ἐμπλουτισμένοι μὲ τὰ πτητικώτερα συστατικά, ἐν συγκρίσει μὲ τὸ ἀρχικὸν μῖγμα. Ἔτσι καὶ τὸ προκῦπτον συμπύκνωμα θὰ ἔχῃ μεγαλυτέραν ἀναλογίαν ἐκ τοῦ ἐλαφροῦ (πτητικωτέρου) ὑγροῦ.

Ἐὰν π.χ. μὲ Ε συμβολίσωμεν τὰ ἐλαφρότερα συστατικὰ καὶ μὲ Β τὰ βαρύτερα ἑνὸς μίγματος ὑδρογονανθράκων Ε/Β εἰς ἀναλογίαν 50/50, τότε τοῦτο ἐξατμιζόμενον θὰ δώσῃ ἀέριον φάσιν τῆς ἀναλογίας 55/45, ἤτοι πλουσιωτέραν εἰς πτητικὰ συστατικά. Ἂν ὁ ἀτμὸς αὐτὸς εἰς τὸν ἀμέσως ἑπόμενον δίσκον συναντήσῃ ὑγρὸν τῆς ἀναλογίας περίπου 55/45, τότε τὸ μὲν βαρὺ συστατικὸν Β ὑγροποιεῖται, ἐνῶ ἡ προκύπτουσα ἐκ τῆς ὑγροποιήσεως λανθάνουσα θερμότης προκαλεῖ περαιτέρω ἐξάτμισιν τοῦ πτητικοῦ συστατικοῦ, ὁπότε ἡ νέα ἀναλογία τείνει πρὸς τὸ 60/40 κ.ο.κ.

Τὴν ἀνωτέρω ἀρχήν, ποὺ ἀποτελεῖ τὴν βάσιν τῆς συνεχοῦς κλασματικῆς ἀποστάξεως, παριστᾶ τὸ κατωτέρω διάγραμμα :

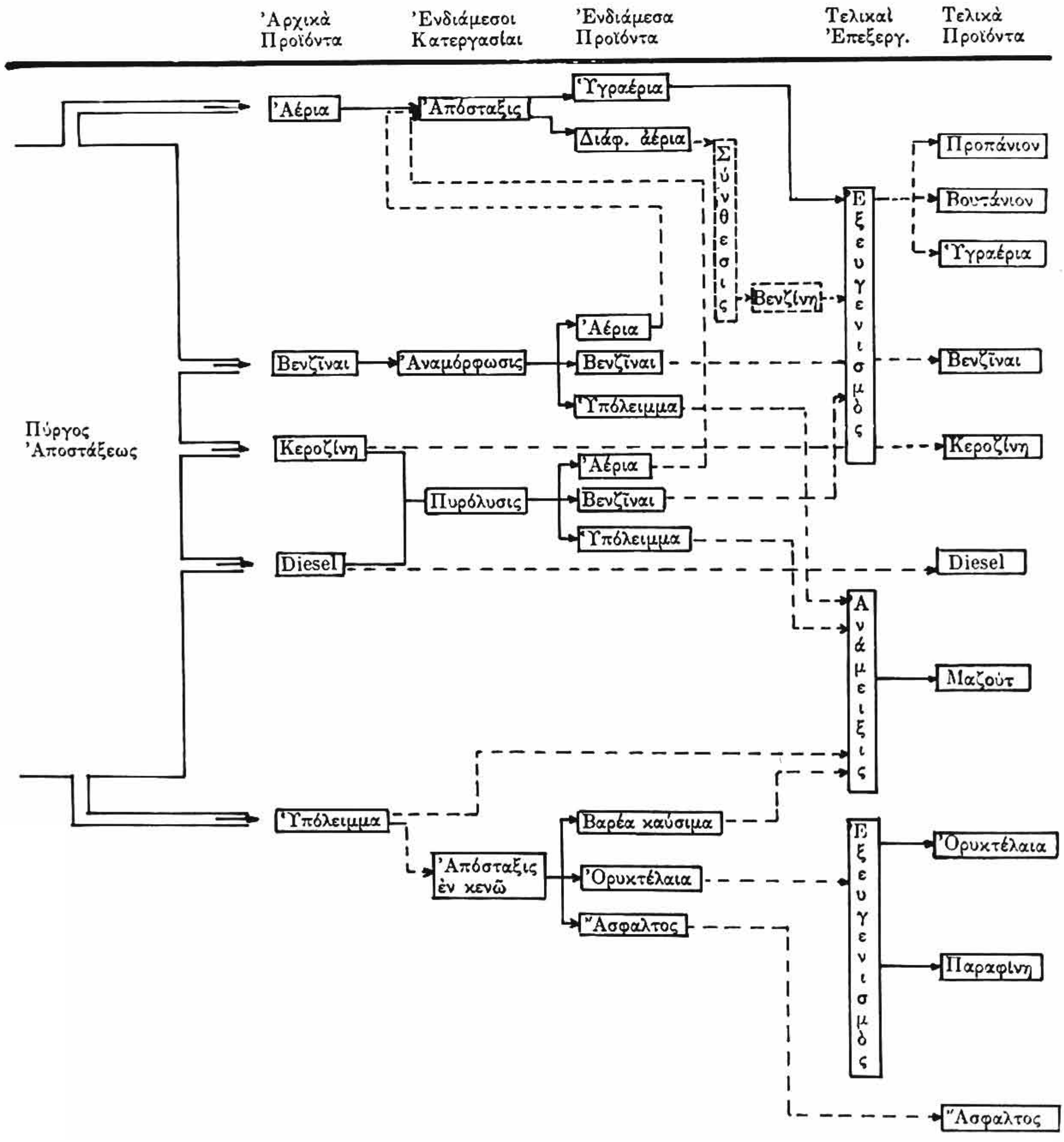
	Ε/Β	Ε/Β	Ε/Β	Ε/Β
Ἀτμὸς →	55/45	60/40	65/35	70/30
Ὑγρὸν →	50/50	55/45	60/40	65/35

Μετὰ τὸν κλασματικὸν διαχωρισμόν των, τὰ προϊόντα τῆς διυλίσεως ὑποβάλλονται εἰς περαιτέρω ἐπεξεργασίας, διὰ τῶν ὁποίων

ἐπιδιώκεται ἡ περαιτέρω βελτίωσις τῶν ἰδιοτήτων των εἰς τρόπον, ὥστε νὰ ἀνταποκρίνωνται πρὸς τὰς ἀπαιτήσεις τῶν ἐφαρμογῶν των. Αἱ σπουδαιότεραι ἐκ τῶν ἐπεξεργασιῶν αὐτῶν ἐμφαίνονται εἰς τὸ ἀκολουθοῦν διάγραμμα διυλίσεως, τοῦ Πίνακος 5·4·1, ἐξετάζονται δὲ λεπτομερέστερον εἰς τὴν ἑπομένην παράγραφον.

ΠΙΝΑΞ 5·4·1

Αἱ κυριώτεραι φάσεις ἐπεξεργασίας τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου.



5·5 Κατεργασίαι μετὰ τὴν διύλισιν.

Μετὰ τὴν διύλισιν γίνονται ὡρισμέναι κατεργασίαι, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιδιώκονται :

— Ἡ βελτίωσις τῶν ἰδιοτήτων τῶν προϊόντων τῆς ἀρχικῆς ἀποστάξεως καὶ

— ἡ μετατροπὴ τῶν ἀρχικῶν προϊόντων εἰς ἄλλα, ἀναλόγως τῶν ἀναγκῶν ἢ τῆς ζητήσεως.

Αἱ σπουδαιότεραι ἐκ τῶν κατεργασιῶν αὐτῶν εἶναι αἱ ἑξῆς :

1) Ἀναμόρφωσις τῆς βενζίνης.

Ἀναμόρφωσιν (reforming) τῆς βενζίνης καλοῦμεν τὴν θερμικὴν κατεργασίαν, διὰ τῆς ὁποίας ἐπέρχεται μοριακὴ ἀνακατάταξις τῶν ὑδρογονανθράκων της μὲ συνέπειαν τὴν ποιοτικήν της βελτίωσιν καὶ κυρίως τὴν αὔξησιν τῆς ἀντικροτικῆς της ἱκανότητος (ἀποκτᾶ περισσότερα ὀκτάνια).

Ἡ ἀναμόρφωσις ἐπιτυγχάνεται συνήθως διὰ θερμάνσεως τῆς βενζίνης, ἡ ὁποία προκύπτει κατὰ τὴν ἀρχικὴν ἀπόσταξιν εἰς θερμοκρασίαν 500° C ἕως 560° C, ὑπὸ πίεσιν 15 ἕως 50 ἀτμοσφαιρῶν. Συχνὰ χρησιμοποιοῦνται καταλύται, ἤτοι οὐσίαι μὲ βάσιν ἀργιλοπυριτικὰς ἑνώσεις, ποὺ ἐπιταχύνουν ἢ διευκολύνουν τὴν ἀντίδρασιν τῆς ἀναμορφώσεως.

Διὰ τῆς ἀναμορφώσεως, ὑδρογονάνθρακες μὲ χαμηλὸν ἀριθμὸν ὀκτανίων, π.χ. παραφινικοὶ εὐθείας ἁλύσεως, μετατρέπονται εἰς ὑδρογονάνθρακας ὑψηλῆς ὀκτανικῆς ἀποδόσεως, ὅπως εἶναι π.χ. οἱ ναφθενικοὶ ἢ οἱ ἀρωματικοὶ ὑδρογονάνθρακες, πρᾶγμα ποὺ συνοδεύεται συνήθως μὲ ἀφαίρεσιν ἀερίων καὶ κυρίως ὑδρογόνου (ἀφυδρογονωτικὴ ἀναμόρφωσις).

Προϊόντα τῆς ἀναμορφώσεως εἶναι :

α) Βενζίνη μὲ καλύτερον (μεγαλύτερον) ἀριθμὸν ὀκτανίων.

β) Ἀέρια, ποὺ δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὴν παραγωγὴν συνθετικῆς βενζίνης.

γ) Ὑπόλειμμα, κατάλληλον διὰ τὴν παρασκευὴν βαρέων καυσίμων.

2) Ἐξευγενισμός.

Ἡ κατεργασία αὐτὴ ἀφορᾶ εἰς ὅλα τὰ προϊόντα ἀποστάξεως τοῦ πετρελαίου καὶ ἀποβλέπει εἰς τὴν ἀπομάκρυνσιν συστατικῶν, τῶν ὁποίων ἡ παρουσία εἶναι ἐπιβλαβής, ὅπως π.χ. κηρός, κομμιώδεις οὐσίαι, θειοῦχοι ἑνώσεις, κ.λπ.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Αἱ κυριώτεραι μέθοδοι ἐξευγενισμοῦ εἶναι :

α) *Κατεργασία διὰ διαλύσεως PbO εἰς NaOH.* Ἡ μέθοδος αὐτὴ εἶναι γνωστὴ εἰς τὴν τεχνολογίαν τῶν πετρελαιοειδῶν ὡς Doctor Process καὶ συνίσταται εἰς τὴν ἐπεξεργασίαν τῆς βενζίνης μὲ μολυβδῶδες νάτριον ($NaPbO_2$)· αὐτὸ παρασκευάζεται διὰ διαλύσεως τοῦ ὀξειδίου τοῦ μολύβδου (PbO) εἰς καυστικὴν σόδαν (NaOH) καὶ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν θειούχων ἐνώσεων.

β) *Ἐξευγενισμὸς μὲ ἅλατα ψευδαργύρου.* Ἐλαφρὰ διάλυσις χλωριούχου ψευδαργύρου προστιθεμένη εἰς τὴν βενζίνην ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἀπομάκρυνσιν οὐσιῶν, αἱ ὁποῖαι εἶναι δυνατὸν νὰ σχηματίσουν ρητινικὰ προϊόντα.

γ) *Ἐξευγενισμὸς δι' ἀπορροφητικῶν γαιῶν.* Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν γίνεται ἐκμετάλλευσις τῆς ἰδιότητος ὡρισμένων ἀπορροφητικῶν γαιῶν νὰ συγκρατοῦν ἐκλεκτικῶς δι' ἀπορροφήσεως ὡρισμένα ἀνεπιθύμητα συστατικὰ τῶν προϊόντων ἀποστάξεως τοῦ πετρελαίου.

δ) *Ἐξευγενισμὸς μὲ διαλύτας.* Ὡρισμέναι ὀργανικαὶ ὕλαι διαλύουν ἐκλεκτικῶς ὡρισμένα συστατικὰ τῶν πετρελαιοειδῶν, τὰ ὁποῖα καὶ διαχωρίζουν ἔτσι ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα. Εὐρεῖα ἐφαρμογὴ τῆς μεθόδου αὐτῆς γίνεται κατὰ τὸν ἐξευγενισμὸν τῶν ὀρυκτελαίων μὲ φουρφουρόλην, ἡ ὁποία εἶναι διαλύτης ποὺ ἀπομακρύνει ἀπὸ τὰ ὀρυκτέλαια ἀνεπιθύμητα συστατικά.

3) Πυρόλυσις.

Πυρόλυσις ἢ *πυροδιάσπασις* (cracking) εἶναι ἡ θερμικὴ κατεργασία, διὰ τῆς ὁποίας ἐπιτυγχάνεται διάσπασις τῶν μορίων τῶν ὑδρογονανθράκων πρὸς ὑδρογονάνθρακας μὲ μικρότερον μοριακὸν βάρος. Μὲ τὸν τρόπον αὐτὸν π.χ. μετατρέπομεν φωτιστικὸν πετρέλαιον ἢ πετρέλαιον Diesel εἰς βενζίνην, πρὸς κάλυψιν τῆς διαρκῶς αὐξανομένης ζητήσεώς της.

Ἡ πυρόλυσις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῶν κάτωθι κυρίως μεθόδων :

α) *Θερμικὴ πυρόλυσις.* Κατ' αὐτὴν χρησιμοποιοῦμεν ὡς πρώτην ὕλην κυρίως πετρέλαιον Diesel ἢ φωτιστικόν, τὸ ὁποῖον μετατρέπεται εἰς βενζίνην μὲ ἀπόδοσιν 60% ἕως 70%. Τὸ ὑπόλοιπον εἶναι ἀέρια ἢ ὑπόλειμμα ἐκ βαρέων καυσίμων.

Ἡ πυρόλυσις συνήθως λαμβάνει χώραν εἰς ἀέριον φάσιν εἰς θερμοκρασίαν 500° C καὶ μὲ πίεσιν 15 ἕως 20 ἀτμοσφαιρῶν. Ἡ ἐπαφὴ τῶν ἀτμῶν τῶν ὑδρογονανθράκων μὲ τὰ θερμὰ μεταλλικὰ τοιχώματα το῀

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

θαλάμου ἀντιδράσεως προκαλεῖ τὴν διάσπασιν τοῦ μορίου των, διὰ τῆς ὁποίας τὸ πετρέλαιον μεταβάλλεται εἰς βενζίνην.

β) *Καταλυτικὴ πυρόλυσις*. Διαφέρει τῆς θερμικῆς πυρολύσεως κατὰ τὸ ὅτι εἰς τὸν θάλαμον ἀντιδράσεως τοποθετοῦνται καταλύται, ἤτοι οὐσίαι μὲ βάσιν ἀργιλοπυριτικὰς ἑνώσεις, αἱ ὁποῖαι προστιθέμεναι εἰς μικρὰς ἀναλογίας διευκολύνουν τὴν ἀντίδρασιν τῆς πυροδιασπάσεως, χωρὶς νὰ συμμετέχουν εἰς αὐτήν. Ὡς ἐκ τούτου ἡ ἀντίδρασις ἐπιτυγχάνεται εἰς χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν καὶ μὲ καλυτέραν ἀπόδοσιν.

Ἐκ τῆς πυροδιασπάσεως προκύπτουν τὰ ἑξῆς προϊόντα :

— *Βενζίνη*, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ τὸ κύριον προϊὸν τῆς πυρολύσεως, τὸ παραγόμενον δὲ ποσοστὸν κυμαίνεται ἀπὸ 60 % ἕως 80 % ἀναλόγως τῆς πρώτης ὕλης καὶ τῶν συνθηκῶν, ὑπὸ τὰς ὁποίας γίνεται ἡ πυρόλυσις.

— *Ἀέρια*, τὰ ὁποῖα ὑποβάλλονται εἰς ἀπόσταξιν ὑπὸ πίεσιν καὶ εἴτε χρησιμοποιοῦνται ὡς ἀέρια καύσιμα, εἴτε διὰ τὴν σύνθεσιν βενζίνης διὰ πολυμερισμοῦ [παράγρ. 5·5 (4)].

— *Ὑπόλειμμα*, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ βαρεῖς ὑδρογονάνθρακας καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς καύσιμον λεβήτων. Τὸ καύσιμον αὐτὸ εἶναι πλούσιον εἰς ἀνθρακούχους ὕλας καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀκατάλληλον διὰ πετρελαιομηχανὰς Diesel. Συνήθως ἀναμιγνύεται μὲ ἐλαφρότερα προϊόντα, ἀκόμη καὶ μὲ Diesel, ὥστε νὰ ἀποκτήση τὰς ἐπιθυμητὰς ἰδιότητας.

4) Κατεργασία τῶν ἀερίων.

Τόσον τὰ φυσικὰ ἀέρια τοῦ πετρελαίου, ὅσον καὶ τὰ ἀέρια ποὺ προκύπτουν ἐκ διαφόρων θερμικῶν κατεργασιῶν (ἀναμόρφωσις - πυρόλυσις), ὑποβάλλονται κατ' ἀρχὴν εἰς κλασματικὴν ἀπόσταξιν, διὰ τῆς ὁποίας διαχωρίζονται :

α) Εἰς τὸ λεγόμενον *ξηρὸν ἀέριον*, ἤτοι μῖγμα ὑδρογονανθράκων μὲ ἕνα ἢ δύο ἄτομα ἄνθρακος (μεθάνιον, αἰθάνιον, αἰθυλένιον), ποὺ ἀποτελεῖ καύσιμον βιομηχανικῆς ἢ οἰκιακῆς ἐφαρμογῆς μὲ εὐρεῖαν κατανάλωσιν εἰς τὰς Η.Π.Α.

β) Εἰς τὰ *ὑγραέρια*, ἤτοι προπάνιον καὶ βουτάνιον, ποὺ φέρονται εἰς τὸ ἐμπόριον ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν εἰς ὑγρὰν κατάστασιν μὲ μικρὰν πίεσιν καὶ χρησιμοποιοῦνται ὡς :

— Καύσιμον οἰκιακῆς χρήσεως.
— Πρώτη ὕλη διὰ τὴν βιομηχανίαν τῶν Πετροχημικῶν.
— Διὰ τὴν παραγωγὴν συνθετικῆς βενζίνης.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Ἡ σπουδαιοτέρα κατεργασία τῶν ἀερίων συνίσταται εἰς τὴν παραγωγὴν συνθετικῆς βενζίνης.

Ἡ σύνθεσις βενζίνης μὲ πρώτην ὕλην τὰ ὑγραέρια (προπάνιον, βουτάνιον) ἀποτελεῖ χημικὴν ἀντίδρασιν ἀκριβῶς ἀντίθετον τῆς πυροδιασπάσεως. Ἤτοι ἀπὸ ἐλαφρότερα συστατικὰ (ὑγραέρια) λαμβάνομεν βαρύτερα (βενζίνην).

Π.χ. $2(CH_3CH = CHCH_3) \rightarrow CH_3CH = CHCH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

Βουτένιον → Ὀκτένιον

Ἡ πρᾶξις αὐτὴ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ τῶν μορίων ὀνομάζεται *πολυμερισμὸς* καὶ ἐπιτυγχάνεται μὲ διαφόρους τρόπους μεταξὺ τῶν ὁποίων :

— *Καταλυτικὸς πολυμερισμός.* Τὸ πρὸς πολυμερισμὸν ἀέριον (προπάνιον ἢ βουτάνιον ἢ μῖγμα ἀμφοτέρων) διαβιβάζεται ὑπὸ πίεσιν 50 ἀτμοσφαιρῶν καὶ θερμοκρασίαν 250° C ὑπεράνω καταλύτου φωσφορικοῦ ὀξέος ἢ φωσφορικῶν ἁλάτων. Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ προκύπτουν ὑδρογονάνθρακες μὲ 6 ἕως 8 ἄτομα ἄνθρακος, ποὺ ἀποτελοῦν βασικὰ συστατικὰ τῆς βενζίνης.

— *Πολυμερισμὸς μὲ θειικὸν ὀξύ.* Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν τὰ ὑγραέρια διοχετεύονται ἐπὶ 15 λεπτὰ εἰς θάλαμον ἐπαφῆς περιέχοντα πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ εἰς θερμοκρασίαν 80° C καὶ ἐπιτυγχάνεται κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ὁ πολυμερισμός των πρὸς βενζίνην.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 6

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ἐκ τῆς κλασματικῆς ἀποστάξεως τοῦ πετρελαίου (Κεφάλ. 5) προκύπτουν τὰ διάφορα *κλάσματα* αὐτοῦ, ἤτοι τὰ προϊόντα του, τὰ σπουδαιότερα τῶν ὁποίων δυνάμεθα νὰ κατατάξωμεν εἰς τὰς ἑξῆς 5 μεγάλας ὁμάδας :

α) *Ὑγραέρια*. Εἶναι τὰ πρῶτα κλάσματα, περιέχοντα 3 ἕως 4 ἄτομα ἄνθρακος. Τὴν ὀνομασίαν των ὀφείλουν εἰς τὸ ὅτι εἶναι μὲν ὑπὸ συνήθη πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν ἀέρια, φέρονται ὅμως ὑγροποιημένα εἰς τὸ ἐμπόριον ὑπὸ πίεσιν ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν. Ἔχουν εὑρεῖαν κατανάλωσιν δι' οἰκιακούς, ἐργαστηριακοὺς ἢ καὶ βιομηχανικοὺς σκοπούς.

β) *Βενζῖναι*. Εἶναι τὰ πρῶτα ὑγρὰ ἀποστάγματα τοῦ πετρελαίου, συνεπῶς καὶ τὰ πτητικώτερα καὶ ἐλαφρότερα κλάσματα αὐτοῦ. Ἀποτελοῦνται ἀπὸ 6 ἕως 10 ἄτομα ἄνθρακος καὶ εἶναι τὸ καύσιμον τῶν βενζινομηχανῶν διὰ τῶν ὁποίων κινοῦνται :

— Τὰ περισσότερα ἐπιβατηγὰ αὐτοκίνητα.
— Ὀλίγα ἀεροπλάνα.
— Μικρὰ σκάφη (βενζινάκατοι).

γ) *Φωτιστικὸν πετρέλαιον* ἢ *Κηροζίνη*. Ἀπὸ τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ πετρελαίου μέχρι τὸ τέλος τοῦ προηγουμένου αἰῶνος (1900) τὸ φωτιστικὸν πετρέλαιον ἦτο τὸ πολυτιμότερον προϊὸν τῆς διυλύσεως χρησιμοποιούμενον κυρίως διὰ φωτισμὸν καὶ θέρμανσιν. Ὁ ἐξηλεκτρισμὸς τοῦ 20οῦ αἰῶνος ἐξεμηδένισε τὴν ἀξίαν του εἰς βαθμόν, ποὺ νὰ ἀποτελῇ προϊὸν ἀνεπιθύμητον μέχρι τὸ 1940. Ἐχρησιμοποιεῖτο κυρίως ὡς πρώτη ὕλη διὰ τὴν παραγωγὴν τῆς βενζίνης ἐκ πυρολύσεως. Κατὰ τὴν τελευταίαν τριακονταετίαν ἐπανῆλθεν εἰς τὸ προσκήνιον ὡς τὸ κατ' ἐξοχὴν καύσιμον τῶν ἀεριοστροβίλων (ἀεριωθούμενα ἀεροπλάνα).

δ) *Πετρέλαιον Diesel.* Εἶναι τὸ κατ' ἐξοχὴν καύσιμον τῶν M.E.K. καὶ εἰδικώτερον τῶν ταχυστρόφων πετρελαιομηχανῶν καὶ τὸ τελευταῖον προϊὸν τῆς διυλίσεως. Ἀποστάζει μέχρι τοὺς 360° C, διότι ἡ ἀπόσταξις πέρα τῆς θερμοκρασίας αὐτῆς προκαλεῖ θερμικὴν διάσπασιν τῶν ὑδρογονανθράκων, συνεπῶς μόνον ὑπὸ ἠλαττωμένην πίεσιν εἶναι δυνατὸν νὰ συνεχισθῇ (ἀπόσταξις ὑπὸ κενόν). Ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑδρογονάνθρακας μέσου μεγέθους (14 ἕως 20 ἄτομα ἄνθρακος), τὸ δὲ εἰδικὸν βάρος του κυμαίνεται ἀπὸ 0,80 ἕως 0,86.

ε) *Μαζούτ.* Ἀποτελεῖ τὸ *ὑπόλειμμα τῆς ἀποστάξεως,* δηλαδὴ τὸ τμῆμα ἐκεῖνο τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου, ποὺ δὲν ἔχει ἀποστάξει ἕως τοὺς 360° C. Περιέχει τοὺς βαρυτέρους ὑδρογονάνθρακας, ἤτοι τοὺς περιέχοντας ἄνω τῶν 20 ἀτόμων ἄνθρακος, διὰ τοῦτο ἔχει καὶ τὸ σχετικῶς μεγαλύτερον εἰδικὸν βάρος (0,90 ἕως 0,97).

Χρησιμοποιεῖται :

— Ὡς καύσιμον μηχανῶν ἀτμοῦ (πετρέλαιον λεβήτων).

— Ὡς καύσιμον βραδυστρόφων πετρελαιομηχανῶν (παράγρ. 9·3).

— Ὡς πρώτη ὕλη σειρᾶς σπουδαίων βιομηχανικῶν προϊόντων, τὰ ὁποῖα λαμβάνονται δι' ἀποστάξεως τοῦ μαζοὺτ ὑπὸ κενόν. Σπουδαιότερα ἐξ αὐτῶν εἶναι τὰ λιπαντέλαια, ὁ κηρὸς καὶ ἡ ἄσφαλτος.

Εἰς τὸν Πίνακα 6·1·1 παρέχονται συνοπτικῶς τὰ κυριώτερα γνωρίσματα τῶν ὡς ἄνω καυσίμων.

ΠΙΝΑΞ 6·1·1

Τὰ κυριώτερα προϊόντα διυλίσεως τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου

α/α	Προϊὸν	Ἄτομα ἄνθρακος	Θερμοκρασία ἀποστάξεως εἰς °C	Εἰδικὸν βάρος	Ἰξῶδες
1	Ὑγραέρια	3 - 4	Κάτω τοῦ 0	0,60 - 0,70	—
2	Βενζῖναι	6 - 10	50 - 200	0,70 - 0,76	Κάτω τοῦ 1 CS*
3	Κεροζίνη	10 - 14	150 - 280	0,78 - 0,80	2 - 3 CS
4	Πετρέλαιον Diesel	14 - 20	240 - 360	0,80 - 0,86	2,5 - 6 CS
5	Μαζοὺτ	ἄνω τῶν 20	ἄνω τῶν 360	0,90 - 0,96	Ἄνω τῶν 18 CS

CS = Centistoke, μονὰς μετρήσεως τοῦ ἰξώδους (παράγρ. 11·4).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 7

ΒΕΝΖΙΝΗ

7·1 Γενικὰ περὶ βενζίνης.

Ἡ βενζίνη εἶναι τὸ ἐλαφρότερον ἐκ τῶν ὑγρῶν κλασμάτων τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου καὶ συνεπῶς τὸ πρῶτον προϊὸν τῆς διυλίσεως μετὰ τὰ ὑγραέρια. Χάρις εἰς τὴν μεγάλην πτητικότητα, ἤτοι τὴν εὐκολίαν μὲ τὴν ὁποίαν ἐξατμίζεται, ἡ βενζίνη εἶναι τὸ μόνον καύσιμον, τὸ ὁποῖον ἐξαεροῦται, πρὶν εἰσέλθη εἰς τὴν μηχανήν. Τοῦτο ἐξασφαλίζει πλήρη ἀνάμιξιν μὲ τὸν ἀέρα, ἄρα συνθήκας τελείας καύσεως· ἔχει ὅμως τὸ μειονέκτημα νὰ παρουσιάζη εὐαισθησίαν ὡς πρὸς τὴν ἀνάφλεξιν, ἡ ὁποία εἰς ὡρισμένας περιπτώσεις εἶναι δυνατὸν νὰ γίνη ἀκαίρως. Τοῦτο ἀντιμετωπίζεται μὲ τὴν κατάλληλον *ποιότητα καύσεως* τῆς βενζίνης (παράγρ. 7·2).

Ἡ ἐξάπλωσις τῶν βενζινομηχανῶν, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὴν ραγδαίαν αὔξησιν τῶν αὐτοκινήτων κατὰ τὴν τελευταίαν τριακονταετίαν, διότι εἰς αὐτὰ ἐφαρμόζονται κατ' ἐξοχὴν αἱ βενζινομηχαναί, κατέστησε τὴν βενζίνην τὸ σπουδαιότερον καύσιμον. Εἰς τὴν αὔξησιν τῆς καταναλώσεως τῆς βενζίνης συνέβαλε μέχρις ἑνὸς σημείου καὶ ἡ ἐξάπλωσις τῶν ἀερομεταφορῶν, εἰς βαθμὸν μάλιστα ποὺ ἡ παγκοσμία παραγωγὴ βενζίνης πρὸ ὀλίγων ἐτῶν νὰ μὴ ἐπαρκῆ διὰ τὴν κάλυψιν τῆς ὁλονὲν αὐξανομένης ζητήσεως. Τὸ κενὸν ἐκάλυπτεν ἱκανοποιητικῶς ἡ βενζίνη ἐκ πυροδιασπάσεως (παράγρ. 5·5), δηλαδὴ ἡ μετατροπὴ εἰς βενζίνην τοῦ πλεονάζοντος πετρελαίου Diesel ἢ φωτιστικοῦ. Ἤδη τὸ κενὸν αὐτὸ καλύπτεται πλήρως διὰ τῆς ἐτησίως παραγομένης βενζίνης, διότι :

α) Ἡ βαθμιαία ἀντικατάστασις τῶν βενζινοκινήτων ἑλικοφόρων ἀεροπλάνων διὰ τῶν πετρελαιοκινήτων ἀεριωθουμένων ἀνέκοψε τὴν ραγδαίαν αὔξησιν τῆς ζητήσεως τῆς βενζίνης.

β) Ἡ παγκοσμία παραγωγὴ φυσικοῦ πετρελαίου, ἄρα καὶ τῆς ἐν αὐτῷ περιεχομένης βενζίνης, ἔχει διπλασιασθῆ ἐντὸς τῆς τελευταίας δεκαετίας, ἤτοι ἀνταποκρίνεται ἱκανοποιητικῶς πρὸς τὴν ζήτησιν.

Διὰ τὰς ναυτικὰς μηχανὰς ἡ βενζίνη ἔχει περιωρισμένην σημασίαν, καθ' ὅσον χρησιμοποιεῖται :

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

α) Διὰ τὴν πρόωσιν σκαφῶν μικροῦ ἐκτοπίσματος μόνον (βενζινάκατοι).

β) Διὰ τὴν λειτουργίαν βοηθητικῶν μηχανημάτων (ἀντλίαι), ἂν καὶ κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη, λόγω τῶν κινδύνων ἀναφλέξεως, τοὺς ὁποίους ἡ χρῆσις τῆς βενζίνης συνεπάγεται, αἱ βενζινομηχαναὶ τῶν ἀντλιῶν ἔχουν ἀντικατασταθῆ εἰς τὸ Ε.Ν. διὰ ταχυστρόφων Ντηζελομηχανῶν. Βενζινοκίνητοι ἀντλίαι παραμένουν ἐν χρήσει εἰς τὸ Πολεμικὸν Ναυτικόν.

Εἶναι ἀπαραίτητον ἐν τούτοις νὰ ἐξετασθοῦν αἱ σπουδαιότεραι ἐκ τῶν ἰδιοτήτων τῆς βενζίνης.

7·2 Ἰδιότητες τῆς βενζίνης.

Αἱ ἰδιότητες τῆς βενζίνης ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ποιότητος αὐτῆς, ἡ ὁποία καθορίζεται διὰ προδιαγραφῶν. Αἱ προδιαγραφαὶ αὐταὶ σκοπὸν ἔχουν νὰ ἐπιτύχουν τὴν κατάλληλον ποιότητα, ἡ ὁποία θὰ ἐξασφαλίζῃ ὁμαλὴν λειτουργίαν καὶ καλὴν ἀπόδοσιν τοῦ κινητῆρος, διὰ τὸν ὁποῖον τὸ καύσιμον τοῦτο προορίζεται.

Αἱ σπουδαιότεραι ἰδιότητες τῆς βενζίνης περιγράφονται κατωτέρω, ἐνῶ λεπτομέρειαι ἐπὶ τοῦ τρόπου ἐξετάσεως τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν παρέχονται εἰς τὸ Γ' Μέρος.

1) Πτητικότης.

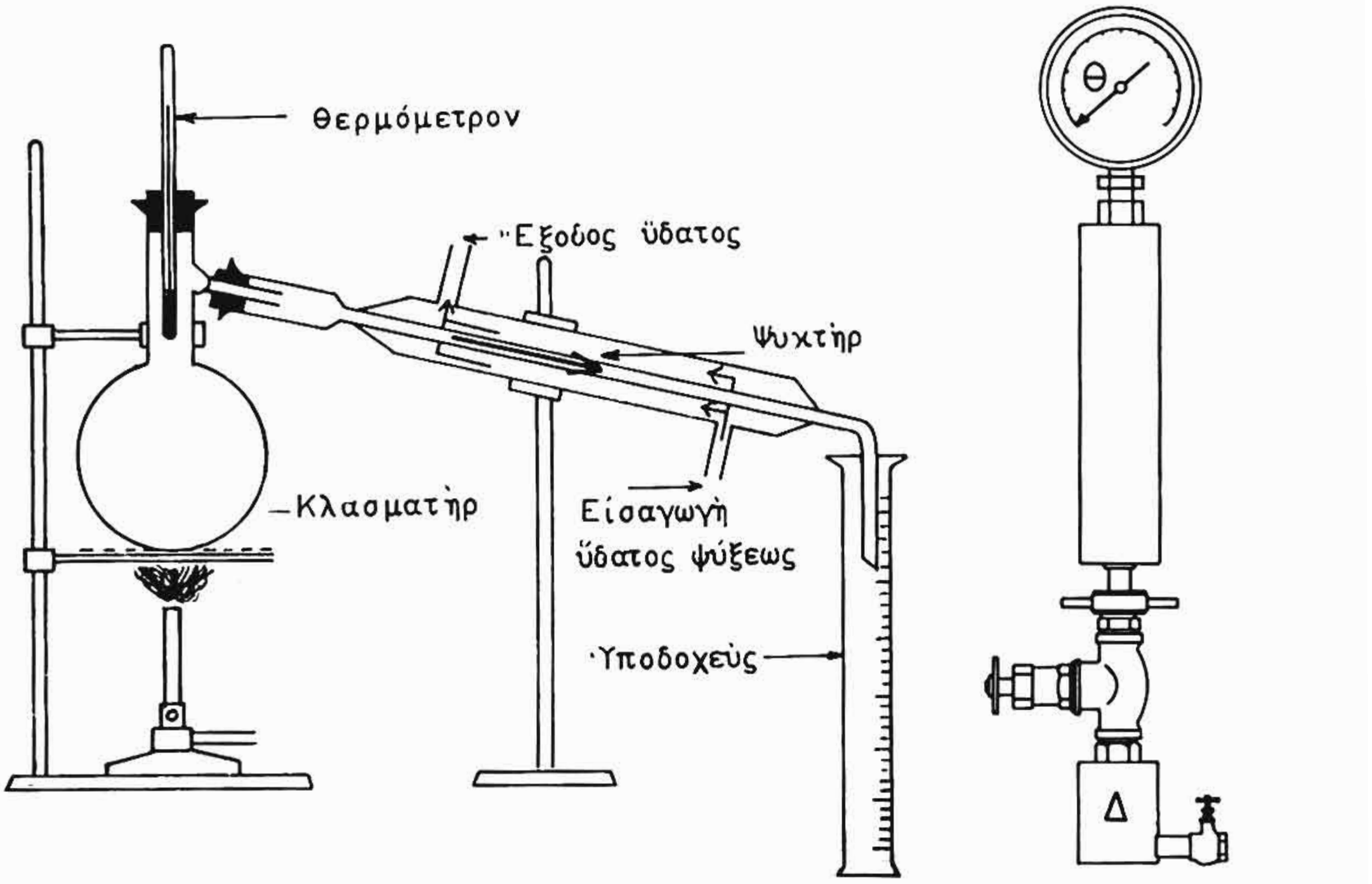
Διὰ τοῦ ὅρου *πτητικότης* ἐννοοῦμεν τὸ πόσον εὐκόλως ἢ δυσκόλως ἐξατμίζεται ὡρισμένη ποσότης βενζίνης. Τὸ χαρακτηριστικὸν αὐτὸ εἶναι βασικῆς σημασίας διὰ τὴν βενζίνην, διότι εἶναι τὸ μόνον καύσιμον, τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται εἰς τὴν μηχανήν, ἀφοῦ προηγουμένως ἐξαερωθῆ πλήρως εἰς τὸ εἰδικὸν ἐξάρτημα τῆς μηχανῆς, ποὺ εἶναι γνωστὸν ὡς *ἐξαερωτὴρ (καρμπυρατέρ)*.

Ἡ πτητικότης τῆς βενζίνης ἐλέγχεται μὲ δύο τρόπους :

—*Μὲ τὴν καμπύλην ἀποστάξεως.* Δι' αὐτῆς προσδιορίζονται αἱ θερμοκρασίαι, εἰς τὰς ὁποίας ὑπὸ ἐντελῶς ὡρισμένας συνθήκας ἀποστάζουν ὡρισμένα κλάσματα τῆς βενζίνης. Ἡ χρησιμοποιουμένη πρὸς τοῦτο συσκευὴ εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 7·2α(Α), περιγράφεται δὲ λεπτομερέστερον εἰς τὴν παράγραφον 11·5.

—*Μὲ τὴν τάσιν ἀτμῶν.* Ἤτοι μὲ τὴν πίεσιν, ἡ ὁποία σχηματίζεται ἀπὸ τοὺς ἀτμοὺς βενζίνης, ὅταν ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας βενζίνη θερμανθῆ ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου.

Ἡ συσκευὴ Reid, ποὺ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς τάσεως τῶν ἀτμῶν, ἀπεικονίζεται σκαριφηματικῶς εἰς τὸ σχῆμα 7·2α (Β). Ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ χαλύβδινον δοχεῖον Δ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου φέρεται τὸ πρὸς μέτρησιν δεῖγμα τοῦ καυσίμου. Εἰς τὸ ἄνω μέρος ἀπολήγει εἰς τὸ θλιβόμετρον Θ, διὰ τοῦ ὁποίου μετρεῖται ἡ δημιουργουμένη ἐκ τῶν παραγομένων ἀτμῶν τῆς βενζίνης τάσις. Ἡ ὅλη συσκευὴ φέρεται ἐντὸς ὑδρολούτρου, τοῦ ὁποίου ἡ θερμοκρασία τηρεῖται διὰ θερμοστατικοῦ συστήματος σταθερῶς εἰς τοὺς 100° F.



(Α) Συσκευὴ ἀποστάξεως (Β) Συσκευὴ Reid

Σχ. 7·2α.

Αἱ τιμαὶ πτητικότητος τῆς βενζίνης πρέπει νὰ εὑρίσκωνται ἐντὸς ὡρισμένων ὁρίων, τὰ ὁποῖα αἱ προδιαγραφαὶ καθορίζουν αὐστηρῶς.

Χαμηλὴ πτητικότης τῆς βενζίνης ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα δυσχέρειαν ἐξαερώσεως, ποὺ συνεπάγεται τὰ ἑξῆς προβλήματα εἰς τὴν μηχανήν, τὴν ὁποίαν ἡ ὡς ἄνω βενζίνη τροφοδοτεῖ:

— Δυσχερῆ ἐκκίνησιν.
— Κακὴν προθέρμανσιν.
— Μειωμένην ἐπιτάχυνσιν.
— Κακὴν διανομὴν τοῦ καυσίμου εἰς τοὺς κυλίνδρους.
— Ρύπανσιν τοῦ ἐλαίου μὲ βενζίνην.

Ὑψηλὴ πτητικότης εἶναι ἐπίσης ἀνεπιθύμητος, διότι συνεπάγετα··

α) Μεγάλας ἀπωλείας λόγω ἐξαερώσεως.

β) Κίνδυνον ἀτμοφράξεως (vapor lock). Διὰ τοῦ ὅρου *ἀτμόφραξις* νοεῖται ἡ εἰσαγωγὴ ἐντὸς τῶν κυλίνδρων μίγματος τόσον πλουσίου εἰς βενζίνην, ὥστε ἡ ἀνάφλεξις νὰ δυσχεραίνεται, ἐνίοτε δὲ εἰς βαθμόν, ὥστε ἡ ἐκκίνησις τῆς μηχανῆς νὰ εἶναι ἀδύνατος. Τὸ φαινόμενον τῆς ἀτμοφράξεως εἶναι γνωστὸν καὶ ὡς *μπούκωμα* τῆς μηχανῆς. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν ὑψηλὴν πτητικότητα τῆς βενζίνης, ἕνεκα τῆς ὁποίας ἐξατμίζεται περισσοτέρα βενζίνη, ἡ ὁποία καὶ καθιστᾶ τὸ μῖγμα πλουσιώτερον. Εἶναι γνωστὸν ἄλλωστε ὅτι τὰ μίγματα βενζίνης - ἀέρος ἀναφλέγονται μόνον, ἐφ' ὅσον ἡ ἀναλογία βενζίνης - ἀέρος εὑρίσκεται ἐντὸς ὡρισμένων ὁρίων, ποὺ κυμαίνονται ἀπὸ 4% ἕως 12% περίπου κατ' ὄγκον ἀτμῶν βενζίνης ὡς πρὸς τὸν ἀέρα. Κάτω τῶν ὁρίων αὐτῶν τὸ μῖγμα δὲν ἀναφλέγεται, διότι εἶναι *πτωχόν*, δηλαδὴ περιέχει ἀνεπαρκῆ ποσότητα ἀτμῶν βενζίνης, ἐνῶ μὲ ἀναλογίας ἀτμῶν ἄνω τοῦ 12% τὸ μῖγμα εἶναι πολὺ *πλούσιον*, ἤτοι δὲν περιέχει ἀρκετὸν ὀξυγόνον διὰ τὴν ἀνάφλεξιν.

γ) Ψῦξιν τοῦ ἐξαερωτῆρος (carburetor icing). Κατὰ τὴν ἐξάτμισιν τῆς βενζίνης, ὅπως ἄλλωστε ὅλων τῶν ὑγρῶν, ἐπέρχεται ψῦξις, λόγω τῆς λανθανούσης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφεῖ ἐκ τοῦ περιβάλλοντος. Ἡ ψῦξις αὐτὴ δύναται νὰ εἶναι τόσον ἔντονος εἰς ὡρισμένας περιπτώσεις, ὥστε νὰ προκαλέση τὴν πῆξιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος, ποὺ εἰσέρχονται μετὰ τοῦ ἀέρος. Ἐὰν ἡ πτητικότης τῆς βενζίνης εἶναι ὑπὲρ τὸ δέον ὑψηλή, ἡ ψῦξις τοῦ ἐξαερωτῆρος δυνατὸν νὰ ἔχη ὡς συνέπειαν τὴν ἀπόφραξιν τῶν βαλβίδων ἀέρος ἐκ τῶν κρυστάλλων πάγου ποὺ σχηματίζονται, γεγονὸς ποὺ εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχη λίαν δυσαρέστους συνεπείας, ἰδίως προκειμένου περὶ μηχανῶν ἀεροπλάνων.

Ὑπὸ τῶν οἰκείων προδιαγραφῶν ἡ ἐνδεδειγμένη πτητικότης ἐξασφαλίζεται ὡς ἑξῆς :

— Τὸ 10% νὰ ἀποστάζεται μεταξὺ 60° C καὶ 70° C (140° F ἕως 158° F)· διὰ βενζίνην ἀεροπορίας τὸ 10% πρέπει νὰ ἀποστάζεται τὸ πολὺ μέχρι τοὺς 75° C.

— Τὸ 90% νὰ ἀποστάζεται μέχρι τοὺς 145° C (300° F) (βενζίνη ἀεροπορίας 135° C max).

— Ἡ τάσις ἀτμῶν βενζίνης, ὅταν θερμαίνεται ἐντὸς κλειστοῦ χώρου εἰς 100° F ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας νὰ εἶναι ἀπὸ 8 ἕως 14 p.s.i. (λίμπραι ἀνὰ τετρ. ἴντσαν) (διὰ βενζίνην ἀεροπορίας 5,5 ἕως 7).

2) Ἀντικροτικὴ ἱκανότης.

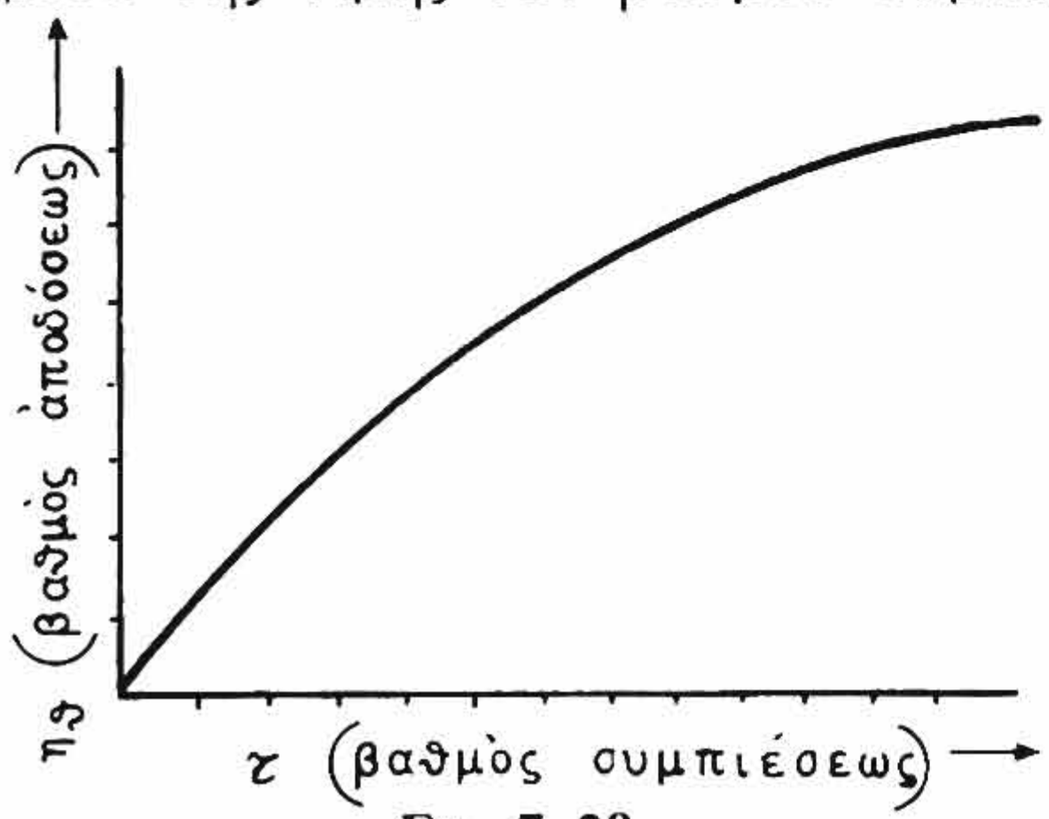
Εἶναι γνωστὸν ὅτι ἡ ἀπόδοσις τῶν βενζινομηχανῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν λεγόμενον *βαθμὸν συμπιέσεως*. Ἡ αὔξησίς του ὅμως πέρα ἑνὸς ὁρίου προκαλεῖ προανάφλεξιν τῆς βενζίνης ἢ ἐκρηκτικὴν καῦσιν. Ὀνομάζομεν, ἑπομένως, *ἀντικροτικὴν ἱκανότητα* τῆς βενζίνης τὴν ἀντοχήν της εἰς ἐκρηκτικὴν καῦσιν ἢ προανάφλεξιν. Ὅσον μεγαλυτέραν ἀντοχὴν εἰς συμπίεσιν ἔχει ἡ βενζίνη, τόσον καλυτέρα θὰ εἶναι ἡ ἀπόδοσίς της καὶ τόσον ὑψηλοτέραν ἀντικροτικὴν ἱκανότητα λέγομεν ὅτι ἔχει.

Τὸ φαινόμενον τοῦ *κτυπήματος* (knocking effect) ἤρχισε νὰ ἐμφανίζεται εἰς τὰς βενζινομηχανὰς ἀπὸ τότε, ποὺ οἱ κατασκευασταὶ ἤρχισαν νὰ αὐξάνουν τὸν βαθμὸν συμπιέσεως, ἐπιδιώκοντες δι' αὐτοῦ τὴν αὔξησιν τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως.

Πράγματι ἡ ἐκ τῆς Θερμοδυναμικῆς γνωστὴ σχέσις :

$$\eta = r^{1-\gamma}$$

ἀποδεικνύει ὅτι ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως η τῶν βενζινομηχανῶν αὐξάνει μετὰ τῆς τιμῆς τοῦ βαθμοῦ συμπιέσεως r ($\gamma = C_p/C_v$), γεγονὸς τὸ ὁποῖον ἐπαληθεύεται καὶ εἰς τὴν πρᾶξιν. Τὴν σχέσιν αὐτὴν γραφικῶς ἀπεικονίζει τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 7·2β, διὰ τοῦ ὁποίου μάλιστα εὐκόλως συμπεραίνεται ὅτι ἡ βελτίωσις τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως εἶναι λίαν αἰσθητὴ διὰ συμπιέσεις μέχρι 1 : 8, ἐνῶ πέρα τῆς τιμῆς αὐτῆς τὸ κέρδος εἰς ἀπόδοσιν εἶναι μικρότερον. Ταυτοχρόνως ἐμφανίζεται καὶ ὁ κίνδυνος *ἐκρηκτικῆς καύσεως* τῆς βενζίνης, ποὺ μηχανικῶς ἐκδηλοῦται ὡς *κτύπημα*. Ἡ ἐκρηκτικὴ καῦσις ὀφείλεται εἰς τὰς τοπικὰς ἑστίας ἀναφλέξεως, ποὺ δημιουργοῦνται εἰς διάφορα σημεῖα τοῦ ἀκαύστου μίγματος βενζίνης-ἀέρος μετὰ τὸν σπινθῆρα, αἱ ὁποῖαι προκαλοῦν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ὠστικὰ κύματα ἀντίθετα πρὸς τὴν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου ἐνεργοῦσαν ἐκτονωτικὴν δρᾶσιν τοῦ κυρίου ὠστικοῦ κύματος.



Σχ. 7·2β.

Σχέσις βαθμοῦ συμπιέσεως r καὶ θερμικῆς ἀποδόσεως η_θ.

Ἡ ἐκρηκτικὴ καῦσις εὐνοεῖται ἀπὸ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας, τὴν ὁποίαν ἡ ὑψηλὴ συμπίεσις προκαλεῖ, συχνὰ δὲ ἐπέρχεται ἀπὸ ἐναποθέσεις διαφόρων καταλοίπων εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν κυλίνδρων· τὰ κατάλοιπα αὐτὰ εἶναι δυνατὸν μὲ τὴν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν νὰ κατασταῦν διάπυρα, ὁπότε ἡ ἐκρηκτικὴ δρᾶσις των ἐκδηλοῦται πρὸ τοῦ σπινθῆρος καὶ τότε ἔχομεν τὴν *προανάφλεξιν*, ἡ ὁποία πάντως μὲ τὴν σημερινὴν ποιότητα τῶν βενζινῶν ἀποτελεῖ φαινόμενον σπάνιον. Ἀντιθέτως, ἡ *κυρίως ἐκρηκτικὴ καῦσις*, ποὺ ἐμφανίζεται μετὰ τὸν σπινθῆρα, ὁπότε καὶ ἡ πίεσις καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος ἀτμῶν βενζίνης-ἀέρος ἀνέρχονται εἰς ἐπίπεδα, τὰ ὁποῖα τὸ μῖγμα δὲν δύναται νὰ ἀνεχθῇ, εἶναι φαινόμενον σύνηθες. Τοῦτο ἀντιμετωπίζεται μὲ τὴν ἐξασφάλισιν εἰς τὸν κινητῆρα βενζίνης καταλλήλου ἀντιεκρηκτικῆς ἢ ἀντιεκτονωτικῆς ἱκανότητος.

Τὴν ἀντικροτικὴν ἱκανότητα τῆς βενζίνης μετροῦμεν μὲ τὴν *κλίμακα ἀριθμοῦ ὀκτανίων*· συγκρίνομεν δηλαδὴ τὴν συμπεριφορὰν τῆς βενζίνης ὡς πρὸς τὴν ἀντοχήν της εἰς συμπίεσιν μὲ τὴν ἀντίστοιχον συμπεριφορὰν δύο προτύπων καυσίμων, ἤτοι τοῦ *κανονικοῦ ἑπτανίου* καὶ τοῦ *ἰσοοκτανίου*. Εἰς τὴν κλίμακα αὐτὴν τὸ κανονικὸν ἑπτάνιον βαθμολογεῖται μὲ *μηδέν*, λόγω τῆς κακῆς του ἀντιεκτονωτικῆς ἱκανότητος, ἐνῶ τὸ ἰσοοκτάνιον βαθμολογεῖται μὲ 100, διότι ἡ ἀντοχή του εἰς συμπίεσιν εἶναι ἀρίστη. Ἡ μέτρησις τῆς ἀντοχῆς εἰς συμπίεσιν, ἤτοι τῆς ἀντιεκτονωτικῆς ἱκανότητος ἑνὸς καυσίμου, ἀνάγεται πλέον εἰς τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ *κτυπήματος*, ποὺ προκαλεῖ, ὅταν καίεται εἰς μονοκύλινδρον βενζινοκινητῆρα. Τὸ κτύπημα αὐτό, τὸ ὁποῖον ὀφείλεται, ὡς εἴπομεν, εἰς προανάφλεξιν ἢ εἰς ἐκρηκτικὴν καῦσιν τῆς βενζίνης, συμβαίνει συχνὰ εἰς τὰς βενζινομηχανάς, αἱ ὁποῖαι δὲν λειτουργοῦν μὲ τὸν κατάλληλον τρόπον (ἀπότομος ἐπιτάχυνσις ὑπὸ φορτίον) ἢ δὲν τροφοδοτοῦνται μὲ τὸ κατάλληλον καύσιμον (βενζίνη κοινὴ ἀντὶ σοῦπερ).

Λέγοντες λοιπὸν π.χ. *ἀριθμὸς ὀκτανίων 75*, ἐννοοῦμεν ὅτι ἡ ἀντικροτικὴ ἱκανότης τῆς βενζίνης αὐτῆς εἶναι ἡ ἰδία, ποὺ θὰ εἶχε ἕνα μῖγμα μὲ 75% ἰσοοκτάνιον καὶ 25% ἑπτάνιον, ὅταν καὶ τὰ δύο καύσιμα (βενζίνη καὶ μῖγμα) συγκρίνωνται εἰς τὴν ἰδίαν πρότυπον μηχανὴν (ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας), μὲ μέτρησιν τοῦ «κτυπήματος» τοῦ κινητῆρος, ποὺ προκαλοῦν ἐναλλὰξ τὰ δύο καύσιμα.

Ὥστε, *ἀριθμὸς ὀκτανίων τῆς βενζίνης εἶναι ἡ ἐπὶ τοῖς %₀ ἀναλογία*

ἰσοοκτανίου εἰς μῖγμα μὲ κανονικὸν ἑπτάνιον, ποὺ ἔχει τὴν ἰδίαν ἀντικροτικὴν ἱκανότητα μὲ τὸ ὑπὸ ἐξέτασιν δεῖγμα.

Ἡ ἀντικροτικὴ ἱκανότης, ἤτοι ὁ ἀριθμὸς ὀκτανίων μιᾶς βενζίνης ἐξαρτᾶται ἀπὸ τρεῖς κυρίως παράγοντας :

— Ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς πρώτης ὕλης (εἶδος ὑδρογονανθράκων. Κεφάλαιον 3).

— Ἀπὸ τὰς ἐπεξεργασίας ποὺ ἔχει ὑποστῆ (ἀναμόρφωσις).

— Ἀπὸ τὰ *πρόσθετα* ἢ *προσθήκας*, ἤτοι οὐσίας, αἱ ὁποῖαι προστίθενται ὑπὸ πολὺ μικρὰν ἀναλογίαν, μὲ σκοπὸν τὴν βελτίωσιν τοῦ ἀριθμοῦ ὀκτανίων, σπουδαιοτέρα τῶν ὁποίων εἶναι ὁ τετρααιθυλικὸς μόλυβδος (T.E.L.).

Βενζίνη μὲ ἀριθμὸν ὀκτανίων ἄνω τοῦ 100 σημαίνει ὅτι ἡ συμπεριφορά της ὡς πρὸς τὴν συμπίεσιν, ἤτοι ἡ ἀντιεκτονωτικὴ ἱκανότης, εἶναι καλυτέρα τοῦ ἰσοοκτανίου.

Τὸ κτύπημα τοῦ κινητῆρος, ποὺ εἶναι δυνατὸν ἡ ἀκατάλληλος (ὑπο-οκτανικὴ) βενζίνη νὰ προκαλέση εἰς μηχανήν, ἔχει ὡς συνέπειαν:

— Καταπόνησιν τῆς μηχανῆς (εἰς ἐξαιρετικὰς περιπτώσεις ἡ καταπόνησις δυνατὸν νὰ προκαλέση τὴν θραῦσιν τῆς μηχανῆς).

— Ἀπώλειαν ἰσχύος λόγω τῆς ἀνωμάλου ἐκτονώσεως, ἄρα μείωσιν τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως.

Πρέπει, ἑπομένως, μετὰ προσοχῆς νὰ ἐλέγχεται ἡ ποιότης τῆς χρησιμοποιουμένης βενζίνης εἰς κάθε βενζινομηχανήν.

Ἀνεξαρτήτως τῆς ποιότητος τῆς βενζίνης, δυνάμεθα τὴν ἐκρηκτικὴν καῦσιν, ἤτοι τὸ φαινόμενον τοῦ *κτυπήματος*, νὰ ἀντιμετωπίσωμεν μὲ λειτουργικὰ ἢ κατασκευαστικὰ στοιχεῖα τῆς μηχανῆς, γνωρίζοντες ὅτι: *κάθε παράγων, ποὺ τείνει νὰ αὐξήση τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μίγματος ἀτμῶν βενζίνης-ἀέρος εἰς τὸν κύλινδρον τῆς βενζινομηχανῆς, ἢ τὸν χρόνον, ποὺ τὸ μῖγμα αὐτὸ διατηρεῖ ἐν ἐπαφῇ τὰ συστατικά του, ὁδηγεῖ πρὸς τὴν ἐκρηκτικὴν καῦσιν.* Ἑπομένως δυνάμεθα λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τοὺς παράγοντας αὐτοὺς νὰ τοὺς ρυθμίζωμεν ἀναλόγως.

Οἱ σπουδαιότεροι ἐκ τῶν παραγόντων αὐτῶν εἶναι :

α) *Βαθμὸς συμπιέσεως.* Ἂν ἐλαττώσωμεν τὸν βαθμὸν συμπιέσεως, ἡ πιθανότης «κτυπήματος» λόγω ἐκρηκτικῆς καύσεως μειοῦται. Τοῦτο ὅμως θὰ εἶχεν ὡς συνέπειαν καὶ τὴν μείωσιν τοῦ βαθμοῦ θερμικῆς ἀποδόσεως, ὁ ὁποῖος ἐξαρτᾶται κατ' εὐθεῖαν ἀπὸ τὴν συμπίεσιν.

β) *Προπορεία* (*avance*). Ἡ προπορεία ἢ avance, ἤτοι ἡ ἀνάφλεξις ὑπὸ τοῦ σπινθηριστοῦ τοῦ μίγματος βενζίνης-ἀέρος πρὸ τοῦ ΑΝΣ

αὐξάνει τὴν τελικὴν πίεσιν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, ἄρα καὶ τὴν θερμοκρασίαν του, καὶ κατὰ συνέπειαν ὁδηγεῖ πρὸς τὴν ἐκρηκτικὴν καῦσιν. Ἡ μείωσις ἢ ἡ πλήρης ἐκμηδένισις τῆς προπορείας ἀναφλέξεως ἐξουδετερώνει τὸ κτύπημα εἰς βάρος καὶ πάλιν τῆς ἀποδόσεως.

γ) *Φορτίον.* Ὅταν ἡ μηχανὴ ἐργάζεται ὑπὸ ὑψηλὰ φορτία, ἡ θερμοκρασία ἐντὸς τῶν κυλίνδρων ἀνέρχεται μὲ κίνδυνον νὰ γίνῃ ἐκρηκτικὴ καῦσις. Τὴν μηχανὴν ἀνακουφίζομεν εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν διὰ καταλλήλου ρυθμίσεως τῆς σχέσεως μεταδόσεως ἐνεργείας ἐκ τῆς μηχανῆς πρὸς τὸν ἄξονα. Τοῦτο ἀκριβῶς συμβαίνει, ὅταν ἕνα αὐτοκίνητον, ποὺ κινεῖται εἰς ἀνηφορικὴν ὁδόν, χρειάζεται χαμηλὴν ταχύτητα· (3ην ἢ 2αν καὶ ἐν ἀνάγκη 1ην), ἤτοι σχέσιν μεταδόσεως 1:1,5 ἕως 1:3,5, διὰ νὰ *μὴ κτυποῦν τὰ πειράκια,* ὅπως εἶναι γνωστὸν εἰς τὴν πρᾶξιν τὸ φαινόμενον τοῦ κτυπήματος.

δ) *Ἀριθμὸς στροφῶν.* Ὅσον ὀλιγωτέρας στροφὰς παίρνει ἡ μηχανή, τόσον μεγαλώνει ὁ χρόνος ἐπαφῆς καυσίμου-ἀέρος, ἄρα αὐξάνει ἡ πιθανότης νὰ συμβῇ ἐκρηκτικὴ καῦσις. Φροντίζοντες ὥστε ἡ μηχανή μας νὰ παίρνῃ τόσον περισσοτέρας στροφάς, ὅσον τὸ φορτίον της τὸ ἐπιτρέπει, ἀπομακρύνομεν τὸ ἐνδεχόμενον ἐκρηκτικῆς καύσεως. Τοῦτο καὶ πάλιν ἐπιτυγχάνεται διὰ μειώσεως τῆς σχέσεως μεταδόσεως, καὶ ἔτσι ἐξηγεῖται διατὶ εἰς ἀνήφορον δίδομεν περισσοτέρας στροφὰς εἰς τὴν μηχανὴν ἑνὸς αὐτοκινήτου μειώνοντες τὴν ταχύτητα, ἂν θέλωμεν νὰ ἀποφύγωμεν τὸ κτύπημα.

ε) *Ἀναλογία καυσίμου.* Εἰς τὰς συνήθεις βενζινομηχανὰς ἡ ἀναλογία ἀτμῶν βενζίνης-ἀέρος κυμαίνεται περὶ τὸ 1:13. Ἂν τὸ μῖγμα αὐτὸ τείνει νὰ ὑποστῇ ἐκρηκτικὴν καῦσιν, δυνάμεθα νὰ διορθώσωμεν τὴν κατάστασιν ἐμπλουτίζοντές το εἰς καύσιμον, διότι ἡ ἐπὶ πλέον βενζίνη ἐξαερουμένη ἀπορροφεῖ θερμότητα, ἑπομένως προκαλεῖ πτῶσιν τῆς θερμοκρασίας καὶ ἀπομακρύνει τὸν κίνδυνον ἐκρηκτικῆς καύσεως. Τοῦτο ἀκριβῶς ἐπιδιώκομεν μὲ τὴν ὑπερτροφοδότησιν τῶν βενζινομηχανῶν, γνωστὴν ὡς supercharge, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἀναλογία καυσίμου-ἀέρος φθάνει τὸ 1 : 9. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον λαμβάνομεν μεγάλην ἰσχὺν χωρὶς κίνδυνον ἐκρηκτικῆς καύσεως, εἰς βάρος ὅμως καὶ πάλιν τῆς θερμικῆς ἀποδόσεως. Ἡ ὑπερτροφοδότησις ἐνδιαφέρει ἰδιαιτέρως τοὺς κινητῆρας ἀεροπλάνων, ἰδίως δὲ κατὰ τὴν ἀπογείωσιν.

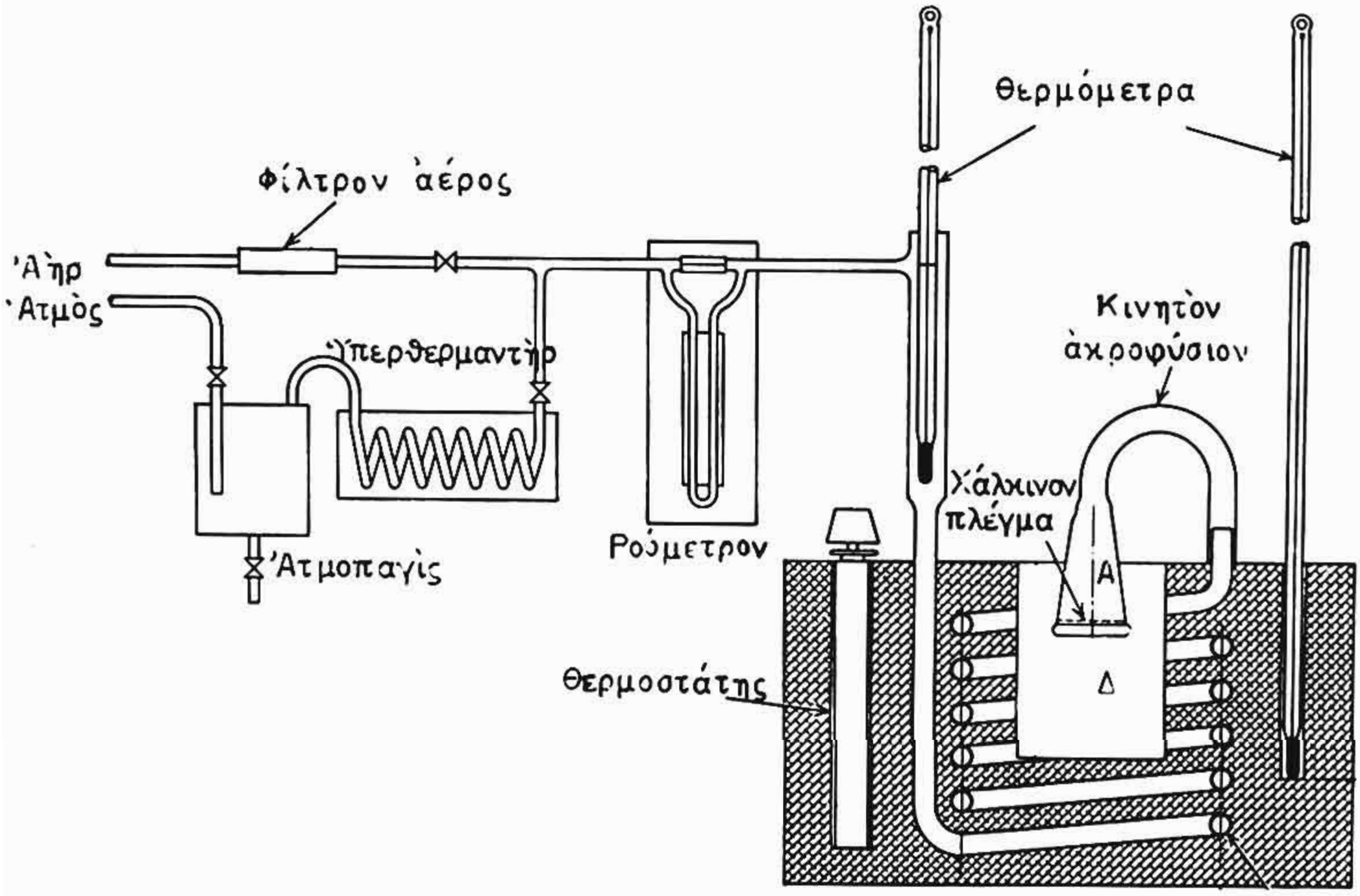
3) Περιεκτικότης εἰς θεῖον.

Ἡ περιεκτικότης τῶν βενζινῶν εἰς θεῖον δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνῃ

τὸ 0,25% (διὰ μηχανὰς ἀεροπλάνων τὸ 0,05%), διότι εἰς τὰ καυσαέρια ἐμφανίζεται τὸ SO_2 (διοξείδιον τοῦ θείου), τὸ ὁποῖον εὐκόλως μετατρέπεται εἰς θειικὸν ὀξύ, ἤτοι οὐσίαν ἐξόχως διαβρωτικὴν διὰ τὰ μεταλλικὰ μέρη τῆς μηχανῆς, μὲ τὰ ὁποῖα ἔρχεται εἰς ἐπαφήν.

4) Ρητινώδη συστατικὰ (Gum).

Τὰ ρητινώδη συστατικὰ δημιουργοῦνται κατὰ τὴν μακρὰν παραμονὴν τῆς βενζίνης ἐντὸς δεξαμενῶν ἢ δοχείων, λόγω πολυμερισμοῦ τῶν ἀκορέστων ὑδρογονανθράκων ποὺ περιέχει. Τὰ συστατικὰ αὐτὰ εἶναι ἐπικίνδυνα, διότι εἶναι δυνατὸν νὰ προκαλέσουν ἀπόφραξιν τῶν σωληνίσκων τροφοδοσίας τῆς βενζίνης διὰ τοῦ ἐξαερωτῆρος (ἀναβρυτῆρες) ἢ νὰ ἐναποτεθοῦν εἰς τὰ φίλτρα ἢ εἰς τὰ ἐλατήρια τῶν ἐμβόλων ἢ τοὺς ὁδηγοὺς τῶν βαλβίδων. Ἡ περιεκτικότης τῶν συστατικῶν αὐτῶν εἰς τὴν βενζίνην δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὰ 7 ἕως 10 mg ἀνὰ 100 cm^3 βενζίνης. Ὁ τρόπος προσδιορισμοῦ τῶν κομμιωδῶν ὑπολοίπων ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 7·2γ καὶ ἔχει ὡς ἀκολούθως :



Σχ. 7·2γ.

Συσκευὴ ASTM προσδιορισμοῦ ρητινωδῶν συστατικῶν (Gum).

Ὡρισμένη ποσότης δείγματος βενζίνης (100 cc) ἐξατμίζεται ἐντὸς τοῦ δοχείου Δ δι' ἐμφυσήσεως ἀέρος ἢ ὑπερθέρμου ἀτμοῦ ποὺ ἐμφυ

σῶνται διὰ τοῦ ἀκροφυσίου Α. Εἰς τὸ τέλος ζυγίζεται τὸ ἐντὸς τοῦ δοχείου Δ παραμένον ὑπόλειμμα, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰ μὴ ἐξατμισθέντα ρητινώδη συστατικὰ τῆς βενζίνης. Ἡ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον προκύπτουσα τιμὴ τῶν κομμιωδῶν προϊόντων (gum) ἀποτελεῖ ἔνδειξιν τῆς σταθερότητος τῆς ἐξεταζομένης βενζίνης, πρὸς τὴν ὁποίαν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος.

7·3 Προδιαγραφαὶ τῆς βενζίνης.

Ἡ ποιότης τῆς βενζίνης, ὡς καὶ τῶν λοιπῶν καυσίμων, καθορίζεται πλήρως διὰ τῶν τιμῶν τῶν φυσικοχημικῶν χαρακτηριστικῶν της, αἱ ὁποῖαι πρέπει νὰ κυμαίνωνται ἐντὸς ὡρισμένων ὁρίων. Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω περιγραφέντων χαρακτηριστικῶν παρέχονται εἰς τὸν Πίνακα 7·3·1 τὰ σπουδαιότερα τῶν ὑπολοίπων, τὰ ὁποῖα ἐν τῷ συνόλῳ συνιστοῦν τὰς *προδιαγραφὰς τῆς βενζίνης*.

Εἰς τὸν πίνακα αὐτὸν παρέχονται χαρακτηριστικαὶ προδιαγραφαὶ βενζίνης δύο τύπων, ἤτοι βενζίνης κοινῆς καὶ βενζίνης 100 ὀκτανίων.

ΠΙΝΑΞ 7·3·1

Προδιαγραφαὶ βενζίνης

α/α	Κύρια χαρακτηριστικὰ	Βενζίνη τροχοφόρων (κοινὴ)	Βενζίνη 100 oct. (Super)
1	Ἀπόσταξις :		
	τὸ 10% τοῦ καυσίμου νὰ ἀποστάζῃ ..	60 - 70° C	75° C max
	τὸ 50% τοῦ καυσίμου νὰ ἀποστάζῃ...	90 - 115° C	105° C max
	τὸ 90% τοῦ καυσίμου νὰ ἀποστάζῃ...	135 - 180° C	135° C max
	τὸ τέλος τῆς ἀποστάξεως νὰ μὴ ὑπερβαίνῃ	—	135° C
	τὸ ὑπόλειμμα τῆς ἀποστάξεως νὰ εἶναι...	2% max	1,5% max
2	Τάσις ἀτμῶν κατὰ Reid, εἰς p.s.i.	8 max	5,5 - 7
3	Ἀριθμὸς ὀκτανίων	84 min	100 min
4	Κομμιῶδες ὑπόλειμμα (gum) mgr/100 cc	4 max	3 max
5	Ὁλικὸν θεῖον %	0,25 max	0,05 max
6	Σημεῖον πήξεως	—	−56° C max
7	Θερμαντικὴ ἱκανότης, BTU/lb	18 000	19 000
8	Περιεκτικότης εἰς T.E.L. (cc ἀνὰ γαλόνιον)	3 max	4,6 max
9	Χρῶμα	Ἐρυθρὸν	Πράσινον

7·4 Συνθετικὴ βενζίνη.

Ἡ ἔλλειψις ἐπαρκοῦς βενζίνης διὰ τὴν κάλυψιν τῶν ἀναγκῶν τῆς καταναλώσεως ἔγινεν αἰσθητοτέρα κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ Α΄ καὶ ἰδίως τοῦ Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, κυρίως ἀπὸ πλευρᾶς Γερμανῶν, οἱ ὁποῖοι ἐστράφησαν πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τῆς συνθετικῆς παραγωγῆς της ἀπὸ ἄνθρακα καὶ ὑδρογόνον. Αἱ προσπάθειαι αὐταὶ ἐστέφθησαν ὑπὸ ἐπιτυχίας καὶ σήμερον εἶναι γνωσταὶ μέθοδοι παραγωγῆς συνθετικῆς βενζίνης, σπουδαιότεραι τῶν ὁποίων εἶναι αἱ κάτωθι :

α) *Ὑδρογόνωσις τῶν ἀνθράκων (Μέθοδος Bergius).* Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν κόνις ἄνθρακος ἐντὸς ὀρυκτελαίου ὑπὸ μορφὴν λεπτοῦ διαμερισμοῦ ὑδρογονοῦται ὑπὸ πίεσιν 200 ἕως 700 ἀτμοσφαιρῶν καὶ θερμοκρασίαν 450⁰ C ἕως 500⁰ C.

Ἡ τελικὴ ἀπόδοσις εἶναι πολὺ χαμηλή, ἤτοι μόλις 8% τοῦ ἄνθρακος μετατρέπεται εἰς καύσιμον δυνάμενον νὰ χρησιμοποιηθῇ εἰς M.E.K.

β) *Ἡ ἐξ ἀερίων σύνθεσις (Μέθοδος Fischer).* Ὡς πρώτη ὕλη κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν λαμβάνεται τὸ *ὑδαταέριον*, ἤτοι μῖγμα ὑδρογόνου καὶ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, παραγόμενον διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὑδρατμῶν ἐπὶ διαπύρου ἄνθρακος.

$$H_2O + C \rightarrow H_2 + CO$$

Τὸ ὑδαταέριον ἐμπλουτιζόμενον μὲ ὑδρογόνον διοχετεύεται ὑπεράνω καταλύτου νικελίου ἢ κοβαλτίου εἰς *κιβώτια ἀντιδράσεως* ὑπὸ θερμοκρασίαν 200⁰ C καὶ πίεσιν ἀτμοσφαιρικήν, ὁπότε λαμβάνουν χώραν πολύπλοκοι χημικαὶ ἀντιδράσεις. Ἐξ αὐτῶν προκύπτουν ὑδρογονάνθρακες συνθέσεως ἀναλόγου πρὸς τὸ μῖγμα ὑδρογονανθράκων, ποὺ ἀποτελεῖ τὴν βενζίνην.

Αἱ μέθοδοι αὐταὶ δὲν ἐφαρμόζονται σήμερον, διότι τὸ κόστος τῆς παραγομένης συνθετικῆς βενζίνης εἶναι ὑψηλότερον τοῦ τῆς φυσικῆς, ἤτοι ἐκείνης ποὺ παράγεται δι' ἀποστάξεως τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου.

Ἐν τούτοις ἡ σύνθεσις ὑγρῶν καυσίμων ἐν γένει ἀπὸ ἄνθρακα καὶ ὑδρογόνον ἀποτελεῖ ἐλπίδα μελλοντικῆς ἐπιλύσεως τοῦ ἐνεργειακοῦ προβλήματος, τὸ ὁποῖον ἡ ἀνθρωπότης θὰ ἀντιμετωπίση, ὅταν τὰ ἀποθέματα τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου ἐξαντληθοῦν. Ἐπὶ τοῦ παρόντος οἱ τεχνικοὶ πειραματίζονται μὲ τὰ συνθετικὰ καύσιμα, διὰ νὰ ἐξασφαλίσουν καύσιμα ὑψηλῆς θερμαντικῆς ἀποδόσεως καὶ θερμικῆς σταθερότητος ἱκανῆς νὰ ἀνταπεξέρχεται εἰς τὰς συνθήκας ποὺ ἐπικρατοῦν εἰς τὸν θάλαμον καύσεως τῶν ἀεριοστροβίλων. Καύσιμα αὐτοῦ τοῦ εἴδους εἶναι γνωστὰ ὡς *ἐξωτικὰ καύσιμα* (exotic fuels).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 8

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΝ DIESEL

8·1 Γενικά.

Τὸ πετρέλαιον Diesel ἢ πετρέλαιον ἐσωτερικῆς καύσεως (gas oil) ὀφείλει τὴν ὀνομασίαν αὐτοῦ εἰς τὸ ὅτι ἀρχικῶς ἦτο τὸ μόνον καύσιμον, τὸ ὁποῖον ἐχρησιμοποιεῖτο εἰς τὰς μηχανὰς Diesel λόγω τῶν ἰδιοτήτων του καὶ κυρίως τοῦ μικροῦ ἰξώδους, ποὺ ἐπέτρεπε καλύτερον διασκορπισμόν, καὶ τοῦ ὑψηλοῦ βαθμοῦ καθαρότητος, ποὺ ἐπέτρεπε καῦσιν ἄνευ ἐπιβλαβῶν καταλοίπων. Βραδύτερον διὰ τῆς καταλλήλου ἐπεξεργασίας βαρέων ὑπολειμμάτων τῆς διυλίσεως μὲ προθέρμανσιν ἢ καθαρισμὸν διὰ φυγοκεντρίσεως, κατέστη δυνατὸν νὰ χρησιμοποιοῦνται εὐρύτατα εἰς τὰς μηχανὰς Diesel βαρέα καύσιμα προερχόμενα ἀπὸ ὑπολείμματα διυλίσεως, ἤτοι μαζοὺτ μὲ ἰξῶδες μέχρι 3600″ Redwood I, ὡς κατωτέρω λεπτομερέστερον ἐκτίθεται (Κεφάλ. 9).

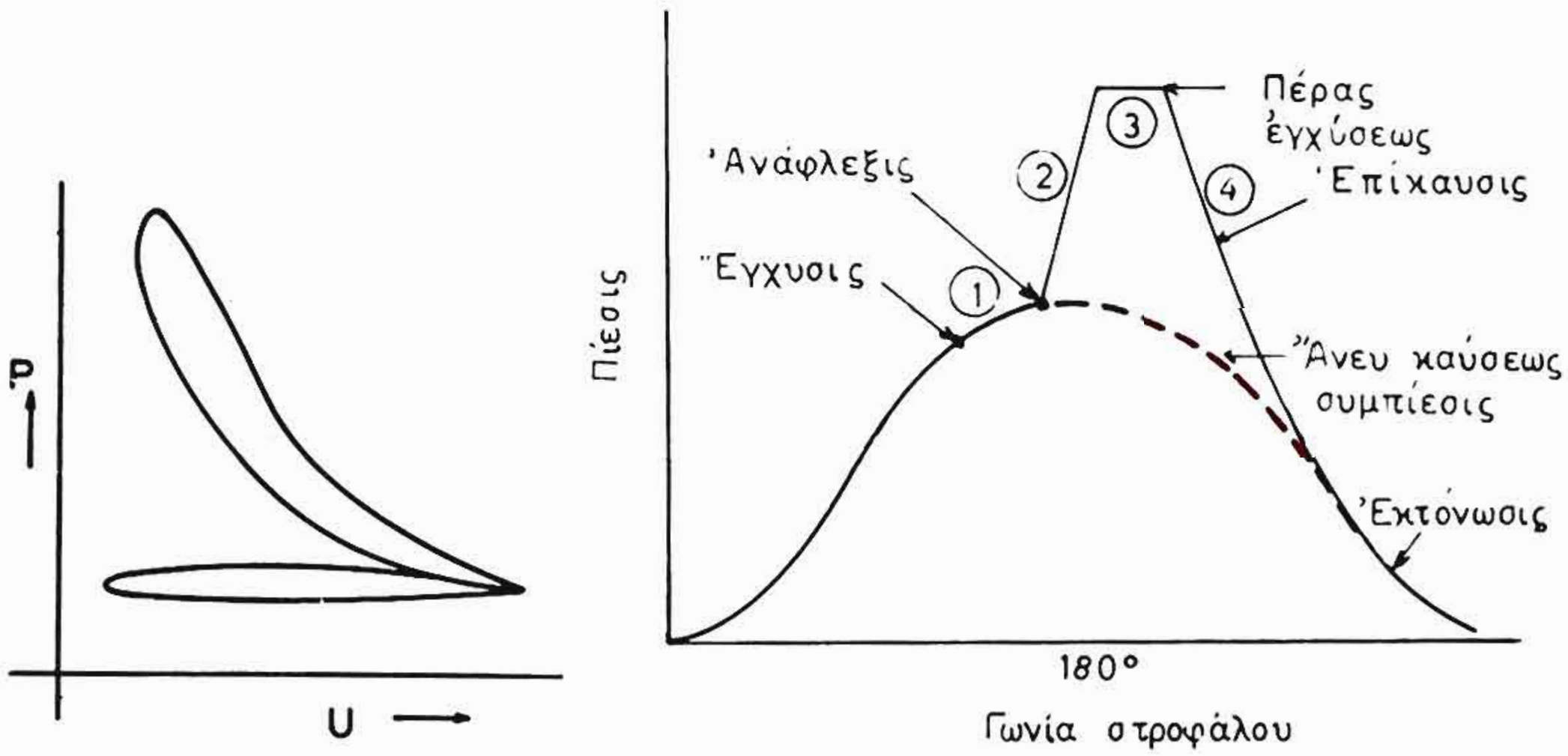
Τὸ πετρέλαιον Diesel προέρχεται ἐκ τῆς ἀποστάξεως τοῦ ἀργοῦ πετρελαίου μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν βενζινῶν καὶ τοῦ φωτιστικοῦ πετρελαίου. Ἡ θερμοκρασία ἀποστάξεως κυμαίνεται μεταξὺ 200° C καὶ 360° C. Συνήθως δὲν ἔχει ἀνάγκην ἄλλης ἐπεξεργασίας μετὰ τὴν ἀπόσταξιν, ἀλλὰ χρησιμοποιεῖται ὅπως λαμβάνεται ἀπὸ τὸν πύργον ἀποστάξεως. Ἡ ἐξέλιξις τῶν πετρελαιομηχανῶν καὶ κυρίως ὅσον ἀφορᾶ εἰς τὸν ἀριθμὸν στροφῶν ἢ τὸ φορτίον, ἐπιβάλλει διὰ τὸ πετρέλαιον Diesel ὡρισμένας χαρακτηριστικὰς ἰδιότητας, ποὺ ἐξασφαλίζονται διὰ τῶν ἀντιστοίχων προδιαγραφῶν. Αἱ σπουδαιότεραι ἐξ αὐτῶν τῶν ἰδιοτήτων περιγράφονται κατωτέρω καὶ σχετίζονται μὲ τὰ κύρια λειτουργικὰ γνωρίσματα τῶν πετρελαιομηχανῶν: τὴν *ἐκτόξευσιν*, τὴν *ἀνάφλεξιν* καὶ τὴν *καῦσιν*.

8·2 Ποιότης καύσεως. Ἀριθμὸς κετανίων.

Ἡ ποιότης καύσεως ἑνὸς πετρελαίου Diesel καθορίζεται ἀπὸ τὴν ταχύτητα, μὲ τὴν ὁποίαν ἀναφλέγεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τῆς μηχανῆς μετὰ τὴν ἐκτόξευσίν του. Ὁ χρόνος, ποὺ μεσολαβεῖ μεταξὺ ἐκτοξεύσεως καὶ ἐναύσεως, πρέπει νὰ εἶναι κατὰ τὸ δυνατὸν μικρότερος.

Ἐπιβράδυνσις τῆς ἐναύσεως θὰ ἔχη ὡς ἀποτέλεσμα τὴν συγκέντρωσιν εἰς τὸν θάλαμον καύσεως μεγάλων ποσοτήτων καυσίμου, τῶν ὁποίων ἡ ἀνάφλεξις δημιουργεῖ ἀποτόμους αὐξήσεις τῆς πιέσεως, ποὺ ὁδηγοῦν εἰς τὸ γνωστὸν «κτύπημα» τοῦ κινητῆρος, δηλαδὴ κραδασμοὺς καὶ δονήσεις, ποὺ μειώνουν καὶ τὴν ἀπόδοσιν καὶ τὴν ἰσχὺν τῆς μηχανῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦ κτυπήματος εἶναι ἐντονώτερον, ἄρα καὶ καταστρεπτικώτερον εἰς τὰς πολυστρόφους μηχανάς, ὅπου λόγω τῆς μεγαλυτέρας ταχύτητος περιστροφῆς τῆς μηχανῆς, ὁ χρόνος ποὺ διατίθεται διὰ τὴν ἔναυσιν τοῦ καυσίμου μετὰ τὴν ἐκτόξευσίν του εἰς τὸ θάλαμον καύσεως εἶναι μικρότερος. Διαγραμματικῶς τὸ κτύπημα ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 8·2α (Β), ποὺ ἀπεικονίζει τμῆμα τοῦ γνωστοῦ διαγράμματος λειτουργίας μιᾶς τετραχρόνου μηχανῆς καύσεως.

Τὸ πλῆρες διάγραμμα ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 8·2α (Α).



(Α) Πλῆρες διάγραμμα

(Β) Τὸ τμῆμα καύσεως

Σχ. 8·2α.

Διάγραμμα τετραχρόνου μηχανῆς καύσεως.

Εἰς τὸ σχῆμα 8·2α (Β) ἀναλύεται λεπτομερῶς ἡ καῦσις τοῦ πετρελαίου ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τῆς μηχανῆς, ποὺ περιλαμβάνει τέσσαρας φάσεις :

ΦΑΣΙΣ 1 : *Καθυστέρησις ἀναφλέξεως*· εἶναι ὁ χρόνος, ποὺ διαρκεῖ ἀπὸ τὴν ἔγχυσιν τοῦ καυσίμου ὡς τὴν ἀνάφλεξίν του, καὶ ποὺ δὲν ὑπερβαίνει τὰ 1,5 ἕως 1,8 χιλιοστὰ τοῦ δευτερολέπτου. Ἡ σημασία του διὰ τὰς ἑπομένας φάσεις καὶ τὴν ἐν γένει ποιότητα τῆς καύσεως εἶναι ἀποφασιστική. Ὅσον ὀλιγώτερον διαρκεῖ ἡ φάσις αὐτή, τόσον εὐχερεστέρα εἶναι ἡ ἐκκίνησις τῆς μηχανῆς. Ἐὰν ἡ φάσις αὐτὴ διαρκῆ

πέρα ὡρισμένου ὁρίου, ἡ ποσότης τοῦ ἀκαύστου πετρελαίου, ποὺ συγκεντρώνεται εἰς τὸν κύλινδρον τῆς μηχανῆς, εἶναι τόση, ὥστε ἡ καῦσις μετὰ τὴν ἔναυσιν (φάσις 2) νὰ λάβη μορφὴν ἐκρήξεως.

ΦΑΣΙΣ 2 : *Ταχεῖα ἢ ἀνεξέλεγκτος καῦσις*· ἀρχίζει ἀπὸ τὴν στιγμὴν τῆς ἐναύσεως, ἕως τὴν στιγμὴν ποὺ τὸ συγκεντρωθὲν λόγω τῆς προηγουμένης φάσεως πλεόνασμα καυσίμου καίεται, ὥστε ἡ μετέπειτα καῦσις νὰ εἶναι ὁμαλὴ (φάσις 3). Ἡ καῦσις κατὰ τὴν δευτέραν φάσιν εἶναι τόσον περισσότερον ταχεῖα καὶ ἀπότομος, ὅσον περισσότερον καθυστερεῖ ἡ ἔναυσις. Αἱ πιέσεις ἀνυψοῦνται τόσον ἀποτόμως, ὥστε δύνανται νὰ ὁδηγήσουν εἰς τὴν ἐκρηκτικὴν καῦσιν, ποὺ γίνεται ἀντιληπτὴ ὡς γδοῦπος ἢ κραδασμὸς τῆς μηχανῆς.

ΦΑΣΙΣ 3 : *Ἐλεγχομένη καῦσις*· κατ' αὐτὴν τὸ ἐγχυνόμενον καύσιμον καίεται ὁμαλῶς εὐθὺς ἀμέσως μετὰ τὴν εἴσοδόν του εἰς τὸν θάλαμον καύσεως, διότι συναντᾶ τὴν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἤδη καιομένου καυσίμου.

ΦΑΣΙΣ 4 : *Ἐπίκαυσις*· ἄρχεται μετὰ τὴν διακοπὴν τῆς ἐγχύσεως καὶ τερματίζεται ὅταν συμπληρωθῆ ἡ καῦσις τῶν ὀλιγώτερον πτητικῶν συστατικῶν τοῦ πετρελαίου, ποὺ παρέμειναν κατὰ τὴν προηγουμένην φάσιν ἄκαυστα.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καθίσταται προφανὲς ὅτι ἡ *ποιότης* τοῦ πετρελαίου Diesel εἶναι ἄμεσα συνδεδεμένη μὲ τὴν *ταχύτητα ἐναύσεως*, ποὺ θὰ περιορίση εἰς τὰ ἐπιθυμητὰ ὅρια τὴν διάρκειαν τῆς πρώτης φάσεως, ἄρα θὰ ἐξουδετερώση τὸν κίνδυνον ἐκρηκτικῆς καύσεως.

Μέτρον τῆς ποιότητος καύσεως τῶν πετρελαίων Diesel ἀποτελεῖ ὁ *ἀριθμὸς κετανίων*, διὰ τὸν ὁποῖον χρησιμοποιεῖται μία αὐθαίρετος κλῖμαξ ἀνάλογος πρὸς τὴν κλίμακα ἀριθμοῦ ὀκτανίων τῆς βενζίνης.

Εἰς τὴν κλίμακα ἀριθμοῦ κετανίων χρησιμοποιοῦνται διὰ τὰς ἄκραίας τιμὰς τοῦ 0 καὶ τοῦ 100 δύο γνωστοὶ ὑδρογονάνθρακες :

α) *Τὸ κανονικὸν δεκαεξάνιον* $C_{16}H_{34}$ ποὺ παρουσιάζει κατὰ τὴν καῦσιν του τὴν ἐλαχίστην ἐπιβράδυνσιν ἐναύσεως καὶ βαθμολογεῖται μὲ τὸ 100.

β) *Τὸ α - μεθυλοναφθαλίνιον*, ποὺ ἔχει τὴν μεγαλυτέραν ἐπιβράδυνσιν ἐναύσεως καὶ βαθμολογεῖται μὲ τὸ 0.

Μίγματα τῶν δύο ὡς ἄνω ὑδρογονανθράκων εἰς ποικίλην ἀναλογίαν σχηματίζουν τὴν κλίμακα τοῦ ἀριθμοῦ κετανίων ἀπὸ 0 ἕως 100.

Ἡ σύγκρισις τοῦ ὑπὸ μέτρησιν πετρελαίου μὲ τὸ γνωστὸν μῖγμ

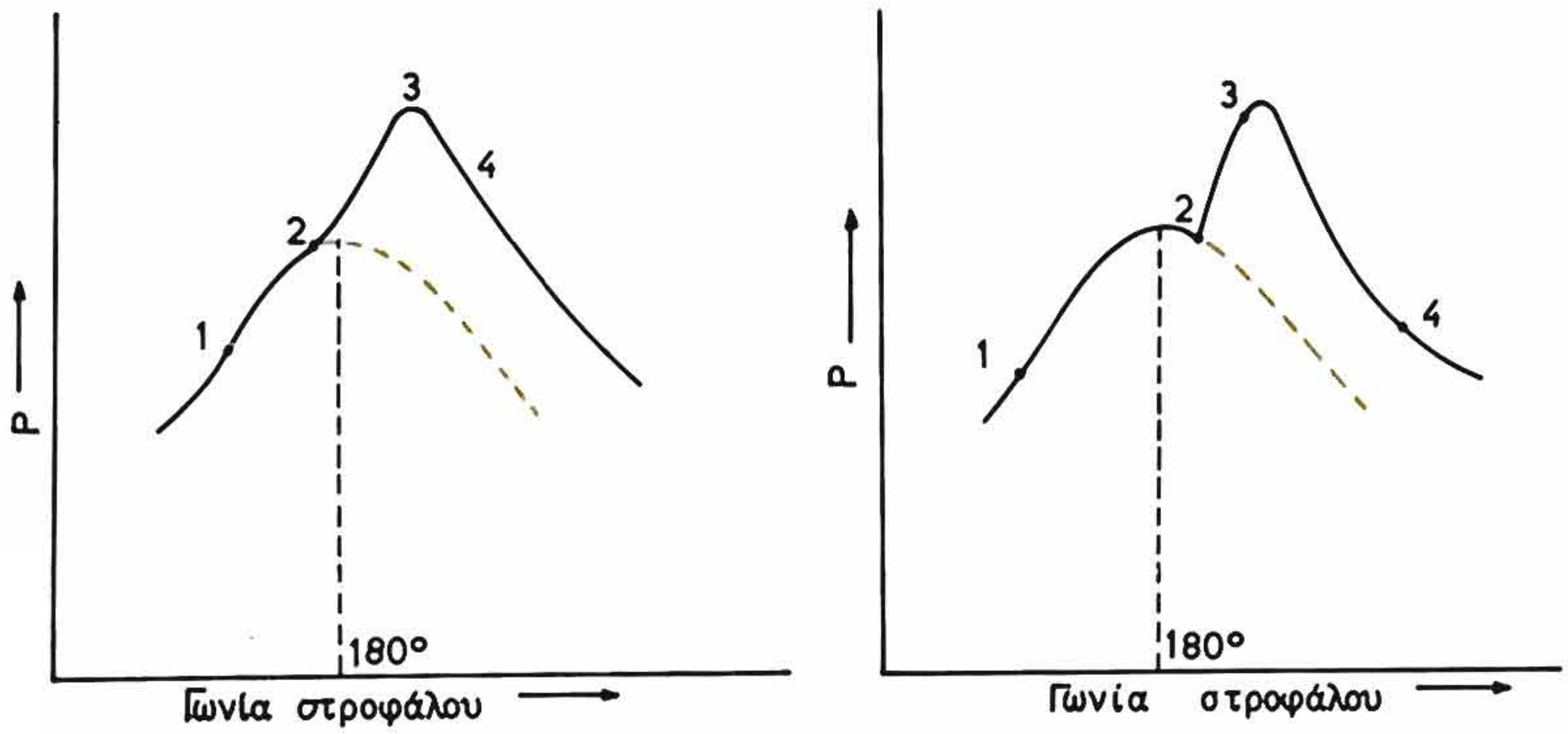
α—μεθυλοναφθαλινίου καὶ δεκαεξανίου γίνεται εἰς πρότυπον μονοκύλινδρον μηχανήν, εἰς τὴν ὁποίαν συγκρίνεται ἡ ἔντασις τοῦ κτυπήματος τοῦ κινητῆρος. Ὀνομάζομεν *ἀριθμὸν κετανίων* τὸ ἐπὶ τοῖς % μῖγμα δεκαεξανίου καὶ α—μεθυλοναφθαλινίου, τὸ ὁποῖον ἔχει τὴν ἰδίαν ποιότητα καύσεως (δηλ. τὴν ἰδίαν ταχύτητα ἐναύσεως) μὲ τὸ ὑπὸ ἐξέτασιν πετρέλαιον. Π.χ. ἀριθμὸς κετανίων 35 σημαίνει ὅτι τὸ πετρέλαιον αὐτὸ ἔχει τὴν ἰδίαν ποιότητα καύσεως, ἤτοι τὴν ἰδίαν ἐπιβράδυνσιν ἀναφλέξεως μὲ ἕνα μῖγμα ὑδρογονανθράκων, ποὺ περιέχει 35% δεκαεξάνιον (κετάνιον) καὶ 65% α—μεθυλοναφθαλίνιον.

Δι' ὀλιγοστρόφους μηχανὰς ἀρκεῖ ἀριθμὸς κετανίων 30.

Διὰ πετρελαιομηχανὰς μέσης ταχύτητος περιστροφῆς ὁ ἀριθμὸς κετανίων πρέπει νὰ εἶναι 30 ἕως 45.

Διὰ πολυστρόφους μηχανὰς ἀπαιτεῖται πετρέλαιον μὲ ἀριθμὸν κετανίων ἄνω τῶν 45, πάντως οὐχὶ μεγαλύτερον τοῦ 60.

Τὴν σημασίαν τῆς ταχύτητος ἀναφλέξεως καὶ ἐκ ταύτης τῆς ποιότητος καύσεως τοῦ καυσίμου διὰ τὴν λειτουργίαν μιᾶς πετρελαιομηχανῆς δυνάμεθα εὐκόλως νὰ ἀντιληφθῶμεν διὰ συγκρίσεως τῶν δύο διαγραμμάτων τοῦ σχήματος 8·2β, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν (A) προέρχεται ἀπὸ καύσιμον ἔχον τὴν ἐνδεδειγμένην διὰ τὴν μηχανὴν ταχύτητα ἀναφλέξεως (ὑψηλὴ κετανικὴ ἀπόδοσις), ἐνῶ τὸ (B) προέρχεται ἀπὸ τὴν



(A)
Διάγραμμα Diesel μὲ καύσιμον ὑψηλῆς κετανικῆς ἀποδόσεως

(B)
Διάγραμμα Diesel μὲ καύσιμον ὑποκετανικὸν

Σχ. 8·2β.

ἰδίαν μηχανὴν τροφοδοτουμένην μὲ καύσιμον μὲ ἀριθμὸν κετανίων μικρότερον τοῦ κανονικοῦ (ὑποκετανικόν).

Ἐκ τῆς συγκρίσεως τῶν δύο διαγραμμάτων προκύπτουν τὰ ἑξῆς κυρίως συμπεράσματα :

α) Τὸ τμῆμα τῆς καμπύλης 1-2 εἰς τὸ διάγραμμα (B) εἶναι κατὰ πολὺ μεγαλύτερον τοῦ ἀντιστοίχου τμήματος τοῦ διαγράμματος (A), προδίδον αἰσθητῶς μεγαλυτέραν βραδύτητα ἀναφλέξεως ὀφειλομένην εἰς τὴν ποιότητα καύσεως τοῦ πετρελαίου.

β) Ἡ ἀνύψωσις τῆς πιέσεως κατὰ τὴν δευτέραν φάσιν (τμῆμα καμπύλης 2-3) εἶναι πλέον ἀπότομος εἰς τὸ διάγραμμα (B) ἐν συγκρίσει μὲ τὸ (A), διότι ἔχει συγκεντρωθῆ εἰς τὸν κύλινδρον πολὺ μεγαλυτέρα ποσότης ψεκασθέντος καυσίμου, ἕνεκα τῆς ἐπιβραδύνσεως ἀναφλέξεως. Τοῦτο θὰ προκαλέση τὸ γνωστὸν κτύπημα (diesel-knock), ποὺ θὰ εἶναι τόσον ἰσχυρότερον, ὅσον ἡ βραδύτης ἀναφλέξεως εἶναι μεγαλυτέρα.

γ) Ἡ ἐπίκαυσις (3-4) διαρκεῖ πολὺ περισσότερον εἰς τὸ διάγραμμα τοῦ ὑποκετανικοῦ καυσίμου (B), ἤτοι ἡ καῦσις συνεχίζεται καὶ κατὰ τὴν ἐκτόνωσιν μὲ συνέπειαν ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν τῶν καυσαερίων, ἄρα μεγαλυτέραν ἀπώλειαν θερμότητος. Τοῦτο ἐκτὸς τῆς χαμηλοτέρας ἀποδόσεως τῆς μηχανῆς συνεπάγεται θερμικὴν καταπόνησιν τοῦ ἐλαίου λιπάνσεως τῶν κυλίνδρων καὶ ὑπερθέρμανσιν τῶν βαλβίδων ἐξαγωγῆς.

Ἡ τιμὴ τοῦ ἀριθμοῦ κετανίων, ἄρα καὶ ἡ ποιότης καύσεως ἑνὸς πετρελαίου, ἐξαρτᾶται βασικῶς ἀπὸ τὸ εἶδος τῶν ὑδρογονανθράκων ποὺ τὸ ἀποτελοῦν. Ὑδρογονάνθρακες παραφινικοὶ εὐθείας ἁλύσεως, ποὺ ὡς συστατικὰ βενζινῶν μειώνουν τὸν ἀριθμὸν ὀκτανίων, εὐνοοῦν τὴν αὔξησιν τοῦ ἀριθμοῦ κετανίων, διότι ἀναφλέγονται εὐκόλως, ἐνῶ ἀντιθέτως ἡ ταχεῖα ἀνάφλεξις ὁδηγεῖ εἰς μειωμένας ἀντικροτικὰς ἱκανότητας.

Δέον νὰ σημειωθῆ ὅτι πετρέλαιον Diesel μὲ ἀριθμὸν κετανίων μεγαλύτερον τοῦ ἀπαιτουμένου διὰ μίαν συγκεκριμένην μηχανὴν εἶναι ἀνεπιθύμητον, διότι ἡ ταχύτης ἐναύσεως θὰ εἶναι τόσον μεγάλη, ὥστε νὰ μὴ ὑπάρχη διὰ τὸ καύσιμον ἐπαρκὴς χρόνος πρὸς πλήρη ἀνάμιξιν μετὰ τοῦ ἀέρος, μὲ συνέπειαν ἡ καῦσις νὰ εἶναι ἀτελής.

Ἐκ τῆς ἀτελοῦς καύσεως τοῦ πετρελαίου δυνατὸν νὰ συμβοῦν :

— Ἀπώλεια ἰσχύος.

— Μείωσις βαθμοῦ ἀποδόσεως.

— Ρύπανσις τοῦ κυλίνδρου. Τὰ σχηματιζόμενα ἐξανθρακώματα ἐπικάθηνται πλησίον τοῦ καυστῆρος, ὅπου σχηματίζουν ἀποθέσεις, συχνὰ δὲ ἀρκετὰ ὀγκώδεις. Τμήματα σκληρῶν ἀποθέσεων ἀποσπώμενα εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπικαθήσουν εἰς τὰς ἕδρας τῶν βαλβίδων, τὰς ὁποίας φθείρουν βαθμιαίως. Αὐτὸ γίνεται συχνὰ αἰτία νὰ καίωνται αἱ βαλβῖδες, διότι ἡ ἐπαφὴ μὲ τὴν βάσιν των δὲν εἶναι πλήρης καὶ συνεπῶς ἡ ψῦξις των ἀνεπαρκὴς, πρᾶγμα ποὺ ὁδηγεῖ εἰς ὑπερθέρμανσιν (κάψιμο).

8·3 Λοιπαὶ ἰδιότητες.

Πλὴν τῆς ποιότητος καύσεως, ἤτοι τοῦ ἀριθμοῦ κετανίων, ἀποφασιστικὴν σημασίαν διὰ τὴν ποιότητα τοῦ πετρελαίου Diesel ἔχουν καὶ αἱ κάτωθι ἰδιότητες :

1) Ἰξῶδες.

Εἶναι ἡ ἰδιότης ἑνὸς ρευστοῦ, ποὺ καθορίζει τὴν εὐκολίαν μὲ τὴν ὁποίαν τοῦτο ρέει εἰς ἀγωγόν. Τὸ ἰξῶδες ἐκφράζει τὴν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν λόγω τριβῆς μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ κατὰ τὴν ροήν του. Ὑγρὸν μὲ μικρὸν ἰξῶδες ρέει εὐκολώτερον ἀπὸ ἄλλο ὑγρόν, τοῦ ὁποίου τὸ ἰξῶδες εἶναι μεγαλύτερον.

Διά τὸ πετρέλαιον ἐσωτερικῆς καύσεως ἡ τιμὴ τοῦ ἰξώδους ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν καὶ πρέπει νὰ εὑρίσκεται μεταξὺ τῶν τιμῶν ποὺ αἱ προδιαγραφαὶ καθορίζουν (Πίναξ 8·4·1). Μεγάλη τιμὴ ἰξώδους συνεπάγεται δυσχέρειαν ἀντλήσεως καὶ ψεκασμοῦ, ἐνῶ χαμηλὸν ἰξῶδες ὁδηγεῖ εἰς κακὴν διείσδυσιν ἐντὸς τοῦ θαλάμου καύσεως, λόγω μικροῦ διαμερισμοῦ, μὲ συνέπειαν ἡ καῦσις νὰ εἶναι ἀτελής. Ἡ *μέτρησις τοῦ ἰξώδους* βασίζεται εἰς τὸν χρόνον ροῆς ὡρισμένης ποσότητος πετρελαίου ἀπὸ ὀπὴν ὡρισμένων διαστάσεων ὑπὸ ἐντελῶς καθωρισμένας συνθήκας. Αἱ μέθοδοι, ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ ἰξώδους, λαμβάνουν τὴν ὀνομασίαν των ἀπὸ τὴν συσκευὴν διὰ τῆς ὁποίας γίνεται ἡ μέτρησις. Αἱ συσκευαὶ μετρήσεως τοῦ ἰξώδους διαφέρουν μεταξύ των κυρίως κατὰ τὴν ποσότητα τοῦ δείγματος καὶ κατὰ τὴν διάμετρον τῆς ὀπῆς ἐκροῆς καὶ περιγράφονται εἰς τὸ Γ' Μέρος, ὅπου καὶ ἀναπτύσσεται λεπτομερέστερον ἡ ἔννοια τοῦ ἰξώδους.

2) Θεῖον.

Ὅπως καὶ εἰς τὰς βενζίνας, ἡ παρουσία θειούχων ἐνώσεων εἰς τὸ

πετρέλαιον συνεπάγεται δημιουργίαν SO_2 καὶ θειικοῦ ὀξέος εἰς τὰ καυσαέρια, ἤτοι προϊόντα λίαν διαβρωτικά. Δι' αὐτὸ ἡ εἰς θεῖον περιεκτικότης τοῦ πετρελαίου Diesel δὲν ἐπιτρέπεται νὰ εἶναι ἀνωτέρα τοῦ 1%.

3) Σημεῖον ἀναφλέξεως.

Ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν οἱ σχηματιζόμενοι κατὰ τὴν θέρμανσιν τοῦ πετρελαίου ἀτμοὶ ἀναφλέγονται διὰ τῆς προσεγγίσεως φλογός, ὀνομάζεται *σημεῖον ἀναφλέξεως* καὶ ἡ τιμή του διὰ τὸ πετρέλαιον Diesel δὲν πρέπει διὰ λόγους ἀσφαλείας νὰ εἶναι χαμηλοτέρα ἑνὸς ὡρισμένου ὁρίου, τὸ ὁποῖον αἱ οἰκεῖαι προδιαγραφαὶ καθορίζουν. Τὸ ὅριον αὐτὸ εἶναι 60° C διὰ τὰς στρατιωτικὰς προδιαγραφάς, ποὺ ἀκολουθεῖ τὸ Πολεμικὸν Ναυτικόν, ἐνῶ διὰ τὸ πετρέλαιον γενικῆς χρήσεως γίνεται δεκτὸν σημεῖον ἀναφλέξεως μέχρι 40° C.

4) Βαθμὸς καθαρότητος.

Ἀποτελεῖ ἀποφασιστικῆς σημασίας ἰδιότητα διὰ τὴν ὁμαλὴν καῦσιν τοῦ πετρελαίου εἰς τὴν μηχανήν. Ἐλέγχεται διὰ τῶν ἑξῆς κυρίως τρόπων :

α) Διὰ *φυγοκεντρίσεως* ὡρισμένης ποσότητος δείγματος (100 cc) ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας, ὁπότε προσδιορίζονται κατ' ὄγκον αἱ ἀκαθαρσίαι, τὰς ὁποίας τὸ πετρέλαιον περιέχει ὁμοῦ μετὰ τοῦ ὕδατος. Τὸ σύνολόν των δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνῃ τὸ 0,01%.

β) Διὰ τοῦ *ἐξανθρακώματος*, ἤτοι τοῦ ἀνθρακούχου ὑπολείμματος, ποὺ τὸ πετρέλαιον καταλείπει, ὅταν καίεται ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας. Τὸ κατὰ τὴν μέθοδον Conradson (παράγρ. 11·10) προσδιοριζόμενον ἐξανθράκωμα ἐπὶ ὑπολείμματος 10%, λαμβανόμενον μετὰ τὴν ἀπόσταξιν τῶν ὑπολοίπων 90%, δὲν πρέπει διὰ πετρέλαιον Diesel καλῆς ποιότητος νὰ εἶναι ἀνώτερον τοῦ 0,2%. Πάντως ἡ τιμὴ τοῦ ἐξανθρακώματος καθορίζει κυρίως τὴν τάσιν ποὺ ἔχει τὸ πετρέλαιον νὰ σχηματίζῃ ἀνθρακοῦχα κατάλοιπα κατὰ τὴν καῦσιν.

Τὰς ἀνωτέρω ὡς πρὸς τὴν καθαρότητα ἀπαιτήσεις διὰ τὸ πετρέλαιον Diesel ἐξασφαλίζομεν βεβαίως κατὰ τὴν ἀρχικὴν παραλαβήν του ἀπὸ τὸ διυλιστήριον ἢ ἀπὸ τὸν σταθμὸν ἀνεφοδιασμοῦ. Εἶναι ὅμως δύσκολον νὰ τὴν διατηρήσωμεν μέχρι τῆς στιγμῆς καύσεως. Ρύπανσις τοῦ πετρελαίου μὲ ὕδωρ ἢ ξένας ὕλας κατὰ τὴν παραμονὴν εἰς τὰς δεξαμενὰς ἢ κατὰ τὴν μετάγγισιν διὰ τοῦ δικτύου εἶναι πιθανὸν νὰ συμβῇ, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ μὴ ὑπάρχῃ συμφωνία μὲ τὰς προδιαγρα-

φάς. Πρὸς ἀντιμετώπισιν αὐτοῦ τοῦ ἐνδεχομένου τὸ πετρέλαιον Diesel πρὸ τῆς εἰσόδου εἰς τὴν μηχανὴν πρὸς καῦσιν ὑποβάλλεται *ἀπαραιτήτως* εἰς καθαρισμὸν διὰ φυγοκεντρίσεως εἰς εἰδικὰς πρὸς τοῦτο ἐγκαταστάσεις, τὰς ὁποίας κάθε πλοῖον διαθέτει, γνωστὰς ὡς *φυγοκεντρικὰ καθαριστήρια* (παράγρ. 9·5).

5) Σημεῖον ροῆς.

Εἶναι ἡ κατωτάτη θερμοκρασία, μέχρι τῆς ὁποίας τὸ καύσιμον διατηρεῖται ρευστόν. Διὰ τὸν προσδιορισμόν του προηγεῖται ἡ μέτρησις τοῦ σημείου πήξεως, ἤτοι τῆς θερμοκρασίας εἰς τὴν ὁποίαν τὸ πετρέλαιον στερεοποιεῖται (παράγρ. 11·8). Τὸ σημεῖον ροῆς καθορίζεται κατὰ 5^0 F ἄνω τοῦ σημείου πήξεως. Ἡ σημασία τοῦ σημείου ροῆς καὶ τοῦ σημείου πήξεως διὰ τὴν ποιότητα τοῦ πετρελαίου ἔγκειται εἰς τὸ ὅτι αἱ τιμαί των ἐπηρεάζουν τὴν ἀντλητικότητα τοῦ καυσίμου. Κάτω τοῦ ὁρίου, ποὺ αἱ προδιαγραφαὶ καθορίζουν, ἡ ἀντλητικότης τοῦ καυσίμου ἐπηρεάζεται αἰσθητῶς (παράγρ. 8·4).

6) Εἰδικὸν βάρος.

Κυμαίνεται ἀπὸ 0,80 ἕως 0,87. Ἡ τιμή του δὲν καθορίζεται ὑπὸ τῶν προδιαγραφῶν, ἡ μέτρησίς του ὅμως ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν διὰ τὴν διακίνησιν τοῦ πετρελαίου, ἡ ὁποία γίνεται *πάντοτε εἰς μονάδας βάρους* καὶ τοῦτο, διότι τὸ βάρος εἶναι ἀνεξάρτητον τῆς θερμοκρασίας. Εἶναι δὲ γνωστὸν ὅτι :

$$\text{Βάρος} = \text{Ὄγκος} \times \text{Εἰδικὸν Βάρος}$$

Ἐννοεῖται ὅτι διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν ἀκριβῆ τιμὴν τοῦ βάρους πρέπει ὁ ὄγκος καὶ τὸ εἰδ. βάρος *νὰ ἔχουν μετρηθῆ εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.*

8·4 Προδιαγραφαὶ πετρελαίου Diesel.

Ἅπασαι αἱ ἰδιότητες τοῦ πετρελαίου Diesel, ὅπως καὶ τῆς βενζίνης, καθορίζονται διὰ τῶν προδιαγραφῶν, τὰς ὁποίας τὸ καύσιμον τοῦτο ἀκολουθεῖ. Εἰς τὸν Πίνακα 8·4·1 ἀναγράφονται χαρακτηριστικαὶ προδιαγραφαὶ πετρελαίου Diesel, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται διὰ ταχυστρόφους πετρελαιομηχανάς.

ΠΙΝΑΞ 8·4·1

Προδιαγραφαὶ πετρελαίου Diesel

α/α	Κύρια χαρακτηριστικὰ	Τιμαὶ
1	Ποιότης καύσεως, Ἀριθμὸς κετανίων	47 min
2	Ἐμφάνισις	Καθαρὸν — Διαυγὲς
3	Ἀπόσταξις :	
	α) 50% ἀποστάζει εἰς θερμοκρασίαν	ἁπλῶς ἀναγράφεται
	β) 90% ἀποστάζει εἰς θερμοκρασίαν	357° C max
	γ) Τελικὴ θερμοκρασία ἀποστάξεως	385° C max
4	Σημεῖον ἀναφλέξεως	60° C min
5	Σημεῖον ροῆς.....	−15° C max
6	Ἰξῶδες εἰς 100° F	36-50 SSU (2,5-6 CS)
7	Θεῖον %	1 max
8	Τέφρα %.....	0,005 max
9	Ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως	0,5 max
10	Ξέναι ὕλαι διὰ φυγοκεντρίσεως	0,01 max
11	Ἐξανθράκωμα, ἐπὶ 10 % ὑπολείμματος	0,2 % max

Λεπτομέρειαι ἐπὶ τοῦ ἐλέγχου τῶν ἀνωτέρω χαρακτηριστικῶν περιγράφονται μαζὶ μὲ τὰς λοιπὰς ἰδιότητας τῶν καυσίμων εἰς τὸ Γ' Μέρος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 9

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΝ ΛΕΒΗΤΩΝ (ΜΑΖΟΥΤ)

9·1 Γενικὰ περὶ μαζούτ. Πλεονεκτήματα ἔναντι τῶν γαιανθράκων.

Εἰς τὴν στήλην ἀποστάξεως τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου πέρα τῶν 360⁰ C δὲν δυνάμεθα ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν νὰ προχωρήσωμεν, διότι θὰ ἐπέλθη *θερμικὴ διάσπασις*, ἤτοι ἀποσύνθεσις τῶν ὑδρογονανθράκων. Τὸ ὑπόλειμμα τῆς ἀποστάξεως ἀποτελεῖ πολύτιμον καύσιμον δι' ἑστίας λεβήτων ἢ ὑποβάλλεται εἰς ἀπόσταξιν ἐν κενῷ, ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτουν τὰ ὀρυκτέλαια.

Ὡς *καύσιμον λεβήτων* ἢ *μαζοὺτ* ἔχει ἐκτοπίσει τὰ στερεὰ καύσιμα ἀπὸ τὰς μηχανὰς ἀτμοῦ (παλινδρομικαὶ-ἀτμοστρόβιλοι) σχεδὸν ἐξ ὁλοκλήρου, λόγω τῶν ἀναμφισβητήτων πλεονεκτημάτων ποὺ ἔχει ἔναντι τῶν γαιανθράκων. Μεταξὺ αὐτῶν σπουδαιότερα εἶναι :

α) Ἡ ὁμοιομορφία τῆς ποιότητος, ποὺ δὲν ἀπαιτεῖ συχνὰς ἀλλαγὰς ρυθμίσεώς τῶν συστημάτων καύσεως, ὡς συμβαίνει μὲ τὰ στερεὰ καύσιμα.

β) Ἡ μεγάλη θερμαντικὴ ἱκανότης, τῆς ὁποίας ἡ μέση τιμὴ εἶναι κατὰ 40% ὑψηλοτέρα τῆς τῶν στερεῶν καυσίμων, χωρὶς νὰ αὐξάνη ἀναλόγως καὶ τὸ κόστος.

γ) Ἡ εὐχέρεια διακινήσεως δι' ἀντλιῶν καὶ σωληνώσεων, ποὺ καθιστᾶ τὴν μεταφορὰν τοῦ πετρελαίου περισσότερον οἰκονομικήν, ταχεῖαν καὶ ἁπλῆν ἐν συγκρίσει πρὸς τοὺς γαιάνθρακας.

δ) Ἡ ἀπόδοσις καύσεως καὶ ἡ ἀκτὶς ἐνεργείας εἶναι μεγαλυτέρα. Τοῦτο ὀφείλεται, πλὴν τῆς θερμαντικῆς ἱκανότητος, καὶ εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ πετρελαίου ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν τοῦ γαιάνθρακος εἶναι μεγαλυτέρα, καὶ συνεπῶς αἱ ἀποθηκευτικαὶ δυνατότητες τῶν δεξαμενῶν εἶναι κατὰ πολὺ μεγαλύτεραι (κατὰ 50% περίπου).

ε) Ἡ καθαρότης τοῦ μηχανοστασίου καὶ τῶν δεξαμενῶν καὶ ἡ ἑτοιμότης ἑνὸς πλοίου, ποὺ κινεῖται μὲ μαζούτ, ἀποτελοῦν ἐπίσης σοβαρὰ πλεονεκτήματα ἐν σχέσει πρὸς τὰ στερεὰ καύσιμα.

στ) Τὸ ὑπόλειμμα καύσεως (τέφρα) τοῦ μαζοὺτ εἶναι ἀσήμαντον, ἐν σχέσει πρὸς τὰ στερεὰ καύσιμα καὶ ὁπωσδήποτε δὲν ὑπάρχει ἀνάγκη ἀποκομιδῆς του.

ζ) 'Η σημαντικὴ οἰκονομία εἰς προσωπικόν.

Τὸ μεγαλύτερον μέρος τοῦ πετρελαίου λεβήτων προέρχεται ἀπὸ τὰ ὑπολείμματα τῆς κλασματικῆς ἀποστάξεως τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου. 'Αρκεταὶ ποσότητες μαζοὺτ προέρχονται καὶ ἀπὸ ἄλλας πηγάς, ἤτοι:

—'Εκ τῆς *πυρολύσεως* ἢ *πυροδιασπάσεως*, ἤτοι τῆς θερμικῆς κατεργασίας, διὰ τῆς ὁποίας μετατρέπομεν τὸ πετρέλαιον εἰς βενζίνην. Κατ' αὐτὴν ἐκτὸς ἀπὸ τὴν βενζίνην παράγονται ἀέρια καύσιμα καὶ βαρέα κατάλοιπα, ποὺ δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ὡς μαζούτ, συνήθως ἀναμιγνυόμενα μὲ ὑπολείμματα ἀποστάξεως, ὥστε τελικῶς νὰ προκύψη καύσιμον μὲ τὰς ἐπιθυμητὰς ἰδιότητας. Τὰ ἐκ πυροδιασπάσεως καύσιμα ὑστεροῦν τῶν ἄλλων κατηγοριῶν πετρελαίου ἐξ αἰτίας τῆς ὑψηλῆς τιμῆς ἐξανθρακώματος ποὺ ἔχουν· γενικῶς πρέπει νὰ ἀποφεύγωνται ὡς καύσιμα μηχανῶν Diesel.

— Δι' ἀναμίξεως ὑπολείμματος ἀποστάξεως μὲ πετρέλαιον Diesel παράγεται τελικῶς πετρέλαιον λεβήτων μικροτέρου ἰξώδους (360'' ἕως 900'' Redwood εἰς 100° F). Τοῦτο εἶναι γνωστὸν ὡς Navy Special καὶ χρησιμοποιεῖται κυρίως εἰς στροβιλοκίνητα πλοῖα τοῦ Πολεμικοῦ Ναυτικοῦ. 'Επίσης χρησιμοποιεῖται, ὁσάκις ἀπαιτεῖται καύσιμον μικροτέρου ἰξώδους, ὡς συμβαίνει εἰς πολλὰς περιπτώσεις μαζοὺτ προοριζομένου διὰ μηχανὰς Diesel.

'Αμφότερα τὰ ἀνωτέρω καύσιμα παρουσιάζουν ηὐξημένην ἀστάθειαν κατὰ τὴν ἀποθήκευσιν ἢ κατὰ τὴν θέρμανσιν, ὅπως ἄλλωστε ὅλα τὰ εἴδη μαζούτ, λόγω τῆς μεγάλης ποικιλίας συστατικῶν, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελοῦνται. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς ὁ ἔλεγχος τῆς θερμικῆς σταθερότητος [παράγρ. 9·2(δ)] εἶναι ἀπολύτως ἀναγκαῖος.

9·2 'Ιδιότητες πετρελαίου λεβήτων.

Αἱ σπουδαιότεραι ἰδιότητες τοῦ πετρελαίου λεβήτων, ποὺ καθορίζουν τὴν ποιότητά του, περιγράφονται συνοπτικῶς κατωτέρω:

1) 'Ιξῶδες.

'Η τιμή του ἐπηρεάζει τὰς συνθήκας διασκορπισμοῦ τοῦ πετρελαίου διὰ τῶν καυστήρων καὶ δι' αὐτῶν τὴν ποιότητα τῆς καύσεως. Ὑψηλὸν ἰξῶδες συνεπάγεται κακὴν ψέκασιν, ποὺ ὁδηγεῖ τελικῶς εἰς ἀτελῆ καῦσιν μὲ ἀποτέλεσμα νὰ παραμένουν κατάλοιπα ἄνθρακος εἰς τὸν χῶρον καύσεως. 'Ιξῶδες μικρότερον τοῦ δέοντος πιθανὸν νὰ ὁδηγήση εἰς ἐπιστροφὴν φλογὸς καὶ ἀκανόνιστον καῦσιν, ἡ ὁποία δυνατὸν νὰ φθάση μέχρις ἐμφράξεως τοῦ διασκορπιστῆρος.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

2) Θεῖον.

Ἐπειδὴ ἡ καῦσις τοῦ μαζοὺτ εἶναι ἐξωτερική, αἱ ἀπαιτήσεις ὡς πρὸς τὸ ἀνώτατον ποσοστὸν θείου % εἶναι ἐλαστικώτεραι. Εἰς πολλὰς περιπτώσεις γίνεται δεκτὸν μαζοὺτ μὲ θεῖον μέχρι 5%.

3) Βαθμὸς καθαρότητος.

Αἱ ξέναι ὕλαι, ἐκ τῶν ὁποίων συνηθεστέρα εἶναι τὸ ὕδωρ, δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνουν ὡρισμένον ὅριον, διότι ἄλλως θὰ ἔχωμεν ἔμφραξιν τῶν διασκορπιστήρων καὶ τῶν φίλτρων, καὶ μηχανικὴν φθορὰν ἢ ἀνωμαλίας εἰς τὴν καῦσιν, εἰς τὴν περίπτωσιν ποὺ ἡ περιεκτικότης εἰς ὕδωρ εἶναι ὑψηλή. Αἱ ξέναι ὕλαι μετρῶνται διὰ φυγοκεντρίσεως ὡρισμένης ποσότητος μαζοὺτ ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας καὶ δὲν ἐπιτρέπεται νὰ ὑπερβαίνουν τὸ 0,5% κατ' ὄγκον.

4) Σταθερότης.

Τὸ μαζοὺτ ὡς μῖγμα πολλῶν καὶ ποικίλων συστατικῶν παρουσιάζει εὐπάθειαν ὡς πρὸς τὴν σταθερότητά του, ἡ ὁποία ἐκδηλοῦται μὲ τὴν βαθμιαίαν στρωμάτωσιν. Ἕνεκα ταύτης σχηματίζεται εἰς τὸν πυθμένα ἰλύς, ἡ ὁποία δημιουργεῖ πρόβλημα ἐμφράξεως τῶν φίλτρων ἢ τῶν διασκορπιστήρων ἢ ἀνωμαλίας κατὰ τὴν καῦσιν. Ἡ τάσις αὐτὴ ἐπιτείνεται κατὰ τὴν προθέρμανσιν, ὁπότε δυνατὸν νὰ ὁδηγήση εἰς σχηματισμὸν καταλοίπων ἐπὶ τοῦ προθερμαντῆρος. Διὰ τοῦτο ἡ σταθερότης τοῦ πετρελαίου λεβήτων ἐλέγχεται μὲ παρατεταμένην θέρμανσιν ὡρισμένης ποσότητος εἰς εἰδικὴν συσκευήν. Εἰς τὴν συσκευὴν τὸ πρὸς ἐξέτασιν δεῖγμα κυκλοφορεῖ ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας ἐπὶ 20 ὥρας καὶ ἀκολούθως ἐξετάζεται ὁ βαθμὸς ρυπάνσεως, ποὺ προκαλεῖται ὑπὸ τῶν σχηματιζομένων ἀσφαλτούχων ἀποθέσεων ἐπὶ εἰδικῆς χαλυβδίνης ράβδου. Μεγάλαι ἀποθέσεις ὀφείλονται εἰς ἀστάθειαν τοῦ προϊόντος καὶ ἐπιβάλλουν τὴν ἀπόρριψίν του ὡς καυσίμου λεβήτων.

9·3 Χρῆσις τοῦ μαζοὺτ εἰς μηχανὰς Diesel.

Ἐκτὸς τῆς χρησιμοποιήσεώς του ὡς καυσίμου τῶν μηχανῶν ἀτμοῦ, τὸ μαζοὺτ χρησιμοποιεῖται καὶ διὰ τὰς πετρελαιομηχανὰς Diesel, ἰδία δὲ τὰς βραδυστρόφους ναυτικὰς πετρελαιομηχανάς. Μετὰ μακρὰν σειρὰν πειραματισμῶν κατὰ τὴν τελευταίαν τριακονταετίαν ἡ χρῆσις τοῦ μαζοὺτ διὰ τὴν πρόωσιν τῶν ντηζελοκινήτων πλοίων ἔχει σχεδὸν γενικευθῆ, διότι κατὰ κανόνα αἱ μηχαναὶ αὐταὶ εἶναι βραδύστροφοι. Ἀντιθέτως εἰς τὰς ντηζελοκινήτους ἠλεκτρογεννητρίας χρη-

σιμοποιεῖται πάντοτε πετρέλαιον Diesel, λόγω τοῦ ὅτι αἱ μηχαναὶ αὐταὶ εἶναι πολύστροφοι.

Τὴν χρῆσιν τοῦ μαζοὺτ ὡς καυσίμου τῶν μηχανῶν Diesel ἐπέβαλε κυρίως ἡ διαφορὰ τιμῆς ἐν σχέσει μὲ τὸ πετρέλαιον Diesel. Τὸ μαζοὺτ εἶναι κατὰ 30 ἕως 50% εὐθηνότερον τοῦ Diesel. Ἡ διαφορὰ αὐτὴ ὀφείλεται εἰς τὸν τρόπον παραγωγῆς. Τὸ πετρέλαιον Diesel εἶναι *ἀπόσταγμα* τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου (distillate), ἐνῶ τὸ μαζοὺτ ἀποτελεῖ *ὑπόλειμμα* τῆς ἀποστάξεως. Μοναδικὴν ἐπιβάρυνσιν τοῦ κόστους παραγωγῆς αὐτοῦ ἀποτελοῦν αἱ βελτιωτικαὶ ἐργασίαι, εἰς τὰς ὁποίας ὑποβάλλεται, διὰ νὰ καταστῇ κατάλληλον δι' ἐσωτερικὴν καῦσιν. Τὸ μαζοὺτ εἶναι εὐρύτατα γνωστὸν εἰς τὸ ἐμπόριον ὑπὸ τὸ ὄνομα *βαρὺ πετρέλαιον*.

Αἱ ἐπεξεργασίαι αὐταί, ποὺ ἀναφέρονται λεπτομερῶς κατωτέρω, περιορίζουν τὴν διαφορὰν κόστους ἐν σχέσει πρὸς τὸ Diesel εἰς μικρότερα ὅρια, ἀρκετὰ πάντως, ὥστε νὰ ἐπηρεάζουν αἰσθητῶς τὸ κόστος τῶν θαλασσίων μεταφορῶν, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ ἀποφασιστικὸν παράγοντα διὰ τὸν ὀξὺν ἀνταγωνισμὸν τῆς διεθνοῦς ναυλαγορᾶς.

Τὰ σπουδαιότερα προβλήματα, ποὺ δημιουργοῦνται ἐκ τῆς καύσεως τοῦ μαζοὺτ εἰς τὰς μηχανὰς Diesel καὶ ὁ τρόπος ἀντιμετωπίσεώς των, ἔχουν ὡς ἑξῆς :

1) Καθαρότης.

Ξέναι ὕλαι πέρα ὡρισμένου ὁρίου κατὰ τὴν καῦσιν μετατρέπονται εἰς ἀποθέσεις, ποὺ ρυπαίνουν τὰς βαλβῖδας καὶ κυρίως τὰ χιτώνια, τὸ ἔμβολον καὶ τὰ ἐλατήρια τῶν ἐμβόλων μὲ συνέπειαν ταχεῖαν φθορὰν τῆς μηχανῆς. Τὸ πρόβλημα τοῦτο ἀντιμετωπίζεται δι' ἐνδελεχοῦς καθαρισμοῦ, εἰς τὸν ὁποῖον τὸ βαρὺ πετρέλαιον ὑποβάλλεται, προτοῦ τροφοδοτηθῇ δι' αὐτοῦ ἡ μηχανὴ Diesel. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν χρησιμοποιοῦνται φυγοκεντρικὰ καθαριστήρια, ποὺ διακρίνονται εἰς :

α) Καθαριστὰς (purifiers), διὰ τῶν ὁποίων συγκρατοῦνται τὸ ὕδωρ καὶ τὰ μεγαλύτερα ξένα σωματίδια.

β) Διαυγαστὰς (clarifiers), διὰ τὴν ἀφαίρεσιν τῶν μικροτέρων διαστάσεων σωματιδίων.

Τὰ ἀνωτέρω φυγοκεντρικὰ καθαριστήρια εἶναι συνεχοῦς λειτουργίας καὶ αὐτοκαθαριζόμενα εἰς τρόπον; ὥστε νὰ ἀπαιτοῦν μικρὰν ἐπίβλεψιν καὶ ἐλάχιστον προσωπικόν.

Ὁ καθαρισμὸς συμπληροῦται διὰ τοποθετήσεως ἀπορροφητικῶν φίλτρων (filters) πρὸ τοῦ συστήματος ἐγχύσεως τοῦ πετρελαίου. Δι' αὐτῶν εἶναι δυνατὸν νὰ συγκρατηθοῦν λεπτότατα σωματίδια, τὰ ὁποῖα ἐπειδὴ ἔχουν εἰδικὸν βάρος παραπλήσιον τοῦ πετρελαίου διέφυγον τὸν φυγοκεντρικὸν καθαρισμόν, ὁ ὁποῖος, ὡς γνωστόν, βασίζεται εἰς τὴν διαφορὰν εἰδικοῦ βάρους μεταξὺ πετρελαίου καὶ ξένων προσμίξεων. Τὸ δίκτυον τοῦ καυσίμου λεπτομερέστερον περιγράφεται εἰς τὴν παράγραφον 9·5.

2) Ἰξῶδες.

Τὸ ἰξῶδες τοῦ μαζοὺτ εἶναι πολὺ ὑψηλὸν μὲ ἀποτέλεσμα νὰ μὴ ἐξασφαλίζη τὸν κατάλληλον βαθμὸν ψεκασμοῦ. Ἡ μείωσις ἐπιτυγχάνεται συνήθως διὰ προθερμάνσεως μὲ ἀτμὸν ἢ μὲ θερμὸν ὕδωρ. Τὸ ὕψος τῆς προθερμάνσεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ποιότητα τοῦ καυσίμου καὶ ἀπὸ τὸ σύστημα ἐγχύσεως· γενικῶς δὲ κυμαίνεται μεταξὺ 70° καὶ 110° C· δι' αὐτοῦ τοῦ τρόπου τὸ ἰξῶδες μειοῦται μέχρις 60 μονάδων Redwood I καὶ ἐξασφαλίζεται οὕτως ἱκανοποιητικὴ ψέκασις.

Πάντως αἱ θερμοκρασίαι προθερμάνσεως ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ καυσίμου καὶ εἰδικώτερον ἀπὸ τὴν τιμὴν τοῦ ἰξώδους του εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς θερμοκρασίας προθερμάνσεως χρησιμοποιοῦνται πίνακες ἢ διαγράμματα, τὰ ὁποῖα παρέχουν τὰς σχέσεις ἰξώδους-θερμοκρασίας διὰ διάφορα εἴδη καυσίμων. Ἀπὸ αὐτὰ εἶναι εὔκολον νὰ εὑρεθῇ διὰ κάθε καύσιμον ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν τοῦτο ἀποκτᾶ τὸ ἐπιθυμητὸν ἰξῶδες.

Παρόμοιον διάγραμμα μεταβολῆς τοῦ ἰξώδους συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας ἐκπονηθὲν ὑπὸ τῆς Ἀμερικανικῆς Ἑταιρίας Ἐλέγχου Ὑλικῶν (A.S.T.M.) εἶναι τὸ εἰκονιζόμενον εἰς τὸ σχῆμα 9·3, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ ἀπαραίτητον βοήθημα διὰ τοὺς μηχανικοὺς πλοίων· περιέχει τὰς σχέσεις ἰξώδους-θερμοκρασίας διὰ τὰς σπουδαιοτέρας κατηγορίας πετρελαίων, ἤτοι :

α) Τὸ πετρέλαιον Diesel, φερόμενον ὑπὸ τὴν ὀνομασίαν Gasoil.

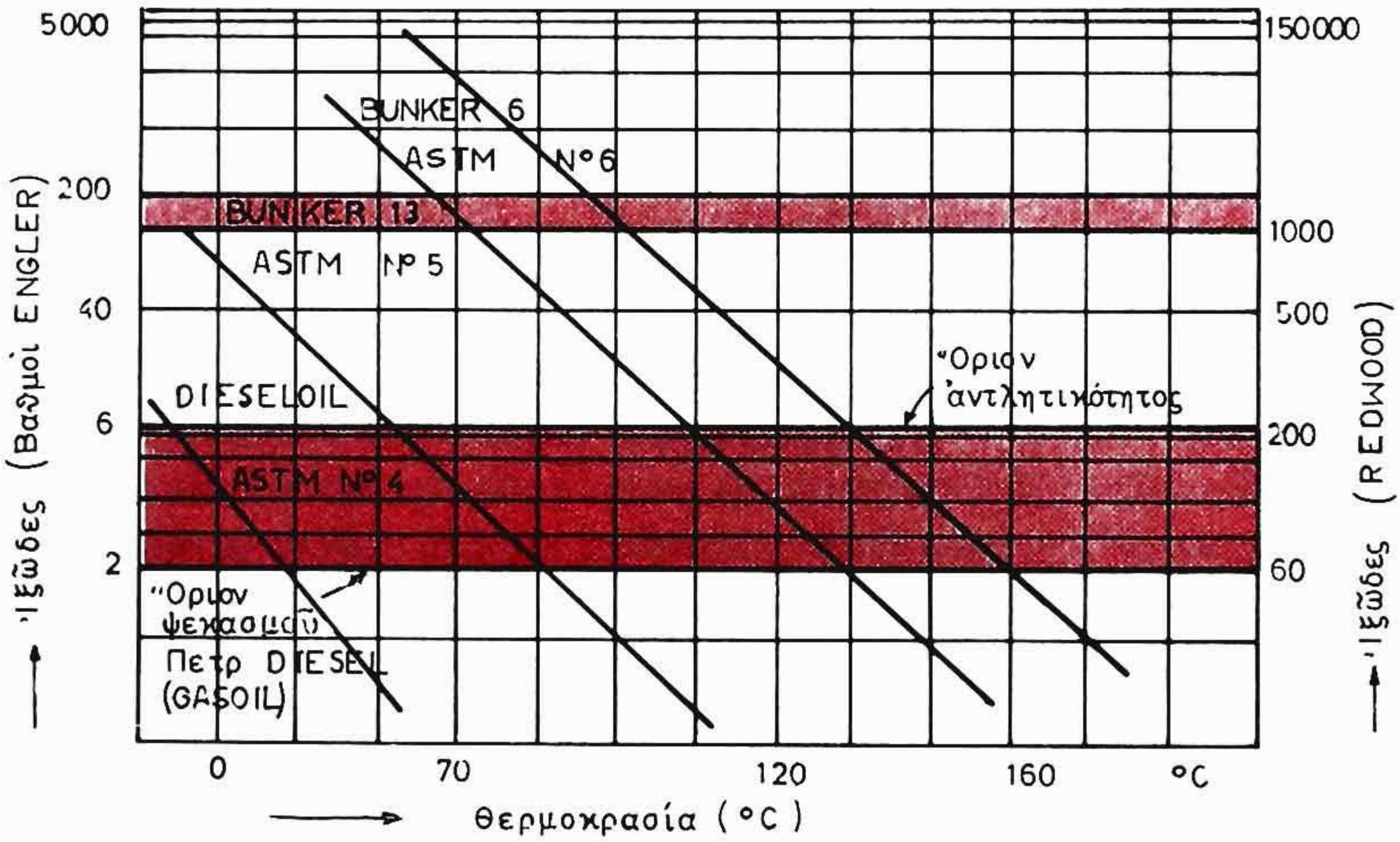
β) Τὸ ἐλαφρὸν ὑπόλειμμα ἀποστάξεως, γνωστὸν ὡς Dieseloil ἢ A.S.T.M. No 4.

γ) Τὸ μέσον ὑπόλειμμα μὲ ἰξῶδες κατὰ Redwood 200-1000", γνωστὸν ὡς Bunker B ἢ ὡς A.S.T.M. No 5.

δ) Τὸ βαρὺ καύσιμον, γνωστὸν ὡς Bunker C, ἢ A.S.T.M. No 6 μὲ ἰξῶδες 1000-6000" κατὰ Redwood I.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Ἡ κρίσιμος περιοχὴ τοῦ διαγράμματος εἶναι ἡ περικλειομένη μεταξὺ τῶν τιμῶν ἰξώδους 60 καὶ 200 Redwood I ἀφ' ἑνός, καὶ τῶν τιμῶν 3000 ἕως 4000 Redwood I ἀφ' ἑτέρου. Αἱ τιμαὶ ἰξώδους 60 ἕως 200 Redwood I (2° ἕως 6° Engler), καθορίζουν τὰ *ὅρια ψεκασμοῦ* τοῦ πετρελαίου καὶ παρέχουν τὰς θερμοκρασίας προθερμάνσεων, ποὺ ἐξασφαλίζουν ἱκανοποιητικὸν ψεκασμὸν διὰ τὰ 4 κύρια εἴδη πετρελαίου, τὰ ὁποῖα περιέχονται εἰς τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 9·3.



Σχ. 9·3.

Διάγραμμα ἰξώδους - θερμοκρασίας πετρελαίων κατὰ A.S.T.M.

Αἱ τιμαὶ ἰξώδους 3000 ἕως 4000 Redwood I (100° ἕως 150° Engler) καθορίζουν τὰ *ὅρια ἀντλητικότητος* τοῦ πετρελαίου. Παρέχουν δηλαδὴ τὰς θερμοκρασίας προθερμάνσεως, ποὺ ἐξασφαλίζουν ἱκανοποιητικὴν ἀντλητικότητα διὰ τὰ καύσιμα, ποὺ περιέχονται εἰς τὸ ὡς ἄνω διάγραμμα. Μεταφέροντες τὰς προκυπτούσας τιμὰς ἐπὶ πίνακος, ἔχομεν τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα (Πίναξ 9·3·1).

Διὰ τὴν τήρησιν σταθερᾶς τιμῆς τοῦ ἰξώδους τοποθετοῦνται εἰς τὸ δίκτυον τοῦ καυσίμου εἰδικαὶ διατάξεις, γνωσταὶ διεθνῶς ὡς Viscorators (ρυθμισταὶ ἰξώδους). Δι' αὐτῶν λαμβάνεται συνεχῶς δεῖγμα καυσίμου καὶ ἐκ τῆς τιμῆς τοῦ ἰξώδους ρυθμίζεται αὐτομάτως ἡ παροχὴ

ἀτμοῦ εἰς τὸν προθερμαντῆρα τοῦ καυσίμου, ὥστε τελικῶς ἡ θερμοκρασία του νὰ τηρῆται εἰς τὰ ἐπιθυμητὰ ὅρια.

ΠΙΝΑΞ 9·3·1

Θερμοκρασίαι προθερμάνσεως βαρέων καυσίμων

α/α	Εἶδος πετρελαίου	Θερμοκρασία προθερμάνσεως °C	
		Δι' ἱκανοποιητικὴν ἀντλητικότητα	Δι' ἱκανοποιητικὸν ψεκασμόν
1	Gasoil (πετρ. Diesel)	Δὲν ἀπαιτεῖται	20
2	Dieseloil (A.S.T.M. No 4)	»	40-60
3	Bunker B (A.S.T.M. No 5)	50	80-100
4	Bunker C (A.S.T.M. No 6)	70	100-120

Ὡς πρὸς τὴν ἀρχικὴν τιμὴν ἰξώδους, ἐνῶ γίνονται δεκτὰ διὰ μηχανὰς Diesel καύσιμα μὲ ἰξῶδες μέχρι 3600'' Redwood I εἰς 100° F, ἐκ τῆς πείρας ἔχει εὑρεθῆ ὅτι τὸ καταλληλότερον καύσιμον διὰ τὴν περίπτωσιν αὐτὴν πρέπει νὰ ἔχη ἰξῶδες Redwood I κυμαινόμενον μεταξὺ 900 καὶ 1500'' εἰς 100° F. Λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν ὅτι διὰ τὸ μαζοὺτ τὸ ἰξῶδες συμβαδίζει μὲ τὸν βαθμὸν καθαρότητος τοῦ καυσίμου καὶ εἰδικώτερον μὲ τὴν παρουσίαν βαρέων ὑδρογονανθράκων ἀσφαλτούχου ὑφῆς, καύσιμα μὲ ἰξῶδες ἄνω τῶν 1500'' Redwood I δὲν συνιστῶνται ἰδιαιτέρως, διότι προκαλοῦν ταχυτέραν φθορὰν τῶν διαφόρων ἐξαρτημάτων τῆς μηχανῆς, ἐκ τῶν καταλοίπων τῆς καύσεως ποὺ δημιουργοῦνται.

3) Κετάνια.

Τὸ βαρὺ πετρέλαιον, προερχόμενον κυρίως ἐκ τῶν ὑπολειμμάτων τῆς ἀποστάξεως τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου, ἔχει πολὺ χαμηλὸν *ἀριθμὸν κετανίων (20 ἕως 30), συνεπῶς εἶναι τελείως ἀκατάλληλον διὰ* ταχυστρόφους πετρελαιομηχανάς. Τυχὸν χρησιμοποίησίς του εἰς αὐτὰς θὰ ὡδήγει εἰς ἀπαραδέκτως ὑψηλὴν ἔντασιν κτυπήματος, μὲ καταστρεπτικὰς διὰ τὴν μηχανὴν συνεπείας. Συνεπῶς τὸ βαρὺ πετρέλαιον εἶναι κατάλληλον μόνον διὰ βραδυστρόφους μηχανὰς Diesel, ὡς εἶναι κατ' ἐξοχὴν αἱ προωστήριοι μηχαναὶ τῶν πλοίων, ὅπου αἱ ἀπαιτήσεις εἰς κετάνια εἶναι περιωρισμέναι.

Τοῦτο ἐξηγεῖται εὐκόλως ἀπὸ τὴν σημασίαν, τὴν ὁποίαν ἔχει ὁ

ἀριθμὸς κετανίων διὰ τὴν ποιότητα καύσεως τοῦ πετρελαίου Diesel, καὶ εἰδικώτερον διὰ τὴν ταχύτητα ἐναύσεως, πρὸς τὴν ὁποίαν εἶναι εὐθέως ἀνάλογος (παράγρ. 8·2). Ὅσον αὐξάνει ἡ ταχύτης περιστροφῆς τῆς μηχανῆς, τόσον ὁ χρόνος ποὺ ἔχει εἰς τὴν διάθεσίν του τὸ πετρέλαιον διὰ τὴν καῦσιν γίνεται μικρότερος. Εἰς πετρελαιομηχανὴν μὲ 500 στροφὰς ἀνὰ λεπτὸν ὁ διαθέσιμος χρόνος διὰ τὴν καῦσιν τοῦ πετρελαίου εἶναι τὸ 1/5 τοῦ χρόνου, ποὺ διατίθεται εἰς μηχανὴν μὲ 100 στροφὰς ἀνὰ λεπτόν. Εἶναι συνεπῶς ἀμφίβολον ἂν τὸ πετρέλαιον ποὺ καίεται ἱκανοποιητικῶς εἰς τὴν ἀργόστροφον μηχανὴν τῶν 100 r.p.m. καὶ ποὺ εἶναι δυνατὸν νὰ εἶναι μαζούτ, θὰ καίεται ἐξ ἴσου ἱκανοποιητικῶς εἰς τὴν ταχύστροφον μηχανὴν τῶν 500 r.p.m.· καὶ εἶναι πάντως βέβαιον ὅτι θὰ εἶναι τελείως ἀκατάλληλον διὰ μηχανὴν μὲ ἀκόμη μεγαλυτέρας ταχύτητας περιστροφῆς, ὅπου ἀπαιτοῦνται πετρέλαια μὲ μεγάλην ταχύτητα ἐναύσεως, ἤτοι ὑψηλοῦ ἀριθμοῦ κετανίων.

4) Μεταλλικαὶ προσμίξεις.

Ἐξ αὐτῶν συνηθέστεραι εἶναι ἑνώσεις τοῦ βαναδίου καὶ τοῦ νατρίου, ποὺ ὑπάρχουν εἰς τὸ φυσικὸν πετρέλαιον καὶ φυσικὰ παραμένουν εἰς τὰ βαρέα καύσιμα, τὰ ὁποῖα, ὡς γνωστόν, εἶναι ὑπολείμματα ἀποστάξεως. Ἀπουσιάζουν ὅμως ἀπὸ ὅλα σχεδὸν τὰ ἀποστάγματα ἢ ἐνυπάρχουν εἰς ἀναλογίας ἀνεκτάς. Αἱ ἀποθέσεις τοῦ βαναδικοῦ νατρίου ἐπικάθηνται κυρίως ἐπὶ τῶν βαλβίδων ἐξαγωγῆς, τὰς ὁποίας βαθμηδὸν καταστρέφουν διὰ διαβρώσεως.

Πρὸς ἀντιμετώπισιν τοῦ κινδύνου, τὸ προοριζόμενον διὰ μηχανὰς Diesel βαρὺ καύσιμον ὑποβάλλεται εἰς εἰδικὴν ἐπεξεργασίαν διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ νατρίου μόνον, διότι τὸ βανάδιον δυσκολώτατα ἀπομακρύνεται. Ἡ ἀπομάκρυνσις τοῦ νατρίου περιορίζει τὸν κίνδυνον διαβρώσεως, διότι αἱ σχηματιζόμεναι ἀποθέσεις βαναδίου ἔχουν ὑψηλὸν σημεῖον τήξεως (ἄνω τῶν 700° C) καὶ ὑπὸ μορφὴν κόνεως παρασύρονται μετὰ τῶν θερμῶν καυσαερίων. Ἀντιθέτως, τὸ βαναδικὸν νάτριον σχηματίζει τέφραν εὔτηκτον (σ.τ. κάτω τῶν 550° C), ποὺ δημιουργεῖ ἐπὶ τῶν θερμῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν διαβρωτικὴν ὑαλώδη ἐπίστρωσιν.

Ἡ ἀπομάκρυνσις τοῦ νατρίου ἐπιτυγχάνεται δι' ἐπανειλημμένων ἐκχυλίσεων τοῦ πετρελαίου μὲ ὕδωρ.

5) Θεῖον.

Τὸ βαρὺ καύσιμον, ποὺ προορίζεται διὰ μηχανὰς Diesel, δυνατὸν

νὰ περιέχη θεῖον πολὺ πέρα τοῦ διὰ καθαρὸν πετρέλαιον Diesel ἐπιτρεπομένου ὁρίου (1 %), μὲ συνέπειαν τὴν δημιουργίαν ηὐξημένης ποσότητος διαβρωτικοῦ SO_3 εἰς τὰ καυσαέρια. Τοῦτο ἀντιμετωπίζεται διὰ τῆς χρήσεως λιπαντελαίων σοβαρῶς ἐνισχυμένων μὲ πρόσθετα, ἱκανὰ νὰ ἐξουδετερώσουν τὸ παραγόμενον διαβρωτικὸν SO_3. Συνέπεια τούτου εἶναι νὰ ἐπιβαρύνεται ἀκόμη τὸ κόστος λειτουργίας τῆς μηχανῆς.

Ἐκτὸς τούτου τὸ ὕδωρ ψύξεως τῆς μηχανῆς πρέπει νὰ τηρῆται εἰς ὑψηλοτέρας σχετικῶς θερμοκρασίας, ἤτοι περὶ τοὺς 60° C ἕως 70° C, πρὸς ἀποφυγὴν συμπυκνώσεως τῶν ἀτμῶν (θερμοκρασία δρόσου) καὶ σχηματισμὸν τοῦ διαβρωτικοῦ ὀξέος. Τοῦτο δὲ ἀπαιτεῖ τὴν χρῆσιν ἐμμέσου ψύξεως.

Ἀνεξαρτήτως τῶν ἀνωτέρω δυσχερειῶν, διὰ τὰς μηχανὰς Diesel τὰς λειτουργούσας μὲ βαρὺ καύσιμον ὑφίσταται καὶ τὸ πρόβλημα τῆς προσαρμογῆς τῶν συνθηκῶν καύσεως καὶ τῶν ἐξ αὐτῆς θερμοκρασιῶν εἰς τὰ ἀπαιτούμενα ὅρια, ὅταν μεταβάλλεται τὸ φορτίον. Εἰδικώτερον, κατὰ τὴν ἐκκίνησιν καὶ τὴν κράτησιν τῆς μηχανῆς, ὁπότε ἔχομεν μεγάλας μεταβολὰς τοῦ φορτίου, ἡ καῦσις ἐπιβραδύνεται αἰσθητῶς, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἔχωμεν περισσότερα κατάλοιπα. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν κατὰ τὴν περίοδον τῶν χειρισμῶν ἑνὸς πλοίου (ἀπόπλους, προσέγγισις, κράτησις) πρέπει νὰ χρησιμοποιῆται ἀποκλειστικῶς πετρέλαιον Diesel, τὸ ὁποῖον ἔχει τὴν δυνατότητα εὐχεροῦς προσαρμογῆς εἰς τὰς συνθήκας καύσεως, τὰς ὁποίας ἐπιβάλλει ἡ αὐξομείωσις τοῦ φορτίου. Τὰ διὰ μαζοὺτ συνεπῶς λειτουργοῦντα ντηζελοκίνητα πλοῖα, πρέπει νὰ διαθέτουν καὶ δίκτυον πετρελαίου Diesel διὰ τὰς ἠλεκτρομηχανὰς ἀφ' ἑνός, καὶ διὰ τὰς κυρίας μηχανὰς κατὰ τὴν περίοδον τῶν χειρισμῶν ἀφ' ἑτέρου.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καθίσταται φανερὸν ὅτι πρὸς ἄρσιν ὅλων τῶν ἀνωτέρω προβλημάτων διὰ τὴν χρῆσιν βαρέων καυσίμων εἰς τὰς μηχανὰς Diesel ἀπαιτοῦνται πρόσθετοι ἐγκαταστάσεις ἢ ἐπεξεργασίαι, ποὺ αὐξάνουν τελικῶς τὸ κόστος τῆς παραγομένης ὑπὸ τῶν μηχανῶν αὐτῶν ἐνεργείας. Ὅμως ἡ διαφορὰ δαπάνης λειτουργίας μιᾶς πετρελαιομηχανῆς μὲ μαζούτ, ἐν σχέσει μὲ λειτουργίαν μὲ πετρέλαιον Diesel, παραμένει ὑπὲρ τῆς χρήσεως μαζούτ. Ἔτσι ἐξηγεῖται, διατί ἡ χρῆσις του εἰς τὰς ναυτικὰς βραδυστρόφους πετρελαιομηχανὰς ἔχει γενικευθῆ σήμερον.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

9·4 Προδιαγραφαὶ τοῦ μαζούτ.

Ἡ τεραστία ποικιλία τῶν συστατικῶν τοῦ μαζούτ, διευρυνομένη ἔτι περισσότερον ἀναλόγως τῆς περιοχῆς, ἐκ τῆς ὁποίας τὸ πετρέλαιον προέρχεται, ἔχει ὡς συνέπειαν τὴν μεγάλην διακύμανσιν τῶν τιμῶν τῶν φυσικοχημικῶν χαρακτηριστικῶν, τὰ ὁποῖα αἱ διάφοροι προδιαγραφαὶ καθορίζουν.

Εἰς τὸν Πίνακα 9·4·1 παρέχονται αἱ ἀμερικανικαὶ προδιαγραφαὶ τριῶν χαρακτηριστικῶν κατηγοριῶν πετρελαίου λεβήτων (A.S.T.M.).

ΠΙΝΑΞ 9·4·1

Προδιαγραφαὶ πετρελαίου λεβήτων

α/α	Κύρια φυσικοχημικὰ χαρακτηριστικὰ	Κατηγορία Μαζοὺτ		
		A.S.T.M. No 4	A.S.T.M. No 5	A.S.T.M. No 6
1	Ἰξῶδες (SSF) εἰς 122°F (50°C)	–	40 max	45 - 300
2	Ἰξῶδες εἰς 100°F (Redwood I)	50 - 110	200 - 1000	1000 - 6000
3	Σημεῖον ἀναφλέξεως °C	55 min	55 min	65 min
4	Σημεῖον ροῆς °C	–10 max	–	–
5	Ὕδωρ καὶ ξέναι ὕλαι διὰ φυγοκεντρίσεως %	0,5 max	1 max	2 max
6	Τέφρα %	0,1 max	0,1 max	–
7	Θεῖον %	–	–	–
8	Θερμικὴ σταθερότης	Ἱκανοπ.	Ἱκανοπ.	Ἱκανοπ.

Παρατηρήσεις :

1) Ἀξιοπαρατήρητον εἶναι ὅτι τὰ ὅρια διὰ τὴν περιεκτικότητα εἰς θεῖον δὲν καθορίζονται διὰ προδιαγραφῶν, ἀλλὰ δι' ἰδιαιτέρας συμφωνίας μεταξὺ τοῦ ἀγοραστοῦ καὶ τῆς προμηθευτρίας ἑταιρίας. Ὡς ἤδη ἐλέχθη (παράγρ. 9·2), γίνεται δεκτὸν μαζοὺτ περιέχον θεῖον μέχρι 5%.

2) Ἅπασαι αἱ ἀνωτέρω κατηγορίαι ἀναφέρονται εἰς μαζοὺτ μὲ βάσιν ὑπολείμματα ἀποστάξεως (residual). Αἱ μεταξύ των διαφοραὶ ἀνάγονται κυρίως εἰς τὴν τιμὴν ἰξώδους, ἡ ὁποία αὐξάνει καθὼς βαίνομεν ἀπὸ τὸ No 4 πρὸς τὸ No 6.

3) Ὡς πρὸς τὸν προορισμὸν τῶν ἀνωτέρω ἀναγραφομένων κατηγοριῶν μαζοὺτ χαρακτηριστικῶς ἀναφέρονται αἱ κάτωθι χρήσεις :

α) *Πετρέλαιον No 4.* Μαζοὺτ μικροῦ ἰξώδους προοριζόμενον διὰ

καυστῆρας ἐγκαταστάσεων, αἱ ὁποῖαι δὲν διαθέτουν σύστημα προθερμάνσεως τοῦ καυσίμου.

β) *Πετρέλαιον No 5.* Μαζοὺτ μέσου ἰξώδους, τὸ ὁποῖον ἀπαραιτήτως χρειάζεται προθέρμανσιν πρὸ τῆς παροχῆς εἰς τὸν καυστῆρα.

γ) *Πετρέλαιον No 6.* Λίαν παχύρρευστον διὰ τροφοδότησιν ἑστιῶν λεβήτων πάσης φύσεως. Προθέρμανσις ἐντελῶς ἀπαραίτητος.

4) Εἰδικώτερον προκειμένου τὸ μαζοὺτ νὰ χρησιμοποιηθῆ ὡς καύσιμον μηχανῶν Diesel, προδιαγράφεται κυρίως διὰ τῆς τιμῆς τοῦ ἰξώδους του καὶ τοῦ βαθμοῦ καθαρότητος. Ἀπὸ τῆς ἀπόψεως αὐτῆς καταλληλότερον εἶναι τὸ χαρακτηριζόμενον ὡς A.S.T.M. No 5 καύσιμον τοῦ Πίνακος 9·4·1. Τὸ ἰξῶδες αὐτοῦ εἰς 100° F ἀντιστοιχεῖ εἰς 100 - 1000'' Redwood I, ἂν καί, ὡς ἤδη ἐλέχθη (παράγρ. 9·3), γίνονται δεκτὰ καὶ καύσιμα μὲ ἰξῶδες μέχρι 3600'' Redwood I. Ἡ συμπεριφορὰ ὅμως αὐτῶν ἐπὶ τῆς μηχανῆς δὲν εἶναι πάντοτε ἱκανοποιητική.

9·5 Τὸ δίκτυον τοῦ πετρελαίου καύσεως.

Τόσον τὸ πετρέλαιον Diesel, ὅσον καὶ τὸ διὰ M.E.K. χρησιμοποιούμενον βαρὺ καύσιμον, πρέπει νὰ πληροῦν ὡρισμένας βασικὰς ἀπαιτήσεις καθαρότητος, αἱ ὁποῖαι καθορίζονται ὑπὸ τῶν ἀντιστοίχων προδιαγραφῶν [παράγρ. 8·3(δ) διὰ τὸ πετρέλαιον Diesel καὶ 9·3(1) διὰ τὸ μαζούτ].

Τὰς ἀπαιτήσεις αὐτὰς κατ' ἀρχὴν ἐξασφαλίζομεν μὲ τὸ Δελτίον Ποιότητος τοῦ καυσίμου κατὰ τὴν παραλαβήν του ἀπὸ τὰ πετρελαιοφόρα ἢ τοὺς Σταθμοὺς Ἀνεφοδιασμοῦ τοῦ πλοίου. Δὲν εἶναι ὅμως βέβαιον ὅτι τὸ καύσιμον θὰ διατηρήση τὴν ἐπιθυμητὴν καθαρότητα μέχρι τῆς στιγμῆς τῆς καύσεως, ἂν δὲν ληφθοῦν ὡρισμένα μέτρα, ποὺ ἀφοροῦν κυρίως εἰς τὸ δίκτυον μεταφορᾶς τοῦ καυσίμου. Ἄλλως ὑπάρχει κίνδυνος μολύνσεως τοῦ καυσίμου μὲ ξένας ὕλας, ἤτοι ὕδωρ, γαιώδεις προσμίξεις, ἀσφαλτοῦχα κατάλοιπα κ.λπ., τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατὸν νὰ προκαλέσουν σοβαρὰς ἀνωμαλίας εἰς τὴν μηχανὴν ἢ νὰ δυσχεράνουν τὴν πρόοδον τῆς καύσεως καὶ τὴν ἐξ αὐτῆς ἐξαρτωμένην ἀπόδοσιν τῆς μηχανῆς. Ἀλλὰ καὶ ἐὰν ἀκόμη ἀποκλεισθῆ τὸ ἐνδεχόμενον ἐξωτερικῆς μολύνσεως τοῦ καυσίμου, ἡ ἐπεξεργασία του, ἰδίως διὰ βαρέα καύσιμα, εἶναι ἀναγκαία, προκειμένου τοῦτο νὰ ἀποκτήση καλυτέρας ἰδιότητας, ποὺ θὰ διευκολύνουν τὴν καῦσιν, ἰδία εἰς περίπτωσιν M.E.K.

Διὰ τοῦτο πρὸς ἐξασφάλισιν τοῦ ἐπιθυμητοῦ βαθμοῦ καθαρότητ

τοῦ πετρελαίου εἰς τὸ δίκτυον αὐτοῦ λαμβάνονται διαδοχικῶς τὰ ἀκόλουθα μέτρα :

1) Δεξαμεναὶ ἀποθηκεύσεως.

Αἱ πλεῖσται τῶν δεξαμενῶν καυσίμων τῶν πλοίων εὑρίσκονται εἰς τὰ διπύθμενα τοῦ σκάφους, μικρὸν δὲ ποσοστὸν τοῦ καυσίμου ἀποθηκεύεται εἰς δεξαμενὰς εὑρισκομένας ὑπὲρ τὰ διπύθμενα. Τὸ σοβαρώτερον πρόβλημα ἀπὸ πλευρᾶς καθαρότητος τοῦ πετρελαίου ἐντὸς τῶν κυρίων δεξαμενῶν ἀποθηκεύσεως εἶναι ὁ κίνδυνος μολύνσεως αὐτοῦ ἀπὸ θαλάσσιον ὕδωρ, ἰδίως εἰς τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν αἱ δεξαμεναὶ χρησιμοποιοῦνται ἐναλλακτικῶς καὶ διὰ θαλάσσερμα. Τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ἀναμιγνυόμενον μετὰ τοῦ πετρελαίου δυσκόλως ἀπομακρύνεται κατὰ τὰς ἑπομένας φάσεις καθαρισμοῦ. Κατὰ τὴν καῦσιν, τὰ ἅλατα, ποὺ περιέχονται εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, δημιουργοῦν σκληρὰς ἐναποθέσεις, ποὺ ἐπικάθηνται εἰς τὰς ἕδρας τῶν βαλβίδων κυρίως καὶ ἐπιφέρουν ταχεῖαν φθορὰν αὐτῶν μὲ συνέπειαν τὴν κακὴν στεγανότητα τῶν βαλβίδων. Ἄλλωστε τὸ χλωριοῦχον νάτριον, ποὺ εἶναι τὸ κύριον συστατικὸν τοῦ θαλασσίου ὕδατος, εἶναι διαβρωτικὸν διὰ τὰ μέταλλα καὶ ἡ παρουσία του εἰς τὸ καύσιμον εἶναι ἐντελῶς ἀνεπιθύμητος. Πρέπει ἑπομένως αἱ δεξαμεναί, ποὺ ἔχουν χρησιμοποιηθῆ διὰ θαλασσέρματα, νὰ καθαρίζωνται ἐπιμελῶς καὶ νὰ στεγνώνωνται, πρὶν χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὴν ἐναποθήκευσιν καυσίμου.

2) Δεξαμεναὶ καθιζήσεως.

Εἶναι γνωσταὶ καὶ ὡς *δεξαμεναὶ χρήσεως* καὶ ἡ χωρητικότης των εἶναι ἀρκετή, ὥστε νὰ ὑπάρχη ἐπάρκεια διὰ τὴν κατανάλωσιν ἑνὸς εἰκοσιτετραώρου. Τὰ πλοῖα διαθέτουν συνήθως δύο δεξαμενὰς χρήσεως, εἰς τὰς ὁποίας τὸ καύσιμον μεταφέρεται ἐκ τῶν κυρίων δεξαμενῶν ἀποθηκεύσεως. Ἐντὸς αὐτῶν τὸ καύσιμον παραμένει ἐπὶ ἀρκετὸν χρόνον, ὥστε νὰ κατακαθίσουν εἰς τὸν πυθμένα αἱ ξέναι προσμίξεις, τὰς ὁποίας περιέχει. Αὐταὶ ἀπομακρύνονται δι' εἰδικοῦ ἐξυδατωτικοῦ κρουνοῦ, εὑρισκομένου εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον τῶν δεξαμενῶν. Οὕτω, καθ' ὃν χρόνον ἡ μία ἐκ τῶν δεξαμενῶν καθιζήσεως τροφοδοτεῖ τὰς ἀντλίας διὰ καυσίμου, εἰς τὴν ἄλλην λαμβάνει χώραν ἡ καθίζησις, ποὺ συμβάλλει εἰς τὸν περαιτέρω καθαρισμὸν τοῦ καυσίμου.

Ἐὰν πρόκειται περὶ βαρέος καυσίμου, ἡ ἁπλῆ καθίζησις δὲν ἔχει ἀξιόλογα ἀποτελέσματα, ἂν δὲν συνοδεύεται ἀπὸ θέρμανσιν τοῦ καυσίμου. Αὐτὴ ἐπιτυγχάνεται συνήθως διὰ διοχετεύσεως ἀτμοῦ μέσω

σπειροειδοῦς σωληνώσεως, ποὺ διατρέχει τὴν δεξαμενήν. Ἡ θερμοκρασία τοῦ καυσίμου ἀνέρχεται εἰς 80° C ἕως 90° C καὶ διευκολύνει τὴν καθίζησιν τῶν προσμίξεων διὰ διασπάσεως τῶν γαλακτωμάτων, ποὺ ἀποτελοῦν τὴν συνήθη μορφήν, ὑπὸ τὴν ὁποίαν αἱ ἀκαθαρσίαι εὑρίσκονται ἀναμεμιγμέναι μὲ τὸ καύσιμον.

Διευκρινίζεται ὅτι διὰ πετρέλαιον Diesel αἱ δεξαμεναὶ καθιζήσεως ταυτίζονται μὲ τὰς δεξαμενὰς χρήσεως ἢ *δεξαμενὰς ἡμερησίας καταναλώσεως*, ὡς συνήθως ἀποκαλοῦνται. Εἰς τὸ δίκτυον τοῦ βαρέος καυσίμου ἔχομεν πρῶτα τὴν δεξαμενὴν καθιζήσεως καὶ μετὰ τὴν δεξαμενὴν ἡμερησίας καταναλώσεως (σχ. 9·5α).

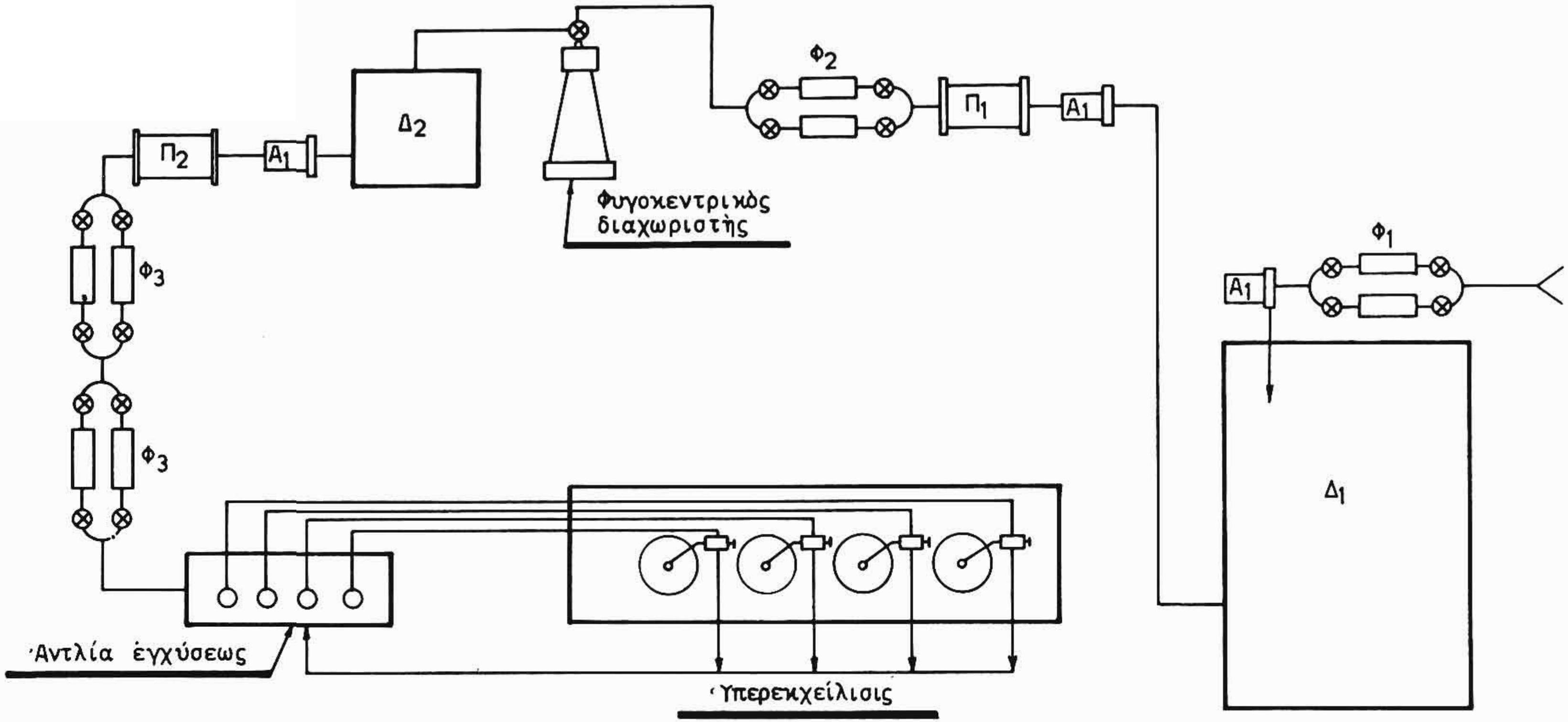
3) Φίλτρα.

Ἡ ἀπομάκρυνσις τῶν ξένων ὑλῶν διὰ καθιζήσεως εἶναι ἀνεπαρκὴς καὶ συμπληροῦται διὰ τῶν φίλτρων, τὰ ὁποῖα εἶναι τοποθετημένα εἰς διάφορα σημεῖα τοῦ δικτύου καυσίμου.

Τὰ φίλτρα ἀποτελοῦν μέσα μηχανικοῦ καθαρισμοῦ ὅλων τῶν ρευστῶν. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ροῆς των ὑπὸ πίεσιν διὰ διαφόρων μέσων, ποὺ συγκρατοῦν τὰς ξένας ὕλας. Ἀναλόγως τοῦ εἴδους τῶν καθαριστικῶν μέσων, κατατάσσομεν τὰ φίλτρα εἰς τὰς ἑξῆς κατηγορίας :

α) *Διηθητικὰ φίλτρα.* Ἀποτελοῦνται ἀπὸ κατάλληλον περίβλημα κυλινδρικοῦ σχήματος, ποὺ περιέχει γόμωσιν ἀπὸ ὕλας ἱκανὰς νὰ συγκρατήσουν τὰς ξένας προσμίξεις. Αἱ ὕλαι αὐταὶ συνήθως εἶναι νήματα, ὑφάσματα, φυτικαὶ ἶνες ἢ διάφοροι ἀνόργανοι οὐσίαι, αἱ ὁποῖαι, ὅταν κορεσθοῦν ἀπὸ τὰς ἀκαθαρσίας, τὰς ὁποίας συγκρατοῦν, ἀντικαθίστανται εὐκόλως. Εἶναι πάντως δυνατὸν αἱ γομώσεις τῶν διηθητικῶν φίλτρων νὰ καθαρίζωνται μὲ διάφορα διαλυτικὰ ὑγρά, ὅπως λ.χ. ἡ βενζίνη, καὶ νὰ ἐπανατοποθετοῦνται, πρᾶγμα ποὺ δύναται νὰ γίνῃ ἀρκετὰς φοράς, προτοῦ ἀχρηστευθοῦν τελείως, ὁπότε ἀντικαθίστανται διὰ καινουργοῦς γομώσεως.

β) *Μεταλλικὰ φίλτρα (strainers).* Ἀποτελοῦνται ἀπὸ διατρήτους δίσκους ἢ μεταλλικὰ πλέγματα ἐπαλλήλως τοποθετημένα, διὰ τῶν ὁποίων τὸ διερχόμενον πετρέλαιον καθαρίζεται δι' ἐναποθέσεως τῶν ξένων ὑλῶν ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν τῶν φίλτρων. Αἱ διαστάσεις τῶν ὀπῶν ἢ ἀνοιγμάτων τῶν μεταλλικῶν φίλτρων ὡς καὶ αἱ μεταξὺ τῶν δίσκων ἀποστάσεις ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν θέσιν τοῦ φίλτρου εἰς τὸ δίκτυον, ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ καθαριζομένου καυσίμου καὶ ἀπὸ τὸν



ΔΙΚΤΥΟΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΥΣΕΩΣ

A_1 = Ἀντλία μεταγγίσεως

$\Phi_1 - \Phi_2 - \Phi_3$ = φίλτρα πετρελαίου

Δ_1 = Δεξαμενὴ καθιζήσεως

Δ_2 = Δεξαμενὴ ἡμερησίας καταναλώσεως

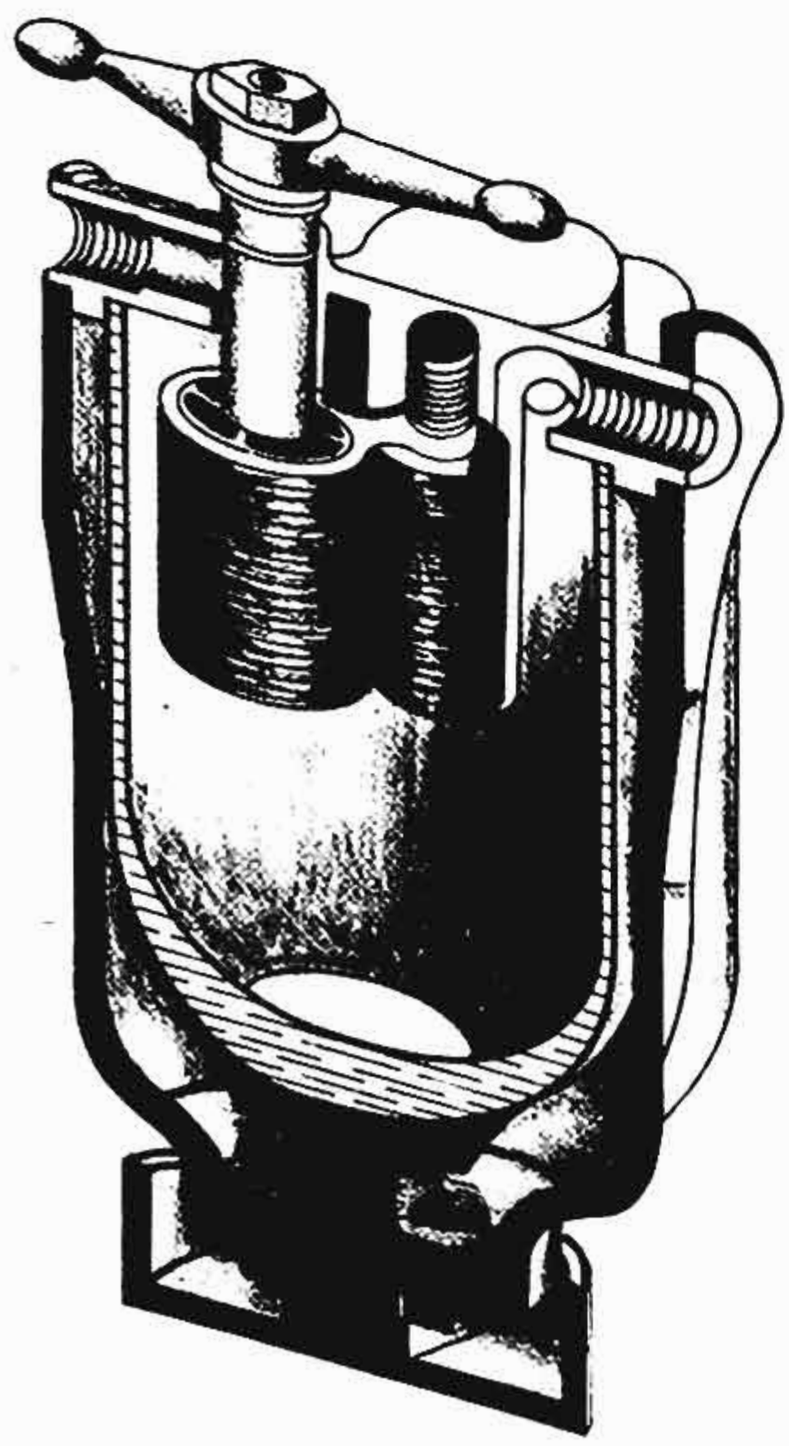
$\Pi_1 - \Pi_2$ = Προθερμαντῆρες καυσίμων

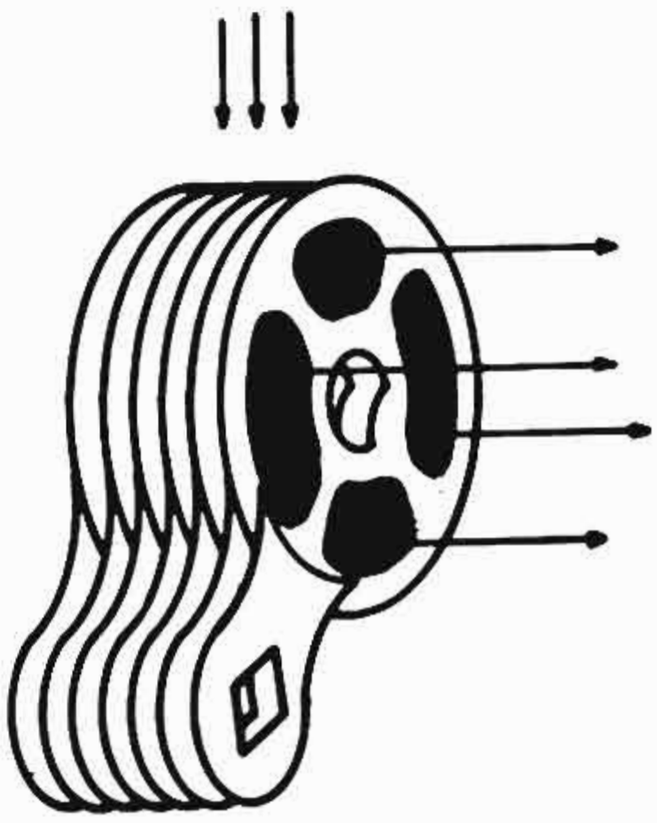
Σχ. 9.5α.

ἐπιδιωκόμενον βαθμὸν καθαρισμοῦ. Προκειμένου π.χ. περὶ τοῦ λεπτοῦ φιλτραρίσματος τοῦ πετρελαίου Diesel, ποὺ γίνεται μετὰ τὴν ἀντλίαν ἐγχύσεως, χρησιμοποιοῦνται φίλτρα μὲ δικτυωτὰ ἔχοντα 1500 περίπου ἀνοίγματα ἀνὰ cm^2. Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ προστατεύεται ἐπαρκῶς ὁ λεπτὸς μηχανισμὸς λειτουργίας τῆς βαλβῖδος ἐγχύσεως τοῦ πετρελαίου κατὰ τὴν μηχανικὴν ἔγχυσιν.

Εἰδικὴν περίπτωσιν μεταλλικῶν φίλτρων ἀποτελοῦν τὰ λεγόμενα *αὐτοκαθαριζόμενα φίλτρα* (autoclean), ποὺ ἔχουν εὐρυτάτην χρησιμοποίησιν εἰς πολλὰ δίκτυα καυσίμων, διότι παρέχουν τὴν εὐχέρειαν καθαρισμοῦ καὶ εὐκόλου ἀπομακρύνσεως τῶν συλλεγομένων καταλοίπων.

Ἀποτελοῦνται ἀπὸ σημαντικὸν ἀριθμὸν διατρήτων κυκλικῶν ἐλασμάτων τοποθετημένων εἰς λίαν μικρὰς ἀποστάσεις μεταξύ των. Ἡ στερέωσις τῶν ἐλασμάτων εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ φίλτρου γίνεται μὲ ἕνα κεντρικὸν ἄξονα, ὁ ὁποῖος διασχίζει τὰ ἐλάσματα διὰ τοῦ κέντρου των. Ὁ ἄξων αὐτὸς εἰς τὸ ἄνω μέρος, τὸ εὑρισκόμενον ἔξω τοῦ καλύμματος τοῦ φίλτρου, ἀπολήγει εἰς χειρομο-





Σχ. 9·5β.

χλόν, διὰ τοῦ ὁποίου τὸ σύνολον δύναται νὰ περιστρέφεται ἐλευθέρως (σχ. 9·5β).

Μεταξὺ τῶν κυκλικῶν ἐλασμάτων ὑπάρχουν μικρότερα ἐλασμάτια ἐν εἴδει μαχαιριδίων, τὰ ὁποῖα ἐφάπτονται εἰς τὰ πρῶτα κατὰ μικρὸν τμῆμα τῆς περιφερείας των, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 9·5β. Τὰ ἐλασμάτια αὐτά, ποὺ χρησιμεύουν ὡς καθαριστῆρες, εἶναι περασμένα

εἰς ἰδικόν των μικρότερον ἄξονα καὶ σχηματίζουν σύνολον κτενοειδές, ποὺ ἐμπλέκεται εἰς τὸ τύμπανον, τὸ ὁποῖον ἀποτελοῦν τὰ κυκλικὰ ἐλάσματα. Ὅταν ἐπὶ τῶν ἐλασμάτων συγκεντρωθοῦν ἀρκετὰ κατάλοιπα, δυσχεραίνεται ἡ ροὴ τοῦ πετρελαίου, πρᾶγμα ποὺ γίνεται ἀντιληπτὸν ἀπὸ τὴν πτῶσιν τῆς πιέσεως τοῦ θλιβομέτρου, ποὺ εἶναι τοποθετημένον μετὰ τὸ φίλτρον. Τότε δι' ἁπλῆς περιστροφῆς τοῦ χειρομοχλοῦ ὁλόκληρον τὸ σύστημα τῶν ἐλασμάτων ὑφίσταται ἀπόξεσιν ὑπὸ τῶν μεταλλικῶν καθαριστήρων, καὶ ταυτοχρόνως τὰ συγκεντρωθέντα κατάλοιπα ἀπομακρύνονται ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν κυκλικῶν ἐλασμάτων. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀποφράσσονται τὰ διάκενα τῶν ἐλασμάτων καὶ ἡ ροὴ τοῦ καυσίμου ἀποκαθίσταται πλήρως.

Ἡ ἀπομακρυνομένη ἰλὺς ἐκ τῶν καταλοίπων καταπίπτει εἰς τὸν θάλαμον περισυλλογῆς, ποὺ εὑρίσκεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ φίλτρου. Ἀπὸ ἐκεῖ ἐξάγεται εὔκολα δι' ἀνοίγματος τῆς ἰλυοθυρίδος, ἡ ὁποία ὑπάρχει εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον τοῦ φίλτρου, ὅταν αὐτὸ εὑρίσκεται ἐκτὸς λειτουργίας.

Τὰ κύρια σημεῖα τοῦ δικτύου, ποὺ ἔχουν ἀνάγκην φίλτρων καθαρισμοῦ, εἶναι τὰ κάτωθι :

α) Πρὸ τῆς ἀντλίας μεταγγίσεως, ἤτοι μεταξὺ τῶν κυρίων δεξαμενῶν καὶ τῶν δεξαμενῶν καθιζήσεως Φ_1.

β) Πρὸ τῆς δεξαμενῆς ἡμερησίας καταναλώσεως Φ_2.

γ) Τελικὸν φιλτράρισμα πρὸ τῆς ἀντλίας ἐγχύσεως Φ_3 γίνεται μὲ διπλᾶ φίλτρα ὑπὸ ταυτόχρονον προθέρμανσιν τοῦ καυσίμου διὰ τοῦ προθερμαντῆρος Π_2.

Τὰς θέσεις τῶν φίλτρων καὶ τῶν προθερμαντήρων βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα 9·5α.

4) Φυγοκεντρικοὶ διαχωρισταί.

Διὰ τὸ πετρέλαιον Diesel ὁ καθαρισμὸς διὰ τῆς καθιζήσεως καὶ διὰ τῶν φίλτρων συμπληροῦται μὲ ἁπλοῦν φυγοκεντρικὸν διαχωριστῆρα τύπου De Laval, ὡς ὁ εἰκονιζόμενος εἰς τὸ σχῆμα 9·5γ(Α).

Τὸ κύριον μέρος τῆς συσκευῆς εἶναι τὸ περιστρεφόμενον τμῆμα της, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰ κάτωθι μέρη :

α) Τὸν κεντρικὸν ἄξονα Α.

β) Τὸν ὀχετὸν εἰσαγωγῆς τοῦ καυσίμου Ε.

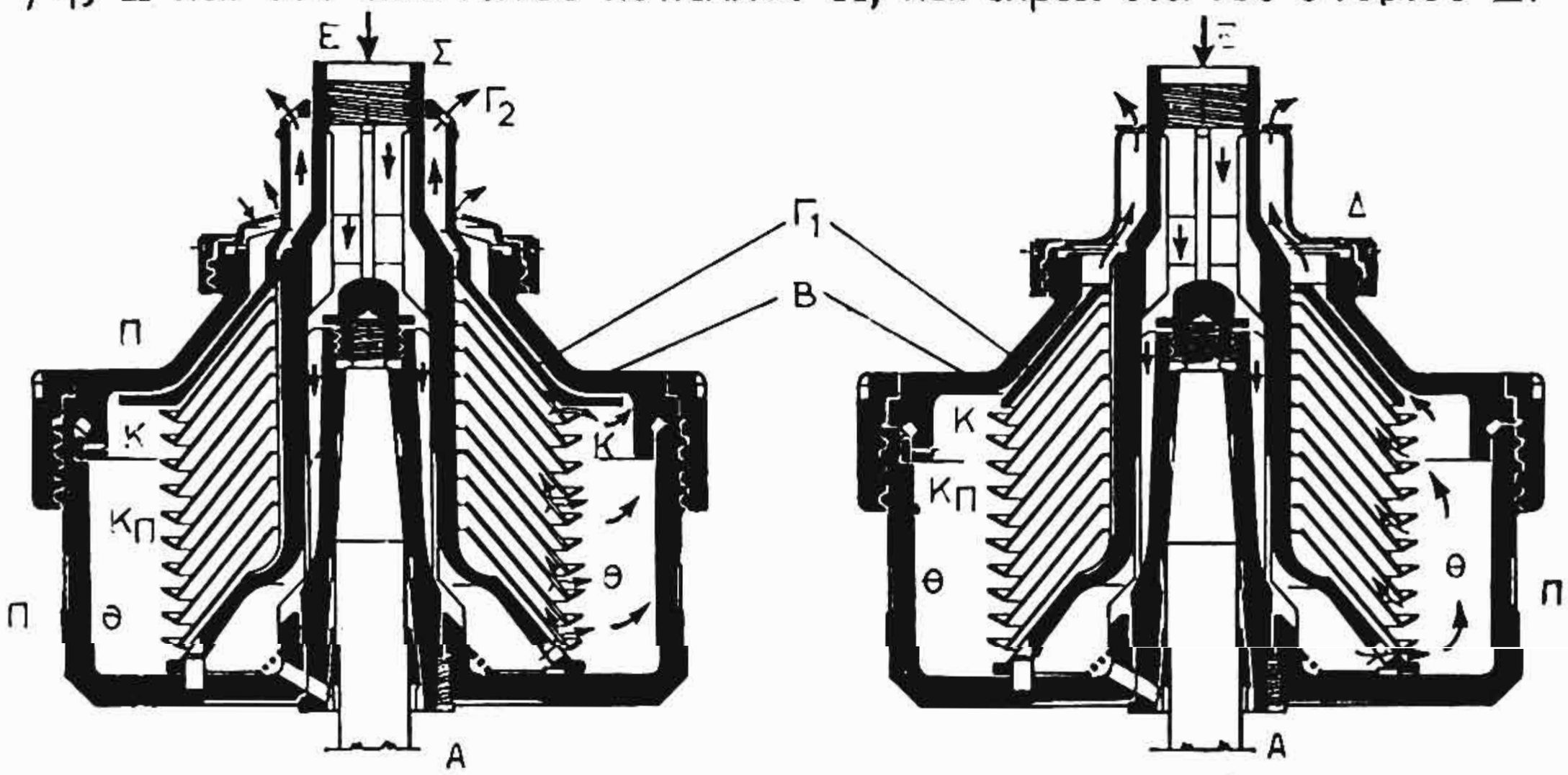
γ) Τὰ ἐπαλλήλως τοποθετημένα κύπελλα K_π.

δ) Τὸ ἐξωτερικὸν περίβλημα Π.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Τὸ καύσιμον διὰ τοῦ παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα εὑρισκομένου ὀχετοῦ *κατέρχεται πρὸς τὸ κάτω* μέρος τῆς συσκευῆς, ὁπόθεν ὁδηγεῖται πρὸς τὸ σύστημα τῶν κυπέλλων ὑπὸ συνεχῆ περιστροφικὴν κίνησιν. Τὰ κύπελλα ἔχουν κωνικὸν σχῆμα καὶ φέρουν ὀπὰς κατὰ τὴν περιφέρειαν, διὰ τῶν ὁποίων ἐξέρχονται τὸ ὕδωρ καὶ αἱ λοιπαὶ ἀκαθαρσίαι. Τὸ τελευταῖον πρὸς τὰ ἄνω κύπελλον δὲν φέρει ὀπὰς καὶ ἀποτελεῖ εἶδος καλύμματος τοῦ ὅλου κυπελλοειδοῦς στροφείου Κ.

Μεταξὺ τῶν διαχωριστικῶν κυπέλλων τὸ πετρέλαιον ὑφίσταται λεπτὸν διαμερισμόν. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δὲ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως τὰ βαρύτερα συστατικά, ἤτοι τὸ ὕδωρ καὶ αἱ λοιπαὶ ἀκαθαρσίαι, διερχόμενα διὰ τῶν ὀπῶν τῶν κυπέλλων ὠθοῦνται πρὸς τὰ τοιχώματα τοῦ θαλάμου Θ. Ἐκεῖ τὸ μὲν ὕδωρ ἀνερχόμενον ἐξέρχεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ Γ_1, ὁ ὁποῖος σχηματίζεται μεταξὺ τοῦ πώματος Β καὶ τῆς ὁριζοντίας προεξοχῆς τοῦ καλύμματος Κ τῶν κυπέλλων. Αἱ λοιπαὶ ἀκαθαρσίαι συγκεντροῦνται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ἐσωτερικοῦ θαλάμου Θ, ἀπὸ ὅπου καὶ ἀπομακρύνονται κατὰ καιρούς. Τὸ καθαρισθὲν καύσιμον, ἐπειδὴ ὑφίσταται λόγω τοῦ μικροτέρου εἰδικοῦ βάρους του, τὴν ἐπίδρασιν μικροτέρας φυγοκέντρου δυνάμεως, ἀνέρχεται διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀγωγοῦ Γ_2, ὁ ὁποῖος σχηματίζεται μεταξὺ τοῦ ὀχετοῦ εἰσαγωγῆς Ε καὶ τοῦ ἀνωτάτου κυπέλλου Κ, καὶ ἐκρέει διὰ τοῦ στομίου Σ.



(Α) Καθαριστὴρ (Β) Διαυγαστὴρ

Σχ. 9·5γ.

Φυγοκεντρικοὶ διαχωρισταί.

Διὰ βαρέα καύσιμα, τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ χρησιμοποιηθοῦν εἰς ντηζελομηχανάς, αἱ ἀπαιτήσεις ὡς πρὸς τὸν βαθμὸν καθαρότητος εἶναι

πολὺ μεγαλύτεραι καὶ ἀντιμετωπίζονται, ὅπως εἴδομεν εἰς τὴν παράγραφον 9·3(1), μὲ τοὺς *διπλοῦς φυγοκεντρικοὺς διαχωριστάς*, ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὸν *καθαριστῆρα* (purifier) καὶ τὸν *διαυγαστῆρα* (clarifier).

Ἡ κατασκευὴ καὶ ἡ ἀρχὴ λειτουργίας καὶ τῶν δύο τύπων καθαριστῶν εἶναι ἡ ἰδία μὲ αὐτὴν ποὺ χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν ἁπλοῦν φυγοκεντρικὸν διαχωριστήν. Διαφέρουν μεταξύ των μόνον εἰς ὡρισμένας κατασκευαστικὰς λεπτομερείας, ὥστε νὰ ἀνταποκρίνεται κάθε ἕνας εἰς τὸν προορισμόν του.

α) *Καθαριστὴρ (purifier).* Ὁ καθαριστὴρ αὐτὸς δὲν διαφέρει ἀπὸ τὸν φυγοκεντρικὸν διαχωριστὴν τύπου De Laval [σχ. 9·5γ(Α)]. Εἰς αὐτὸν τὸ πετρέλαιον διερχόμενον ἀπαλλάσσεται ἀπὸ τὸ ὕδωρ καὶ τὰς ξένας προσμίξεις, ποὺ ἔχουν σχετικῶς μεγαλυτέρας διαστάσεις, μὲ τὸν τρόπον ποὺ περιγράφεται ἀνωτέρω. Ἐνίοτε τὴν λειτουργίαν τοῦ καθαριστῆρος διευκολύνομεν διὰ τῆς προσθήκης θερμοῦ ὕδατος εἰς ἀναλογίαν 1% περίπου.

β) *Διαυγαστὴρ (clarifier).* Μὲ τὸν διαυγαστῆρα συμπληροῦται ὁ καθαρισμός, τὸν ὁποῖον τὸ καύσιμον ὑπέστη διὰ τοῦ καθαριστῆρος. Τὸ καύσιμον ὁδηγεῖται εἰς τὸν διαυγαστῆρα, εὐθὺς μετὰ τὸν καθαρισμόν του διὰ τοῦ purifier. Ἐκεῖ ἀπαλλάσσεται τὸ καύσιμον καὶ τῶν λεπτοτέρων ἀκαθαρσιῶν καὶ προσμίξεων, τὰς ὁποίας περιέχει. Τὰ κύρια σημεῖα, πρὸς τὰ ὁποῖα ὁ διαυγαστὴρ διαφέρει τοῦ καθαριστῆρος, εἶναι τὰ κάτωθι :

— Τὰ κύπελλα δὲν ἔχουν ὀπὰς κατὰ τὴν περιφέρειαν.

— Ἡ ὁριζοντία προεξοχὴ τοῦ καλύμματος δὲν ὑφίσταται.

— Δὲν ὑπάρχει ἰδιαίτερος ὀχετὸς ἐξαγωγῆς τοῦ ὕδατος.

Τὸ καύσιμον, μετὰ τὴν ἀπαλλαγήν του ἐκ τοῦ ὕδατος καὶ τῶν βαρυτέρων προσμίξεων ὑπὸ τοῦ καθαριστῆρος, εἰσάγεται καὶ ἐδῶ διὰ τοῦ ὀχετοῦ εἰσαγωγῆς Ε, φυγοκεντρεῖται καί, ἀπαλλασσόμενον τῶν λεπτοτέρων σχετικῶς προσμίξεων, ἀνέρχεται πρὸς τὸν ἀγωγὸν Γ_1, ποὺ σχηματίζεται μεταξὺ τοῦ πώματος καὶ τοῦ καλύμματος Κ τῶν κυπέλλων. Τὸ καθαρὸν πετρέλαιον ἐξέρχεται διὰ τοῦ στομίου Δ, ποὺ εὑρίσκεται εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ διαυγαστῆρος [σχ. 9·5γ(Β)]. Αἱ ἀποχωρισθεῖσαι λεπταὶ προσμίξεις συλλέγονται εἰς τὸν θάλαμον Θ, ἀπὸ ὅπου κατὰ καιροὺς ἀπομακρύνονται, ὅπως ἀκριβῶς εἰς τοὺς καθαριστῆρας.

Τονίζεται ὅτι πρὸ τῆς εἰσόδου εἰς τοὺς φυγοκεντρικοὺς διαχωριστάς

τὸ πετρέλαιον προθερμαίνεται εἰς 80° C ἕως 90° C, πρὸς διευκόλυνσιν τοῦ διαχωρισμοῦ τῶν ξένων προσμίξεων.

Αἱ ἀνωτέρω ἐπεξεργασίαι τοῦ πετρελαίου, ποὺ γίνονται ἐνῶ ἀκόμη εὑρίσκεται εἰς τὸ δίκτυον, ἐπιτρέπουν τὴν εὐχερῆ καῦσιν τῶν βαρέων πετρελαίων (μαζοὺτ μὲ ἰξῶδες μέχρι 3600'' Redwood No 1) εἰς τὰς βραδυστρόφους πετρελαιομηχανάς. Καταβάλλονται ἤδη σοβαραὶ προσπάθειαι νὰ ἐπεκταθῆ ἡ χρῆσις τοῦ μαζοὺτ καὶ εἰς μηχανὰς μέχρι 500 ἢ 600 στρ/min.

Αἱ προσπάθειαι αὐταὶ στρέφονται σήμερον πρὸς δύο κατευθύνσεις :

α) Τελειοποίησιν τῶν φυγοκεντρικῶν καθαριστήρων εἰς τρόπον, ὥστε νὰ ἐπιτυγχάνεται τελειότερος βαθμὸς καθαρισμοῦ, καὶ νὰ ἀπομακρύνεται μεγαλυτέρα ποσότης ἀνεπιθυμήτων συστατικῶν.

β) Τὴν χρῆσιν χημικῶν προσθέτων (additives), τὰ ὁποῖα θὰ ἦτο δυνατὸν νὰ διευκολύνουν τὴν καῦσιν.

Ἡ δυνατότης χρησιμοποιήσεως μαζοὺτ εἰς τὰς βραδυστρόφους πετρελαιομηχανὰς καὶ ἡ ἐκ ταύτης οἰκονομία, εἶναι ὁ σοβαρώτερος λόγος διὰ τὸν ὁποῖον αἱ ταχύστροφοι μηχαναὶ εὑρίσκουν μικρὰν ἐφαρμογὴν εἰς τὴν πρόωσιν πλοίων. Ἐὰν καταστῆ δυνατὴ εἰς τὸ μέλλον ἡ χρῆσις μαζοὺτ καὶ εἰς ταχυστρόφους πετρελαιομηχανάς, τότε ἡ χρῆσις των εἰς τὸ ἐμπορικὸν Ναυτικὸν θὰ ἐπεκταθῆ εἰς βάρος τῶν βραδυστρόφων, χάρις εἰς τὰ ἀναμφισβήτητα πλεονεκτήματα, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν (μικρὸν βάρος καὶ ὄγκον, μεγαλυτέραν ἱπποδύναμιν κ.λπ.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 10

Η ΚΑΥΣΙΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΕΙΣ ΤΑΣ ΜΗΧΑΝΑΣ DIESEL

10·1 Γενικὰ περὶ καύσεως.

Καῦσιν καλοῦμεν, ὡς εἴδομεν (παράγρ. 0·1), τὴν ταχεῖαν ἕνωσιν τῶν διαφόρων σωμάτων μὲ τὸ ὀξυγόνον.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ πετρελαίου ἡ καῦσις συνίσταται εἰς τὴν χημικὴν ἕνωσιν τοῦ ὀξυγόνου μὲ τὰ συστατικὰ τοῦ πετρελαίου καὶ κυρίως μὲ τὸν *ἄνθρακα* καὶ τὸ *ὑδρογόνον*, παρίστανται δὲ μὲ τὰς ἑξῆς ἀντιδράσεις :

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad (1)$$

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O \qquad (2)$$

Ἐξ αὐτῶν συμπεραίνομεν ὅτι τὰ κύρια προϊόντα καύσεως τοῦ πετρελαίου εἶναι διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, CO_2, καὶ ὕδωρ, H_2O. Συγχρόνως ὅμως παράγεται θερμότης, ἡ ὁποία μετατρέπεται ὑπὸ τῆς μηχανῆς εἰς μηχανικὸν ἔργον.

Τὸ παραγόμενον ποσὸν θερμότητος ἐκ μὲν τῆς καύσεως τοῦ ἄνθρακος εἶναι 8100 kcal/kg, ἐκ δὲ τοῦ ὑδρογόνου 34 400 kcal/kg.

Ὁ *μηχανισμὸς* τῆς καύσεως ἔχει περίπου ὡς ἑξῆς : Ἐν ἀρχῇ προσάγεται εἰς τὸ καύσιμον ποσὸν θερμότητος, τὸ ὁποῖον διευκολύνει τὴν ἀρχικὴν ἕνωσιν τοῦ καυσίμου μὲ τὸ ὀξυγόνον, πρᾶγμα ποὺ ἀποτελεῖ τὴν ἔναυσιν. Ἐκ τῆς παραγομένης θερμότητος μερικοὶ ὑδρογονάνθρακες, καὶ κυρίως οἱ ἔχοντες χαμηλότερον σημεῖον ἀναφλέξεως, διασπῶνται καὶ ἀναφλέγονται. Οὕτω παράγεται μεγαλυτέρα θερμότης, ποὺ προκαλεῖ τὴν διάσπασιν καὶ καῦσιν τῶν βαρυτέρων κλασμάτων καὶ καταλήγομεν τοιουτοτρόπως εἰς ἁλυσωτὴν ἀντίδρασιν, μέχρις ὅτου ὁλόκληρος ἡ ποσότης τοῦ καυσίμου ἀναφλεγῇ καὶ καῇ.

Τὸ *ποσὸν τοῦ ἀέρος*, ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν καῦσιν, εἶναι εὔκολον νὰ ὑπολογίσωμεν ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἐξισώσεων (1) καὶ (2).

Τὰ συμμετέχοντα εἰς αὐτὰς στοιχεῖα, C, H, O, ἀντιπροσωπεύονται μὲ τὰ γραμμομόριά των (ἕνα γραμμομόριον = βάρος ὅσον τὸ μοριακόν). Ἑπομένως θὰ ἔχωμεν :

(α)
$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$
$$12 \text{ γρ.} + 32 \text{ γρ.} \rightarrow 44 \text{ γρ.}$$

(β) $$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$$

$$2 \text{ γρ.} + 16 \text{ γρ.} \rightarrow 18 \text{ γρ.}$$

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται ὅτι θεωρητικῶς 1 μέρος βάρους ἄνθρακος ἀπαιτεῖ διὰ τὴν καῦσιν του $\frac{32}{12} = 2{,}66$ μέρη βάρους ὀξυγόνου, ἐνῶ 1 μέρος βάρους ὑδρογόνου χρειάζεται 8 μέρη βάρους ὀξυγόνου διὰ τὴν καῦσιν του. Καὶ ἐπειδὴ τὸ ὀξυγόνον ἀποτελεῖ τὰ 23% τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος, ἕπεται ὅτι :

$$1 \text{ kg C ἀπαιτεῖ } 2{,}66 \times \frac{100}{23} = 11{,}6 \text{ kg ἀέρος}$$

καὶ $$1 \text{ kg H ἀπαιτεῖ } 8 \times \frac{100}{23} = 34{,}8 \text{ kg ἀέρος}$$

Ἄρα ὁ ἀὴρ A, ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν καῦσιν 1 kg πετρελαίου περιέχοντος C% (ἄνθρακα) καὶ H% (ὑδρογόνον), θὰ εἶναι :

$$\frac{11{,}6 \cdot C}{100} + \frac{34{,}8 \cdot H}{100}$$

ἢ

$$\boxed{A = 0{,}116\, C + 0{,}348\, H} \qquad (3)$$

Βεβαίως ἐκτὸς ἀπὸ τὸ ὀξυγόνον, διὰ τοῦ ἀέρος καύσεως εἰσάγεται εἰς τὴν μηχανὴν καὶ τὸ ἀδρανὲς ἄζωτον, τὸ ὁποῖον μάλιστα ἀποτελεῖ περίπου τὰ 4/5 τοῦ ἀέρος. Τὸ ἄζωτον αὐτό, τὸ ὁποῖον οὐδόλως μετέχει εἰς τὴν καῦσιν, ἂν καὶ ἀπορροφεῖ σημαντικὰ ποσὰ θερμότητος, ἔχει μεγάλην σημασίαν διὰ τὴν ὁμαλὴν καῦσιν, διότι χωρὶς τὴν παρουσίαν του θὰ εἴχομεν τόσον ζωηρὰν καῦσιν, ὥστε αὐτὴ δὲν θὰ ἦτο δυνατὸν νὰ τεθῇ ὑπὸ ἔλεγχον.

«Λειτουργία τῆς μηχανῆς μὲ καθαρὸν ὀξυγόνον ἀντὶ ἀέρος εἶναι ἀδύνατος».

Ἐκτὸς τῆς διὰ τοῦ ἀνωτέρω τύπου (3) ὑπολογιζομένης ποσότητος ἀέρος καὶ προκειμένου νὰ ἐξασφαλίσωμεν *τελείαν καῦσιν*, ἀπαιτεῖται περίσσεια ἀέρος, ποὺ κυμαίνεται ἀπὸ 50% ἕως 100%, ἀναλόγως τοῦ εἴδους τῆς μηχανῆς. Π.χ. εἰς τὰς βενζινομηχανὰς περίσσεια 50% εἶναι ἀρκετή, διότι ἡ ἀνάμιξις τοῦ ἀέρος μὲ τοὺς ἀτμοὺς τοῦ καυσίμου εἶναι πλήρης, ἑπομένως ὁ κίνδυνος ἀτελοῦς καύσεως εἶναι μικρός. Ἀντιθέτως διὰ νὰ ἐξασφαλίσωμεν πλήρη καῦσιν εἰς τὰς πετρελαιομηχανάς, ὅπου τὸ καύσιμον δὲν ἐξατμίζεται, ἀλλὰ ψεκάζεται, ἀπαιτεῖται περίσ

σεια 100%, ἤτοι διπλάσιος ἀὴρ ἐκείνου, ὁ ὁποῖος θεωρητικῶς ἀπαιτεῖται.

Ἡ ἀτελὴς καῦσις γίνεται ἀντιληπτὴ κυρίως ἀπὸ τὸ μαῦρον χρῶμα τῶν καυσαερίων, ποὺ ὀφείλεται εἰς τὴν παρουσίαν εἰς αὐτὰ λεπτοτάτων τεμαχιδίων ἀκαύστου ἄνθρακος. Τὸ ὑδρογόνον, ἐπειδὴ ἔχει μεγαλυτέραν χημικὴν συγγένειαν μὲ τὸ ὀξυγόνον, ἐν συγκρίσει μὲ τὸν ἄνθρακα, καίεται εὐκολώτερον, ἑπομένως *τὰς συνεπείας ἐκ τῆς ἀνεπαρκείας ἀέρος ὑφίσταται κατὰ κανόνα ὁ ἄνθραξ.*

Ἀποτέλεσμα τῆς ἀτελοῦς καύσεως εἶναι κυρίως ἡ ρύπανσις τῶν κυλίνδρων τῆς μηχανῆς καὶ ἡ μείωσις τοῦ θερμικοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως, ποὺ ὁδηγεῖ εἰς ηὐξημένας καταναλώσεις καυσίμου.

10·2 Σημασία τῆς καύσεως.

Ἡ καῦσις ἔχει πρωταρχικὴν σημασίαν διὰ κάθε θερμικὴν μηχανήν, τῆς ὁποίας τὴν ἀπόδοσιν ἐπηρεάζει ὑπὸ δύο ἐννοίας :

α) *Ποσοτικῶς*, διότι ἡ τελεία καῦσις ἐξασφαλίζει ὑπὸ τὰς αὐτὰς κατὰ τὰ ἄλλα συνθήκας τὸν μεγαλύτερον θερμικὸν βαθμὸν ἀποδόσεως τῆς μηχανῆς.

β) *Ποιοτικῶς*, διότι μεταξὺ τῶν προϊόντων τῆς καύσεως πιθανὸν νὰ ὑπάρχουν συστατικά, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατὸν νὰ προκαλέσουν σημαντικὰς βλάβας εἰς τὴν μηχανήν. Μεταξὺ αὐτῶν συνηθέστερα εἶναι αἱ ἑνώσεις τοῦ θείου, μεταλλικὰ ἅλατα, ἐξανθρακώματα κ.λπ., ἡ παρουσία τῶν ὁποίων ἐξαρτᾶται τόσον ἀπὸ τὴν ἀρχικὴν ποιότητα τοῦ καυσίμου, ὅσον καὶ ἀπὸ τὰς συνθήκας τῆς καύσεως.

Ἡ καῦσις τοῦ καυσίμου εἰς τὰς βενζινομηχανὰς δὲν παρουσιάζει ἰδιαίτερα προβλήματα ἐκτὸς ἐκείνων, τὰ ὁποῖα συνδέονται μὲ τὴν ποιότητα καύσεως τῆς βενζίνης, ἤτοι τὴν ἀντικροτικήν της ἱκανότητα (παράγρ. 7·2). Καὶ τοῦτο διότι, ὅπως εἶναι γνωστόν, ἡ βενζίνη ἐξαεροῦται πλήρως πρὸ τῆς εἰσόδου της εἰς τὴν βενζινομηχανήν. Ἀντιθέτως πολὺ μεγαλύτερα προβλήματα παρουσιάζει ἡ καῦσις τοῦ πετρελαίου εἰς τὰς μηχανὰς Diesel, εἰς τὰς ὁποίας τὸ καύσιμον ψεκάζεται καὶ καίεται εἰς ὑγρὰν κατάστασιν. Τὸ σύστημα προκατεργασίας, διασκορπισμοῦ καὶ καύσεως τοῦ πετρελαίου, ἀποτελεῖ ἕνα ἐκ τῶν λεπτοτέρων μηχανισμῶν τῶν πετρελαιομηχανῶν. Ὡρισμένα βασικὰ σημεῖα ἀφορῶντα εἰς τὴν καῦσιν τοῦ πετρελαίου εἰς τὰς μηχανὰς Diesel ἐξετάζονται κατωτέρω.

Τὰ προβλήματα τῆς ὁμαλῆς καύσεως τοῦ πετρελαίου εἰς τὰς μηχ~

νὰς Diesel γίνονται πολυπλοκώτερα ἐκ τῆς τάσεως χρησιμοποιήσεως ὁλονὲν βαρυτέρων ἄρα καὶ εὐθηνοτέρων καυσίμων, ὅπως ἀνεφέρθη ἀνωτέρω (παράγρ. 9·3).

10·3 Ἡ καῦσις τοῦ πετρελαίου εἰς τὰς μηχανὰς Diesel.

Ἡ καῦσις τοῦ πετρελαίου εἰς τὰς μηχανὰς Diesel ἐπηρεάζεται ἀπὸ διαφόρους παράγοντας, οἱ σπουδαιότεροι τῶν ὁποίων ἐξετάζονται συνοπτικῶς κατωτέρω.

1) Βαθμὸς συμπιέσεως.

Ὁ βαθμὸς συμπιέσεως εἰς τὴν πετρελαιομηχανήν, ἤτοι ἡ σχέσις $\frac{V_1}{V_2}$ τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου V_1 (πρὸ τῆς συμπιέσεως) πρὸς τὸν τελικὸν ὄγκον V_2 (εἰς τὸ τέλος τῆς συμπιέσεως) εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὰς τιμὰς τῆς πιέσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας, ποὺ ἐπιτυγχάνονται εἰς τὸ τέλος τῆς συμπιέσεως, ὡς προκύπτει ἀπὸ τὸν γνωστὸν τύπον τῆς ἀδιαβατικῆς συμπιέσεως:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \qquad (1)$$

ἢ

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} \qquad (2)$$

Διὰ νὰ ἐξασφαλίσωμεν θερμοκρασίαν ἀέρος ἱκανὴν νὰ προκαλέση τὴν αὐτανάφλεξιν τοῦ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ψεκαζομένου πετρελαίου (500° C), πρέπει ἡ τελικὴ πίεσις νὰ εἶναι περίπου 30 ἀτμόσφαιραι, διὰ τὰς ὁποίας ἀπαιτεῖται βαθμὸς συμπιέσεως ἄνω τοῦ 12 : 1.

Πράγματι δι' ἀρχικὴν θερμοκρασίαν ἀέρος 67° C ($T_1 = 273 + 67 = 340$) καὶ διὰ σχέσιν συμπιέσεως 12 : 1, ἂν ἡ τελικὴ πίεσις γίνη 30 ἀτμ., θὰ ἔχωμεν τελικὴν θερμοκρασίαν T_2, συμφώνως πρὸς τὰς ἀνωτέρω σχέσεις (1) καὶ (2):

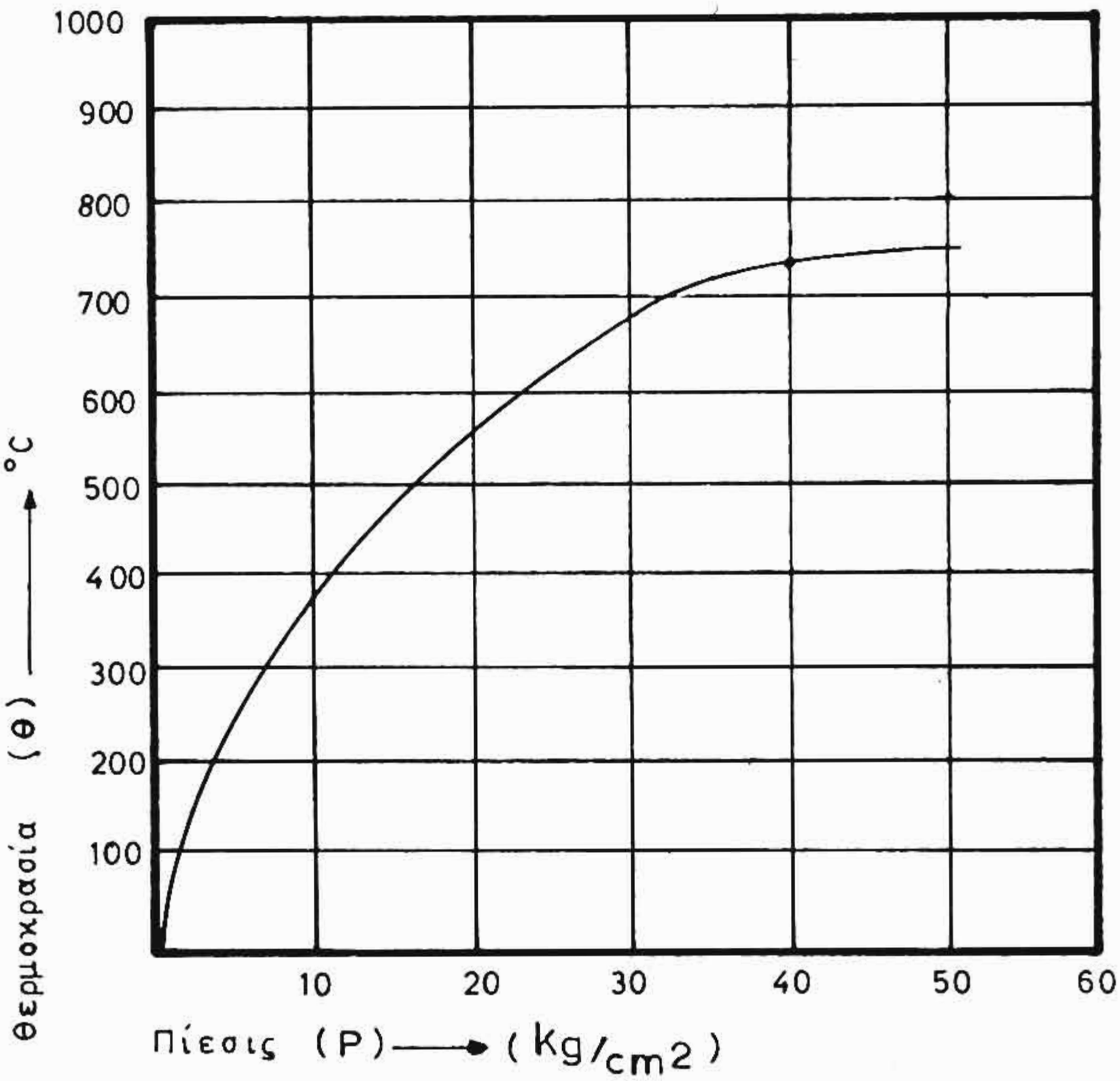
$$T_2 = T_1 \cdot \frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

ἤτοι $$T_2 = 340 \times 30 \times \frac{1}{12} = 850^0 \text{ (ἀπόλυτος)}$$

ἤτοι ἡ τελικὴ θερμοκρασία $t_2 = 850 - 273 = 577^0$ C θὰ εἶναι ἱκανὴ νὰ ἀναφλέξη εὐχερῶς τὸ ψεκαζόμενον καύσιμον.

Τὴν σχέσιν μεταξὺ τῆς τελικῆς πιέσεως εἰς τὸ τέλος τῆς συμπιέσεως

καὶ τῆς θερμοκρασίας, τὴν ὁποίαν ὁ συμπιεζόμενος ἀὴρ ἀποκτᾶ ἕνεκα τῆς ἀδιαβατικῆς συμπιέσεως, ἀπεικονίζει τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 10·3.



Σχ. 10·3.

Σχέσις συμπιέσεως καὶ θερμοκρασίας.

Π.χ. δι' ἀρχικὴν θερμοκρασίαν ἀέρος 25° C καὶ ἀρχικὴν πίεσιν 1 ἀτμ., ἐὰν ἐπιτύχωμεν διὰ τῆς συμπιέσεως τελικὴν πίεσιν 40 ἀτμ., διὰ τὴν ὁποίαν ἀπαιτεῖται βαθμὸς συμπιέσεως 14 : 1, ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος θὰ εἶναι 720° C.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἐξηγεῖται, ὅτι ἡ αἰσθητῶς μεγαλυτέρα συμπίεσις τῶν μηχανῶν Diesel ἐν σχέσει πρὸς τὰς βενζινομηχανὰς ἀποτελεῖ μίαν ἐκ τῶν βασικωτέρων διαφορῶν μεταξύ των. Ἡ μεγάλη συμπίεσις τῶν πετρελαιομηχανῶν ἔχει τὰς ἑξῆς συνεπείας:

α) Καταργεῖ τοὺς σπινθηριστάς.

β) Ἔχει μεγαλύτερον βαθμὸν ἀποδόσεως, ἄρα μικροτέραν κατανάλωσιν καυσίμου.

γ) Ἀπαιτεῖ ἰσχυροτέραν κατασκευήν, ἄρα ὑψηλότερον κόστος.

2) Διασκορπισμὸς τοῦ καυσίμου.

Ὁ βαθμὸς διασκορπισμοῦ ἢ ψεκασμοῦ τοῦ καυσίμου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν σταγονιδίων, εἰς τὰ ὁποῖα ὡρισμένη ποσότης καυσίμου διασπᾶται κατὰ τὴν ἔγχυσιν εἰς τὸν θάλαμον καύσεως τῆς μηχανῆς. Ἐπιδίωξις εἶναι ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς τῶν σταγονιδίων, ἤτοι ὁ βαθμὸς ψεκασμοῦ νὰ εἶναι κατὰ τὸ δυνατὸν μεγαλύτερος, ὥστε ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ καυσίμου νὰ εἶναι ἀρκετὴ διὰ νὰ ἐξασφαλίζῃ ἐπαρκῆ ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἀέρος, ἄρα καὶ τελείαν καῦσιν.

Ἀφοῦ ἡ ἔναυσις τοῦ πετρελαίου ἀρχίζει ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν, ἡ ὁποία εὑρίσκεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν ἀέρα, ἑπόμενον εἶναι ἡ ταχύτης μὲ τὴν ὁποίαν ἡ καῦσις προχωρεῖ νὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐκτεθειμένην ἐπιφάνειαν. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν χρησιμοποιεῖται ὁ ὅρος *εἰδικὴ ἐπιφάνεια*, ἤτοι τὸ πηλίκον $\frac{E}{V}$ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας, ἡ ὁποία εὑρίσκεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν ἀέρα, πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ ὑγροῦ. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ἐνῶ μία σταγὼν ὑγροῦ διαμέτρου 1,24 cm ἔχει ὄγκον 1 cm^3 καὶ ἐπιφάνειαν 4,83 cm^2, ἂν διασπασθῇ εἰς 1 ἑκατομμύριον ἰσομεγέθη σφαιρικὰ σταγονίδια, κάθε ἕνα ἀπὸ αὐτὰ θὰ ἔχῃ ὄγκον 10^{-6} cm^3 καὶ ἑπομένως διάμετρον $\Delta = \sqrt[3]{\frac{6V}{3,14}} = 0,0124$ cm καὶ ἐπιφάνειαν $E = 3,14 \times 0,0124^2 = 0,000483$ cm^2, ἄρα τὰ 1 000 000 σφαιρικὰ σταγονίδια θὰ ἔχουν ὁλικὴν ἐπιφάνειαν 483 cm^2, ἤτοι ἑκατονταπλασίαν τῆς μιᾶς σταγόνος. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἔχομεν εἰδικὴν ἐπιφάνειαν $S_s = 4,83$ cm^2/cm^3, ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν $S_s' = 483$ cm^2/cm^3.

Οἱ ἐγχυτῆρες πετρελαίου ἔχουν ὡς ἀποστολὴν τὸν ψεκασμὸν τοῦ πετρελαίου εἰς βαθμόν, ὥστε 1 cm^3 νὰ διασπᾶται εἰς δεκάδας ἑκατομμυρίων λεπτότατα σταγονίδια, τῶν ὁποίων ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια ὑπερβαίνει τὰ 1500 cm^2/cm^3.

Ὁ ἐπιτυγχανόμενος βαθμὸς διασκορπισμοῦ εἰς τοὺς ἐγχυτῆρας τῶν μηχανῶν Diesel ἐξαρτᾶται κυρίως ἐκ τῶν κάτωθι παραγόντων :

α) Ἀπὸ τὴν *πίεσιν ἐγχύσεως*, ἤτοι τὴν πίεσιν ὑπὸ τὴν ὁποίαν τὸ πετρέλαιον ψεκάζεται διὰ τοῦ ἐγχυτῆρος εἰς τὸν θάλαμον καύσεως τῆς μηχανῆς. Ἡ πίεσις αὐτή, τὴν ὁποίαν ἐξασφαλίζει βασικῶς ἡ ἀντλία καυσίμου, φθάνει εἰς τὸν ἐγχυτῆρα εἰς τὴν τιμὴν τῶν 300 καὶ πλέον ἀτμοσφαιρῶν.

β) *Ἀπὸ τὴν πίεσιν τοῦ ἀέρος*, ποὺ ἔχει διαμορφωθῆ ἐκ τῆς συμπιέσεως ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τῆς μηχανῆς κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐγχύσεως. Ἀπαιτεῖται ἀρκετὰ μεγάλη πίεσις, ὥστε νὰ ἔχωμεν ἱκανοποιητικὸν διασκορπισμόν. Π.χ. πίεσις συμπιέσεως ἄνω τῶν 30 ἀτμ. προκαλεῖ ἀρκετὴν ἀντίστασιν εἰς τὰ ἐγχεόμενα ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου σταγονίδια, ὥστε νὰ ὑποστοῦν τὸν ἀπαιτούμενον διασκορπισμόν.

γ) *Ἀπὸ τὸ ἰξῶδες τοῦ πετρελαίου.* Ὁ βαθμὸς διασκορπισμοῦ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ ἰξῶδες τοῦ καυσίμου. Βαρέα καύσιμα μὲ ἰξῶδες ἄνω τῶν 600'' Redwood No 1, χρειάζονται ὁπωσδήποτε προθέρμανσιν εἰς τρόπον, ὥστε νὰ ἀποκτήσουν ἰξῶδες, τὸ ὁποῖον νὰ ἐξασφαλίζη τὸν ἐπιθυμητὸν βαθμὸν διασκορπισμοῦ.

Ἡ θερμοκρασία προθερμάνσεως ρυθμίζεται κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ μειώση τὸ ἰξῶδες εἰς τὰ 60'' Redwood No 1, ποὺ ἔχει ἀποδειχθῆ ἡ ἰδεωδεστέρα τιμὴ ἰξώδους δι' ἱκανοποιητικὸν ψεκασμόν. Ἡ θερμοκρασία αὐτὴ εὑρίσκεται εὐκόλως ἀπὸ τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 9·3·1.

δ) *Ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ ἐγχυτῆρος* καὶ εἰδικώτερον ἀπὸ τὸν ἀριθμόν, τὸ μέγεθος καὶ τὸ σχῆμα τῶν ὀπῶν, καθὼς ἐπίσης ἀπὸ τὴν κλίσιν, ὑπὸ τὴν ὁποίαν αὐταὶ εἶναι τοποθετημέναι εἰς τρόπον, ὥστε τὸ ἐγχεόμενον καύσιμον νὰ μὴ κατευθύνεται ὡς κυλινδρικὴ δέσμη, ἀλλὰ νὰ ἔχη σχῆμα κωνικῆς δέσμης, ποὺ φέρει εἰς πληρεστέραν ἐπαφὴν τὰ διασκορπιζόμενα σταγονίδια μὲ τὸν ἀέρα.

3) Διείσδυσις.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὸν βαθμὸν διασκορπισμοῦ ἀποφασιστικὴν σημασίαν ἔχει διὰ τὸ ἐγχεόμενον καύσιμον καὶ ἡ ἱκανότης του νὰ διεισδύη εἰς ἀρκετὸν βάθος ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος μάλιστα εὑρίσκεται ὑπὸ σημαντικῶς ηὐξημένην πίεσιν (30 ἕως 50 ἀτμ.). Ἡ ἱκανότης διεισδύσεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ταχύτητα καὶ τὴν μᾶζαν τῶν ἐκτοξευομένων ὑπὸ τοῦ καυστῆρος σταγονιδίων, ἄρα καὶ ἀπὸ τὸ μέγεθος αὐτῶν. Φανερὸν εἶναι ὅτι, ὅσον μικρότερον εἶναι τὸ μέγεθος τῶν σταγονιδίων, ἤτοι ὅσον μεγαλύτερος εἶναι ὁ βαθμὸς διασκορπισμοῦ, τόσον ἡ ἱκανότης διεισδύσεως εἶναι μικροτέρα. Ἀπὸ ἑνὸς κατωτάτου ὁρίου διεισδυτικότητος καὶ πέρα ὑπάρχει κίνδυνος ἀναφλέξεως τοῦ καυσίμου εὐθὺς μετὰ τὴν ἔξοδόν του ἀπὸ τὸ προστόμιον τοῦ καυστῆρος, μὲ συνέπειαν ἡ καῦσις νὰ εἶναι ἀτελὴς καὶ νὰ ἔχωμεν σοβαρὰν ρύπανσιν τοῦ κυλίνδρου ἀπὸ τὰ ἀνθρακοῦχα κατάλοιπα τῆς ἀτελοῦς καύσεως.

Συμπεραίνομεν λοιπόν, ὅτι ἡ ἱκανότης διεισδύσεως τοῦ πετρελαίου

καὶ ὁ βαθμὸς διασκορπισμοῦ εἶναι ἰδιότητες ἀσυμβίβαστοι μεταξύ των. Ὁ κατάλληλος συγκερασμὸς αὐτῶν τῶν ἀλληλοσυγκρουομένων ἀπαιτήσεων ἀποτελεῖ πρόβλημα διὰ τὴν Τεχνολογίαν καύσεως τοῦ πετρελαίου, ἡ λύσις τοῦ ὁποίου εὑρίσκεται εἰς τὸν καθορισμὸν ἀκραίων τιμῶν ἰξώδους διὰ τὸ πετρέλαιον, ἀφοῦ καὶ αἱ δύο ἰδιότητες ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ ἰξῶδες. Ἔτσι ἡ μὲν ἀνωτάτη τιμὴ ἰξώδους ἐξασφαλίζει κατάλληλον ψεκασμόν, ἐνῶ ἡ κατωτάτη ἀποτελεῖ ἐγγύησιν ἱκανοποιητικῆς διεισδυτικότητος.

4) Ὁ χρόνος ἐγχύσεως.

Ἡ ἔγχυσις τοῦ καυσίμου εἰς τὸν θάλαμον καύσεως τῆς μηχανῆς ρυθμίζεται, ὥστε νὰ γίνεται ὀλίγας μοίρας πρὸ τοῦ Α.Ν.Σ., ἤτοι πρὶν ἀπὸ τὸ τέλος τῆς συμπιέσεως. Ἔτσι ἔχομεν καὶ *προπορείαν ἐγχύσεως* (avance), ποὺ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν περαιτέρω αὔξησιν τῆς τελικῆς πιέσεως, ἄρα καλυτέραν ἀπόδοσιν. Ἡ προπορεία αὐτὴ ποικίλλει ἀναλόγως τοῦ τύπου τῆς μηχανῆς. Διὰ κάθε μηχανὴν εἶναι ἐντελῶς ὡρισμένη καὶ τὴν ἀκριβῆ τιμήν της καθορίζει ὁ κατασκευαστής.

Ὡς πρὸς τὸ σημεῖον αὐτὸ διακρίνομεν δύο περιπτώσεις ἀνωμαλιῶν:

α) *Προπορεία μεγαλυτέρα τῆς κανονικῆς*, δηλαδὴ ἔγχυσις καυσίμου ἐνωρίτερον τῆς προβλεπομένης ἔχει ὡς συνέπειαν τὴν περαιτέρω αὔξησιν τῆς τελικῆς πιέσεως, πέρα τῆς ἐπιδιωκομένης διὰ τῆς κανονικῆς προπορείας. Τοῦτο συνεπάγεται καταπόνησιν τῆς μηχανῆς πέρα τῶν ὁρίων ἀντοχῆς, τὰ ὁποῖα ὁ κατασκευαστὴς ἔχει ὑπολογίσει, καὶ συνεπῶς εἶναι ἀνεπιθύμητος παρὰ τὴν ἐπερχομένην αὔξησιν τῆς ἰσχύος.

β) *Προπορεία μικροτέρα τῆς κανονικῆς*, δηλαδὴ καθυστέρησις τῆς ἐναύσεως πέρα τῆς ὑπὸ τοῦ κατασκευαστοῦ προβλεπομένης ἐπιφέρει μείωσιν τῆς τελικῆς πιέσεως, ἄρα ἐλάττωσιν καὶ τῆς ἰσχύος, ἐνδεχομένως δὲ καὶ ἐντονωτέραν ἐπίκαυσιν, ἰδίως ὅταν καὶ ἡ ποιότης κα'ι σεως τοῦ πετρελαίου δὲν εἶναι ἡ πρέπουσα (ὀλιγώτερα κετάνια).

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΙ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 11

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

11·1 Ἡ σημασία τῶν δοκιμῶν.

Ὁ ἔλεγχος καὶ αἱ δοκιμαὶ τῶν καυσίμων γίνονται διὰ νὰ ἐξακριβωθῇ ἡ ποιότης των καὶ συνεπῶς ἂν εἶναι κατάλληλα, διὰ τὸν σκοπὸν διὰ τὸν ὁποῖον προορίζονται.

Ἡ ἐκτέλεσις τῶν δοκιμῶν καὶ μετρήσεων, τὰς ὁποίας αἱ προδιαγραφαὶ τῶν διαφόρων καυσίμων προβλέπουν, εἶναι ἔργον τῶν χημικῶν ἐργαστηρίων, ποὺ κατὰ κανόνα ἀπαιτοῦν ἐξειδικευμένον προσωπικόν. Παρὰ ταῦτα ἡ γνῶσις τῶν μεθόδων ἐκτελέσεως τῶν διαφόρων δοκιμῶν ἔχει διὰ τὸν μηχανικὸν ἰδιαιτέραν σημασίαν, διὰ δύο κυρίως λόγους :

α) Διὰ νὰ δύναται νὰ ἑρμηνεύση σωστὰ τὴν σημασίαν τῶν ἀποτελεσμάτων μιᾶς χημικῆς ἀναλύσεως, ὡς ταῦτα ἀναγράφονται εἰς τὸ ἐκδιδόμενον δελτίον ἀναλύσεως. Ἐκ τῆς ὀρθῆς ἑρμηνείας τῶν διαφορῶν, ποὺ ἐνδεχομένως προκύπτουν μεταξὺ τῶν προδιαγραφῶν καὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ἀναλύσεως, θὰ ἀποφασίση ὁ μηχανικὸς ἐπὶ τῶν συνεπειῶν, ποὺ αἱ διαφοραὶ αὐταὶ δυνατὸν νὰ ἔχουν ἐπὶ τῆς μηχανῆς κατὰ τὴν λειτουργίαν της.

β) Εἰς ὡρισμένας περιπτώσεις, ὁ μηχανικὸς πρέπει νὰ εἶναι εἰς θέσιν μὲ τὰ πρόχειρα ἐργαστηριακὰ μέσα, ποὺ ἐνδεχομένως διατίθενται εἰς τὸ πλοῖον, νὰ ἐκτελέση μόνος του ὡρισμένας βασικὰς δοκιμάς. Αἱ δοκιμαὶ αὐταί, αἱ ὁποῖαι ἀφοροῦν περισσότερον εἰς τὰ λιπαντικά, ἐξετάζονται ἰδιαιτέρως εἰς τὸ Κεφάλαιον 19.

Ἐπομένως διὰ τῶν δοκιμῶν τῶν καυσίμων ἐξασφαλίζομεν τὴν ἐνδεδειγμένην ποιότητα καυσίμου διὰ τὴν μηχανὴν καὶ συμβάλλομεν εἰς τὴν μακροτέραν καὶ ἀποδοτικωτέραν λειτουργίαν της.

Πέρα τῶν ὅσων εἰς τὰ Κεφάλαια 7 ἕως 9 ἐλέχθησαν περὶ τῶν ἰδιοτήτων τῶν σπουδαιοτέρων καυσίμων καὶ τοῦ τρόπου ἐλέγχου των,

ἐξετάζονται κατωτέρω συνοπτικῶς αἱ σπουδαιότεραι ἐκ τῶν λοιπῶν ἰδιοτήτων καὶ ὁ τρόπος ἐλέγχου των.

11·2 Μακροσκοπικὴ ἐξέτασις. Βαθμὸς καθαρότητος.

Λέγοντες *μακροσκοπικὴν* ἐξέτασιν ἐννοοῦμεν τὴν ἁπλῆν ἀλλὰ προσεκτικὴν παρατήρησιν, δείγματος καυσίμου μὲ σκοπὸν νὰ διαπιστώσωμεν κυρίως :

α) Τὸν βαθμὸν καθαρότητος καὶ

β) τὸ χρῶμα του.

Μέτρον τοῦ βαθμοῦ καθαρότητος τῶν καυσίμων, πλὴν τοῦ μαζούτ, ἀποτελεῖ ἡ *διαύγεια*, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει κατὰ τὴν μακροσκοπικὴν ἐξέτασιν.

Ἐὰν τὸ καύσιμον εἶναι θολόν, τοῦτο σημαίνει παρουσίαν ξένων ὑλῶν καὶ ἐπιβάλλεται ὁ περαιτέρω προσδιορισμός των διὰ φυγοκεντρίσεως. Κατὰ τὴν φυγοκέντρισιν, ποὺ γίνεται ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας, τὸ ὕδωρ καὶ αἱ λοιπαὶ ξέναι ὕλαι, ποὺ περιέχονται εἰς τὸ καύσιμον, κατακρημνίζονται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, ὅπου καὶ μετροῦνται. Ὁ ὄγκος των ἀποτελεῖ τὸν λεγόμενον *ἀριθμὸν κατακρημνίσεως*, τοῦ ὁποίου τὰ κατώτατα ὅρια καθορίζουν αἱ οἰκεῖαι προδιαγραφαὶ (παράγρ. 8·4 καὶ 10·4 — Πίνακες 7·3·1 καὶ 8·4·1).

Τὸ χρῶμα τοῦ καυσίμου ἐξεταζόμενον μακροσκοπικῶς ἔχει τὴν ἑξῆς σημασίαν :

α) Διὰ τὴν βενζίνην εἶναι χαρακτηριστικὸν τῆς ποιότητος (βενζίνη ἁπλῆ εἶναι κιτρίνη, βενζίνη σοῦπερ εἶναι πρασίνη, βενζίνη ἀεροπορίας 115 ὀκτανίων ἔχει χρῶμα μώβ, κ.ο.κ.).

β) Διὰ τὸ πετρέλαιον Diesel βαθυτέρα ἀπόχρωσις τοῦ γνωστοῦ καστανοκιτρίνου χρώματος συχνὰ προδίδει ἀνάμιξιν μὲ μαζούτ, ὁπότε ἐπιβάλλεται περαιτέρω ἐξέτασις.

11·3 Εἰδικὸν βάρος.

Τὸ εἰδικὸν βάρος (ε.β.) οὐδεμίαν ἔνδειξιν περὶ τῆς ποιότητος τοῦ καυσίμου παρέχει. Ἔχει ὅμως ὁ προσδιορισμός του ἰδιαιτέραν σημασίαν καὶ πρέπει νὰ γίνεται μὲ σχολαστικὴν ἀκρίβειαν, διότι δι' αὐτοῦ γίνεται ἡ μετατροπὴ τοῦ ὄγκου ἑνὸς καυσίμου εἰς βάρος, βάσει τῆς γνωστῆς σχέσεως :

$$\text{Βάρος} = \text{ὄγκος} \times \text{εἰδ. βάρος}$$

Δεδομένου ὅτι ἡ διακίνησις ὅλων τῶν καυσίμων γίνεται εἰς μονάδας ὄγκου, ἐνῶ αἱ δοσοληψίαι ἢ αἱ πληρωμαὶ εἰς μονάδας βάρους, ὁ ἀκριβὴς προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους εἶναι ἐντελῶς ἀναγκαῖος. Γίνεται μὲ εἰδικὰ ὄργανα, ποὺ λέγονται *ἀραιόμετρα*, καὶ εἶναι βαθμολογημένα εἴτε μὲ τὰς γνωστὰς μονάδας, αἱ ὁποῖαι μᾶς δίδουν ἀπολύτως τὸ πηλίκον τοῦ βάρους διὰ τοῦ ὄγκου, εἴτε εἰς τὴν κλίμακα A.P.I., τὴν ὁποίαν χρησιμοποιοῦν οἱ ἀμερικανοί. Π.χ. εἰδικὸν βάρος 0,835 σημαίνει ὅτι τὸ πηλίκον τοῦ βάρους ὡρισμένης ποσότητος καυσίμου διὰ τοῦ ὄγκου, τὸν ὁποῖον αὐτὴ καταλαμβάνει, εἶναι 0,835.

Ἡ κλῖμαξ A.P.I. συνδέεται μὲ τὸ εἰδικὸν βάρος διὰ τῆς σχέσεως :

$$\text{A.P.I.} = \frac{141,5}{\text{ε.β.}} - 131,5$$

Π.χ. βενζίνη μὲ ε.β. 0,705 θὰ ἔχη :

$$\text{A.P.I.} = (141,5 / 0,705) - 131,5 = 69,2$$

ἐνῶ πετρέλαιον μὲ ε.β. 0,810 θὰ ἔχη :

$$\text{A.P.I.} = (141,5 / 0,810) - 131,5 = 43,2.$$

Τὸ πλεονέκτημα τῆς κλίμακος A.P.I. εἶναι ὅτι παρέχει τὸ εἰδικὸν βάρος εἰς τιμὰς ἀκεραίας μεγαλυτέρας τῆς μονάδος, ἐπομένως ἔχομεν καλυτέραν καὶ εὐχερεστέραν ἀνάγνωσιν τῆς τιμῆς τοῦ ε.β.

Ἀξιοσημείωτος εἶναι ἡ ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τοῦ εἰδικοῦ βάρους. *Δὲν νοεῖται μέτρησις εἰδικοῦ βάρους ἑνὸς καυσίμου χωρὶς μέτρησιν τῆς θερμοκρασίας, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ ε.β. ἀντιστοιχεῖ.* Συνήθως τὸ ε.β. δίδεται εἰς 15^0 C ἢ 60^0 F. Ἐὰν ἡ μέτρησις γίνεται εἰς ἄλλην θερμοκρασίαν, ἀναγόμεθα εἰς τοὺς 15^0 C βάσει τῆς σχέσεως :

$$C_{15} = C_\Theta + (\Theta - 15)\,K$$

ὅπου : C_{15} εἶναι τὸ εἰδικὸν βάρος εἰς 15^0 C,

C_Θ τὸ εἰδικὸν βάρος μετρηθὲν εἰς θερμοκρασίαν Θ,

K συντελεστής, ἡ τιμὴ τοῦ ὁποίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ προϊόν.

Διὰ μαζοὺτ $K = 0,00064$. Διὰ Diesel $K = 0,00068$. Διὰ βενζίνην $K = 0,00074$.

Π.χ. ἐὰν τὸ ε.β. δείγματος μαζοὺτ εὑρέθη εἰς 30^0 C $= 0,932$, εἰς τοὺς 15^0 C θὰ εἶναι :

$$C_{15} = 0,932 + (30 - 15) \times 0,00064 = 0,9416.$$

Πρὸς διευκόλυνσιν τῆς μετρήσεως, τὰ περισσότερα ἀραιόμετρα φέρουν ἐνσωματωμένον θερμόμετρον. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἀκρίβεια, τὴν ὁποίαν τὰ θερμόμετρα αὐτὰ παρέχουν δὲν εἶναι ἱκανοποιητική, ἡ μέτρησις τῆς θερμοκρασίας ταυτοχρόνως μὲ τὴν μέτρησιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους γίνεται μὲ θερμόμετρα μεγαλυτέρας ἀκριβείας.

11·4 Ἰξῶδες.

Ἰξῶδες ἢ *ρευστότης* ἑνὸς ὑγροῦ (viscosity) εἶναι τὸ μέτρον τῆς ἐσωτερικῆς τριβῆς μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ κατὰ τὴν ροήν.

Ἡ ἰδιότης αὐτὴ ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν διὰ τὰ καύσιμα καὶ περισσότερον διὰ τὸ πετρέλαιον Diesel καὶ τὸ μαζούτ, διότι ἐπηρεάζει δύο βασικὰς ἰδιότητάς των :

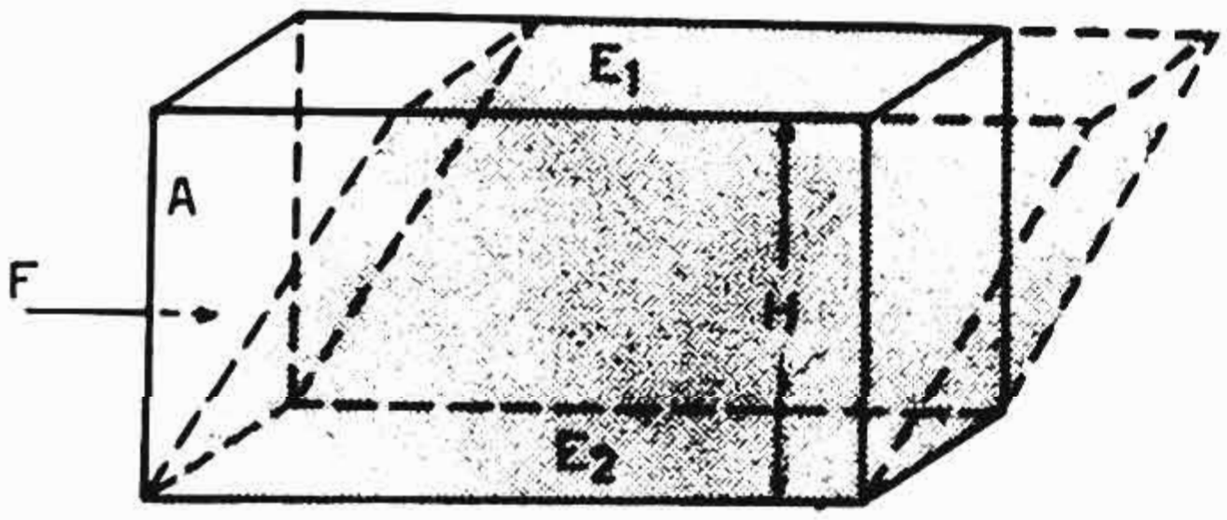
α) Τὴν *ἀντληκότητα*, δηλαδὴ τὴν εὐκολίαν, μὲ τὴν ὁποίαν τὰ καύσιμα διακινοῦνται δι' ἑνὸς δικτύου.

β) Τὸν *βαθμὸν διασκορπισμοῦ*, δηλαδὴ τὴν εὐκολίαν, μὲ τὴν ὁποίαν τὰ καύσιμα ἐκνεφοῦνται μετὰ τὴν ἐκροήν των ἀπὸ τὸ προστόμιον τοῦ καυστῆρος.

Ὁ βαθμὸς διασκορπισμοῦ τοῦ πετρελαίου ἐπιδρᾶ ἐπὶ τῆς ποιότητος καύσεως (παράγρ. 8·3).

Ἐλέγχοντες τὸ ἰξῶδες, ὥστε νὰ εἶναι πάντοτε τὸ ἐνδεδειγμένον, ἐξασφαλίζομεν διὰ τὴν μηχανήν μας καύσιμον, τοῦ ὁποίου ἡ ἀντληκότης καὶ ὁ βαθμὸς διασκορπισμοῦ εὑρίσκονται ἐντὸς τῶν ἐπιθυμητῶν ὁρίων.

Τὴν ἔννοιαν τοῦ *ἀπολύτου ἰξώδους* δυνάμεθα νὰ κατανοήσωμεν, ἂν λάβωμεν ἕνα τμῆμα ρέοντος ρευστοῦ σχήματος ὀρθογωνίου παραλληλεπιπέδου (σχ. 11·4α) καὶ ἐξετάσωμεν τὴν κίνησιν τοῦ ἄνω ἐπιπέδου E_1 ἐν σχέσει πρὸς τὸ κάτω ἐπίπεδον E_2, τὸ ὁποῖον πρὸς στιγμὴν δεχόμεθα ἀκίνητον.



Σχ. 11·4 α.
Ἡ ἔννοια τοῦ ἰξώδους.

Τὴν ροὴν τοῦ ὑγροῦ δεχόμεθα ὡς μίαν διατμητικὴν τάσιν, τῆς ὁποίας ἡ τιμὴ δίδεται ὑπὸ τοῦ πηλίκου $\frac{F}{A}$ καὶ ἡ ὁποία διατηρεῖ με-

ταξὺ τῶν δύο ἐπιφανειῶν E_1 καὶ E_2 σταθερὰν ταχύτητα υ. Τὸ ἀπόλυτον ἰξῶδες Z εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$Z = \frac{F/A}{\upsilon/H}$$

ὅπου : Z εἶναι ἡ τιμὴ τοῦ ἀπολύτου ἰξώδους,
F ἡ δύναμις διατμήσεως λόγω ροῆς τοῦ ὑγροῦ,
A ἡ ἐπιφάνεια, ἐπὶ τῆς ὁποίας δρᾶ ἡ διάτμησις,
υ ἡ ταχύτης ροῆς, καὶ
H ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν ἐπιφανειῶν E_1, E_2.

Εἶναι δηλαδὴ τὸ πηλίκον τῆς τάσεως διατμήσεως F /A πρὸς τὴν μεταβολὴν τῆς ταχύτητος υ /H.

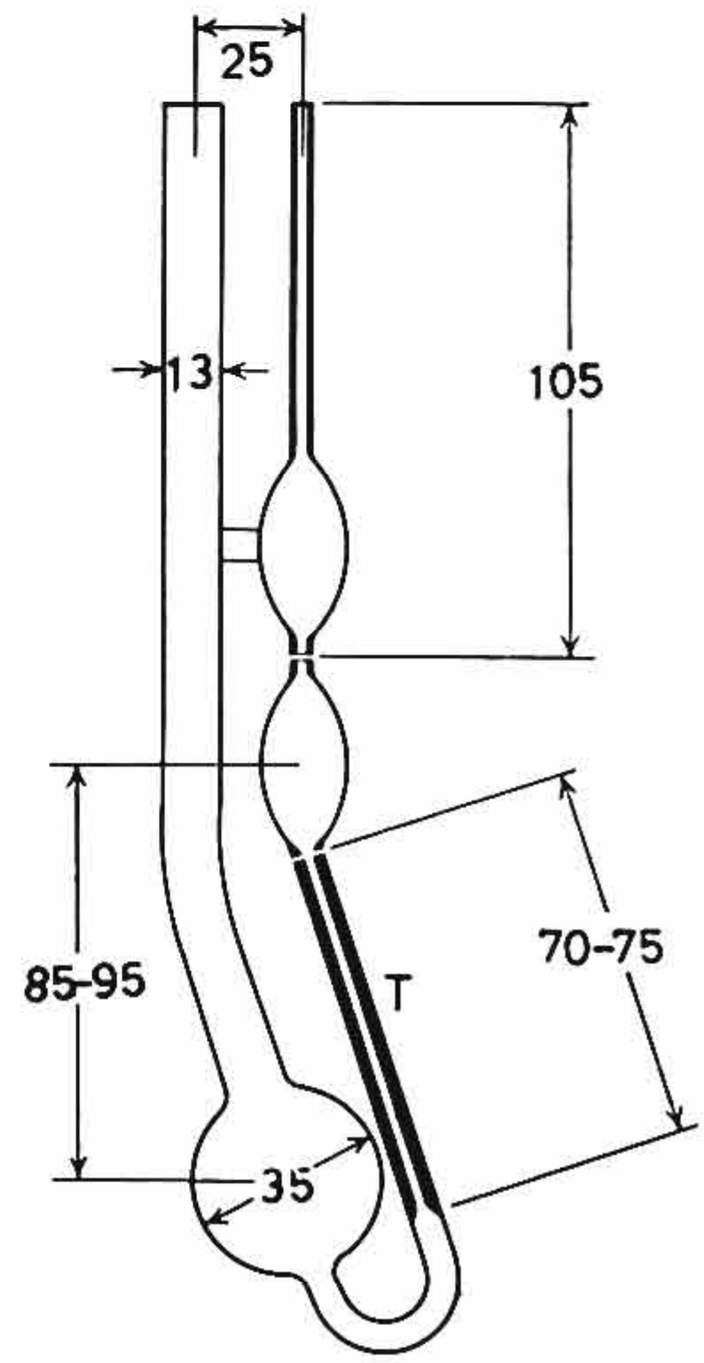
Ἐὰν τὰ ἀνωτέρω φυσικὰ μεγέθη λάβουν ὡς τιμὰς τὰς μονάδας των εἰς τὸ σύστημα C.G.S., θὰ ἔχωμεν τὴν μονάδα μετρήσεως τοῦ ἀπολύτου ἰξώδους, τὸ **poise**.

Ἑπομένως : 1 poise εἶναι τὸ ἀπόλυτον ἰξῶδες ρευστοῦ, τὸ ὁποῖον ὑπὸ τάσιν διατμήσεως 1 δύνης ἀνὰ cm^2 διατηρεῖ ταχύτητα ροῆς 1 cm /sec μεταξὺ δύο ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν του, ποὺ ἀπέχουν μεταξύ των 1 cm.

Τὸ πηλίκον τοῦ ἀπολύτου ἰξώδους Z διὰ τῆς πυκνότητος ρ τοῦ ρευστοῦ καλεῖται *κινηματικὸν ἰξῶδες*, μονὰς δὲ μετρήσεως αὐτοῦ εἶναι τὸ stoke, ἐνῶ διὰ τὰ λεπτόρρευστα ὑγρὰ (βενζίνην, πετρέλαιον Diesel) χρησιμοποιεῖται τὸ centistoke (CS) :

1 centistoke = 1 /100 stoke.

Ἡ μέτρησις τοῦ κινηματικοῦ ἰξώδους γίνεται μὲ σωλῆνας σχήματος U, ὡς ὁ εἰκονιζόμενος εἰς τὸ σχῆμα 11·4β (ἰξωδόμετρον Cannon-Fenske), εἰς τὸ ὁποῖον μετρεῖται ὁ χρόνος ροῆς διὰ τοῦ τριχοειδοῦς σωλῆνος T, ὡρισμένης ποσότητος τοῦ μετρουμένου ὑγροῦ ὑπὸ αὐστηρῶς καθωρισμένας συνθήκας. Ἡ βαθμολόγησις τοῦ ὡς ἄνω ἰξωδομέτρου εἰς τιμὰς centistokes ἢ stoke-



Σχ. 11·4 β.
Ἰξωδόμετρον Cannon-Fenske (κινηματικὸν ἰξῶδες).

γίνεται διὰ συγκρίσεως τοῦ χρόνου ροῆς τοῦ ὑγροῦ, τοῦ ὁποίου τὸ ἰξῶδες ζητεῖται, πρὸς τὸν χρόνον ροῆς ἑνὸς ἄλλου ὑγροῦ, τοῦ ὁποίου γνωρίζομεν τὸ ἀπόλυτον ἰξῶδες (συνήθως τὸ ὕδωρ).

Ἐκ τῶν ἰξωδομέτρων τῆς ἀνωτέρω κατηγορίας κατασκευάζονται πλήρεις σειραί, τῶν ὁποίων τὰ μέλη διαφέρουν μεταξύ των κατὰ τὴν διάμετρον τοῦ τριχοειδοῦς σωλῆνος εἰς τρόπον, ὥστε διὰ τῆς χρήσεως τοῦ καταλλήλου ἰξωδομέτρου ἀναλόγως τοῦ ὑγροῦ νὰ ἀπαιτῆται χρόνος ἐκροῆς, ἄρα καὶ διάρκεια μετρήσεως, κυμαινόμενος ἐντὸς λογικῶν ὁρίων.

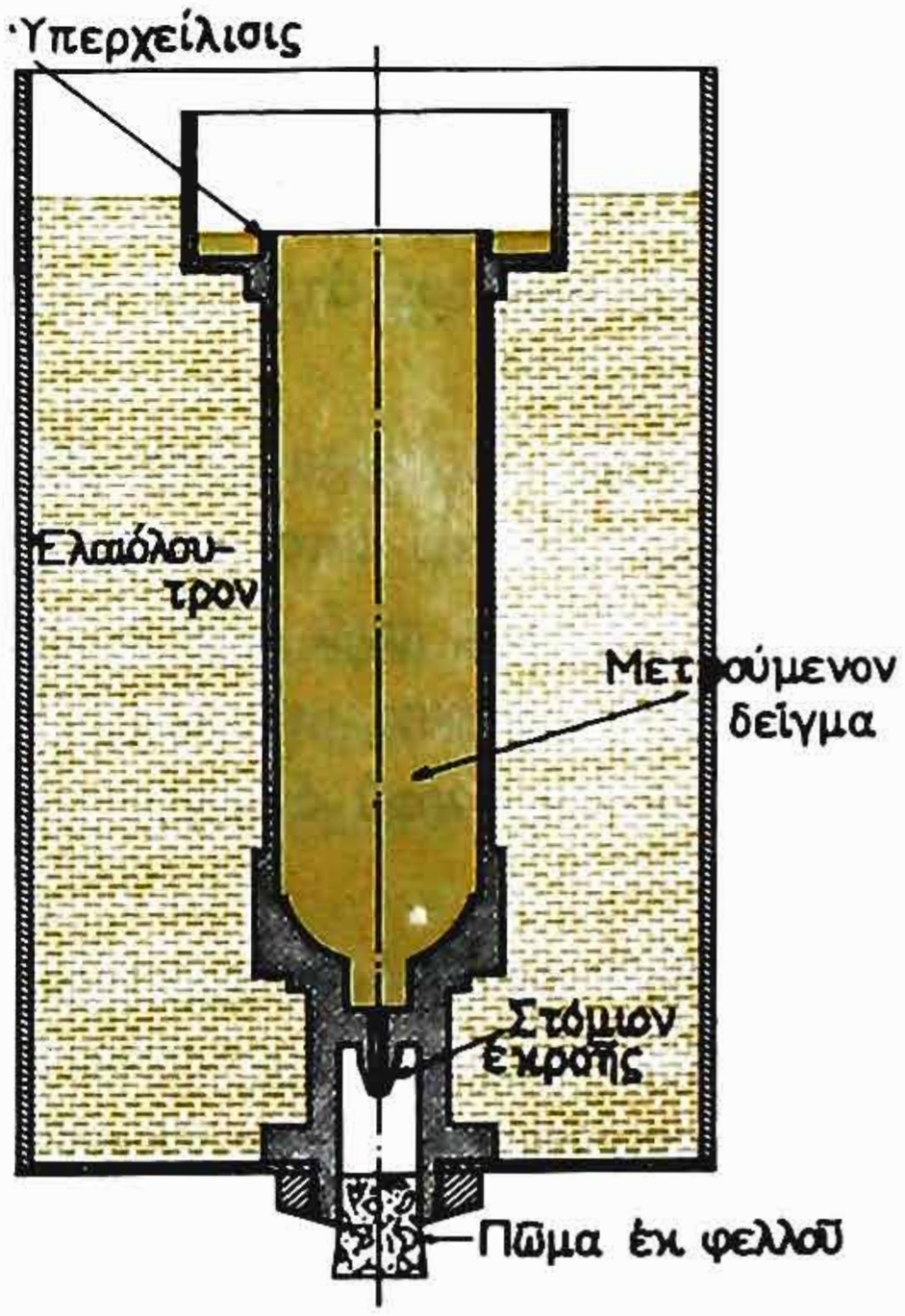
Πρακτικώτερα, ἁπλούστερα εἰς χρῆσιν ἀλλὰ μικροτέρας ἀκριβείας εἶναι τὰ ἰξωδόμετρα, εἰς τὰ ὁποῖα ὡς μέτρον τοῦ ἰξώδους λαμβάνεται ὁ χρόνος ἐκροῆς ὡρισμένης ποσότητος δείγματος καυσίμου ἀπὸ προστόμιον ὡρισμένων διαστάσεων ὑπὸ αὐστηρῶς καθωρισμένας συνθήκας. Ὑπάρχουν διαφόρων τύπων ἰξωδόμετρα αὐτοῦ τοῦ εἴδους, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι :

α) Ἰξωδόμετρον Saybolt (Η.Π.Α.).

β) Ἰξωδόμετρον Redwood (Ἀγγλία).

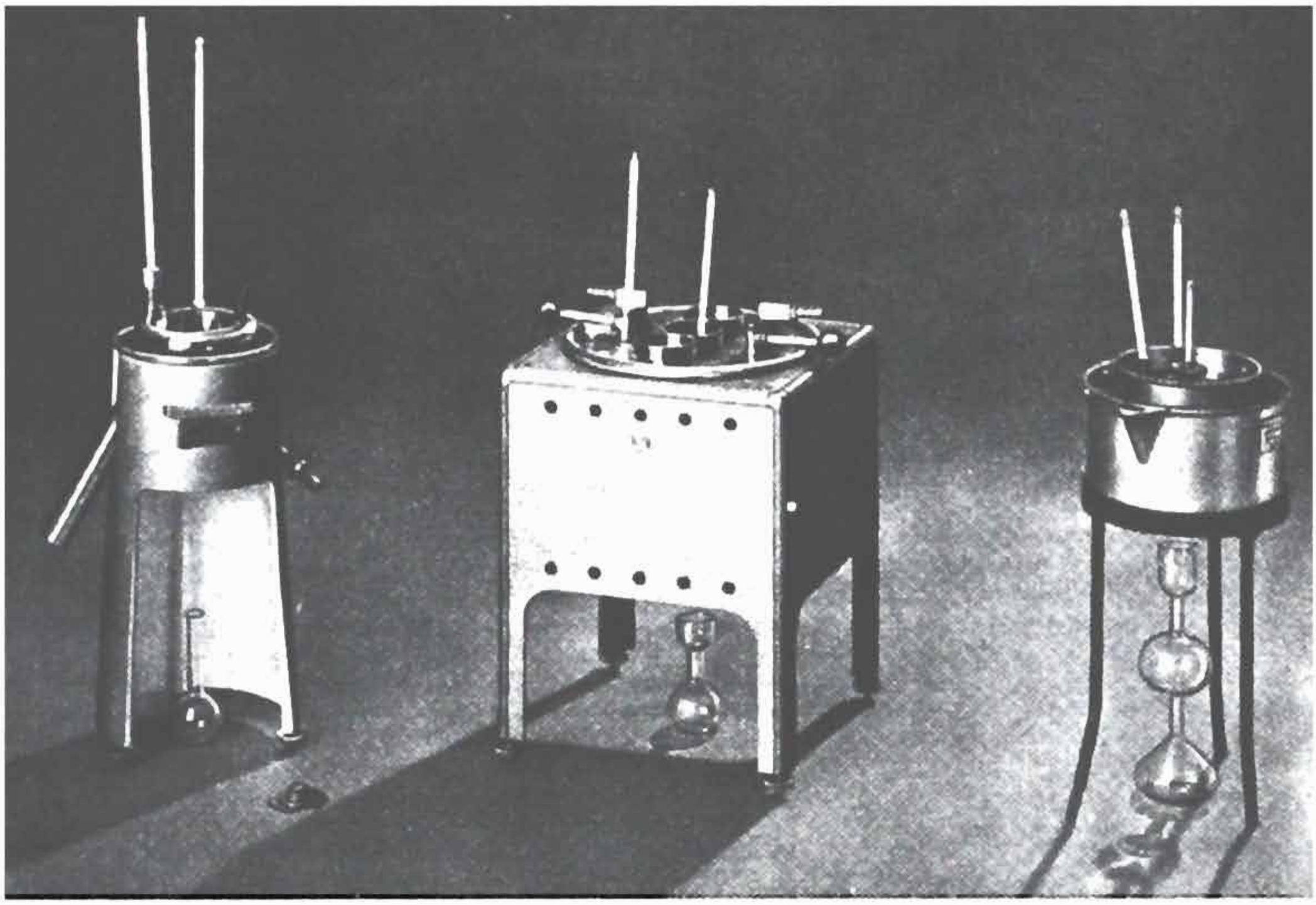
γ) Ἰξωδόμετρον Engler (Ἡπειρωτικὴ Εὐρώπη).

Ἡ βασικὴ λειτουργία των φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 11·4γ, τὸ ὁποῖον ἀπεικονίζει σωλῆνα ἰξωδομέτρου Saybolt. Τοὺς τρεῖς τύπους ἰξωδομέτρων: Redwood, Saybolt, Engler δεικνύει τὸ σχῆμα 11·4δ. Τὸ μετρούμενον μέγεθος εἶναι ὁ χρόνος, αἱ δὲ διαφοραὶ μεταξύ των ἀνάγονται κυρίως εἰς τὸ ὑγρόν, πρὸς τὸ ὁποῖον ὁ χρόνος ἐκροῆς συγκρίνεται, καὶ εἰς τὴν ποσότητα τοῦ δείγματος.



Σχ. 11·4γ.
Σωλὴν ἰξωδομέτρου Saybolt.

Συγκριτικὸν πίνακα τῶν σπουδαιοτέρων ἰξωδομέτρων παρέχει ὁ Πίναξ 11·4·1, κάτωθεν τοῦ ὁποίου ἀναγράφονται αἱ κυριώτεραι σχέσεις μετατροπῆς ἀπὸ τῆς μιᾶς μεθόδου εἰς τὴν ἄλλην.



Σχ. 11·4 δ.

Ἰξωδόμετρα Redwood, Saybolt, Engler (ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά).

ΠΙΝΑΞ 11·4·1

Αἱ κυριώτεραι μέθοδοι μετρήσεως ἰξώδους

α/α	Ὀνομασία μεθόδου	Χώρα	Ποσότης δείγματος	Σύγκρισις μὲ	Παρατηρήσεις
1	Engler	Δυτικὴ Εὐρώπη	200 cc	Ὕδωρ	
2	Redwood	Ἀγγλία	50 cc	Κραμβέλαιον	
3	Saybolt				
	α) Universal (SSU)	Η.Π.Α.	60 cc	–	Δι' ὑγρὰ μικροῦ ἰξώδους
	β) Furol (SSF)	Η.Π.Α.	60 cc	–	Δι' ὑγρὰ μεγάλου ἰξώδους

Σχέσεις μετατροπῆς: 1) SSU = 11,5 (SSF) – 62,5
2) SSU = Engler × 37,5
3) SSU = Redwood : 0,84

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Διευκρινίζεται ὅτι αἱ δύο μονάδες ἰξώδους κατὰ Saybolt, ἤτοι ἡ Universal (SSU) καὶ ἡ Furol (SSF) διαφέρουν μεταξύ των κατὰ τὴν διάμετρον τοῦ στομίου ἐκροῆς, ἡ ὁποία εἰς τὴν Furol εἶναι μεγαλυτέρα, ὥστε νὰ μειώνεται ὁ χρόνος ἐκροῆς, ὅταν μετροῦνται ὑγρὰ παχύρρευστα.

Εἰς τὸν Πίνακα 11·4·2 παρέχεται ἡ εὐχέρεια μετατροπῆς τοῦ ἰξώδους ἀπὸ μιᾶς κλίμακος εἰς ἄλλην διὰ περιοχὰς τιμῶν ἰξώδους ἀπὸ 30 ἕως 3500 sec Redwood No 1, περιλαμβάνονται δὲ αἱ κλίμακες Redwood I, Redwood II, Saybolt Furol, Saybolt Universal καὶ Engler.

ΠΙΝΑΞ 11·4·2

Πίνακες μετατροπῆς ἰξώδους

Redwood No 1	Redwood No 2	Saybolt Universal	Saybolt Furol	Engler	Redwood No 1	Redwood No 2	Saybolt Universal	Saybolt Furol	Engler
30	—	—	—	1,05	250	—	284	31	8,1
32	—	33	—	1,18	275	—	312	34	8,9
34	—	37	—	1,25	300	—	340	37	9,7
36	—	40	—	1,3	325	33	370	40	10,5
38	—	42	—	1,4	350	35	398	42	11,3
40	—	44	—	1,5					
					375	38	427	45	12,2
45	—	51	—	1,6	400	40	455	48	13,0
50	—	57	—	1,8	450	45	512	53	14,6
55	—	62	—	1,9	500	50	569	59	16,2
60	—	68	—	2,1	550	55	626	65	17,8
65	—	74	—	2,2	600	60	683	71	19,4
70	—	80	—	2,4					
					700	70	796	82	22,7
75	—	85	—	2,5	800	80	910	93	25,9
80	—	91	—	2,7	900	90	1024	105	29,2
85	—	97	—	2,9	1000	100	1138	116	32,4
90	—	103	—	3,0					
95	—	108	—	3,2	1100	110	1251	128	35,6
100	—	114	—	3,3	1200	120	1365	139	39
					1400	140	1533	162	45
110	—	125	—	3,6	1600	160	1820	185	52
120	—	137	—	4,0	1800	180	2048	208	58
130	—	148	—	4,3	2000	199	2275	231	65
140	—	159	—	4,6					
150	—	170	—	4,9	2200	219	2503	255	71
160	—	182	—	5,2	2400	239	2730	278	78
180	—	204	—	5,9	2600	259	2958	301	84
200	—	227	26	6,5	2800	279	3185	324	91
					3000	299	3413	347	97
225	—	256	28	7,3	3500	349	3982	405	113

Διευκρινίζεται ὅτι ἡ στήλη Redwood No 2 παρέχει τιμὰς ἰξώδους, ποὺ προκύπτουν μὲ τὴν αὐτὴν συσκευὴν ὡς καὶ διὰ Redwood No 1, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ἀκροφύσιον ἐκροῆς εἶναι πολὺ μεγαλυτέρας διαμέτρου εἰς τρόπον, ὥστε ὁ χρόνος εἶναι περίπου τὸ 1/10 τοῦ χρόνου ἐκροῆς μὲ τὴν Redwood No 1. Ἐπομένως ἡ μέθοδος Redwood No 2 χρησιμοποιεῖται διὰ παχύρρευστα ὑγρά.

11·5 Ἀπόσταξις.

Μὲ τὴν ἀπόσταξιν χωρίζομεν τὰ συστατικὰ ἑνὸς καυσίμου μεταξύ των, ἀναλόγως τῆς θερμοκρασίας ἀποστάξεως καθενὸς ἀπὸ αὐτά. Τὰ ἀποστάγματα, ποὺ λαμβάνομεν καθ' ὁμάδας, ὀνομάζονται *κλάσματα* καὶ ἡ ἀπόσταξις *κλασματική*. Συνήθως σημειώνεται ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν ἔχει ἀποστάξει ὡρισμένον ποσοστὸν ἐκ τοῦ ληφθέντος δείγματος καὶ μάλιστα τὸ 10%, 40%, 50%, καὶ 90%. Σημειώνονται ἐπίσης αἱ θερμοκρασίαι ἐνάρξεως καὶ πέρατος τῆς ἀποστάξεως, τῶν ὁποίων αἱ τιμαὶ καθορίζονται ὑπὸ τῶν οἰκείων προδιαγραφῶν.

Ἡ συσκευὴ ἀποστάξεως ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 7·2α (Α), καὶ βασικὰ τμήματά της εἶναι :

α) Ὁ *κλασματὴρ* ἤτοι σφαιρικὴ φιάλη, ἐντὸς τῆς ὁποίας φέρεται τὸ πρὸς ἀπόσταξιν δεῖγμα. Τὸ πῶμα φέρει δύο ὀπάς, διὰ τῶν ὁποίων διέρχονται τὸ θερμόμετρον καὶ ὁ κεκαμμένος σωλὴν Σ, διὰ τοῦ ὁποίου οἱ παραγόμενοι ἀτμοὶ ὁδεύουν πρὸς τὸν ψυκτῆρα.

β) Ὁ *ψυκτήρ*, ἐντὸς τοῦ ὁποίου συμπυκνοῦνται οἱ παραγόμενοι ἀτμοί. Ἡ ψῦξις συνήθως γίνεται διὰ ροῆς ὕδατος.

γ) Ὁ *ὑποδοχεὺς Υ*, ἤτοι ὀγκομετρικὸς κύλινδρος βαθμολογημένος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου συλλέγονται τὰ ἀποστάγματα τοῦ δείγματος.

Αἱ διαστάσεις τῆς ὅλης συσκευῆς εἶναι αὐστηρῶς καθωρισμέναι ὑπὸ τῶν οἰκείων προδιαγραφῶν.

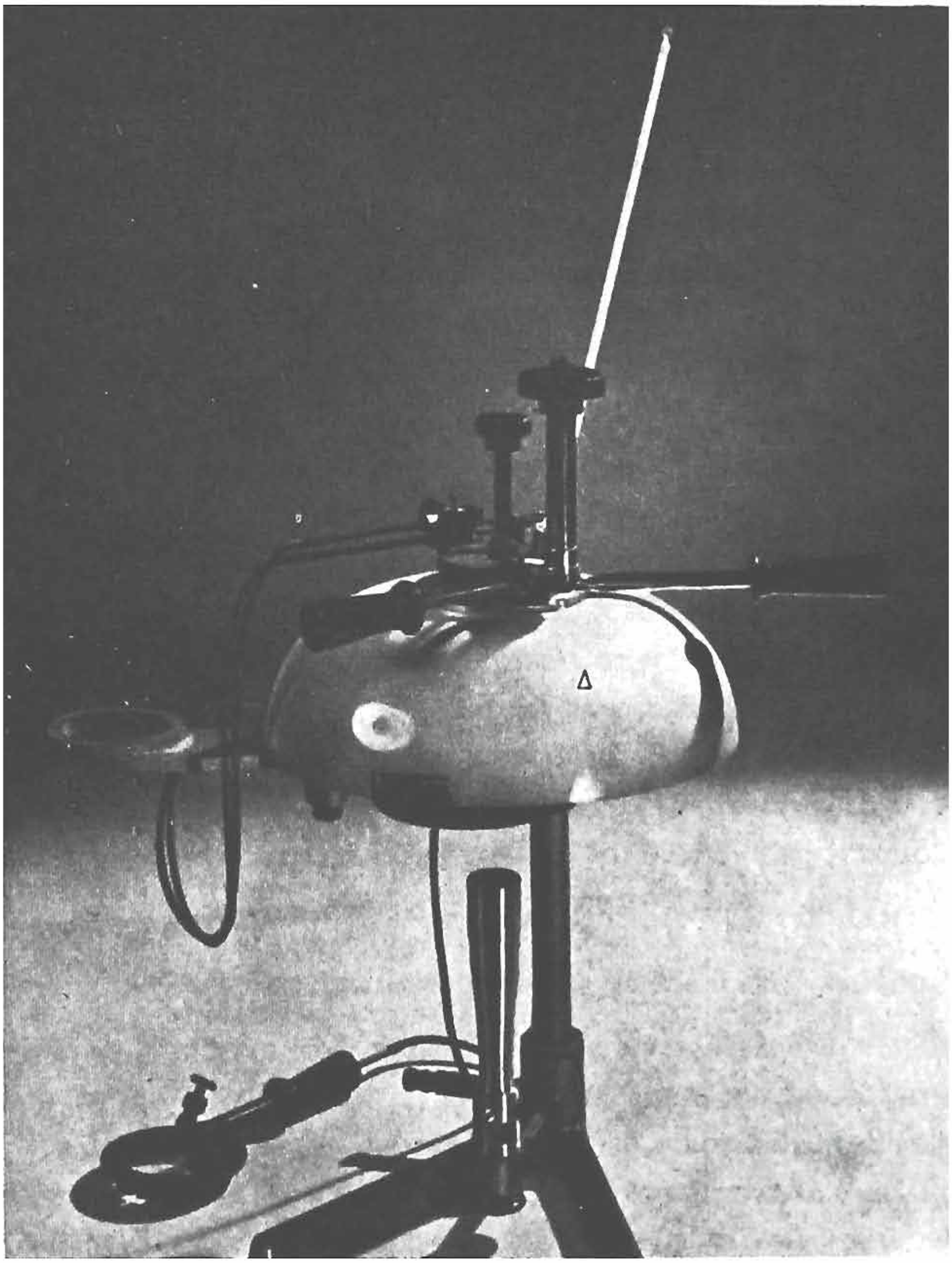
11·6 Σημεῖον ἀναφλέξεως καὶ σημεῖον καύσεως.

Σημεῖον ἀναφλέξεως εἶναι ἡ κατωτάτη θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν οἱ συγκεντρούμενοι ἀτμοὶ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας θερμαινομένου δείγματος ἀναφλέγονται *στιγμιαίως*.

Σημεῖον καύσεως εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ καύσιμον θερμαινόμενον ὑπὸ τὰς αὐτὰς ὡς ἄνω συνθήκας ἀναφλέγεται ἀλλὰ καὶ ἐξακολουθεῖ καιόμενον. Εἶναι λοιπὸν φυσικὸν ἡ θερμοκρασία νὰ εἶναι ὑψηλοτέρα (κατὰ 50° F ἕως 60° F περίπου) τῆς θερμοκρασίας ἀναφλέξεως.

Ὁ προσδιορισμὸς τοῦ σημείου ἀναφλέξεως γίνεται ἐντὸς εἰδικῆς συσκευῆς, τὴν ὁποίαν εἰκονίζει τὸ σχῆμα 11·6, καὶ εἶναι γνωστὴ ὡς

συσκευὴ Pensky-Martens. Τὸ δεῖγμα τοῦ καυσίμου θερμαίνεται ἐντὸς τοῦ κλειστοῦ δοχείου Δ, ὥστε ἡ θερμοκρασία του νὰ ἀνέρχεται μὲ ὡρισμένην ταχύτητα, καὶ μάλιστα 5^0 C ἕως 6^0 C ἀνὰ λεπτόν. 10^0 C πρὸ τοῦ ἀναμενομένου σημείου ἀναφλέξεως, διὰ τοῦ πλαγίου σωλῆνος Σ προσάγεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ καυσίμου μικρὰ φλὸξ διαμέ-



Σχ. 11·6.
Συσκευὴ σημείου ἀναφλέξεως.

τρου 4 mm καὶ δοκιμάζεται ἡ ἀνάφλεξις τῶν συγκεντρουμένων εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἀτμῶν. Τοῦτο ἐπαναλαμβάνεται ἀνὰ 1^0 C, μέχρις ὅτου λάβη χώραν στιγμιαία ἀνάφλεξις (flash). Ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν

ὁποίαν θὰ συμβῇ τοῦτο, εἶναι ἡ ζητουμένη θερμοκρασία ἀναφλέξεως.

Διὰ νὰ εὕρωμεν τὸ *σημεῖον καύσεως* συνεχίζομεν τὴν θέρμανσιν τοῦ δείγματος, μέχρις ὅτου ἐπιτευχθῇ ἀνάφλεξις διαρκείας.

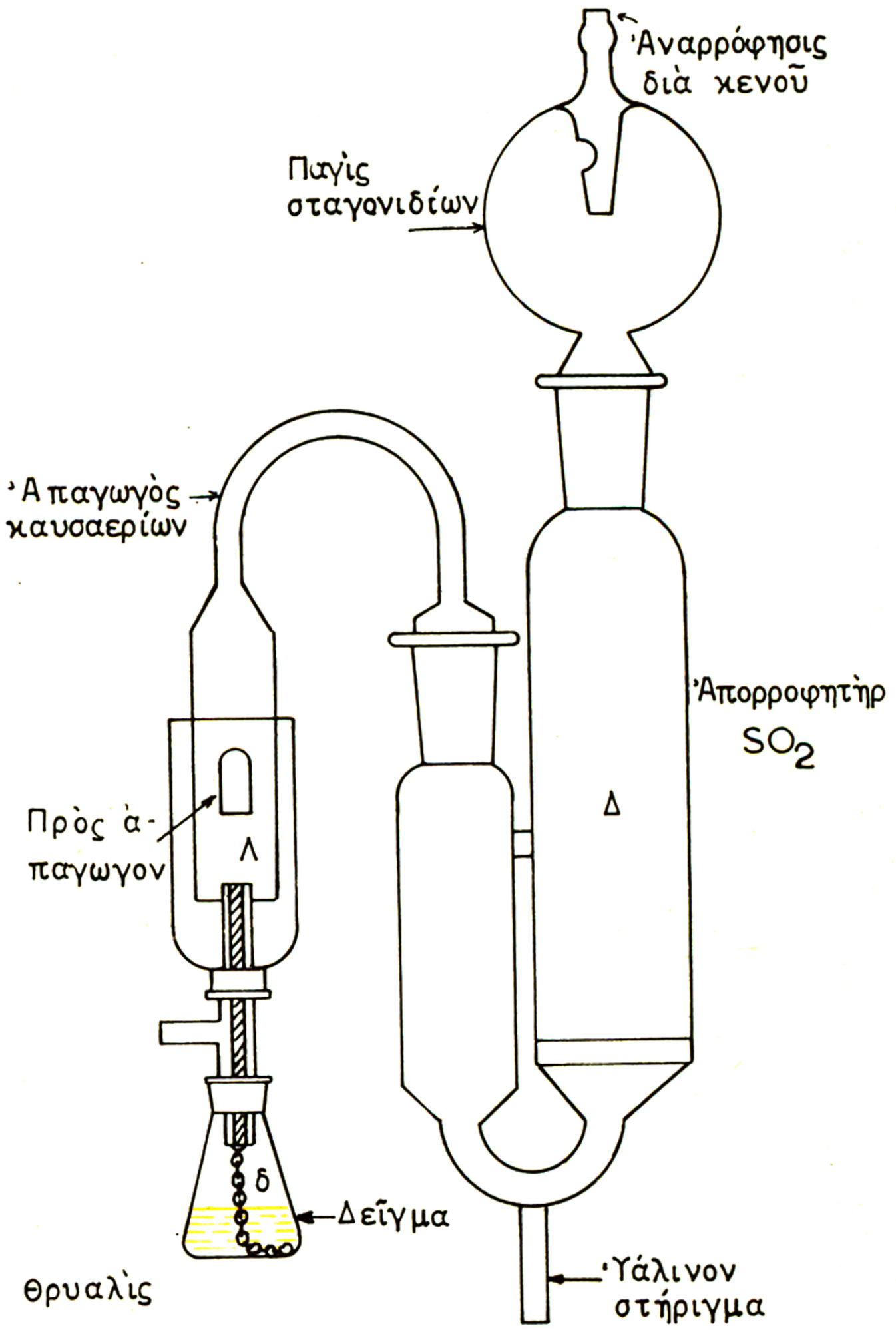
11·7 Θεῖον.

Ἡ παρουσία τοῦ θείου εἰς τὰ καύσιμα πέραν ὡρισμένου ὁρίου εἶναι ἀνεπιθύμητος, διότι ἀπὸ τὴν καῦσιν σχηματίζεται τελικῶς θειικὸν ὀξύ, ἤτοι διαβρωτικὸς παράγων λίαν ἐπικίνδυνος διὰ τὰ μέταλλα.

Τὸ θεῖον εὑρίσκεται εἰς τὰ προϊόντα τοῦ πετρελαίου ὑπὸ τὴν μορφὴν διαφόρων θειούχων ἐνώσεων, ἡ δὲ παρουσία του ἐλέγχεται διὰ δύο τρόπων.

1) Ἄμεσος προσδιορισμὸς θείου.

Συνίσταται εἰς πλήρη καῦσιν ὡρισμένης ποσότητος δείγματος, διὰ τῆς ὁποίας τὸ θεῖον μετατρέπεται εἰς θειικὸν ὀξύ. Τὸ παραγόμενον θειικὸν ὀξὺ μετρεῖται διὰ τῶν μεθόδων τῆς Ἀναλυτικῆς Χημείας. Ἡ καῦσις γίνεται συνήθως εἰς μίαν θερμιδομετρικὴν ὀβίδα, ὡς ἡ τοῦ **Mahler** (παράγρ. 11·9) μὲ καθαρὸν ὀξυγόνον ἢ μίαν λάμπαν ὡς ἡ εἰκονιζομένη εἰς τὸ σχῆμα 11·7. Ἡ ὀβὶς τοῦ **Mahler** χρησιμοποιεῖται διὰ τοὺς γαιάνθρακας ἢ τὰ βαρέα καύσιμα, ἐνῶ ἡ μέθοδος τῆς λάμπας διὰ τὰ ἐλαφρὰ καύσιμα καὶ κυρίως τὴν βενζίνην.



Σχ. 11·7.

Λάμπα προσδιορισμοῦ θείου.

Κατὰ τὴν μέθοδον τῆς λάμπας (σχ. 11·7) ὡρισμένη ποσότης βενζίνης καίεται

εἰς τὸν χῶρον Λ μὲ κατάλληλον θρυαλίδα καὶ εἰς ἀτμόσφαιραν ποὺ ρυθμίζεται νὰ περιέχῃ 10% CO_2 καὶ 30% ὀξυγόνον.

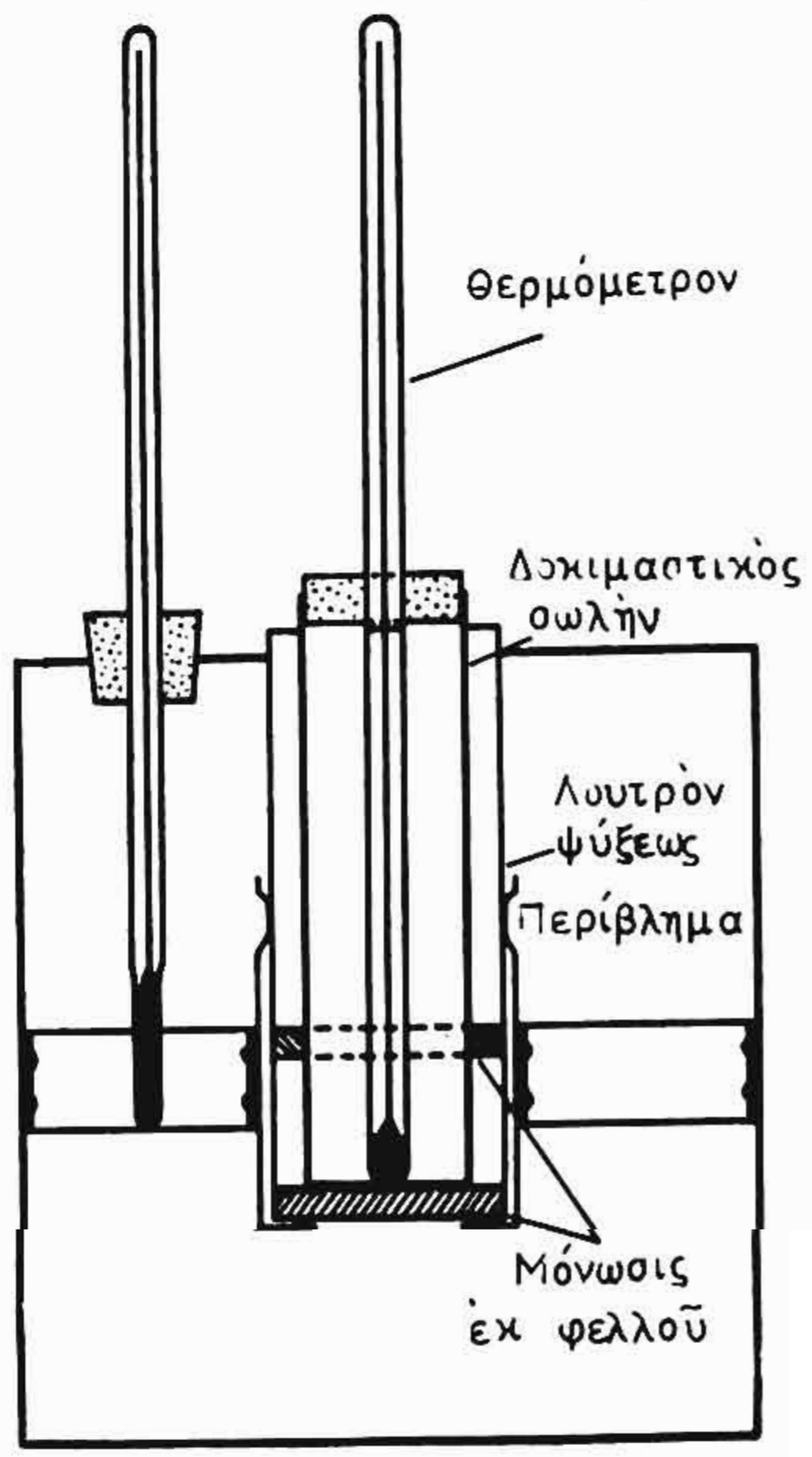
Τὸ ἐκ τῆς καύσεως τοῦ θείου παραγόμενον SO_2 ἀπορροφεῖται εἰς τὸ δοχεῖον Δ, ποὺ περιέχει ὑπεροξείδιον τοῦ ὑδρογόνου (H_2O_2), διὰ τοῦ ὁποίου καὶ ὀξειδοῦται πρὸς SO_3 καὶ καταλήγει τελικῶς εἰς θειικὸν ὀξὺ (H_2SO_4).

Τὸ παραγόμενον H_2SO_4 προσδιορίζεται εἴτε ὀγκομετρικῶς μὲ ἄλκαλι, εἴτε σταθμικῶς μὲ $BaCl_2$ ποὺ τὸ μετατρέπει εἰς $BaSO_4$ ἀδιάλυτον. Τὸ $BaSO_4$ εὔκολα ἀπομονώνεται διὰ διηθήσεως καὶ ζυγίζεται. Ἐκ τοῦ βάρους τοῦ $BaSO_4$ ὑπολογίζεται τὸ S, ποὺ περιείχετο εἰς τὸ καὲν δεῖγμα βενζίνης.

Ἡ ἀκριβὴς ποσότης τῆς καείστης βενζίνης εὑρίσκεται ἐκ τῆς διαφορᾶς βάρους τοῦ δοχείου δ τῆς λάμπας, πρὶν καὶ μετὰ τὴν δοκιμήν.

2) Ἔμμεσος ἔλεγχος διὰ θείου.

Βασίζεται εἰς τὴν διαβρωτικότητα, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν αἱ θειοῦχοι ἐνώσεις ἐπὶ ταινιῶν ἐκ καθαροῦ χαλκοῦ (copper strip corrosion), τὰς ὁποίας ἀμαυρώνουν εἰς βαθμὸν ἀνάλογον μὲ τὴν εἰς θεῖον περιεκτικότητα. Τὸ ὑπὸ ἐξέτασιν δεῖγμα παραμένει ἐν ἐπαφῇ μὲ τὴν ταινίαν χαλκοῦ ἐπὶ 2 ὥρας εἰς 212° F καὶ ἡ τυχὸν ἀλλοίωσις τῆς ἐμφανίσεως ἢ τοῦ χρώματος τῆς χαλκίνης ταινίας συγκρίνεται πρὸς πρότυπα δοκίμια καὶ βαθμολογεῖται ἀναλόγως. Μόνον ἐλαφρὰ ἀλλοίωσις τῆς ἀρχικῆς ἀποχρώσεως ἐπιτρέπεται.



Σχ. 11·8.
Συσκευὴ προσδιορισμοῦ σημείου πήξεως καὶ σημείου ροῆς.

11·8 Σημεῖον ροῆς. Σημεῖον πήξεως.

Σημεῖον ροῆς εἶναι ἡ κατωτάτη θερμοκρασία, μέχρι τῆς ὁποίας τὸ καύσιμον διατηρεῖ τὴν ρευστότητά του.

Σημεῖον πήξεως εἶναι ἡ θερμοκρασία, *εἰς τὴν ὁποίαν τὸ καύσιμον στερεοποιεῖται.*

Ἡ μέτρησις τῶν ἀνωτέρω ἰδιοτήτων γίνεται διὰ βαθμιαίας ψύξεως δείγματος καυσίμου ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος εἰς ψυκτικὸν θάλαμον (σχ. 11·8). Ἀνὰ 5° F ἐξάγεται τὸ δεῖγμα, φέρεται εἰς ὁριζοντίαν θέσιν καὶ ἐφ' ὅσον ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια δὲν ἐμ-

φανίζει κύρτωσιν, ἡ θερμομετρικὴ ἔνδειξις τῆς στιγμῆς ἐκείνης εἶναι τὸ *σημεῖον πήξεως*. Τὸ *σημεῖον ροῆς* συμβατικῶς λαμβάνεται κατὰ 5^0 F ἄνω τοῦ σημείου πήξεως.

Ὥστε :

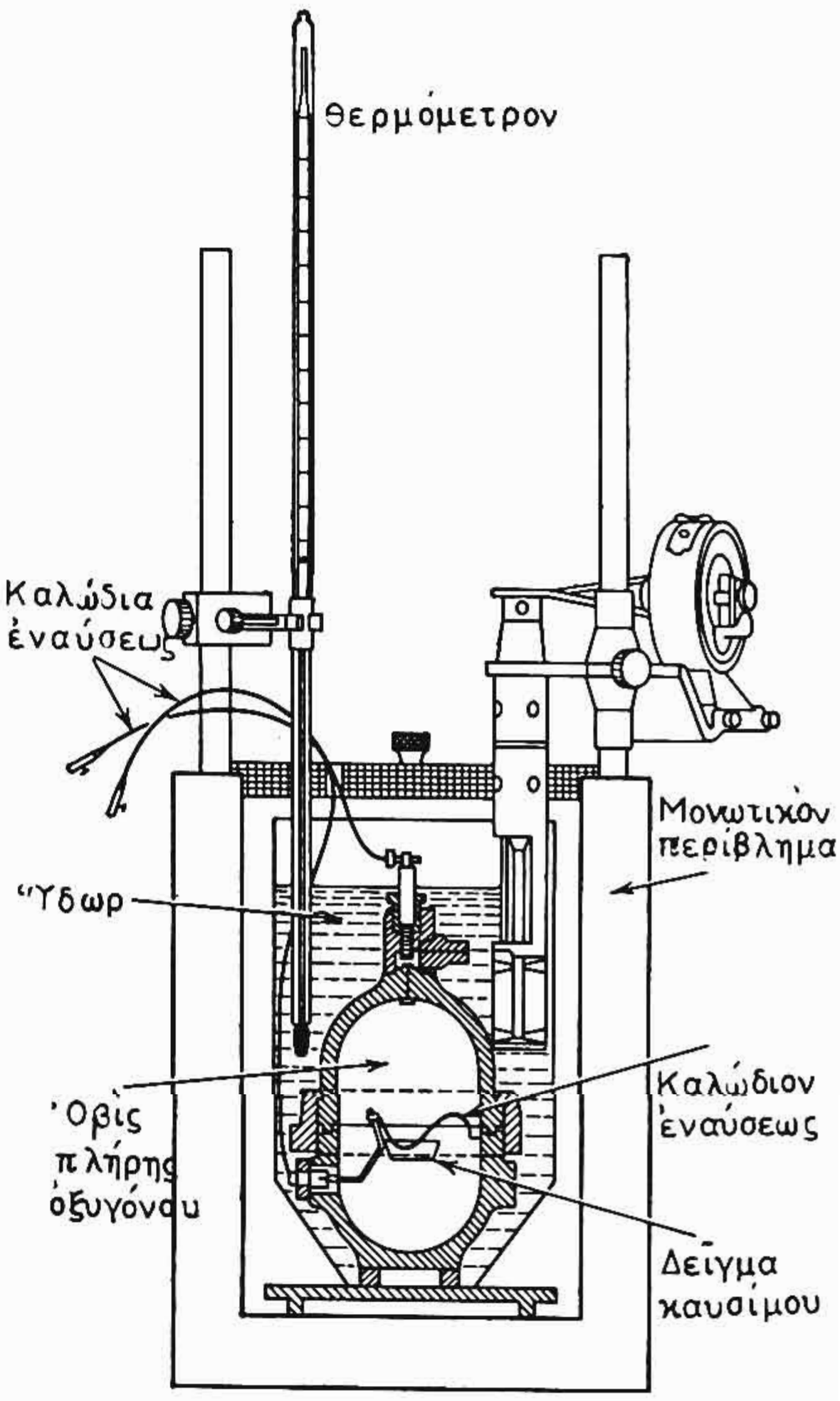
$$\text{Σημεῖον ροῆς} = \text{Σημεῖον πήξεως} + 5^0 \text{ F}$$

Τὸ σημεῖον ροῆς ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν διὰ τὴν ἀντλητικότητα τοῦ πετρελαίου. Δὲν ἐπιτρέπεται αὐτὸ νὰ εἶναι ἀνώτερον τῆς τιμῆς, τὴν ὁποίαν καθορίζουν αἱ προδιαγραφαί. Ὑπενθυμίζεται ὅτι διὰ μὲν τὸ μαζοὺτ εἶναι 15^0 F διὰ δὲ τὸ Diesel 0^0 F (max).

11·9 Θερμαντικὴ ἱκανότης.

Ὀνομάζομεν *θερμαντικὴν ἱκανότητα* ἑνὸς καυσίμου τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ποὺ παράγεται κατὰ τὴν *τελείαν* καῦσιν τῆς μονάδος βάρους τοῦ καυσίμου τούτου. Εἶναι ἕνα ἐκ τῶν σπουδαιοτέρων χαρακτηριστικῶν ἑνὸς καυσίμου, ἀφοῦ ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς θερμαντικῆς ἱκανότητος ἐξαρτᾶται τὸ ποσὸν τῆς ἐνεργείας, ποὺ θὰ προκύψῃ κατὰ τὴν καῦσιν τοῦ καυσίμου ἐντὸς τῆς μηχανῆς.

Τὴν σπουδαιότητα τῆς θερμαντικῆς ἱκανότητος διὰ τὰ ὑγρὰ καύσιμα μειώνει κάπως τὸ γεγονός, ὅτι ἡ τιμή της δι' ὅλα τὰ πετρελαιοειδῆ κυμαίνεται εἰς περιωρισμένα ὅρια (9500 ἕως 11000 kcal/kg). Ἀντι-



Σχ. 11·9.
Θερμιδομετρικὴ ὀβίς.

θέτως διὰ τὰ στερεὰ καύσιμα ποικίλλει ἐντὸς εὐρέων ὁρίων (2000 ἕως 9000 kcal/kg) καὶ ἀποτελεῖ τὸ σπουδαιότερον χαρακτηριστικόν.

Ἡ μέτρησις τῆς θερμαντικῆς ἱκανότητος γίνεται διὰ *τελείας καύσεως* ὡρισμένης ποσότητος τοῦ δείγματος μὲ καθαρὸν ὀξυγόνον. Ἡ συσκευή, ποὺ χρησιμοποιεῖται πρὸς τοῦτο, εἶναι γνωστὴ ὡς *θερμιδομετρικὴ ὀβίς*, συνηθέστερος δὲ τύπος της εἶναι ἡ ὀβὶς Mahler, ποὺ εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 11·9. Ὁ ὑπολογισμὸς τῆς παραγομένης κατὰ τὴν καῦσιν θερμότητος, ἡ ὁποία ἀναγομένη ἀνὰ χιλιόγραμμον μᾶς δίδει τὴν ζητουμένην θερμαντικὴν ἱκανότητα, γίνεται μὲ τὴν γνωστὴν ἐκ τῆς Θερμιδομετρίας σχέσιν :

$$\mathbf{Q = cB\,(\Theta_2 - \Theta_1) + B'} \qquad (1)$$

ὅπου : Q εἶναι ἡ ζητουμένη θερμαντικὴ ἱκανότης τοῦ καυσίμου ἀναγομένη ἀνὰ μονάδα βάρους,

c ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὕδατος (= 1),

B τὸ βάρος τοῦ ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου περιεχομένου ὕδατος,

Θ_1 ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος (πρὸ τῆς καύσεως),

Θ_2 ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος (μετὰ τὴν καῦσιν) καὶ

B′ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου, ἤτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος ποὺ ἀπορροφεῖ τὸ θερμιδόμετρον (τὸ ποσὸν αὐτὸ ὑπολογίζεται ἂν κάμωμεν θερμιδομέτρησιν μὲ γνωστῆς θερμαντικῆς ἱκανότητος καύσιμον, ἤτοι λύομεν τὴν ἀνωτέρω ἐξίσωσιν ὡς πρὸς B′).

Ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις βασίζεται εἰς τὴν ἁπλῆν σκέψιν, ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ποὺ παράγεται κατὰ τὴν καῦσιν τοῦ δείγματος τοῦ καυσίμου, εἶναι αὐτό, τὸ ὁποῖον ἀπορροφεῖ τὸ θερμιδόμετρον. Ἡ ὅλη συσκευὴ εἶναι καλῶς μονωμένη, ὥστε ἡ ἀπώλεια θερμότητος πρὸς τὸ περιβάλλον νὰ εἶναι ἀμελητέα.

Παράδειγμα.

Ἐντὸς θερμιδομετρικῆς ὀβίδος καίονται μὲ καθαρὸν ὀξυγόνον 0,2 γρ. μαζούτ, ὁπότε ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται ἀπὸ 15,25° C εἰς 15,55° C. Τὸ θερμιδόμετρον περιέχει 2½ kg ὕδατος καὶ ἔχει θερμικὸν ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ B′ = 1,25 kcal. Νὰ εὑρεθῇ ἡ θερμαντικὴ ἱκανότης τοῦ δείγματος.

Λύσις :

Ἐκ τῶν δεδομένων ἔχομεν :

$B = 2500$ γρ., $B' = 1250$ cal., $c = 1$, $\Theta_1 = 15{,}25^0$ C, $\Theta_2 = 15{,}55^0$ C.

Ἐφαρμόζοντες τὴν σχέσιν (1) λαμβάνομεν :

$$Q = 2500 \times (15{,}55 - 15{,}25) + 1250$$
$$Q = 2000 \text{ cal.}$$

Ἀναγομένη δὲ ἀνὰ γραμμάριον θὰ εἶναι :

$$Q = 2000 : 0{,}2 = 10\,000 \text{ cal/γρ., ἢ } 10\,000 \text{ kcal/kg}$$

ποὺ παριστᾶ τὴν ζητουμένην θερμαντικὴν ἱκανότητα τοῦ μαζούτ.

Τὴν θερμαντικὴν ἱκανότητα ἑνὸς καυσίμου δυνάμεθα ἐπίσης νὰ ὑπολογίζωμεν, ἂν γνωρίζωμεν τὴν χημικὴν σύστασίν του. Βασιζόμεθα πρὸς τοῦτο εἰς τὴν διαπίστωσιν ὅτι τὰ στοιχεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ καύσιμον ἀποτελεῖται, ἀποδίδουν κατὰ τὴν τελείαν καῦσιν των τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος εἴτε εἶναι μόνα των εἴτε ὑπὸ μορφὴν τῶν χημικῶν ἑνώσεων ποὺ ἀποτελοῦν τὸ καύσιμον.

Αἱ ἐπὶ μέρους θερμαντικαὶ ἱκανότητες τῶν στοιχείων, ποὺ ἀποτελοῦν τὰ καύσιμα, εἶναι :

$$C = 8100 \text{ kcal/kg}, \quad H = 34\,400 \text{ kcal/kg}, \quad S = 2500 \text{ kcal/kg}$$

Τὸ ὀξυγόνον ὄχι μόνον δὲν ἀποδίδει θερμότητα κατὰ τὴν καῦσιν τοῦ καυσίμου, ἀλλά, ἀντιθέτως, ἔχει δεσμεύσει εἰς τὸ μόριον τοῦ καυσίμου ὑδρογόνον ἴσον μὲ τὸ 1/8 τοῦ βάρους του, διότι ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν αὐτὴν ἑνοῦνται τὰ δύο αὐτὰ στοιχεῖα. Ἡ δέσμευσις αὐτὴ τοῦ ὑδρογόνου πρέπει νὰ ἀφαιρῆται κατὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς θερμαντικῆς ἱκανότητος τοῦ καυσίμου.

Ἐὰν C, H, O, S εἶναι ἡ περιεκτικότης τοῦ καυσίμου εἰς ἄνθρακα, ὑδρογόνον, ὀξυγόνον καὶ θεῖον ἀντιστοίχως, ἐκπεφρασμένη εἰς kg ἀνὰ kg καυσίμου, ὁ τύπος τῆς θερμαντικῆς ἱκανότητος εἶναι :

$$\boxed{Q_A = 8100\,C + 34\,400\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2500\,S} \qquad (2)$$

Ὁ συμβολισμὸς Q_A παριστᾶ τὴν *ἀνωτέραν θερμαντικὴν ἱκανότητα* τοῦ καυσίμου, ἤτοι τὸ μέγιστον ποσὸν θερμότητος ποὺ παράγεται κατὰ τὴν τελείαν καῦσιν του. Τὸ ἐκμεταλλεύσιμον ὅμως ποσὸν θερμότητος, ποὺ ὀνομάζεται *κατωτέρα θερμαντικὴ ἱκανότης* Q_K, εἶναι μικρότερον τῆς Q_A, διότι μέρος αὐτῆς κρατεῖ ὁ ὑδρατμός, ποὺ ὑπάρχει εἰς τὰ καυσαέρια. Ὁ ὑδρατμὸς αὐτὸς προέρχεται ἀφ' ἑνὸς μὲν ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τῆς ὑγρασίας, τὴν ὁποίαν τὸ καύσιμον περιέχει, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἐκ τῆς καύσεως τοῦ ὑδρογόνου.

Ἂν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν ὅτι :

α) ἀπὸ H kg ὑδρογόνου παράγονται διὰ τῆς καύσεως 9H kg ὕδατος,

β) κάθε kg ὑδρατμοῦ (Υ) δεσμεύει 600 περίπου θερμίδας (kcal), εἶναι εὔκολον νὰ ἀντιληφθῆ κανείς, ὅτι ἡ σχέσις, ποὺ συνδέει τὴν ἀνωτέραν μὲ τὴν κατωτέραν θερμαντικὴν ἱκανότητα, θὰ εἶναι :

$$\boxed{Q_K = Q_A - 600\,(9H + Y)} \qquad (3)$$

Ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸν τύπον (2) δυνάμεθα νὰ λάβωμεν κατ' εὐθεῖαν τὴν κατωτέραν θερμαντικὴν ἱκανότητα, ἂν ὡς συντελεστὴν τοῦ ὑδρογόνου λάβωμεν τὸ 29 000 ἀντὶ 34 400, ποὺ εἶναι ἡ διαφορὰ μεταξὺ ἀνωτέρας καὶ κατωτέρας θερμαντικῆς ἱκανότητος τοῦ ὑδρογόνου, καὶ ἂν βεβαίως ἀφαιρέσωμεν τὰς θερμίδας, ποὺ κρατεῖ ὁ ἐκ τῆς ὑγρασίας Υ παραγόμενος ὑδρατμός. Ὁ τύπος τότε θὰ εἶναι :

$$\boxed{Q_K = 8100\,C + 29\,000\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2500\,S - 600\,Y}$$

Παράδειγμα.

Ἡ χημικὴ σύνθεσις πετρελαίου εἶναι C=82%, H=12%, O=0,8%, S = 1,2%, Y = 4%. Νὰ εὑρεθῆ ἡ ἀνωτέρα καὶ ἡ κατωτέρα θερμαντικὴ ἱκανότης του.

Λύσις :

α) $Q_A = 8100 \times 0{,}82 + 34\,400\left(0{,}12 - \frac{0{,}008}{8}\right) + 0{,}012 \times 2500$

$Q_A = 6642 + 4093{,}6 + 30 = 10\,765{,}6$ kcal/kg.

β) $Q_K = Q_A - 600\,(9H + Y)$

$Q_K = 10\,765{,}6 - 600\,(9 \times 0{,}12 + 0{,}04)$

$Q_K = 10\,765{,}6 - 600 \times 1{,}12$

$Q_K = 10\,083{,}6$ kcal/kg.

11·10 Ἐξανθράκωμα.

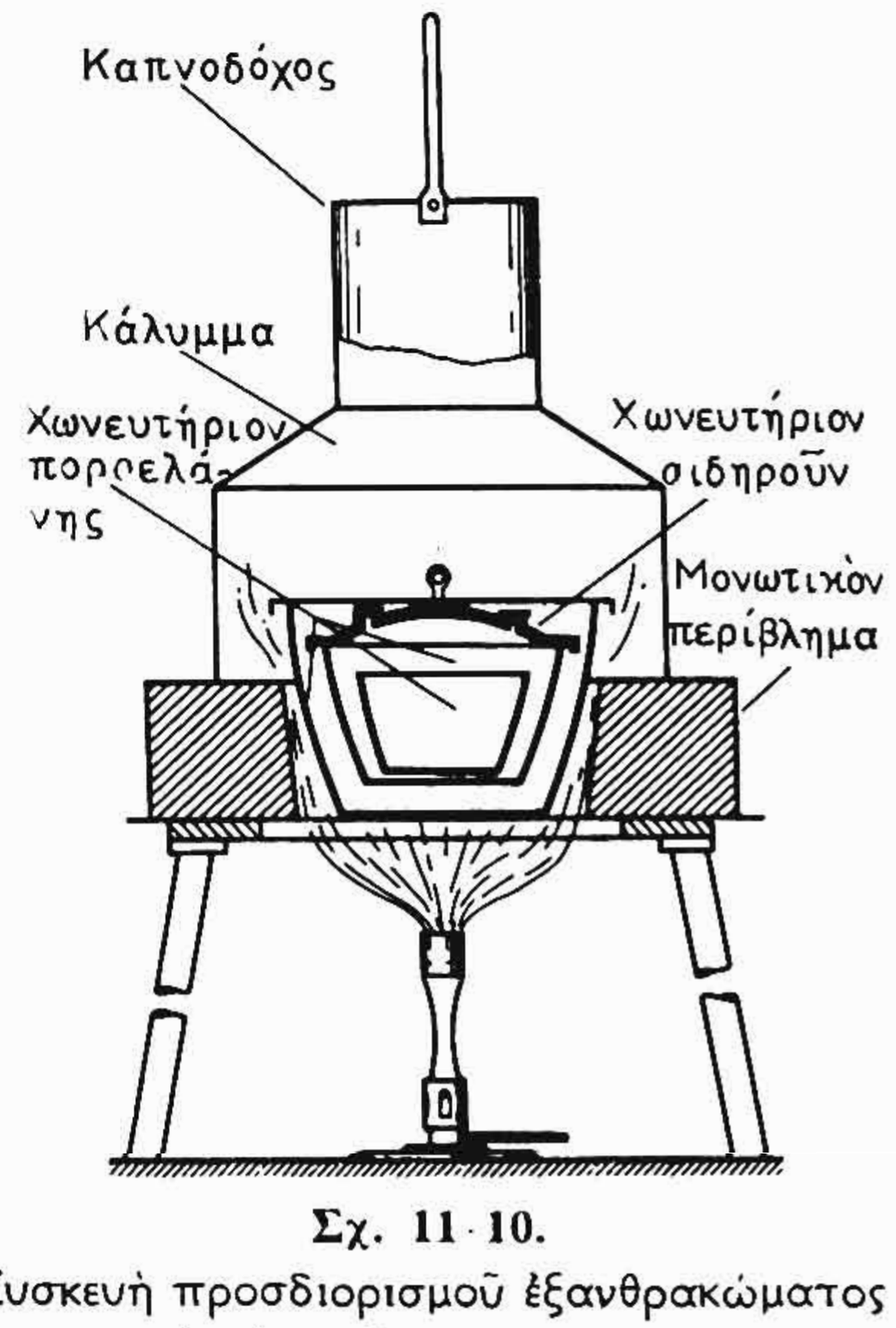
Καλοῦμεν *ἐξανθράκωμα* τὸ ἀνθρακοῦχον ὑπόλειμμα, ποὺ παραμένει μετὰ τὴν καῦσιν δείγματος πετρελαίου ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας. Κύριον γνώρισμα τῶν συνθηκῶν αὐτῶν εἶναι ἡ ἔλλειψις ἐπαρκοῦς ἀέρος καὶ ἡ ὑψηλὴ σχετικῶς θερμοκρασία (500° C ἕως 700° C), ὑπὸ τὴν

ὁποίαν ἐκτελεῖται ἡ ἐξανθράκωσις. Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ ἐξασφαλίζονται αἱ συνθῆκαι, ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐνδεχομένως θὰ εὑρεθῇ τὸ πετρέλαιον κατὰ τὴν διαδρομὴν ἐκ τοῦ δικτύου καυσίμου μέχρι τῆς τελικῆς καύσεως· ἡ τιμὴ ἐξανθρακώματος ἀπεικονίζει τὴν τάσιν τοῦ πετρελαίου πρὸς σχηματισμὸν τοιούτων ἀνθρακούχων ὑπολειμμάτων.

Μέθοδοι μετρήσεως τοῦ ἐξανθρακώματος ὑπάρχουν δύο κυρίως:

α) *Μέθοδος Conradson.* Κατ' αὐτὴν τὸ δεῖγμα τοῦ πετρελαίου θερμαίνεται εἰς ἀνοικτὸν δοχεῖον ὑπὸ συνθήκας μετρίας παροχῆς ἀέρος διὰ φυσικοῦ ἑλκυσμοῦ, τὸν ὁποῖον ἐξασφαλίζει καπνοδόχος τυποποιημένων διαστάσεων καὶ σχήματος· ἐν συνεχείᾳ ζυγίζεται τὸ σχηματιζόμενον ἀνθρακοῦχον ὑπόλειμμα, ἀναγόμενον ἐπὶ τοῖς % τοῦ ἀρχικοῦ βάρους τοῦ δείγματος. Ἡ συσκευὴ Conradson φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 11·10.

β) *Μέθοδος Ramsbottom.* Διαφέρει τῆς προηγουμένης κατὰ τὸ ὅτι ἡ ἀπανθράκωσις τοῦ δείγματος ἐκτελεῖται εἰς κλειστὸν δοχεῖον ἀπολῆγον εἰς τὸ ἄνω μέρος εἰς τριχοειδῆ σωλῆνα, διὰ τοῦ ὁποίου διαφεύγουν οἱ παραγόμενοι ἀτμοὶ πετρελαίου. Ἡ ὅλη διάρκεια τῆς δοκιμῆς εἶναι 20' καὶ ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερὰ εἰς 550° C.



Σχ. 11·10.
Συσκευὴ προσδιορισμοῦ ἐξανθρακώματος κατὰ τὴν μέθοδον Conradson.

Σημειοῦται ὅτι διὰ τὰ βαρέα καύσιμα τὸ ἐξανθράκωμα μετρεῖται κατὰ τὰς ἀνωτέρω περιγραφομένας μεθόδους ἐπὶ τοῦ δείγματος ὡς ἔχει, ἐνῶ διὰ τὰ ἀποστάγματα ἐν γένει (πετρέλαιον Diesel κυρίως) μετρεῖται ἐπὶ τοῦ 10% ὑπολείμματος, ποὺ ἀπομένει μετὰ τὴν ἀπόσταξιν τῶν ἐλαφροτέρων κλασμάτων. Καὶ τοῦτο, διότι ἡ τάσις σχηματισμοῦ ἐξανθρακώματος τῶν ἐλαφρῶν καυσίμων συνδέεται πρὸς τὰ βαρύτερα κλάσματά των, ἐνῶ τὰ ἐλαφρότερα ἐξ αὐτῶν ὡς πτητικώτερα καίονται συνήθως προτοῦ προλάβουν νὰ ἀφήσουν ἐξανθρακώματα.

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΛΟΙΠΑ ΕΙΔΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 12

ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

12·1 Εἴδη στερεῶν καυσίμων.

Τὰ στερεὰ καύσιμα διακρίνονται εἰς δύο κατηγορίας :

— Τὰ *φυσικὰ στερεὰ καύσιμα*, ἤτοι *τοὺς γαιάνθρακας*.

— Τὰ *τεχνητὰ στερεὰ καύσιμα*, τὰ ὁποῖα δὲν ὑπάρχουν εἰς τὴν φύσιν, ἀλλὰ παράγονται τεχνητῶς ἐξ ἄλλων πηγῶν ἐνεργείας. Σπουδαιότερα εἴδη ἐκ τῶν τεχνητῶν στερεῶν καυσίμων εἶναι οἱ *ξυλάνθρακες* καὶ τὸ *κώκ*.

1) Ξυλάνθρακες.

Προέρχονται ἀπὸ τὰ ξύλα, τὰ ὁποῖα ὑποβάλλονται εἰς ἀπανθράκωσιν διὰ καύσεως ἐν ἀπουσίᾳ πολλοῦ ἀέρος. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τοποθετήσεως τῶν ξύλων εἰς σωρόν, ποὺ καλύπτεται μὲ στρῶμα λάσπης ἢ πηλοῦ πάχους 10 cm εἰς τρόπον, ὥστε νὰ ἐμποδίζῃ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ὀξυγόνου. Ἔτσι ἀντὶ καύσεως λαμβάνει χώραν μᾶλλον ξηρὰ ἀπόσταξις, ποὺ ὁδηγεῖ εἰς ἀπανθράκωσιν. Ἡ περιεκτικότης εἰς ἄνθρακα, ἡ ὁποία διὰ τὸ ξύλον εἶναι 40 % ἕως 50 % (τὸ ὑπόλοιπον εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὕδωρ καὶ τέφρα), ἀνέρχεται μετὰ τὴν ἀπανθράκωσιν εἰς 80 % ἕως 90 %. Οἱ ξυλάνθρακες συνεπῶς εἶναι πρώτης τάξεως καύσιμον μὲ θερμαντικὴν ἱκανότητα 7500 ἕως 8000 kcal /kg.

Πρὸ τῆς διαδόσεως τῶν ὑγρῶν καυσίμων καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἦτο τὸ κατ' ἐξοχὴν καύσιμον διὰ τὴν οἰκιακὴν θέρμανσιν τῶν ἀγροτικῶν κυρίως πληθυσμῶν. Σήμερον χρησιμοποιεῖται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς ὡς ἀναγωγικὸν μέσον διὰ τὴν παραγωγὴν χάλυβος ἀρίστης ποιότητος. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν χαμηλὴν περιεκτικότητα τέφρας, ἡ ὁποία μάλιστα εἶναι ἀπηλλαγμένη ἐπιβλαβῶν συστατικῶν, ὡς εἶναι τὸ θεῖον, ποὺ περιέχουν εἰς ὑψηλὴν ἀναλογίαν οἱ γαιάνθρακες.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

2) Κώκ.

Τὸ κὼκ ἢ ὀπτάνθραξ παράγεται διὰ ξηρᾶς ἀποστάξεως τῶν γαιανθράκων, ἤτοι διὰ πυρώσεως αὐτῶν ἐντὸς κλειστῶν ἑστιῶν χωρὶς ἀέρα. Διὰ τῆς ξηρᾶς ἀποστάξεως οἱ γαιάνθρακες διασπῶνται εἰς τὰ πτητικὰ συστατικά, ποὺ περιέχουν ὡς κύριον συστατικὸν τὸ φωταέριον, καὶ εἰς τὸ ὑπόλειμμα τῆς ἀποστάξεως, ποὺ εἶναι τὸ κώκ.

Ἡ ξηρὰ ἀπόσταξις ἄλλοτε γίνεται διὰ τὸ φωταέριον, ὁπότε τὸ κὼκ ἀποτελεῖ δευτερεῦον προϊόν, καὶ ἄλλοτε ἀποβλέπει εἰς τὴν μετατροπὴν τῶν μικρᾶς ἀνθεκτικότητος εἰς συμπίεσιν γαιανθράκων εἰς τὸ συμπαγὲς καὶ ἀνθεκτικὸν εἰς τὴν συμπίεσιν κώκ. Ἡ ἰδιότης αὐτὴ εἶναι ἀπαραίτητος εἰς τὴν μεταλλουργίαν, ὅπου ὁ ἀναγωγικὸς ἄνθραξ ὑφίσταται ἐντὸς τῆς ὑψικαμίνου μεγάλην συμπίεσιν ἀπὸ τὸ μετάλλευμα, ποὺ ἂν δὲν ἔχη τὴν κατάλληλον συνεκτικότητα, συντρίβεται, κονιοποιεῖται καὶ ἐμποδίζει τὴν ὁμαλὴν λειτουργίαν τῆς ὑψικαμίνου. Τοῦτο ἀποτελεῖ σήμερον σχεδὸν τὴν μοναδικὴν χρῆσιν τοῦ κώκ, ποὺ φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ὡς *μεταλλουργικὸν κώκ.*

12·2 Γαιάνθρακες.

Ὑπὸ τὸ ὄνομα *γαιάνθρακες* περιλαμβάνονται ὅλα τὰ εἴδη τοῦ φυσικοῦ ἄνθρακος, ὁ ὁποῖος εἶναι ὀρυκτὸν καὶ προέρχεται ἐκ τῆς ἀπανθρακώσεως φυτικῶν ὑλῶν, ἤτοι κορμῶν δένδρων ποὺ εὑρέθησαν μετὰ τὰς γεωλογικὰς προσχώσεις εἰς μεγάλα βάθη ὑπὸ τὴν γῆν. Ἐκεῖ ὑπέστησαν τὴν ἀποσυνθετικὴν δρᾶσιν διαφόρων ἀναεροβίων ὀργανισμῶν, ποὺ μὲ τὴν πίεσιν καὶ τὴν ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν ποὺ ἐπικρατοῦν εἰς μεγαλύτερα βάθη τῆς γῆς προεκάλεσαν τὴν μετατροπὴν τῆς κυτταρίνης τοῦ ξύλου εἰς τὰς διαφόρους μορφὰς γαιάνθρακος, ὑπὸ τὰς ὁποίας σήμερον λαμβάνεται δι' ἐξορύξεως.

Τὰ *εἴδη* τῶν γαιανθράκων διαφέρουν μεταξύ των κυρίως ὡς πρὸς τὸν χρόνον, τὸ βάθος καὶ τὰς συνθήκας, ὑπὸ τὰς ὁποίας εὑρέθησαν ὑπὸ τὸ ἔδαφος καὶ ὑπέστησαν τὴν ἐξανθράκωσιν. Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἡλικία ἑνὸς γαιάνθρακος, τόσον τελειοτέρα εἶναι ἡ ἐξανθράκωσις καὶ ἐπομένως τόσον μεγαλυτέρα ἡ θερμαντική των ἀξία. Τὸ βάθος τοῦ κοιτάσματος καὶ ἡ συνεπεία τούτου ἀσκηθεῖσα κατὰ τὴν ἐξανθράκωσιν πίεσις ἐπηρεάζει τὴν συνεκτικότητα τοῦ παραγομένου γαιάνθρακος. Ὑπὸ ὅλως ἐξαιρετικὰς πιέσεις, τὰς ὁποίας ἐξασφαλίζουν τὰ μεγάλα βάθη ἢ κατάλληλα πετρώματα, εἶναι δυνατὸν νὰ δημιουργηθοῦν ἀδάμαντες, ποὺ ἀποτελοῦν τὴν πλέον συμπαγῆ, σκληρὰν καὶ καθαρὰν

ΠΙΝΑΞ 12·2

Ταξινόμησις γαιανθράκων κατὰ Grünner

Είδος γαιάνθρακος	Σύστασις % δείγματος άνευ ύγρασίας καὶ τέφρας					Θερμαντικὴ ἱκανότης (kcal/kg)*	Ἐφαρμογαὶ Παρατηρήσεις
	α) Ἐπὶ δείγματος ὡς ἔχει			β) Κατόπιν ἀποστάξεως			
	C	H	Λοιπὰ (O + N + S)	Πτητικὰ	Μόνιμος ἄνθραξ		
1. Ἀνθρακῖται	92	4	4	15	85	8 - 9000	α) Οἰκιακαὶ χρήσεις β) Παραγωγὴ ἀτμοῦ
2. Λιθάνθρακες πισσοῦχοι (Bituminous coal) α) Βραχύφλογοι	85	5	10	20	80	7 - 8000	Ἐπειδὴ περιέχουν ὀλίγα πτητικὰ καὶ σχηματίζουν σκληρὸν πλακοῦντα εἶναι οἱ καταλληλότεροι διὰ παραγωγὴν κώκ. Χρησιμοποιοῦνται καὶ εἰς ἑστίας ἀτμολεβήτων
β) Μακρόφλογοι	80	5	15	35	65	6 - 7000	Λόγω τῶν πολλῶν πτητικῶν εἶναι κατάλληλοι διὰ παραγωγὴν φωταερίου κυρίως
3. Λιθάνθρακες ὑποπισσοῦχοι (Subituminous coal)	75	5	20	40	60	5 - 6000	Δὲν συσσωματοῦνται πρὸς κώκ Χρησιμοποιοῦνται εἰς καμίνους
4. Λιγνίτης	65	5	30	45	55	3 - 5000	Μετὰ κατάλληλον ἐπεξεργασίαν χρησιμοποιεῖται εἰς ἀτμοηλεκτρικοὺς σταθμοὺς διὰ παραγωγὴν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας
5. Τύρφη	50	6	44	40 - 50	50 - 60	2 - 3000	Ἰδιαιτέραν σημασίαν διὰ τὴν χώραν μας ἔχουν τὰ κοιτάσματα τύρφης τῶν Φιλίππων (Καβάλα), τὰ ὁποῖα κατόπιν τελευταίας μελέτης ἀπεδείχθησαν ἐκμεταλλεύσιμα

* Ἡ θερμαντικὴ ἱκανότης ἀναφέρεται ὁμοίως ἐπὶ δείγματος ξηροῦ.

μορφὴν ὀρυκτοῦ ἄνθρακος.

Ἡ *ταξινόμησις* τῶν γαιανθράκων γίνεται κατὰ πολλοὺς τρόπους. Ἕνας ἐκ τῶν ἐπικρατεστέρων εἶναι ἡ ταξινόμησις κατὰ Grünner. Ὁ Πίναξ 12·2·1 παρέχει τὰ σπουδαιότερα εἴδη καὶ τὰ κυριώτερα χαρακτηριστικὰ τῶν γαιανθράκων.

12·3 Σημασία τῶν γαιανθράκων ὡς πηγῆς ἐνεργείας.

Μολονότι σήμερον ἡ πρόωσις πλοίων μὲ στερεὰ καύσιμα ἔχει σχεδὸν τελείως ἐκλείψει λόγω τῶν μειονεκτημάτων, ποὺ παρουσιάζουν ἔναντι τῶν ὑγρῶν καυσίμων, ἡ σημασία των διὰ τὴν κάλυψιν τῶν ἐνεργειακῶν πηγῶν τῆς ἀνθρωπότητος εἶναι σημαντική, ἀφοῦ κατέχουν τὴν δευτέραν θέσιν κατὰ ποσοστὸν συμμετοχῆς των εἰς τὰς ὡς ἄνω ἐνεργειακὰς ἀνάγκας μὲ 26%, ἔναντι 50% τῶν ὑγρῶν καυσίμων. Ἀκόμη μεγαλύτερος προβλέπεται νὰ εἶναι ὁ μελλοντικὸς ρόλος τοῦ ἄνθρακος ὡς πηγῆς ἐνεργείας, ὅταν τὰ ἀποθέματα τοῦ πετρελαίου θὰ τείνουν νὰ ἐξαντληθοῦν. Τότε κατ' ἀνάγκην ἡ ἀνθρωπότης θὰ στραφῇ καὶ πάλιν πρὸς τοὺς γαιάνθρακας, ἀφοῦ βεβαίως ἡ τεχνολογικὴ πρόοδος θὰ ἔχῃ βελτιώση τὰς συνθήκας ἐκμεταλλεύσεως. Μία δυνατότης πρὸς τὴν κατεύθυνσιν αὐτὴν εἶναι ἡ μεταφορὰ τοῦ γαιάνθρακος διὰ σωληνώσεων κατόπιν κονιοποιήσεως καὶ ἡ δυνατότης νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς πρώτη ὕλη διὰ τὴν παραγωγὴν συνθετικῶν ὑγρῶν καυσίμων (συνθετικὴ βενζίνη, ἐξωτικὰ καύσιμα κ.λπ.) (παράγρ. 7·4).

12·4 Τὰ κύρια χαρακτηριστικὰ τῶν γαιανθράκων.

1) Θερμαντικὴ ἱκανότης.

Ἀποτελεῖ κύριον χαρακτηριστικὸν γνώρισμα, ποὺ πρέπει ἀπαραιτήτως νὰ ἐλέγχεται, διότι ἡ τιμή της κυμαίνεται εἰς εὐρέα ὅρια καὶ ἀπὸ αὐτὴν κυρίως ἐξαρτᾶται ἡ ποιότης τῶν γαιανθράκων. Ὁ προσδιορισμὸς τῆς θερμαντικῆς ἱκανότητος ἀπαιτεῖ ἀντιπροσωπευτικὴν δειγματολειψίαν. Ἐκτελεῖται εἰς θερμιδομετρικὴν ὀβίδα κατὰ τρόπον, ὁ ὁποῖος περιγράφεται εἰς τὴν παράγραφον 11·9. Τὸ θερμιδόμετρον παρέχει τὴν τιμὴν τῆς *ἀνωτέρας θερμαντικῆς ἱκανότητος* Q_A, ἐνῶ πολὺ μεγαλυτέραν πρακτικὴν σημασίαν ἔχει ἡ *κατωτέρα θερμαντικὴ ἱκανότης* Q_K, ποὺ εἶναι ἡ ἐκμεταλλεύσιμος θερμότης. Αὐτὴ εὑρίσκεται διὰ τῆς γνωστῆς σχέσεως :

$$Q_K = Q_A - 600\ (9H + Y)$$

ὅπου : H εἶναι ἡ περιεκτικότης τοῦ καυσίμου εἰς ὑδρογόνον (kg ὑδρογ./kg καυσ.)

Y ἡ περιεκτικότης τοῦ καυσίμου εἰς ὑγρασίαν (kg ὕδατος/kg καυσ.).

2) Πτητικά.

Εἶναι τὰ συστατικὰ ἐκεῖνα τοῦ γαιάνθρακος, ποὺ μὲ τὴν ἔναρξιν τῆς καύσεως ἀποστάζονται καὶ καίονται ὡς ἀέριον. Ἀπαιτεῖται ἐπομένως μέγας χῶρος ἑστίας διὰ τὴν πλήρη καῦσιν των. Ἡ τιμὴ τῆς περιεκτικότητος τῶν γαιανθράκων εἰς πτητικὰ ἀποτελεῖ συνεπῶς οὐσιώδη παράγοντα διὰ τὴν σχεδίασιν τῆς ἑστίας καὶ τοῦ καπνοθαλάμου ἑνὸς γαιανθρακολέβητος.

3) Τέφρα.

Ἐνδιαφέρει ἰδιαιτέρως τόσον ποσοτικῶς ὅσον καὶ ποιοτικῶς.

α) Ποσοτικῶς ἡ περιεκτικότης εἰς τέφραν καθορίζεται δι' ἑνὸς ἀνωτάτου ὁρίου, διότι οὐδεμίαν θερμαντικὴν ἀξίαν προσφέρει, ἀλλὰ καὶ διότι ἡ ἀποκομιδή της δημιουργεῖ προβλήματα.

β) Ποιοτικῶς ἐνδιαφέρει κυρίως τὸ σημεῖον τήξεως τῆς τέφρας, διὰ τὸ ὁποῖον αἱ προδιαγραφαὶ καθορίζουν μίαν κατωτάτην τιμήν, κάτω τῆς ὁποίας δημιουργοῦνται ἐπὶ τῆς ἐσχάρας συσσωματώματα λόγω τήξεως τῆς τέφρας (caking), ποὺ ἐμποδίζουν τὴν ὁμαλὴν λειτουργίαν τῆς ἑστίας τοῦ λέβητος.

4) Θεῖον.

Ἂν καὶ τὸ θεῖον εἶναι καύσιμον συστατικὸν ἀποδίδον 2500 kcal/kg, ἡ παρουσία του εἰς τὸν γαιάνθρακα εἰς ἀναλογίαν ἄνω τοῦ 5% εἶναι κατὰ κανόνα ἀνεπιθύμητος, λόγω τῆς διαβρωτικότητος τοῦ παραγομένου κατὰ τὴν καῦσιν θειικοῦ ὀξέος.

5) Ἀνθεκτικότης.

Ἀφορᾶ εἰς τὴν ἀντοχὴν ποὺ ἔχει ὁ γαιάνθραξ εἰς τὴν σύνθλιψιν, ποὺ ὑφίσταται εἰς μίαν ἑστίαν λέβητος ἢ εἰς μίαν μεταλλουργικὴν κάμινον. Ἐλέγχεται διὰ περιστροφῆς ὡρισμένης ποσότητος γαιάνθρακος, εἰς ὁριζοντίως τοποθετημένον κυλινδρικὸν δοχεῖον ἐπὶ ὡρισμένον χρόνον καὶ μὲ ὡρισμένην ταχύτητα καὶ μετρεῖται ὁ ἐπερχόμενος βαθμὸς κονιοποιήσεως, τὰ ὅρια τοῦ ὁποίου ὁρίζουν αἱ ἐν ἰσχύει προδιαγραφαί.

12·5 Ἡ αὐτανάφλεξις τῶν γαιανθράκων.

Ἡ αὐτανάφλεξις τῶν ἀποθηκευμένων γαιανθράκων, ποὺ ἐνίοτε εἶναι δυνατὸν νὰ λάβη καταστρεπτικὰς διαστάσεις, ἀποτελεῖ τὴν κατάληξιν σειρᾶς φαινομένων, ποὺ ξεκινοῦν ἀπὸ τὴν τάσιν ὅλων τῶν κατηγοριῶν γαιανθράκων —πλὴν τοῦ ἀνθρακίτου— νὰ ἀπορροφοῦν βραδέως ὀξυγόνον ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν ὑπὸ ἔκλυσιν θερμότητος. Ἡ τάσις αὐτὴ ἐνισχύεται ἀπὸ πορώδη ἢ σαθρὰ εἴδη γαιάνθρακος, ὡς εἶναι οἱ πισσοῦχοι γαιάνθρακες, ἡ δὲ παραγομένη θερμότης αὐξάνει τὴν θερμοκρασίαν. Τὸ φαινόμενον ἐνισχύεται ἀπὸ τὴν παρουσίαν εἰς τὸν ἄνθρακα θειούχων ἐνώσεων, ὡς οἱ πυρῖται (FeS_2), ποὺ ἐκλύουν συμπληρωματικὴν θερμότητα. Τότε ἡ ὀξείδωσις ἐπιταχύνεται καὶ ἄνω τῶν 300⁰ C ἐπέρχεται αὐτόματος ἀνάφλεξις.

Τὰ σπουδαιότερα μέτρα κατὰ τῆς αὐταναφλέξεως εἶναι :

α) Τὸ δάπεδον τῆς γαιανθρακαποθήκης νὰ εἶναι κατὰ τὸ δυνατὸν ξηρὸν (πετρῶδες ἢ μπετόν).

β) Τὸ ὕψος τῶν σωρῶν τῶν γαιανθράκων νὰ μὴ ὑπερβαίνη τὰ 4 ἕως 5 μέτρα.

γ) Νὰ ὑπάρχουν διάδρομοι ἀερισμοῦ.

δ) Νὰ παρακολουθῆται ἡ θερμοκρασία εἰς διάφορα σημεῖα τῶν σωρῶν.

ε) Νὰ ἐξασφαλίζωνται ἐπαρκῆ μέσα ἀντιμετωπίσεως τῆς πυρκαϊᾶς καὶ εἰ δυνατὸν αὐτομάτου ἐπισημάνσεώς της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 13

ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

13·1 Σημασία τῶν ἀερίων καυσίμων.

Ἐπειδὴ τὰ ἀέρια καύσιμα παρουσιάζουν σοβαρὰ προβλήματα μεταφορᾶς καὶ ἀποθηκεύσεως, ἡ χρῆσις των ὡς πηγῶν ἐνεργείας μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ αἰῶνος μας ἦτο ἀσήμαντος. Ἀφ' ὅτου ὅμως εἰς τὰς Η.Π.Α. κυρίως ἀνεπτύχθη τεράστιον δίκτυον διοχετεῦον τὸ ἐκ τῶν πετρελαιοπηγῶν παραγόμενον *φυσικὸν ἀέριον*, ποὺ εἶναι τὸ σπουδαιότερον ἐκ τῶν ἀερίων καυσίμων, μέχρι τῶν κέντρων καταναλώσεως, ἡ συμμετοχὴ τῶν ἀερίων καυσίμων εἰς τὴν κάλυψιν τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος ἔφθασε (1970) τὸ 20%. Βεβαίως πρόκειται διὰ καύσιμον χρησιμοποιούμενον κυρίως διὰ βιομηχανικοὺς καὶ οἰκιακοὺς σκοπούς, ἡ τεραστία ὅμως σημασία τῶν ἀερίων καυσίμων ὡς πηγῶν ἐνεργείας ἐπιβάλλει, ὅπως ταῦτα ἐξετασθοῦν δι' ὀλίγων.

Χρῆσις πάντως τῶν ἀερίων καυσίμων διὰ τὴν κίνησιν μηχανῶν γίνεται εἰς τὰς λεγομένας *μηχανὰς διπλοῦ καυσίμου* (dual fuel engines). Βασικῶς πρόκειται περὶ μηχανῶν Diesel, ποὺ εἶναι κατεσκευασμέναι νὰ λειτουργοῦν μὲ πετρέλαιον Diesel. Λειτουργοῦν ὅμως καὶ μὲ ἀέριον καύσιμον, εἰς ὅσας περιπτώσεις ἡ χρῆσις του εἶναι συμφέρουσα, ὡς συμβαίνει εἰς περιοχάς, εἰς τὰς ὁποίας *φυσικὸν ἀέριον* ἀναφυσᾶται ἐκ τῆς γῆς πλησίον πετρελαιοπηγῶν ἢ πλησίον διυλιστηρίων, ὅπου τὰ ἀέρια καύσιμα παράγονται ὡς ὑποπροϊόντα μὲ χαμηλὸν σχετικῶς κόστος.

Αἱ μηχαναὶ διπλοῦ καυσίμου εἶναι ἁπλῆς κατασκευῆς, εἰς ἐλαχίστας δὲ λεπτομερείας μόνον διαφέρουν τῶν συνήθων πετρελαιομηχανῶν τοῦ αὐτοῦ τύπου. Ἡ ἀρχή των δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς ὅλους τοὺς τύπους τῶν πετρελαιομηχανῶν: διχρόνους, τετραχρόνους, μετὰ ἢ ἄνευ ὑπερτροφοδοτήσεως. Προσοχὴν ἀπαιτεῖ μόνον ἡ ὀρθὴ ρύθμισις τοῦ χρόνου εἰσαγωγῆς τοῦ ἀερίου εἰς τὸν κύλινδρον τῆς μηχανῆς. Ἄκαιρος εἰσαγωγὴ δυνατὸν νὰ ὁδηγήσῃ εἰς πιέσεις ἱκανὰς νὰ προκαλέσουν προανάφλεξιν τοῦ καυσίμου.

Τὰ ἀέρια καύσιμα διακρίνονται, ὡς καὶ τὰ λοιπὰ εἴδη καυσίμων, εἰς:

α) *Φυσικὰ ἀέρια καύσιμα*, ποὺ λαμβάνονται αὐτούσια.

β) *Τεχνητὰ ἀέρια καύσιμα*, ποὺ εἶναι προϊόντα βιομηχανικῶν ἐπεξεργασιῶν διαφόρων πρώτων ὑλῶν.

13·2 Φυσικὰ ἀέρια καύσιμα.

Πρόκειται κυρίως περὶ τῶν ἀερίων, ποὺ ἀναφυσῶνται ἐκ τῶν πετρελαιοπηγῶν καὶ περιέχουν ὡς βασικὸν συστατικὸν τὸ μεθάνιον κατὰ κύριον λόγον καὶ βαρυτέρους ὑδρογονάνθρακας κατὰ δεύτερον. Δευτερευόντως περιέχουν καὶ ἄλλα συστατικά, ὡς ὑδρογόνον ἢ μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, εἰς ἀρκετὰς δὲ περιπτώσεις καὶ ἀδρανῆ συστατικά, π.χ. διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, ἄζωτον ἢ ἥλιον.

Ἡ χημικὴ σύστασις τῶν φυσικῶν ἀερίων κυμαίνεται εἰς τὰ κάτωθι ὅρια :

Μεθάνιον	80 ἕως 90 %
Αἰθάνιον	2 ἕως 20 %
Ἄζωτον	0,5 ἕως 5 %
CO_2	0 ἕως 1 %
Ὀξυγόνον	0,1 ἕως 0,2%
Λοιπὰ συστατικά	0 ἕως 3 %

Ἡ θερμαντικὴ ἱκανότης τῶν φυσικῶν ἀερίων ἀνέρχεται εἰς 1000 ἕως 1200 BTU /ft³ εἰς 15⁰ C καὶ ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (περίπου 11 500 kcal /m³).

Ἡ χρῆσις τῶν φυσικῶν ἀερίων καυσίμων περιορίζεται κυρίως εἰς βιομηχανικὰς ἐφαρμογὰς κατὰ κύριον λόγον καὶ εἰς οἰκιακὰς κατὰ δεύτερον. Μεγαλυτέρα εἶναι ἡ χρῆσις των εἰς Η.Π.Α., τὸ ἔδαφος τῶν ὁποίων διασχίζουν ἀγωγοὶ συνολικοῦ μήκους 850 000 μιλίων, διὰ τῶν ὁποίων τὸ φυσικὸν ἀέριον διανέμεται ἐκ τῶν πετρελαιοπηγῶν, ἐκ τῶν ὁποίων ἀναφυσᾶται πρὸς ὅλα τὰ κέντρα καταναλώσεως τῶν Ἡνωμένων Πολιτειῶν. Παρόμοιοι ἀγωγοὶ κατασκευάζονται προσφάτως καὶ εἰς Εὐρώπην, ὡς ὁ ὑποβρύχιος ἀγωγός, ποὺ ὑπὸ τὴν Μεσόγειον μεταφέρει φυσικὸν ἀέριον ἐκ τῆς Ἀλγερίας εἰς Γαλλίαν, μὲ προοπτικὴν νὰ ἐπεκταθῇ ἀργότερον καὶ πρὸς τὴν λοιπὴν Εὐρώπην.

13·3 Τεχνητὰ ἀέρια καύσιμα.

Προέρχονται ἐξ ἄλλων πρώτων ὑλῶν. Σπουδαιότερα ἐξ αὐτῶν εἶναι τὰ ἀκόλουθα ;

1) Φωταέριον.

Παράγεται διὰ ξηρᾶς ἀποστάξεως τῶν λιθανθράκων ἀποτελούμενον κυρίως ἀπὸ μεθάνιον καὶ ὑδρογόνον. Ὡς ὑποπροϊόντα τῆς ἀποστάξεως συλλέγονται ἀμμωνία, ναφθαλίνη, βενζόλιον, πίσσα, κ.λπ., τὸ ὑπόλειμμα δὲ τῆς ἀποστάξεως ἀποτελεῖ τὸ κώκ.

Λεπτομερέστερον ἡ σύνθεσις τοῦ φωταερίου κυμαίνεται εἰς τὰ κάτωθι ὅρια :

Ὑδρογόνον	36 ἕως 50 %
Μεθάνιον	30 ἕως 40 %
Μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος	4 ἕως 9 %
Ἄζωτον	1 ἕως 6 %
Ὀξυγόνον	0,5 ἕως 1 %
Λοιποὶ ὑδρογονάνθρακες	2 ἕως 8 %
Λοιπὰ συστατικὰ (ὑδρόθειον, κ.λπ.)	0,1 ἕως 1 %

Ἡ χρῆσις τοῦ φωταερίου περιορίζεται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἰς οἰκιακὰς ἐφαρμογάς. Ὡς πηγὴ θερμότητος χρησιμοποιεῖται καὶ εἰς σιδηροβιομηχανίας, ὅπου ὡς ὑποπροϊὸν τῆς παραγωγῆς τοῦ μεταλλουργικοῦ κὼκ λαμβάνεται εἰς μεγάλα ποσά.

2) Ὑδαταέριον.

Εἶναι μῖγμα CO καὶ ὑδρογόνου εἰς ἰσομοριακὴν ἀναλογίαν, παραγόμενον κατὰ τὴν διοχέτευσιν ὑδρατμῶν ὑπεράνω ἄνθρακος :

$$H_2O + C \rightarrow CO + H_2$$

Ἡ πρᾶξις αὐτὴ ὀνομάζεται *ἐξαερίωσις* τοῦ ἄνθρακος, διότι μεταβάλλει τὸν ἄνθρακα εἰς καύσιμον ἀερίου μορφῆς.

Τὸ ὑδαταέριον εὑρίσκει σπουδαίαν ἐφαρμογὴν εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν τῆς συνθετικῆς παραγωγῆς ἀμμωνίας, δι' ἀπ' εὐθείας ἑνώσεως τοῦ ὑδρογόνου, ποὺ περιέχει, μὲ τὸ ἀτμοσφαιρικὸν ἄζωτον:

$$3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$$

Παρομοία βιομηχανία ἱδρυθεῖσα πρὸ δεκαετίας ἐν Ἑλλάδι εἰς τὴν Πτολεμαΐδα ἐξασφαλίζει διὰ τὴν ἑλληνικὴν γεωργίαν τὸ μεγαλύτερον μέρος τῶν ἀζωτούχων λιπασμάτων ποὺ ἔχει ἀνάγκην.

Ὡς ἀέριον καύσιμον εἶναι ἐπίσης σημαντικόν, χρησιμοποιούμενον εἰς διαφόρους ἑστίας.

3) Ὑγραέρια.

Εἶναι γνωστὰ ὡς L.P.G. (Liquified Petroleum Gases) ἀποτελοῦντα τὰ πρῶτα κλάσματα τῆς διυλίσεως τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου. Βασικὰ συστατικά των εἶναι τὸ *προπάνιον* (C_3H_8) καὶ τὸ *βουτάνιον* (C_4H_{10}), ἀμφότερα ἀέρια εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, τὰ ὁποῖα ὑγροποιοῦνται ὅμως εὐκόλως μὲ πίεσιν ὀλίγων ἀτμοσφαιρῶν. Εἰς τοῦτο ἄλλωστε ὀφείλουν τὴν ὀνομασίαν των ὡς ὑγραερίων.

Ἡ χρῆσις των ὡς ἀερίων καυσίμων τόσον δι' οἰκιακὰς ὅσον καὶ διὰ βιομηχανικὰς ἐφαρμογὰς ἐπεκτείνεται συνεχῶς. Προσπάθειαι καταβάλλονται διὰ τὴν χρῆσιν των ὡς καυσίμων μηχανῶν ἐκρήξεως. Ἔχουν ἤδη κατασκευασθῆ μηχαναὶ αὐτοκινήτων, ποὺ ἀντὶ βενζίνης χρησιμοποιοῦν ὑγραέρια.

4) Πτωχὸν ἢ μικτὸν ἀέριον.

Ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ἄζωτον καὶ διὰ τοῦτο εἶναι πτωχὸν εἰς θερμίδας. Εἰς αὐτὸ ὀφείλει καὶ τὴν ὀνομασίαν του. Δευτερευόντως περιέχει μικρὰ ποσὰ ὀξυγόνου, μεθανίου καὶ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος.

Ἡ χημική του σύστασις κυμαίνεται εἰς τὰ ἀκόλουθα ὅρια % κατ' ὄγκον :

Μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος	25 ἕως 30 %
Ἄζωτον	45 ἕως 60 %
Ὑδρογόνον	5 ἕως 10 %
Μεθάνιον	0,5 ἕως 1 %
CO_2	1 ἕως 7 %
Λοιπὰ συστατικὰ	0 ἕως 2 %

Ἡ θερμαντικὴ ἱκανότης του εἶναι: 125 ἕως 160 BTU /ft³ (περίπου 1100 kcal /m³).

Τὸ πτωχὸν ἀέριον παράγεται ἐκ τῆς *ἀτελοῦς* καύσεως τοῦ ἄνθρακος εἰς εἰδικὰς ἐγκαταστάσεις, ποὺ καλοῦνται *ἀεριογόνα* (gazogenes). Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀέριον καύσιμον εἴτε ὡς ἔχει, εἴτε μετὰ τὸν καθαρισμόν του πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῆς πίσσης καὶ τῶν λοιπῶν ἀκαθαρσιῶν, τὰς ὁποίας περιέχει.

5) Ἀκετυλένιον.

Εἶναι ἡ γνωστὴ *ἀσετυλίνη*, ἤτοι ὑδρογονάνθραξ τοῦ τύπου C_2H_2.

πού συνήθως παράγεται ἀπὸ τὸ ἀνθρακασβέστιον διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὕδατος :

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

Ἡ σπουδαιοτέρα ἰδιότης του ὡς καυσίμου εἶναι ἡ ἐξόχως ὑψηλὴ θερμοκρασία, πού παράγεται κατὰ τὴν καῦσιν του, ἰδία δὲ ὅταν αὐτὴ γίνεται μὲ καθαρὸν ὀξυγόνον. Τὴν θερμοκρασίαν αὐτὴν ἐκμεταλλευόμεθα διὰ τὴν τῆξιν τῶν μετάλλων κατὰ τὴν κοπὴν ἢ τὴν συγκόλλησίν των.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 14

ΚΑΥΣΙΜΑ ΠΥΡΑΥΛΩΝ

14·1 Γενικά.

Ἡ μηχανὴ τῶν πυραύλων διαφέρει ὅλων τῶν ἄλλων θερμικῶν μηχανῶν κατὰ τὸ ὅτι διὰ τὴν λειτουργίαν της δὲν ἔχει ἀνάγκην ὀξυγόνου. Τοῦτο, διότι μεταφέρει τόσον τὸ καύσιμον, ὅσον καὶ τὸ διὰ τὴν καῦσιν του ἀπαιτούμενον ὀξυγόνον εἰς τρόπον, ὥστε νὰ δύναται νὰ κινῆται καὶ ἐκτὸς τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐπιτρέπουσα οὕτω τὰς διαπλανητικὰς πτήσεις.

Τὰ καύσιμα τῶν πυραύλων ἔχουν σκοπὸν νὰ παραγάγουν διὰ τῆς καύσεως μεγάλην ποσότητα ἀερίων, ἡ ἐκτόνωσις τῶν ὁποίων ἀποτελεῖ τὴν βάσιν τῆς προώσεως δι' ἀντιδράσεως. Εἰς ὡρισμένας περιπτώσεις τὰ ἀέρια αὐτὰ δὲν παράγονται διὰ καύσεως, ἤτοι διὰ τῆς χημικῆς ἑνώσεως τοῦ καυσίμου μὲ τὸ ὀξυγόνον, ἀλλὰ διὰ διασπάσεως μιᾶς χημικῆς οὐσίας, ὅπως συμβαίνει π.χ. μὲ τὰς πυρίτιδας, τὸ ὑπεροξείδιον τοῦ ὑδρογόνου, κ.ἄ. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς ἀντὶ τοῦ ὅρου *καύσιμον* ὀρθότερον εἶναι νὰ χρησιμοποιῆται ὁ ὅρος *προωθητικὸν* ἢ *προωθητικὴ οὐσία* (propellant), ποὺ συχνὰ καλύπτει ὅλα τὰ εἴδη τῶν καυσίμων τῶν πυραύλων.

Τὰ *καύσιμα* ἢ *προωθητικὰ* τῶν πυραύλων κατατάσσονται εἰς δύο κατηγορίας :

α) *Στερεὰ καύσιμα,* ποὺ χρησιμοποιοῦνται ὑπὸ στερεὰν μορφήν.

β) *Ὑγρὰ καύσιμα,* ποὺ κατὰ τὴν χρῆσιν των εὑρίσκονται εἰς ὑγρὰν κατάστασιν.

14·2 Στερεὰ καύσιμα.

Διακρίνονται εἰς δύο κατηγορίας : τὰ *ὁμογενῆ* καὶ τὰ *ἑτερογενῆ.*

α) *Ὁμογενῆ καύσιμα.* Εἶναι κυρίως προωθητικαὶ πυρίτιδες διπλῆς βάσεως μὲ κύρια συστατικὰ τὴν νιτρογλυκερίνην καὶ τὴν νιτροκυτταρίνην. Πρόκειται δηλαδὴ διὰ πυρίτιδας, ὡς αἱ χρησιμοποιούμεναι διὰ τὴν ἐκτοξευσιν βλημάτων πυροβόλων. Ἡ σύνθεσίς των ἐπιτρέπει, ὥστε μετὰ τὴν ἔναυσίν των ἀντὶ ἐκρήξεως νὰ γίνεται μία ὁμαλωτέρα ἀποσύνθεσις, ἐκ τῆς ὁποίας τὰ παραγόμενα ἀέρια ἐκτονούμενα νὰ ἀποτελοῦν τὴν βάσιν τῆς προωθητικῆς ἰσχύος τοῦ πυραύλου. Εἶναι γνωστὰ καὶ ὡς *βαλιστίτιδες,* εὑρίσκουν δὲ μικρὰν ἐφαρμογὴν διὰ πυραύλους μικροῦ βεληνεκοῦς.

β) *Ἑτερογενῆ καύσιμα.* Συνίστανται ἐκ λεπτῆς διασπορᾶς τοῦ ὀξειδωτικοῦ παράγοντος εἰς ὑπόστρωμα καυσίμου ἐξ ἐλαστικοῦ ἢ ἄλλης πλαστικῆς ὕλης.

Ὡς ὀξειδωτικοὶ παράγοντες χρησιμοποιοῦνται οὐσίαι πλούσιαι εἰς ὀξυγόνον καὶ μὲ ἀρκετὴν σταθερότητα, ὅπως εἶναι τὸ νιτρικὸν ἀμμώνιον, NH_4NO_3, τὸ ὑπερχλωρικὸν ἀμμώνιον, NH_4ClO_4 καὶ τὸ ὑπερχλωρικὸν κάλιον, $KClO_4$. Ὡς καύσιμα δὲ χρησιμοποιοῦνται κυτταρίνη, πολυαμῖναι, πολυεστέρες, πολυβινιλοχλωρίδιον, συνθετικὸν καουτσοὺκ κ.λπ.

Τὰ στερεὰ καύσιμα καὶ ἰδίως τὰ ἑτερογενῆ μίγματα διπλῆς βάσεως ἔχουν ὡς κύριον πλεονέκτημα ὅτι εἶναι ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν ἕτοιμα πρὸς πυροδότησιν, χάρις εἰς τὴν ἀσφάλειαν ποὺ παρουσιάζει ἡ ἀποθήκευσίς των, παρ' ὅλον ὅτι περιέχουν

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ἐν ἐπαφῇ τὸ καύσιμον καὶ τὸν ὀξειδωτικὸν παράγοντα. Τοῦτο ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν διὰ πυραύλους πολεμικῶν ἐφαρμογῶν, ὡς οἱ ἀμερικανικοὶ πύραυλοι Titan 3, Minuteman, Polaris, κ.λπ. Μειονεκτοῦν ἔναντι τῶν ὑγρῶν καυσίμων ὡς πρὸς τὴν ἀπόδοσιν καὶ τὴν ταχύτητα ἐκτοξεύσεως.

14·3 Ὑγρὰ καύσιμα.

Διακρίνονται καὶ αὐτὰ εἰς δύο κατηγορίας :

α) *Μονοκαύσιμα (monopropellants).* Ἀποτελοῦνται ἐξ ἑνὸς μόνον συστατικοῦ, ποὺ κατὰ τὴν βιαίαν ἀποσύνθεσίν του παρέχει τὰ διὰ τὴν πρόωσιν τοῦ πυραύλου ἀπαιτούμενα ἀέρια, πρόκειται συνεπῶς περὶ *προωθητικῶν διὰ διασπάσεως* καὶ οὐχὶ περὶ καθ' αὐτὸ καυσίμων. Συνηθέστερα εἶναι τὸ ὑπεροξείδιον τοῦ ὑδρογόνου, H_2O_2, καὶ τὸ νιτρομεθάνιον, CH_3NO_2. Ἡ χρῆσις των εἶναι λίαν περιωρισμένη λόγω τῆς ἀσταθείας, ποὺ δημιουργεῖ σοβαρὰ προβλήματα ἀσφαλείας κατὰ τὴν ἀποθήκευσιν.

β) *Διπλᾶ καύσιμα (bipropellants).* Εἶναι τὰ σπουδαιότερα καὶ συνηθέστερα ὄχι μόνον ἐκ τῶν ὑγρῶν καυσίμων, ἀλλὰ ἐξ ὅλων τῶν προωθητικῶν οὐσιῶν διὰ πυραύλους. Τὸ καύσιμον καὶ ὁ ὀξειδωτικὸς παράγων περιέχονται εἰς χωριστὰ δοχεῖα ἢ δεξαμενὰς καὶ φέρονται εἰς ἐπαφὴν μόνον κατὰ τὴν στιγμὴν πυροδοτήσεως τοῦ πυραύλου. Ὡς ἐκ τούτου ἡ ἑτοιμότης χρήσεως τῶν πυραύλων μὲ ὑγρὰ καύσιμα εἶναι μικροτέρα τῆς ἀντιστοίχου τῶν στερεῶν καυσίμων, ἔχουν ὅμως πολὺ μεγαλυτέραν προωθητικὴν ἰσχύν.

Ὡς καύσιμα συνηθέστερον χρησιμοποιοῦνται : πετρέλαιον, ἀλκοόλη, ὑδραζίνη, ὑγροποιημένον ὑδρογόνον, ἀνιλίνη, κ.λπ., ὡς ὀξειδωτικαὶ δὲ ὕλαι τὸ ὑγροποιημένον ὀξυγόνον, τὸ ὄζον, τὸ νιτρικὸν ὀξύ, τὸ ὑπεροξείδιον τοῦ ὑδρογόνου, τὸ φθόριον, κ.ἄ.

Τὰ ὑγρὰ καύσιμα ἔχουν ἐφαρμοσθῆ εἰς τοὺς περισσοτέρους διαπλανητικοὺς πυραύλους (Κρόνος I, Θώρ, Ἄτλας, Κένταυρος, κ.λπ.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 15

ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

15·1 Γενικά.

Καὶ ἐδῶ ὁ ὅρος *καύσιμα* δὲν ἀνταποκρίνεται πρὸς τὴν γενικὴν ἔννοιαν τῶν καυσίμων, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐνέργεια παράγεται διὰ τῆς χημικῆς ἑνώσεώς των μὲ τὸ ὀξυγόνον. Τὰ *πυρηνικὰ καύσιμα* εἶναι στοιχεῖα, ποὺ ἀπελευθερώνουν ἐνέργειαν κατὰ τὴν διάσπασιν τοῦ πυρῆνος των. Σπουδαιότερα ἐξ αὐτῶν εἶναι τὸ *οὐράνιον* καὶ δὴ τὸ ἰσότοπον 235 καὶ τὸ *πλουτώνιον* 239, ποὺ συγκαταλέγονται μεταξὺ τῶν *ραδιενεργῶν* στοιχείων.

Ἡ διάσπασις τοῦ πυρῆνος τῶν ἀνωτέρω στοιχείων λαμβάνει χώραν ὑπὸ ἐντελῶς ὡρισμένας συνθήκας διὰ βομβαρδισμοῦ μὲ μικρότατα σωματίδια, τὰ *νετρόνια*, ποὺ προέρχονται ἐπίσης ἀπὸ τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πυρῆνος. Τὸ προϊὸν τῆς διασπάσεως εἶναι πυρῆνες ἐλαφροτέρων στοιχείων, τὸ ἄθροισμα τῆς μάζης τῶν ὁποίων εἶναι κατά τι μικρότερον ἀπὸ τὴν μᾶζαν τοῦ διασπασθέντος πυρῆνος. Ἔτσι ἔχομεν *ἔλλειμμα μάζης*, ἤτοι ἕνα ποσὸν μάζης, ποὺ κατὰ τὴν διάσπασιν ἔχει ἐξαφανισθῆ καὶ εἰς τὴν θέσιν του παρήχθη ἰσοδύναμον ποσὸν ἐνεργείας. Τὴν σχέσιν μεταξὺ τῆς μάζης ποὺ ἐξαφανίζεται καὶ τῆς ἐνεργείας ποὺ παράγεται καθορίζει ἡ γνωστὴ ἐξίσωσις τοῦ Einstein :

$$E = M \cdot c^2$$

ὅπου : E εἶναι ἡ παραγομένη ἐνέργεια,
M τὸ ἔλλειμμα τῆς μάζης,
c ἡ ταχύτης τοῦ φωτός.

Διὰ M = 1, ἤτοι ἀπὸ ἔλλειμμα ἑνὸς γραμμαρίου μάζης, παράγεται πυρηνικὴ ἐνέργεια ἴση μέ :

$$E = 1 \times 9 \cdot 10^{20} \quad (\text{ergs}) = 11{,}34 \text{ δισεκατομμύρια kWh.}$$

Αὐτὰ τὰ τεράστια ποσὰ τῆς ἐνεργείας, ποὺ ἐκλύονται κατὰ τὴν διάσπασιν τοῦ πυρῆνος τῶν στοιχείων, δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν εἴτε διὰ πολεμικοὺς σκοπούς, ὡς ἰσχυρότατον ὅπλον τεραστίας καταστρεπτικῆς ἰσχύος, ὅπως διεπιστώθη μὲ τὴν ἔκρηξιν τῶν δύο ἀτομικῶν βομβῶν εἰς τὴν Ἰαπωνίαν τὸ 1945, εἴτε δι' εἰρηνικὴν ἐκμετάλλευσιν, ὡς πηγὴ ἐνεργείας μὲ τεραστίαν σπουδαιότητα.

15·2 Ἐφαρμογαὶ τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας.

Ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια καλύπτει σήμερον τὸ 1,5% περίπου τοῦ συνόλου τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς ἀνθρωπότητος. Ἐν τούτοις ἡ σημασία της ὡς πηγῆς ἐνεργείας εἶναι τεραστία, διότι ἀποτελεῖ τὴν ἐλπίδα ἐπιλύσεως τοῦ σοβαρωτάτου ἐνεργειακοῦ προβλήματος, ποὺ ἡ ἀνθρωπότης θὰ ἀντιμετωπίση, ὅταν τὰ ἀποθέματα τοῦ πετρελαίου ἐξαντληθοῦν.

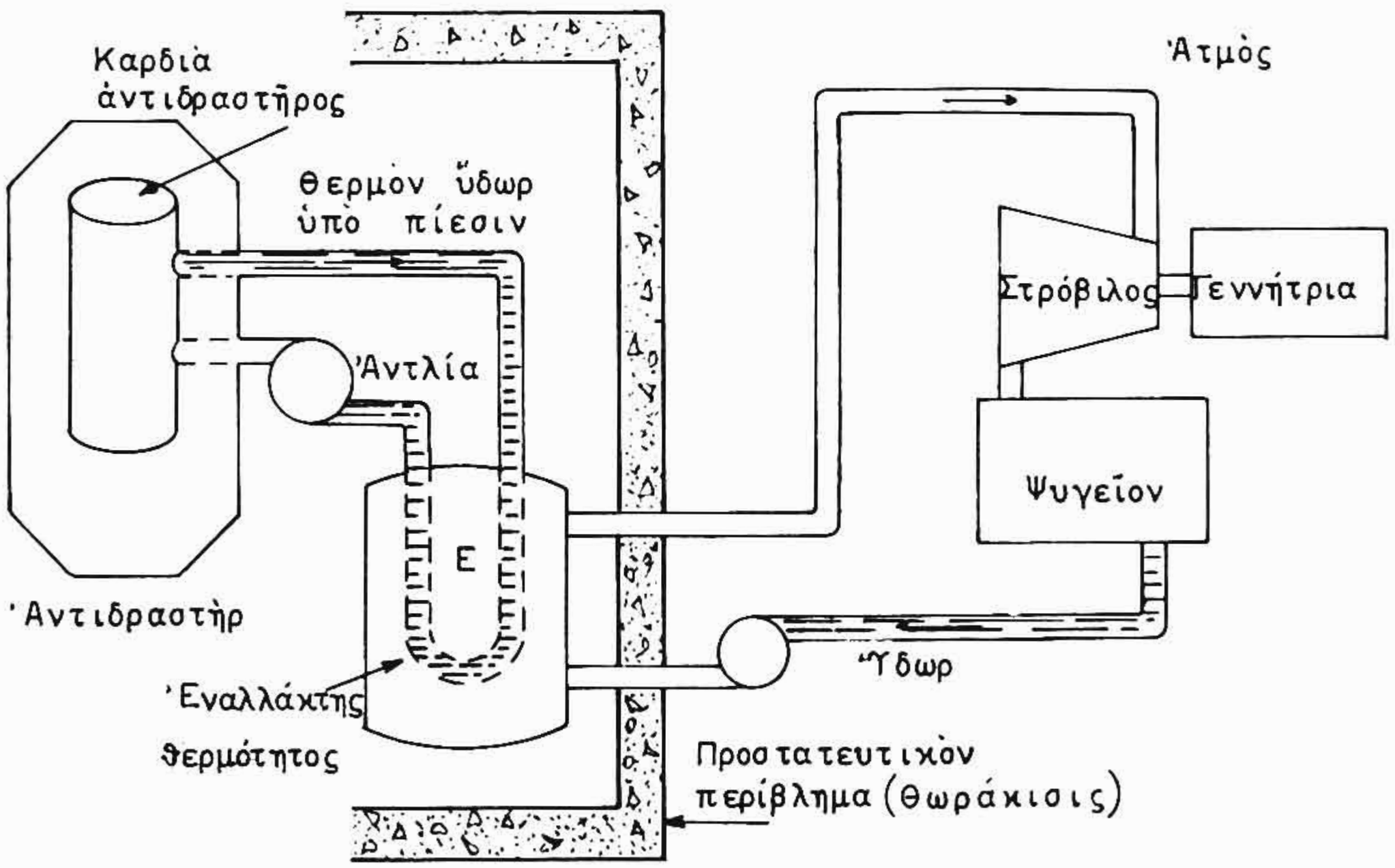
Ἡ εἰς ἐλάχιστον ποσοστὸν χρησιμοποίησις τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας εἰς τὰς ἐνεργειακὰς ἀνάγκας τῆς ἀνθρωπότητος ἐπὶ τοῦ παρόντος ἑρμηνεύεται :

α) Ἀπὸ τὸ ὑψηλότερον ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς ἄλλας ἐνεργειακὰς πηγὰς κόστος.

β) Ἀπὸ τὸν κίνδυνον ραδιενεργείας, ποὺ δημιουργοῦν κυρίως τὰ κατάλοιπα τῶν πυρηνικῶν καυσίμων.

Διὰ τὴν ἀξιοποίησιν τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας χρησιμοποιοῦνται ἐγκαταστάσεις εἰδικαί, οἱ *πυρηνικοὶ ἀντιδραστῆρες*, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἡ θερμότης, ποὺ ἀποτελεῖ περίπου τὸ 1/3 τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας, μετατρέπεται δι' ἐγκαταστάσεως ἀτμοῦ εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν.

Τὴν διάταξιν πυρηνικοῦ ἀντιδραστῆρος παριστᾶ τὸ σχῆμα 15·2.



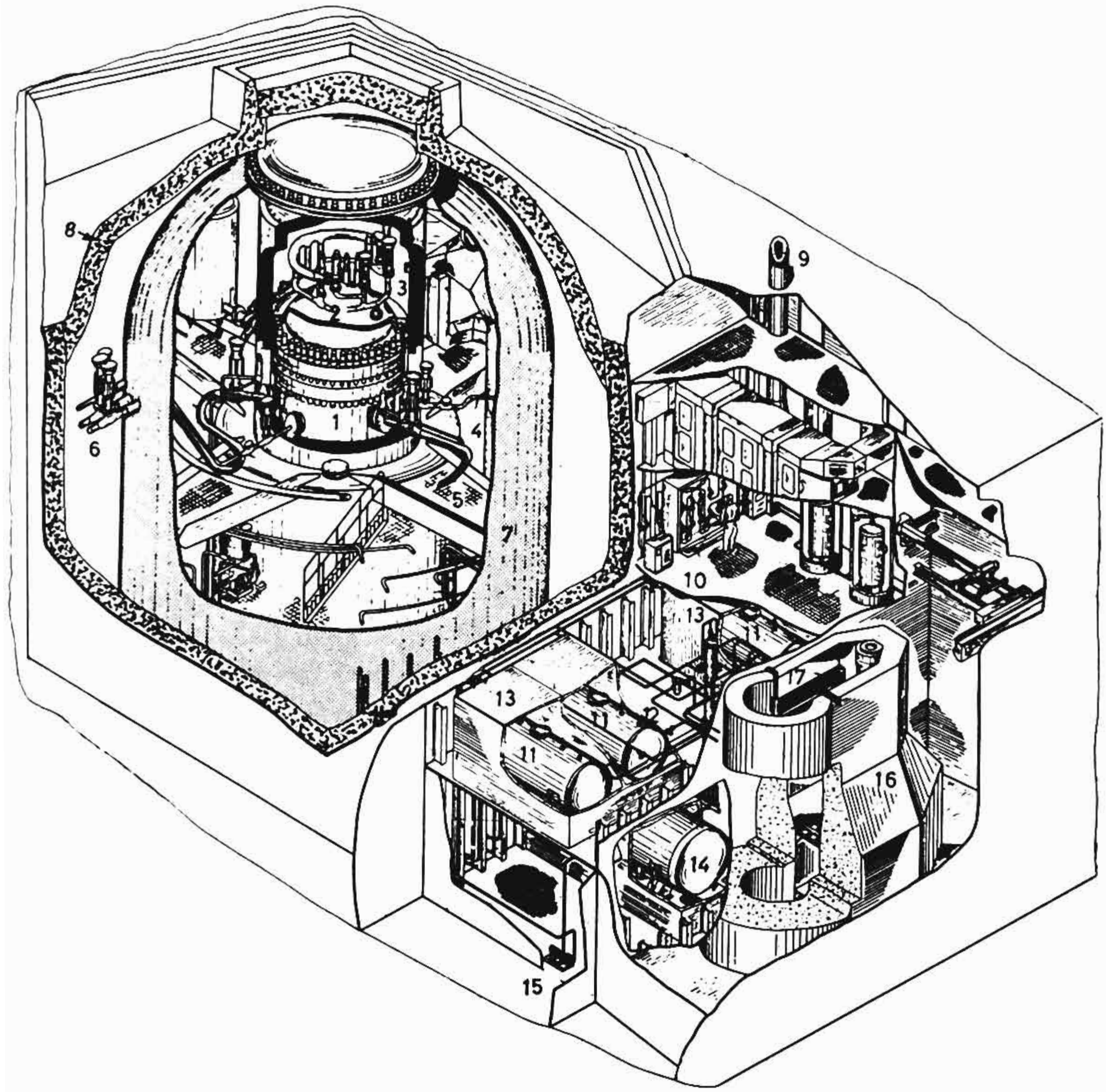
Σχ. 15·2.
Ἀντιδραστὴρ ὕδατος ὑπὸ πίεσιν.

Μέρος τῆς ἐκ τοῦ ἀντιδραστῆρος παραγομένης θερμότητος μεταφέρεται ὑπὸ ὕδατος, εὑρισκομένου ὑπὸ πίεσιν, εἰς τὸν ἐναλλάκτην θερμότητος Ε, ποὺ ὑποκαθιστᾶ τὸν ἀτμολέβητα τῶν συμβατικῶν ἐγκαταστάσεων. Δι' αὐτοῦ τὸ τροφοδοτικὸν ὕδωρ ἀτμοποιεῖται καὶ ὁ παραγόμενος ἀτμὸς κινεῖ τὸν στρόβιλον. Πέρα τοῦ σημείου αὐτοῦ, ἡ ἐγκατάστασις κατ' οὐδὲν διαφέρει ἀπὸ μίαν ἐγκατάστασιν ἀτμοῦ μὲ συνήθη καύσιμα, πλὴν τῆς ἰσχυρᾶς θωρακίσεως ποὺ φέρει πρὸς προστασίαν ἀπὸ τὸν κίνδυνον ραδιενεργείας.

15·3 Πρόωσις πλοίων διὰ πυρηνικῆς ἐνεργείας.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν χρησιμοποίησιν τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας εἰς ἐγκαταστάσεις ξηρᾶς διὰ τὴν παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, εἶναι δυνατὸν νὰ ἐφαρμοσθῇ αὐτὴ καὶ διὰ τὴν πρόωσιν πλοίων. Ἡ ἐφαρμογὴ αὐτὴ εἶναι ἐκτεταμένη μὲν εἰς τὸ πολεμικὸν ναυτικὸν τῶν Η.Π.Α. καὶ τῆς Ε.Σ.Σ.Δ., λίαν περιωρισμένη δὲ — κυρίως δι' οἰκονομικοὺς λόγους — εἰς τὸ ἐμπορικὸν ναυτικόν.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 15·3.

'Ο πυρηνικὸς ἀντιδραστὴρ τοῦ πλοίου Otto Hahn.

1. 'Αντιδραστήρ.
2. 'Ασφαλιστικαὶ βαλβῖδες.
3. Κύριον προστατευτικὸν περίβλημα.
4. Δίκτυον τροφοδοτήσεως ὕδατος.
5. Δίκτυον ἀτμοῦ.
6. Βαλβῖδες τροφοδοτικοῦ ὕδατος καὶ ἀτμοῦ.
7. Περίβλημα ἀσφαλείας.
8. 'Εξωτερικὸν προστατευτικὸν περίβλημα.
9. 'Εξαεριστικόν.
10. Συσκευαὶ ἐλέγχου.
11. Κύριαι δεξαμεναὶ ὕδατος.
12. Συγκρότημα καθαρισμοῦ ὕδατος.
13. Προστατευτικὸν περίβλημα δεξαμενῶν ὕδατος.
14. Δεξαμενὴ μολυσμένου ὕδατος.
15. 'Αντλία κύτους τοῦ ἀντιδραστῆρος.
16. Δοχεῖον ἀναλωθέντων καυσίμων.
17. Ψυκτὴρ ἀναλωθέντων καυσίμων.

Πλὴν τῶν δύο πυρηνοκινήτων ἐμπορικῶν πλοίων : τοῦ ἀμερικανικοῦ *Savannah* καὶ τοῦ ρωσικοῦ *Lenin*, τὰ ὁποῖα ἀπὸ εἰκοσαετίας περίπου χρησιμοποιοῦνται μὲ κύριον στόχον τὴν ἀπόκτησιν ἐμπειρίας, ἤρχισαν δειλὰ νὰ ἐμφανίζωνται κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη προσπάθειαι ἀξιοποιήσεως τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας εἰς τὴν πρόωσιν ἐμπορικῶν πλοίων δι' ἐγκαταστάσεως πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων. Αἱ προσπάθειαι αὐταὶ ἔλαβον συγκεκριμένην μορφὴν μὲ δύο πλοῖα : τὸ γερμανικὸν *Otto Hahn* καὶ τὸ ἰαπωνικὸν *Mutsu*, τῶν ὁποίων τὰ κύρια τεχνικὰ στοιχεῖα δίδονται συνοπτικῶς κατωτέρω :

α) Τὸ γερμανικὸν *Otto Hahn* εἶναι ὁλικοῦ ἐκτοπίσματος 25 000 τόννων καὶ καθειλκύσθη εἰς τὰ ναυπηγεῖα Κιέλου τὸν 'Ιούνιον τοῦ 1964, ἐτέθη δὲ εἰς ἐνεργὸν ὑπηρεσίαν τὸν 'Οκτώβριον τοῦ 1968. Προορίζεται διὰ μεταφορὰν μεταλλευμάτων κυρίως, καὶ ὡς πλοῖον ἐρεύνης ἐπὶ τῶν δυνατοτήτων τῆς πυρηνικῆς προώσεως πλοίων. 'Ο ἀντιδραστήρ του εἶναι τύπου *ὕδατος ὑπὸ πίεσιν*, μὲ καύσιμον οὐράνιον ἐμπλουτισμένον εἰς ἰσότοπον 235 ὑπὸ μορφὴν ὀξειδίου UO_2 συνολικοῦ βάρους 2950 kg, ἀρκετὸν διὰ πλοῦν 500 ἡμερῶν ὑπὸ πλήρη ἰσχύν, ἡ ὁποία ἀνέρχεται εἰς 10 000 HP.

'Η διάταξις τοῦ ἀντιδραστῆρος ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 15·3.

β) Τὸ ἰαπωνικὸν πυρηνοκίνητον πλοῖον Mutsu ὁλικοῦ ἐκτοπίσματος 8350 τόννων, καθειλκύσθη τὸν 'Ιούνιον τοῦ 1969 εἰς τὰ Ναυπηγεῖα I.H.I. τοῦ Τόκυο, ἤδη δὲ (1972) ἀποπερατοῦται ἡ τοποθέτησις τοῦ πυρηνικοῦ ἀντιδραστῆρος ἀπὸ τὴν 'Εταιρίαν Mitsubishi καὶ προβλέπεται ὅτι ἐντὸς τοῦ προσεχοῦς ἔτους τὸ πλοῖον θὰ τεθῇ εἰς ἐνεργὸν ὑπηρεσίαν.

'Ο ἀντιδραστὴρ χρησιμοποιεῖ ὡς καύσιμον οὐράνιον ὑπὸ μορφὴν ὀξειδίου ἐμπλουτισμένον μὲ τὸ ἰσότοπον 235 εἰς ἀναλογίαν 2,5%.

'Η παραγομένη ἐκ τῆς σχάσεως τοῦ οὐρανίου θερμικὴ ἐνέργεια ἔχει ἰσχὺν 36 000 kW, ποὺ μετατρέπεται εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν μέσω ἐγκαταστάσεως ἀτμοστροβίλου, δίδει δὲ τελικὴν ἰσχὺν 10 000 HP περίπου.

'Η ποσότης τοῦ ὀξειδίου τοῦ οὐρανίου, ποὺ περιέχει ἡ καρδία τοῦ ἀντιδραστῆρος, ἀνέρχεται εἰς 2775 kg καὶ εἶναι ἀρκετὴ διὰ νὰ καλύψῃ δι' αὐτῆς τὸ πλοῖον ἀπόστασιν 14 500 μιλίων μὲ ταχύτητα 16,5 κόμβων. Τὸ Mutsu ἂν καὶ ἔχει ναυπηγηθῇ διὰ μεταφορὰς εἰδικῶν φορτίων, προορίζεται βασικῶς δι' ἐκπαίδευσιν προσωπικοῦ εἰς τὴν πυρηνικὴν πρόωσιν καὶ διὰ τὴν περαιτέρω διευκρίνισιν τῶν δυνατοτήτων, ποὺ ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια προσφέρει διὰ τὴν πρόωσιν τῶν πλοίων.

'Εν συμπεράσματι πρέπει νὰ τονισθῇ, ὅτι ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια δὲν ἀποτελεῖ ἐπὶ τοῦ παρόντος ὑπολογίσιμον παράγοντα εἰς τὸν τομέα τῆς προώσεως τῶν πλοίων. Αἱ μεγάλαι ναυτικαὶ δυνάμεις ὅμως διερευνοῦν διὰ τῆς καθελκύσεως καὶ ἐμπορικῶν πλοίων — ἐκτὸς τῶν πολεμικῶν — τὰς δυνατότητας καὶ τὴν προοπτικήν, ποὺ ἡ πυρηνικὴ πρόωσις πλοίων προσφέρει, διὰ τὴν μελλοντικὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ παγκοσμίου ἐνεργειακοῦ προβλήματος.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

II. ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 16

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΛΙΠΑΝΣΕΩΣ

16·1 Σκοπὸς καὶ σημασία τῆς λιπάνσεως.

Διὰ τοῦ ὅρου *λίπανσις* νοεῖται ἡ παρεμβολὴ μεταξὺ δύο τριβομένων ἐπιφανειῶν οὐσίας, ἡ ὁποία λέγεται «λιπαντικὸν» καὶ ἔχει σκοπόν :

α) Τὴν μείωσιν τῆς τριβῆς μεταξὺ τῶν ἐπιφανειῶν ποὺ ἔρχονται εἰς ἐπαφήν, μὲ ἀποτέλεσμα:

— Τὴν ἐλάττωσιν τῶν ἀπωλειῶν λόγω τριβῆς, ἄρα καὶ τὴν βελτίωσιν τοῦ μηχανικοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως τῆς μηχανῆς, εἰς τὴν ὁποίαν αἱ τριβόμεναι ἐπιφάνειαι ἀνήκουν, καὶ

— τὸν περιορισμὸν τῆς φθορᾶς λόγω τριβῆς.

β) Τὴν ἀπαγωγὴν τῆς ἀναπτυσσομένης λόγω τριβῆς θερμότητος.

Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν τὸ λιπαντικὸν δρᾶ ὡς *ψυκτικὸν μέσον*. Ἰδιαιτέραν σημασίαν ἐν προκειμένω ἔχει ἡ ψῦξις τῶν ἐμβόλων M.E.K.

γ) Τὴν στεγανοποίησιν τοῦ χώρου καύσεως πρὸς τὸν στροφαλοθάλαμον τῶν μηχανῶν ἐσωτερικῆς καύσεως.

δ) Τὴν προστασίαν τῶν λιπαινομένων μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν ἐκ τῆς διαβρώσεως. Ἡ προστασία αὐτὴ ἐπεκτείνεται καὶ κατὰ τὸν χρόνον, ποὺ ἡ μηχανὴ δὲν ἐργάζεται, χάρις εἰς τὴν καλὴν πρόσφυσιν, ποὺ τὰ περισσότερα λιπαντικὰ ἔχουν ἐπὶ τῶν μετάλλων.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω τὴν μεγαλυτέραν σπουδαιότητα ἔχει ἡ μείωσις τοῦ συντελεστοῦ τριβῆς, ποὺ ἀποτελεῖ τὴν κυριωτέραν ἀποστολὴν τῆς *λιπάνσεως*.

16·2 Περὶ τριβῆς.

Τριβὴ εἶναι ἡ δύναμις, ποὺ ἀναπτύσσεται μεταξὺ δύο σωμάτων, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἕνα μετακινεῖται ἐπὶ τοῦ ἄλλου, ποὺ θεωρεῖται ἀκίνητον. Ἡ δύναμις τριβῆς ἐνεργεῖ πρὸς διεύθυνσιν ἀντίθετον ἐκείνης, ποὺ ἔχει ἡ σχετικὴ κίνησις τῶν δύο τριβομένων ἐπιφανειῶν, τὴν ὁποίαν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐμποδίζει. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς τριβῆς, ποὺ ἀναπτύσσεται μεταξὺ τῶν ἐν ἐπαφῇ ἐπιφανειῶν.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Διακρίνομεν τρία εἴδη τριβῆς, *στατικήν, ὀλισθήσεως* καὶ *κυλίσεως*:

α) *Στατικὴ τριβὴ* εἶναι ἐκείνη, ποὺ ὑφίσταται, ὅταν αἱ δύο τριβόμεναι ἐπιφάνειαι εἶναι ἀκίνητοι. Εἰς τὴν πραγματικότητα δὲν πρόκειται περὶ τριβῆς, ἀφοῦ δὲν ὑπάρχει κίνησις, ἀποτελεῖ ὅμως ἡ στατικὴ τριβὴ ἀκραίαν περίπτωσιν τριβῆς δύο σωμάτων, ποὺ κινοῦνται μεταξύ των μὲ μεγάλην βραδύτητα.

β) *Τριβὴν ὀλισθήσεως* ἔχομεν, ὅταν ἕνα σῶμα ὀλισθαίνη ἐπὶ μιᾶς ἐπιφανείας.

γ) *Τριβὴ κυλίσεως* ἀναπτύσσεται, ὅταν ἕνα σῶμα κυλίεται εἰς μίαν ἐπιφάνειαν.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω περιπτώσεων ἡ πρώτη, ἤτοι ἡ στατικὴ τριβή, ἔχει ἐντελῶς περιωρισμένον ἐνδιαφέρον καὶ τὴν συναντᾶ κανεὶς πρὸς στιγμὴν μόνον, ὅταν αἱ ἐν ἐπαφῇ ἐπιφάνειαι ἀκινητοῦν. Ἀντιθέτως αἱ ἄλλαι δύο περιπτώσεις εἶναι συνηθέστατοι· ἐξ αὐτῶν ἡ τριβὴ ὀλισθήσεως προϋποθέτει μεγάλας ἐπιφανείας ἐν ἐπαφῇ, ἐνῶ κατὰ τὴν τριβὴν κυλίσεως τὸ ἕνα ἐκ τῶν δύο τριβομένων σωμάτων ἐφάπτεται ἐπὶ τοῦ ἄλλου μὲ μίαν γραμμήν, ὅπως συμβαίνει εἰς τὰ κυλινδρικὰ ρουλεμάν, ἢ μὲ ἕνα σημεῖον, ὅπως συμβαίνει εἰς τὰ σφαιρικὰ ρουλεμάν.

Μέτρον τῆς ἀναπτυσσομένης τριβῆς μεταξὺ δύο ἐπιφανειῶν εἶναι ὁ λεγόμενος *συντελεστὴς τριβῆς*, ἤτοι τὸ πηλίκον F/B τῆς ἐλαχίστης δυνάμεως F, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται διὰ νὰ ὑπερνικήσωμεν τὴν ἀντίστασιν τριβῆς, ποὺ προβάλλει σῶμα βάρους B, ὅταν ὀλισθαίνη ἢ κυλίεται ἐπὶ μιᾶς ἐπιφανείας :

$$\mu = \frac{F}{B}$$

Οὕτω $\mu = 0{,}15$ σημαίνει ὅτι, διὰ νὰ ὑπερνικηθῇ ἡ ἀντίστασις τριβῆς ἑνὸς σώματος βάρους 1 kg, κατὰ τὴν προσπάθειαν μετακινήσεώς του ἐπὶ μιᾶς ὁριζοντίας ἐπιφανείας, ἀπαιτεῖται δύναμις τουλάχιστον 150 γρ.

$$F = \mu \cdot B = 0{,}15 \times 1 = 0{,}15 \text{ kg} = 150 \text{ γρ}$$

Γενικῶς κατὰ τὴν τριβὴν κυλίσεως ἔχομεν πολὺ μικροτέρας τιμὰς τοῦ συντελεστοῦ μ, ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν τιμὴν τοῦ μ κατὰ τὴν τριβὴν ὀλισθήσεως.

Ἡ ὀρθὴ λίπανσις τῶν διαφόρων μηχανῶν ἀποβλέπει ἀκριβῶς εἰς τὸ νὰ μετατρέπη τὴν τριβὴν ὀλισθήσεως, ποὺ δημιουργεῖται μεταξ[illegible]

τῶν κομβίων τῶν ἀξόνων καὶ τῶν ἐδράνων, εἰς τριβὴν κυλίσεως διὰ τῆς παρεμβολῆς τοῦ καταλλήλου λιπαντικοῦ.

Εἰς τὸν Πίνακα 16·2·1 ἀναγράφονται μερικαὶ τιμαὶ τοῦ συντελεστοῦ μ δι' ὡρισμένας χαρακτηριστικὰς περιπτώσεις τριβῶν.

ΠΙΝΑΞ 16·2·1

Τιμαὶ συντελεστοῦ τριβῆς μ

1	Ξύλον ἐπὶ ξύλου ξηροῦ	μ = 0,25 ἕως 0,50
2	» » » μετὰ σάπωνος	μ = 0,10 ἕως 0,20
3	» » » μετὰ γράσσου	μ = 0,04 ἕως 0,10
4	Τριβὴ μεταξὺ μετάλλων ἄνευ λιπαντικοῦ	μ = 0,10 ἕως 0,20
5	» » μὲ διακεκομμένην λίπανσιν	μ = 0,06 ἕως 0,08
6	» » μὲ συνεχῆ λίπανσιν	μ = 0,01 ἕως 0,05

16·3 Ἔργον τριβῆς. Ἀπώλειαι ἰσχύος λόγω τριβῆς.

Κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ ἄξονος ἐπὶ ἑνὸς ἐδράνου ἡ ἀναπτυσσομένη δύναμις τριβῆς παράγει ἔργον. Τὸ ἔργον αὐτὸ εἶναι *ἀρνητικόν*, δηλαδὴ ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὸ ὑπὸ τῆς μηχανῆς παραγόμενον ἔργον καὶ ἑπομένως προκαλεῖ ἐλάττωσιν τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως.

Τὸ *ἔργον τριβῆς* ($E_{\tau\rho}$) ὑπολογίζεται εὐκόλως ἀπὸ τὴν γνωστὴν σχέσιν :

$$\mathbf{E = F \cdot S} \qquad (1)$$

ποὺ εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς τριβῆς αἱ μεταβληταὶ F καὶ S ἔχουν τὰς ἑξῆς τιμάς :

$$\mathbf{F = \mu \cdot W} \qquad (2)$$

$$\mathbf{S = 2\pi \cdot R} \qquad (3)$$

ὅπου : F εἶναι ἡ δύναμις τριβῆς,
W τὸ φορτίον, ποὺ ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἄξονος,
R ἡ ἀκτὶς τοῦ ἄξονος, ποὺ εἶναι καὶ ἀκτὶς τοῦ στροφείου.

Ἐκ τῶν σχέσεων (1), (2) καὶ (3) λαμβάνομεν :

$$\boxed{\mathbf{E_{\tau\rho} = 2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot W}} \qquad (4)$$

Ὁ τύπος (4) παριστᾶ τὸ ἔργον, ποὺ χάνεται εἰς κάθε περιστροφὴν τοῦ ἄξονος. Ἂν ὁ ἄξων περιστρέφεται μὲ ταχύτητα N στρ/min, τότε τὸ ἔργον τριβῆς ἀνὰ min θὰ εἶναι :

$$\boxed{E_{\tau\rho} = 2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W} \qquad (5)$$

Αἱ μονάδες μετρήσεως τοῦ ἔργου $E_{\tau\rho}$ (kgm ἢ ft·lb) ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὰς τιμὰς τῶν μεταβλητῶν τοῦ τύπου (5).

Πρόβλημα 1ον.

Ἄξων ἑλικοφόρος διαμέτρου 40 cm μὲ ὁλικὸν φορτίον $1^1/_2$ ton, ἐκτελεῖ 120 στρ/min. Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἀπώλεια τοῦ ἔργου λόγω τριβῆς. Δίδεται ὁ συντελεστὴς τριβῆς $\mu = 0,1$.

Λύσις:

Ὅλα τὰ δεδομένα πρέπει νὰ μετατραποῦν εἰς μονάδας καταλλήλους, ὥστε νὰ προκύψῃ ἔργον εἰς kgm. Ἤτοι:

$R = 0,2$ m, $W = 1500$ kg, $\mu = 0,1$, $N = 120$

Ἄρα $E_{\tau\rho} = 6,28 \times 0,2 \times 0,1 \times 120 \times 1500$ kgm/min

$E_{\tau\rho} = 22\,606$ kgm/min.

Πρόβλημα 2ον.

Στροφαλοφόρος ἄξων διαμέτρου 12,5 cm καὶ φορτίου 500 lb ἐκτελεῖ 750 στρ/min. Εἰς ἕνα ἐκ τῶν ἐδράνων του ὁ συντελεστὴς τριβῆς ἔχει τιμὴν 0,04. Ζητεῖται ἡ ἀπώλεια ἔργου λόγω τριβῆς εἰς τὸ ἄνω ἔδρανον.

Λύσις:

Εἰς μονάδας τοῦ ἀγγλοσαξωνικοῦ συστήματος θὰ ἔχωμεν:

$W = 500$ lb, $R = 5/12$ ft, $\mu = 0,04$, $N = 750$

Ἄρα $E_{\tau\rho} = 6,28 \times \frac{5}{12} \times 0,04 \times 500 \times 750$ ft·lb/min

$$E_{\tau\rho} = 39\,250 \text{ ft} \cdot \text{lb/min}$$

Τὴν *ἀπώλειαν ἰσχύος λόγω τριβῆς* εὑρίσκομεν, ἂν τὸν ἀνωτέρω τύπον (5) τὸν ἀναγάγωμεν ἀνὰ sec διαιροῦντες διὰ 60 καί, ἐφ' ὅσον ἡ ἰσχὺς εἶναι ἐκπεφρασμένη εἰς HP, τὸν διαιρέσωμεν καὶ διὰ 75.

Ἤτοι $$\boxed{I_{\tau\rho} = \frac{2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W}{4500}} \qquad (6)$$

καὶ διὰ τὰς μονάδας τοῦ ἀγγλοσαξωνικοῦ συστήματος:

$$\boxed{I_{\tau\rho} = \frac{2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W}{33\,000}} \qquad (6')$$

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Πρόβλημα 3ον.

Μηχανὴ ἰσχύος 180 HP δίδει εἰς τὸν κύριον ἄξονά της διαμέτρου 20 cm ταχύτητα περιστροφῆς 1500 στρ/min. Νὰ εὑρεθῇ ἡ % ἀπώλεια ἰσχύος εἰς ἕνα ἐκ τῶν σημείων ἐδράσεως τοῦ ἄξονος, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν συντελεστὴν τριβῆς 0,03 καὶ φορτίον W = 220 lb.

Λύσις :

α) Μετρικὸν σύστημα :

$$I_{\tau\rho} = \frac{6{,}28 \times 0{,}1 \times 0{,}03 \times 1500 \times 100}{4500} = 0{,}63 \text{ HP}$$

καὶ $$I\% = \frac{0{,}63 \times 100}{180} = 0{,}35$$

ἤτοι ἡ ἀπώλεια ἰσχύος εἰς τὴν συγκεκριμένην περίπτωσιν ἀνέρχεται εἰς 0,35%.

β) Ἀγγλικὸν σύστημα :

$$I_{\tau\rho} = \frac{6{,}28 \times {}^1/_3 \times 0{,}03 \times 1500 \times 220}{33\,000} = 0{,}63 \text{ HP}$$

ἄρα καὶ πάλιν ἡ ἀπώλεια ἰσχύος ἀναγομένη % θὰ εἶναι :

$$I = 0{,}35\%.$$

16·4 Ἀποτελέσματα τῆς τριβῆς.

Τὸ μεγαλύτερον μέρος τοῦ ἔργου, ποὺ παράγεται κατὰ τὴν τριβήν, ὡς τοῦτο ὑπολογίζεται διὰ τοῦ τύπου (5), μετατρέπεται εἰς θερμότητα. Τὸ ποσὸν τῆς ἀνὰ min παραγομένης θερμότητος ἐκ τῆς τριβῆς μᾶς δίδει ὁ τύπος :

$$\boxed{Q = \frac{2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W}{427}} \quad \text{kcal/min} \qquad (7)$$

ἢ

$$\boxed{Q = \frac{2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W}{778}} \quad \text{BTU/min} \qquad (7')$$

ὅπου 427 καὶ 778 εἶναι αἱ τιμαὶ τοῦ μηχανικοῦ ἰσοδυνάμου τῆς θερμότητος εἰς τὸ μετρικὸν καὶ τὸ ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα ἀντιστοίχως.

Τὸ οὕτω παραγόμενον ἐκ τῆς τριβῆς ποσὸν θερμότητος ἀπορροφεῖται ὑπὸ τοῦ λιπαντικοῦ, ποὺ ἐπιτελεῖ οὕτω τὸν δεύτερον προορισμόν του : νὰ δρᾶ ὡς ψυκτικὸν μέσον (παράγρ. 16·1). Ἐὰν συνεπῶς ἡ λίπανσις εἶναι ἀνεπαρκὴς ἢ ἀκόμη ἀνύπαρκτος, ἡ ἐκ τῆς τριβῆς παραγομένη θερμότης θὰ ἦτο ἀρκετὴ διὰ νὰ προκαλέση τὴν τῆξιν τῶν προ

τριβομένων ἐπιφανειῶν. Εἰς τὴν ἐλαφροτέραν μορφὴν τοῦτο ἔχει ὡς συνέπειαν τὸ λεγόμενον *ἅρπαγμα τῶν κουσινέττων*, ἤτοι ἐλαφρὰν ἀποφολίδωσιν κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἀντιτριβικῶν κραμάτων, ποὺ καλύπτουν τὸ ἐσωτερικὸν τῶν ἐδράνων. Ἐὰν ἡ διακοπὴ τῆς λιπάνσεως παραταθῇ, ἡ καταστροφὴ τῶν ἐδράνων εἶναι πλήρης μὲ ἐπακόλουθον τὴν κράτησιν τῆς μηχανῆς. Τοῦτο εἰς τὴν πρᾶξιν εἶναι γνωστὸν ὡς *κόλλημα* τῆς μηχανῆς.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἐξηγεῖται, διατί ἡ ὀρθὴ λίπανσις περιορίζει τὴν τριβὴν τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν, μὲ συνέπειαν τὸν περιορισμὸν τῶν ἀπωλειῶν τῆς ἰσχύος καὶ τὴν ἐξουδετέρωσιν τοῦ κινδύνου ὑπερθερμάνσεως, ἡ ὁποία θὰ ἠδύνατο νὰ προκαλέση ἀκόμη καὶ τὴν πλήρη καταστροφὴν τῆς μηχανῆς.

Οἱ βασικοὶ τύποι τῆς τριβῆς ἀνακεφαλαιούμενοι ἔχουν ὡς ἑξῆς :

α) Ἔργον τριβῆς $\boxed{E_{\tau\rho} = 2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W}$ kgm/min ἢ ft·lb/min

β) Ἀπώλεια ἰσχύος $\boxed{I_{\tau\rho} = \frac{2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W}{4500}}$ ἢ $\boxed{I_{\tau\rho} = \frac{2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W}{33\,000}}$

γ) Παραγομένη θερμότης $\boxed{Q = \frac{2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W}{427}}$ kcal/min

ἢ $\boxed{Q = \frac{2\pi \cdot R \cdot \mu \cdot N \cdot W}{778}}$ BTU/min

Αἱ μονάδες, εἰς τὰς ὁποίας τὰ φυσικὰ μεγέθη τῶν ἀνωτέρω τύπων εἶναι ἐκπεφρασμένα ἔχουν ὡς ἑξῆς :

α/α	Φυσικὸν μέγεθος	Μονὰς μετρήσεως	
		Μετρικὸν σύστημα	Ἀγγλικὸν σύστημα
1	Ἀκτὶς R ἢ διάμετρος Δ	μέτρα m	πόδες ft
2	Ἰσχὺς I	ἵπποι HP	ἵπποι HP
3	Φορτίον W	χιλιόγραμμα kg	λίμπραι lb
4	Ἔργον E	χιλιογρ/τρα kgm	ποδόλιτρα ft·lb
5	Θερμότης Q	χιλιοθερμὶς kcal	βρετ. θερμὶς BTU
6	Ταχύτης περιστροφῆς N	στρ./λεπτ. r.p.m.	στρ./λεπτ. r.p.m.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

16·5 Θεωρία τῆς λιπάνσεως. Λιπαντικὴ μεμβράνη.

Εἰς τὴν πρᾶξιν κατὰ τὰς διαφόρους περιπτώσεις λιπάνσεως συναντῶμεν τὰς ἑξῆς μορφάς :

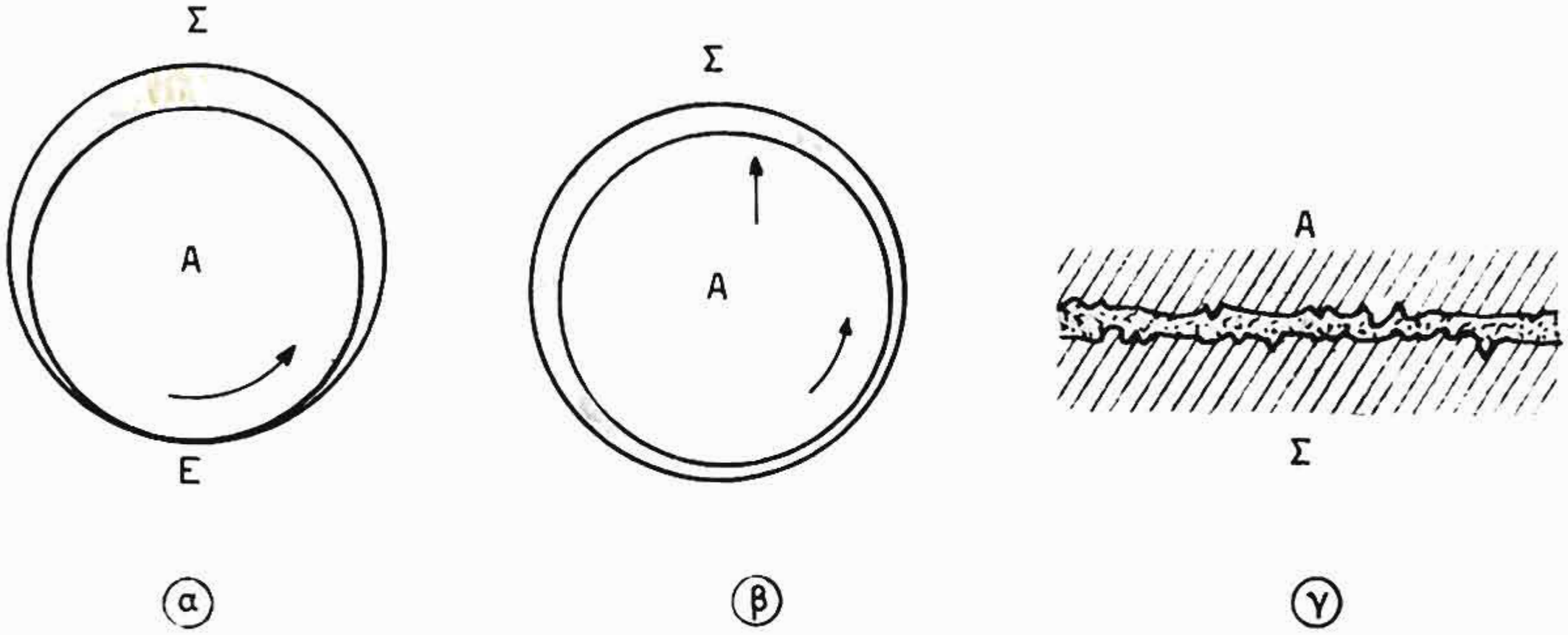
α) *Ξηρὰν τριβήν*. Αὐτὴ λαμβάνει χώραν, ὅταν δύο στερεὰ ὀλισθαίνουν μεταξύ των (τριβὴ ὀλισθήσεως). Χαρακτηρίζεται ἀπὸ ὑψηλὰς τιμὰς τοῦ συντελεστοῦ τριβῆς μ, ποὺ κυμαίνεται μεταξὺ 0,14 καὶ 0,25, ἀναλόγως τοῦ ὑλικοῦ καὶ τῆς φύσεως τῶν τριβομένων ἐπιφανειῶν. Ἡ ξηρὰ τριβὴ προκαλεῖ μεγάλας ἀπωλείας ἔργου, τὸ ὁποῖον, ὡς εἴπομεν (παράγρ. 16·4), μετατρέπεται εἰς θερμότητα δυναμένην νὰ ἐπιφέρη σύντηξιν ἢ συγκόλλησιν τῶν ἐπιφανειῶν (κόλλημα τῆς μηχανῆς)· συνεπῶς ἡ ξηρὰ τριβὴ μόνον ὡς σοβαρὰ ἀνωμαλία εἶναι δυνατὸν νὰ ἐμφανισθῇ.

β) *Ὑγρὰν λίπανσιν*. Αὐτὴ λαμβάνει χώραν, ὅταν μεταξὺ δύο ὀλισθαινουσῶν ἐπιφανειῶν παρεμβάλλεται πλήρης *λιπαντικὴ μεμβράνη* ποικίλου πάχους. Αὕτη ἔχει ὡς συνέπειαν τὴν μείωσιν τοῦ συντελεστοῦ τριβῆς εἰς 0,001 ἕως 0,006, ἄρα καὶ τὴν μείωσιν τῆς ἀπωλείας ἰσχύος, ἡ ὁποία, καθὼς εἴδομεν (παράγρ. 16·3), ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τιμὴν τοῦ συντελεστοῦ μ. Ἡ ὕπαρξις ὑγρᾶς μεμβράνης προϋποθέτει ἐπιφανείας ἐντελῶς λείας, ποὺ εἰς τὴν πρᾶξιν εἶναι σχεδὸν ἀδύνατον νὰ ἐπιτευχθοῦν, ἢ μεγάλας ἐλευθερίας μεταξὺ στροφείου καὶ ἄξονος, πού, ὡς γνωστόν, ἀντεδείκνυνται.

γ) *Ὁριακὴν λίπανσιν*. Εἶναι ἡ συνηθεστέρα ἐν τῇ πράξει περίπτωσις λιπάνσεως δύο τριβομένων ἐπιφανειῶν καὶ ὀφείλεται εἰς τὰς μικρὰς ἐσοχὰς καὶ ἐξοχάς, τὰς ὁποίας ἀναποφεύκτως αἱ ἐπιφάνεια αὐταὶ φέρουν. Αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ἄξονος Α καὶ τοῦ στροφείου Σ, ὅπως θὰ φαίνωνται ὑπὸ μεγάλην μεγέθυνσιν, θὰ παρουσιάζουν τὴν εἰκόνα τοῦ σχήματος 16·5α (γ). Εἶναι δὲ φυσικὸν κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ ἄξονος Α κάποια ἀπὸ τὰς ἐξοχὰς τῆς ἐπιφανείας του νὰ ἔλθη εἰς ἐπαφὴν μὲ ἀντίστοιχον ἐξοχὴν τῆς ἐπιφανείας τοῦ στροφείου Σ. Τοῦτο θὰ ἔχη ὡς συνέπειαν τὴν διακοπὴν τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης καὶ τὴν δημιουργίαν τοπικῶν σημείων μὲ ξηρὰν τριβήν. Αὐτὸ ἀκριβῶς ἀποτελεῖ τὴν ὁριακὴν λίπανσιν.

Ὁ σχηματισμὸς τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς : Καθ' ὃν χρόνον ἡ μηχανὴ ἀκινητεῖ, ὁ ἄξων ἐδράζεται πλήρως ἐπὶ τοῦ στροφείου, ἤτοι ἔχομεν ξηρὰν τριβήν, ἡ ὁποία διαρκεῖ μέχρι τῆς ἐκκινήσεως (*στατικὴ τριβή*) [σχ. 16·5α (α)].

Εὐθὺς μετὰ τὴν ἐκκίνησιν ἡ ἀναπτυσσομένη λόγω περιστροφῆς φυγόκεντρος δύναμις δημιουργεῖ σφηνοειδῆ πίεσιν κατὰ τὴν φορὰν περιστροφῆς, ποὺ ἔχει ὡς συνέπειαν τὴν ἀνάπτυξιν ἀνυψωτικῆς τάσεως πρὸς τὰ ἄνω [σχ. 16·5α (β)]. Ἕνεκα ταύτης τὸ λιπαντικὸν εἰσχωρεῖ εἰς τὸ δημιουργούμενον μεταξὺ ἄξονος καὶ στροφείου κενὸν καὶ ἀποκαθιστᾶ τὴν λιπαντικὴν μεμβράνην, ὁπότε ἔχομεν συνθήκας *ὑγρᾶς λιπάνσεως*.



Σχ. 16·5α.

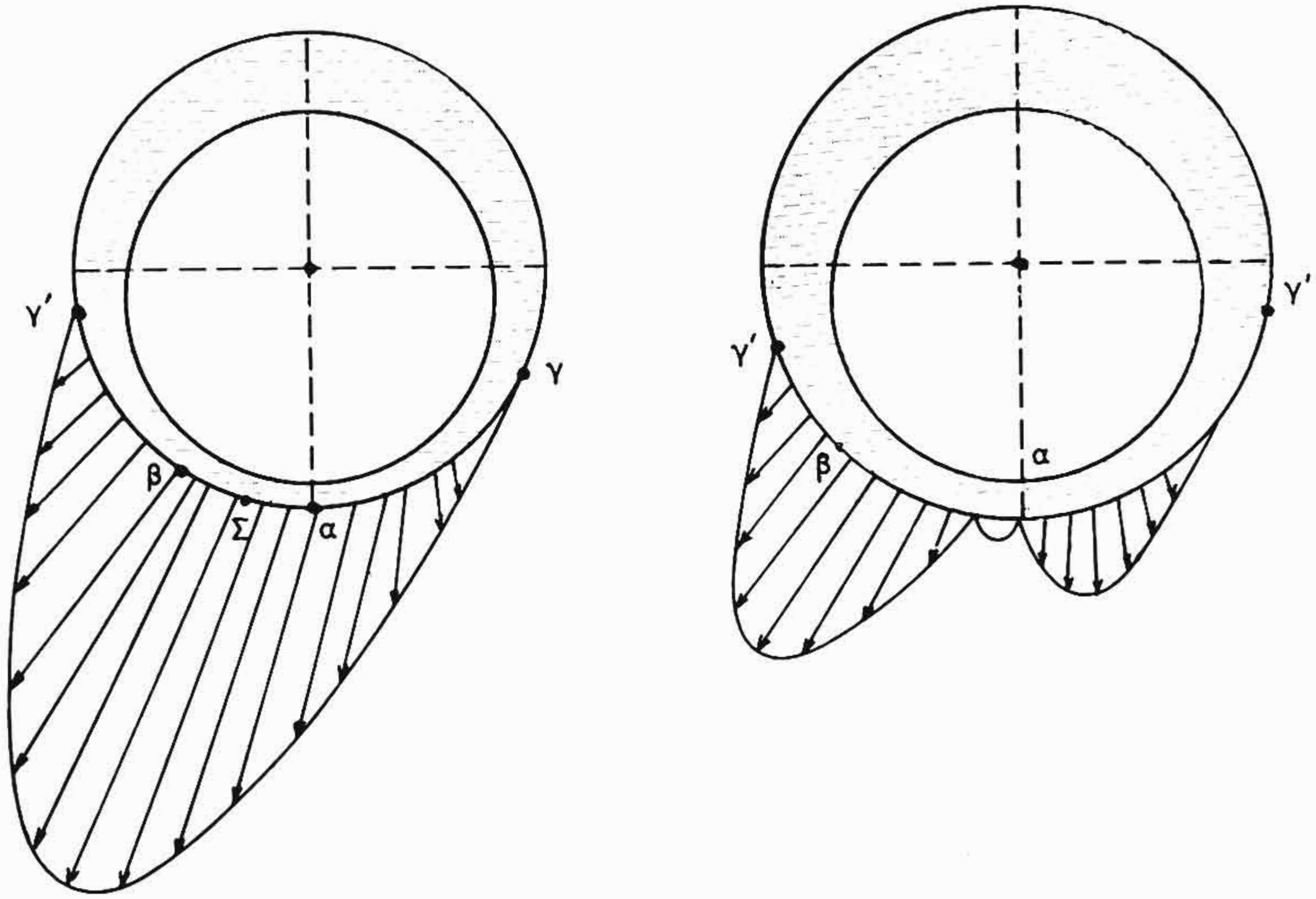
Αἱ ἀνωμαλίαι τῶν ἐπιφανειῶν ἐν τούτοις μετατρέπουν τὴν ὑγρὰν λίπανσιν εἰς *ὁριακήν*. Ἡ τιμὴ τοῦ συντελεστοῦ τριβῆς διὰ τὴν ὁριακὴν λίπανσιν κυμαίνεται ἀπὸ 0,01 ἕως 0,10.

Κατὰ κανόνα, μὲ ὑψηλὰς ταχύτητας περιστροφῆς καὶ μικρὰ φορτία ἔχομεν *ὑγρὰν* λίπανσιν, ἐνῶ *ὁριακὴ* λίπανσις ἀναμένεται, ὅταν ἔχωμεν μεγάλα φορτία μὲ μικρὰς ταχύτητας. Πάντως, καὶ οἱ δύο τύποι λιπάνσεως εἶναι δυνατὸν νὰ παρουσιασθοῦν εἰς τὸν αὐτὸν τριβέα λειτουργοῦντα ὑπὸ διαφορετικὰς συνθήκας.

Τὴν κατανομὴν τῶν πιέσεων κατὰ μῆκος τῆς ἐπιφανείας ἑνὸς τριβέως δίδει τὸ καλούμενον *πολικὸν διάγραμμα τῶν πιέσεων* (σχ. 16·5β). Ἡ μεγίστη τιμὴ πιέσεως, P_{max}, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ σημεῖον Σ, εὑρισκόμενον μεταξὺ τοῦ σημείου α, ὅπου ἐπενεργεῖ τὸ φορτίον τοῦ ἄξονος καὶ τοῦ σημείου β, ὅπου τὸ στρῶμα τοῦ ἐλαίου ἔχει τὸ μικρότερον πάχος του. Ἐκατέρωθεν τοῦ σημείου Σ αἱ πιέσεις ἐλαττοῦνται καὶ μηδενίζονται εἰς τὰ σημεῖα γ καὶ γ′, τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται σχεδὸν εἰς τὰ ἄκρα τῆς περιφερείας τοῦ τριβέως.

Ἐὰν ὁ τριβεὺς φέρῃ αὔλακα διὰ τὸ ἔλαιον, εἰς τὸ τμῆμα ὅπου τὸ ἔλαιον εὑρίσκεται ὑπὸ πίεσιν, ἡ πίεσις τοῦ στρώματος τοῦ ἐλαίου εἰς μὲν τὸ περὶ τὴν αὔλακα σημεῖον σχεδὸν μηδενίζεται, ἐνῶ ἡ ὁλικὴ πίε-

σις γενικῶς ἐλαττοῦται. Τοῦτο ἔχει ὡς συνέπειαν νὰ μειοῦται ἡ ἱκανότης τοῦ τριβέως νὰ δέχεται ὡρισμένον φορτίον. Ἐπομένως αἱ αὔλακες διανομῆς τοῦ ἐλαίου ὑποβοηθοῦν μὲν εἰς τὴν διανομὴν τοῦ ἐλαίου καθ' ὅλον τὸ μῆκος τοῦ τριβέως, θὰ πρέπει ὅμως νὰ εὑρίσκωνται εἰς τὸ τμῆμα ποὺ δέχεται τὸ φορτίον.



Σχ. 16·5β.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμπεραίνεται ὅτι μεταξὺ τοῦ κομβίου τοῦ ἄξονος καὶ τοῦ τριβέως εἶναι ἀπαραίτητος ἡ ὕπαρξις ὡρισμένων ἐλευθεριῶν, αἱ ὁποῖαι θὰ ἐπιτρέψουν τὸν σχηματισμὸν τοῦ σφηνός, ποὺ εἶναι ἀναγκαῖος διὰ τὴν δημιουργίαν τῆς πιέσεως τοῦ στρώματος τοῦ ἐλαίου.

Ἡ τήρησις τῶν ἐλευθεριῶν ἐντὸς ὡρισμένων ὁρίων ἔχει ἀποφασιστικὴν σημασίαν διὰ τοὺς κάτωθι κυρίως λόγους :

α) Ἐλευθερίαι μικρότεραι τῶν κανονικῶν ἀποκλείουν τὴν ὑγρὰν λίπανσιν, ἡ δὲ ὁριακή, ποὺ εἶναι ἡ συνήθης μορφὴ λιπάνσεως, μὲ περιωρισμένας ἐλευθερίας εἶναι δυνατὸν εὐκόλως νὰ μεταπέση εἰς τὴν καταστρεπτικὴν ξηρὰν τριβήν.

β) Ἐλευθερίαι μεγαλύτεραι τῶν κανονικῶν ἔχουν τὰς κάτωθι συνεπείας :

— Προκαλοῦν κραδασμοὺς τοῦ ἄξονος.

— Ἡ πίεσις τοῦ στρώματος τοῦ ἐλαίου μειοῦται καὶ ἡ ἀντοχὴ τοῦ τριβέως ἔναντι τῶν φορτίων τοῦ ἄξονος ἐξασθενεῖ.

Αἱ ἐνδεδειγμέναι τιμαὶ ἐλευθεριῶν διὰ κάθε τριβέα, ὡς καὶ τὰ ἐπιτρεπτὰ ὅρια, ἐντὸς τῶν ὁποίων δύνανται νὰ κυμαίνωνται, παρέχονται ὑπὸ τῶν κατασκευαστῶν εἰς τὰ ἀντίστοιχα ἐγχειρίδια. Αἱ τιμαὶ αὐταὶ πρέπει νὰ τηρῶνται μετὰ σχολαστικότητος ὑπὸ τῶν μηχανικῶν, ποὺ ἔχουν καὶ τὴν εὐθύνην διὰ τὴν καλὴν κατάστασιν καὶ τὴν ὁμαλὴν λειτουργίαν τῶν μηχανῶν.

16·6 Παράγοντες ἐπιδρῶντες ἐπὶ τῆς λιπάνσεως.

Τὴν λίπανσιν δύο τριβομένων ἐπιφανειῶν δι' ἐνὸς λιπαντικοῦ ἐπηρεάζουν διάφοροι παράγοντες, οἱ σπουδαιότεροι τῶν ὁποίων εἶναι :

α) *Θερμοκρασία.* Ὡς πρὸς τὸν παράγοντα αὐτὸν ἡ λίπανσις εἶναι ἰδιαιτέρως εὐπαθής, διότι ἡ θερμοκρασία ἐπιδρᾶ ἐπὶ τῆς ποιότητος τοῦ ἐλαίου καὶ κυρίως ἐπὶ τοῦ ἰξώδους, ποὺ εἶναι τὸ σπουδαιότερον χαρακτηριστικόν του, ἰδίως κατὰ τὴν ὑγρὰν λίπανσιν. Τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τοῦ ἰξώδους ἑνὸς λιπαντικοῦ καθορίζομεν μὲ τὴν θέσπισιν εἰδικοῦ ὅρου, τοῦ λεγομένου *δείκτου ἰξώδους*, ἡ τιμὴ τοῦ ὁποίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν εὐπάθειαν τοῦ λιπαντικοῦ ἔναντι τῆς θερμοκρασίας. Ὑψηλαὶ τιμαὶ τοῦ δείκτου ἰξώδους (ἄνω τοῦ 90) μαρτυροῦν λιπαντικόν, τὸ ὁποῖον μέχρις ὡρισμένων ὁρίων ἐλάχιστα ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας (Λιπαντέλαια αὐτοῦ τοῦ εἴδους, γνωστὰ ὡς viscostatic, εἶναι περιζήτητα καὶ φυσικὰ ἀκριβότερα). Ἡ ἀξία των ἔγκειται εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι ἕνα καλῆς ποιότητος λιπαντικὸν δὲν ἀρκεῖ νὰ ἔχη τὸ κατάλληλον ἰξῶδες κατὰ τὴν ἐκκίνησιν τῆς μηχανῆς, ἀλλὰ καὶ νὰ τὸ διατηρῇ, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς.

β) *Λιπαρότης* (oilness). Εἶναι ἰδιότης σχετιζομένη μὲ τὴν τιμὴν τοῦ συντελεστοῦ τριβῆς. Μεγάλη λιπαρότης σημαίνει λιπαντέλαια μὲ μικρὰν τιμὴν συντελεστοῦ τριβῆς καὶ εἶναι τὰ πλέον κατάλληλα διὰ τὴν ὁριακὴν λίπανσιν. Λιπαντικὰ μὲ μεγάλην λιπαρότητα εἶναι κατ' ἐξοχὴν τὰ φυτικὰ καὶ ζωικὰ ἔλαια, τὰ ὁποῖα ὅμως ὑστεροῦν κατὰ τὴν χημικὴν σταθερότητα, ἤτοι ἔχουν τὴν τάσιν νὰ ἀλλοιοῦνται ταχέως λόγω ὀξειδώσεως.

γ) *Φορτίον* τοῦ ἄξονος. Τοῦτο ἀσκεῖ ἀποφασιστικὸν ρόλον ἐπὶ τῶν συνθηκῶν λιπάνσεως τῶν τριβέων, ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐδράζεται. Ὑψηλὰ φορτία εὐνοοῦν τὴν ὁριακὴν λίπανσιν, ὁπότε τὸ λιπαντικὸν πρέπει νὰ

εἶναι ἐνισχυμένον καὶ νὰ ἔχη τὸ κατάλληλον ἰξῶδες, ὥστε νὰ μὴ ὑφίσταται κίνδυνος ἐκθλίψεως τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης λόγω φορτίου. Ἀντιθέτως μὲ χαμηλὰ φορτία ἔχομεν συνηθέστερον ὑγρὰν λίπανσιν.

δ) *Ταχύτης περιστροφῆς.* Αὐτὴ ἐφ' ὅσον πρόκειται περὶ λιπάνσεως τριβέων ἀξόνων, ἀσκεῖ ἐπίσης ἀποφασιστικὴν σημασίαν ἐπὶ τῆς λιπάνσεως, διότι αὐξάνει αἰσθητῶς τὴν τριβήν, ἡ ὁποία εἴδομεν ὅτι εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν [παράγρ. 16·3, τύπος (4)].

Τοῦτο ἔχει ὡς συνέπειαν τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ λιπαντικοῦ, ἄρα τὴν μείωσιν τοῦ ἰξώδους μὲ ἀποτέλεσμα νὰ δημιουργῆται ἔτσι ἀντιστάθμισις ὡς πρὸς τὴν αὔξησιν τῆς τριβῆς, τὴν ὁποίαν ἐπιφέρει ἡ αὔξησις τῶν στροφῶν. Αὐτὸ ἰσχύει μόνον διὰ τὴν ὑγρὰν λίπανσιν, ἐνῶ εἰς τὴν ὁριακὴν λίπανσιν δὲν ὑπάρχουν μεγάλα περιθώρια αὐξομειώσεως τῶν συνθηκῶν λιπάνσεως, ἄρα καὶ τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν. Τὸ πρόβλημα αὐτὸ ἀντιμετωπίζεται μὲ τὰ λιπαντικὰ λίαν ὑψηλῶν πιέσεων (extreme pressure), ποὺ περιέχουν εἰδικὰ πρόσθετα, περὶ τῶν ὁποίων γίνεται λόγος κατωτέρω.

16·7 Ἡ ὁμαλὴ λειτουργία τῆς μηχανῆς καὶ τὸ λιπαντέλαιον.

Τὴν γενικωτέραν σημασίαν τῆς λιπάνσεως διὰ τὴν ὀρθὴν καὶ ἀποδοτικὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς ἀποδίδει παραστατικὰ ἡ συμβολικὴ ἐξίσωσις τῆς παραγράφου 0·4.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΜΗΧΑΝΗΣ	=	ΣΧΕΔΙΑΣΙΣ	×	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	×	ΣΥΝΤΗΡΗΣΙΣ	×	ΚΑΥΣΙΜΟΝ	×	ΛΙΠΑΝΤΙΚΟΝ

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἐξισώσεως συνάγεται ὅτι ἡ ἐν γένει συμπεριφορὰ τῆς μηχανῆς ἐξαρτᾶται ὄχι μόνον ἀπὸ τὴν σχεδίασιν, τὰ ὑλικὰ κατασκευῆς καὶ τὴν συντήρησιν, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ποιότητα τοῦ καυσίμου καὶ τοῦ λιπαντικοῦ, ποὺ πρέπει νὰ θεωροῦνται ὡς τμήματα καὶ ὄχι ὡς παρακολουθήματα αὐτῆς. Ἀξιοσημείωτον εἶναι ὅτι ὅλοι οἱ ἀνωτέρω παράγοντες εὑρίσκονται εἰς σχέσιν γινομένου μεταξύ των καὶ οὐχὶ ἀθροίσματος. Τοῦτο σημαίνει ὅτι, ἂν ἕνας ἐκ τῶν παραγόντων μηδενισθῆ, αὐτομάτως μηδενίζεται καὶ ἡ συμπεριφορὰ τῆς μηχανῆς, ἤτοι ἡ μηχανὴ δὲν ἐργάζεται. Ἂν π.χ. ἡ λίπανσις εἶναι τόσον κακή, ὥστε νὰ βαθμολογηθῆ μὲ μηδέν, μηδὲν θὰ εἶναι καὶ ἡ συμπεριφορὰ τῆς μηχανῆς, ἤτοι αὐτὴ δὲν θὰ ἐκκινῆ, ἢ ἂν εὑρίσκεται ἐν λειτουργίᾳ, ἡ καταστροφή της θὰ εἶναι πλήρης.

Πέρα ὅμως τῶν ἀνωτέρω θὰ πρέπει νὰ τονισθῆ καὶ ἡ ἀντίθετο-

περίπτωσις, ἤτοι καὶ ἡ ἐπίδρασις τῆς καταστάσεως τῆς μηχανῆς ἐπὶ τοῦ λιπαντικοῦ θὰ ἠδύνατο νὰ ὁδηγήση εἰς ἀνωμαλίας. Ἀσφαλῶς, ἂν ἡ ποιότης τοῦ ἐλαίου δὲν εἶναι ἡ ἐνδεδειγμένη, τοῦτο θὰ ἀποτελῆ τὴν πιθανωτέραν αἰτίαν τῆς ἀνωμαλίας. Τὸ σημερινὸν ὅμως ἐπίπεδον τῆς τεχνολογίας τῶν λιπαντικῶν καθιστᾶ τὸ ἐνδεχόμενον αὐτὸ σπάνιον.

Ἡ κακὴ κατάστασις τοῦ λιπαντελαίου, ὅταν μάλιστα ἐπαναλαμβάνεται κατὰ πυκνὰ χρονικὰ διαστήματα, ὀφείλεται τὰς περισσοτέρας φορὰς εἰς ἀμελείας κατὰ τὸν χειρισμὸν τῆς μηχανῆς ἢ εἰς παραλείψεις κατὰ τὴν συντήρησίν της. Π.χ. εἰς μίαν μηχανὴν Diesel κακὴ ἢ μετρία ἔγχυσις τοῦ καυσίμου καὶ ἀτελὴς ψῦξις θὰ ὁδηγήσουν εἰς τὴν ρύπανσιν τοῦ ἐλαίου καὶ τὴν ταχεῖαν ἀλλοίωσίν του. Ἡ μηχανὴ αὐτὴ θὰ παρουσιάζη ἐμφανῆ τὰ συμπτώματα τῆς κακῆς λειτουργίας, ἤτοι δημιουργίαν καπνοῦ, διαφυγὴν καυσαερίων, μείωσιν ἱπποδυνάμεως, ὑψηλὰς θερμοκρασίας κ.λπ.

Ἐνδείξεις κακῆς λειτουργίας τῆς μηχανῆς εἰς ὅ,τι ἀφορᾶ εἰς τὴν καῦσιν ἢ εἰς τὴν λίπανσιν λαμβάνονται :

α) *Διὰ τὴν καῦσιν*· ἀπὸ τὰς πιέσεις συμπιέσεως καὶ καύσεως.

β) *Διὰ τὴν λίπανσιν*· ἀπὸ τὴν πίεσιν τοῦ δικτύου λιπάνσεως ἢ ἀπὸ τὴν κατανάλωσιν τοῦ ἐλαίου. Ηὐξημένη κατανάλωσις ἐλαίου δηλοῖ φθορὰν χιτωνίων ἢ ἐλατηρίων, ποὺ συχνότατα προέρχονται ἀπὸ μεγαλυτέραν τοῦ δέοντος ψῦξιν ἢ ἀπὸ συχνὴν ἐκκίνησιν ἐν ψυχρῷ. Τοῦτο εἰς τὰς μηχανὰς μεγάλων ἱπποδυνάμεων ἀντιμετωπίζεται μὲ τὴν κατάλληλον προθέρμανσιν καὶ προλίπανσιν τῆς μηχανῆς.

Ἐν συμπεράσματι, πρέπει νὰ τονισθῆ ὅτι τὸ λιπαντέλαιον ὄχι μόνον ἀποτελεῖ παράγοντα ὁμαλῆς λειτουργίας τῆς μηχανῆς, ἀλλὰ εἶναι καὶ *δείκτης τῆς καταστάσεώς της*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 17

ΕΙΔΗ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ

17·1 Τὰ γενικὰ χαρακτηριστικὰ ἑνὸς λιπαντικοῦ.

Διὰ νὰ δύναται ἕνα λιπαντικὸν νὰ ἀνταποκριθῇ ἱκανοποιητικῶς εἰς τὴν κυρίαν ἀποστολήν του, ποὺ εἶναι ἡ προστασία τῶν τριβομένων ἐπιφανειῶν ἐκ τῆς φθορᾶς τριβῆς, πρέπει νὰ ἔχη ὡρισμένας χαρακτηριστικὰς ἰδιότητας, σπουδαιότεραι τῶν ὁποίων εἶναι αἱ κάτωθι :

α) *Νὰ ἔχη κατάλληλον τιμὴν ἰξώδους* καὶ πρὸ παντὸς νὰ διατηρῇ τὴν τιμὴν αὐτὴν κατὰ τὸ δυνατὸν ἀνεπηρέαστον ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας, ποὺ τὸ ἔλαιον θὰ συναντήση κατὰ τὰς διαφόρους φάσεις λειτουργίας τῆς μηχανῆς. Δὲν ἀρκεῖ νὰ ἔχωμεν εἰς τὴν μηχανήν μας ἔλαιον μὲ ἰξῶδες κατάλληλον διὰ τὴν ἐκκίνησιν· ὅταν ἡ μηχανὴ θερμανθῇ μετὰ ὡρισμένον χρόνον λειτουργίας, πρέπει τὸ ἰξῶδες τοῦ ἐλαίου νὰ παραμένη ἀρκετὰ ὑψηλόν, ὥστε νὰ μὴ ὑπάρχη κίνδυνος ἐκθλίψεως τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης (παράγρ. 16·6) Γενικῶς, ἰξῶδες μεγαλύτερον τοῦ κανονικοῦ θὰ δυσχεραίνη τὴν κίνησιν μὲ συνέπειαν ἀπώλειαν ἰσχύος καὶ μείωσιν τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως· ἀντιθέτως χαμηλότερον τοῦ δέοντος ἰξῶδες δὲν ἐξασφαλίζει πάντοτε τὴν ἀπαιτουμένην μεταξὺ τῶν δύο τριβομένων μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν λιπαντικὴν μεμβράνην.

β) *Νὰ μὴ ἔχη διαβρωτικὴν ἐπίδρασιν* ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν, τὰς ὁποίας λιπαίνει. Ἄλλωστε ἀποστολὴ τοῦ λιπαντικοῦ εἶναι καὶ ἡ προστασία τῶν λιπαινομένων μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν ἔναντι τῆς διαβρώσεως. Κατὰ κανόνα τὰ ὀρυκτέλαια πληροῦν ἀπολύτως αὐτὴν τὴν βασικὴν ἀπαίτησιν, τὴν ὁποίαν ὅμως πιθανὸν νὰ χάσουν κατὰ τὴν χρῆσιν των, ὁπότε ἀντικαθίστανται.

γ) *Νὰ προσφύεται ἱκανοποιητικῶς* ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν, τὰς ὁποίας λιπαίνει εἰς τρόπον, ὥστε ἡ προστατευτικὴ ἔναντι τῆς ὀξειδώσεως δρᾶσις των νὰ διατηρῆται καὶ κατὰ τὴν περίοδον, ποὺ ἡ μηχανὴ δὲν ἐργάζεται.

δ) *Νὰ ἔχη ἱκανοποιητικὴν χημικὴν σταθερότητα*, ὥστε νὰ μὴ ἀλλοιοῦται ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, τοῦ ὕδατος ἢ τῶν μετάλλων, μετὰ τῶν ὁποίων τὸ λιπαντικὸν ἔρχεται εἰς ἐπαφήν. Τυχὸν ἀλλοίωσίς

του προκαλεῖ τὴν ἐμφάνισιν ἰλύος καὶ πισσωδῶν συστατικῶν, ἐνῶ ἐκ τῆς ὀξειδώσεως τὸ ἔλαιον ἀποκτᾶ διαβρωτικὰς ἰδιότητας.

Τὰ ἀνωτέρω χαρακτηριστικὰ ἀποκτοῦν τὰ λιπαντικὰ μὲ τρεῖς κυρίως τρόπους :

Μὲ τὴν ἐπιλογὴν τῶν καταλλήλων πρώτων ὑλῶν.

Μὲ τὴν ἐνδεδειγμένην ἐπεξεργασίαν.

Μὲ τὴν ἀνάμιξιν διὰ τῶν καταλλήλων χημικῶν προσθέτων (additives).

17.2 Κατάταξις τῶν λιπαντικῶν.

Ἡ κατάταξις τῶν λιπαντικῶν εἶναι δυνατὸν νὰ γίνῃ κατὰ διαφόρους τρόπους, σπουδαιότεροι τῶν ὁποίων εἶναι οἱ κάτωθι :

1) Ἀναλόγως τῆς καταστάσεως.

α) Ὑγρὰ λιπαντικὰ (ὀρυκτέλαια, φυτικὰ ἔλαια, ζωικὰ ἔλαια).

β) Στερεὰ λιπαντικὰ (τάλκης, γραφίτης).

γ) Ἡμίρρευστα ἢ συνεκτικὰ ἔλαια (γράσσα).

2) Ἀναλόγως τῆς προελεύσεως.

α) Ὀρυκτέλαια.

β) Φυτικὰ ἔλαια.

γ) Ζωικὰ ἔλαια.

δ) Συνθετικὰ ἔλαια.

Ἐκ τούτων τὴν ἀναντιρρήτως μεγαλυτέραν σπουδαιότητα ἔχουν τὰ ὀρυκτέλαια, ἤτοι τὰ προϊόντα ἐπεξεργασίας τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου, τὰ ὁποῖα καλύπτουν καὶ τὸ μέγιστον ποσοστὸν τῶν λιπαντικῶν οὐσιῶν ποὺ χρησιμοποιοῦνται. Ἡ ὑπεροχὴ τῶν ὀρυκτελαίων ἔγκειται κυρίως εἰς τὴν χημικήν των σταθερότητα, ἡ ὁποία ἐξηγεῖται διὰ τῆς μοριακῆς των δομῆς (ὑδρογονάνθρακες). Τὰ *συνθετικὰ* ἔλαια δὲν προέρχονται ἀπὸ φυσικὰς πρώτας ὕλας, ἀλλὰ παράγονται συνθετικῶς. Ὑπερέχουν ποιοτικῶς ὅλων τῶν ἄλλων κατηγοριῶν λιπαντικῶν κατὰ τὰς πλείστας ἰδιότητας. Ἡ χρῆσις των περιορίζεται ἀπὸ τὸ ὑψηλὸν κόστος των.

3) Ἀναλόγως τοῦ προορισμοῦ.

α) Λιπαντέλαια Μ.Ε.Κ.

β) Λιπαντέλαια ἀτμοστροβίλων (τουρμπινέλαια).

γ) Λιπαντέλαια παλινδρομικῶν μηχανῶν.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

δ) Λιπαντέλαια λοιπῶν χρήσεων (μονωτικὰ ἔλαια, ὑδραυλικὰ ἔλαια, ἔλαια ψυκτικῶν μηχανῶν, ἔλαια ἀεροσυμπιεστῶν κ.λπ.).

4) Ἀναλόγως τοῦ ἰξώδους.

Ἡ κατάταξις τῶν λιπαντικῶν ἀναλόγως τοῦ ἰξώδους γίνεται κατὰ μίαν αὐθαίρετον κλίμακα, τὴν ὁποίαν ὑπέδειξεν ἡ ἀμερικανικὴ ἑταιρία S.A.E. (Society of Automobile Engineering) καὶ τὴν ὁποίαν υἱοθέτησαν μετὰ τὰς Η.Π.Α. πολλαὶ ἐκ τῶν εὐρωπαϊκῶν χωρῶν, μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ ἡ Ἑλλάς. Ἡ κλῖμαξ S.A.E. ἀρχίζει ἀπὸ τὸ 5 καὶ καταλήγει εἰς τὸ 250, ἀποτελεῖται δὲ ἀπὸ ἀκέραια πολλαπλάσια τοῦ 10, πλὴν τῆς τιμῆς S.A.E. 5. Ὅσον μεγαλύτερον εἶναι τὸ ἰξῶδες ἑνὸς λιπαντικοῦ, τόσον μεγαλυτέραν τιμὴν ἰξώδους ἔχει αὐτὸ εἰς τὴν κλίμακα S.A.E.

Διευκρινίζεται πάντως ὅτι ὁ ἀριθμὸς S.A.E. ἑνὸς λιπαντικοῦ *οὐδεμίαν ἔνδειξιν περὶ τῆς ποιότητός του παρέχει*, πλὴν τοῦ ἰξώδους του, τὸ ὁποῖον αὐθαιρέτως ὑποδηλοῖ. Π.χ. S.A.E. 30 ἕως 50 ἀντιστοιχεῖ εἰς ἔλαια μέσου ἰξώδους κατάλληλα διὰ M.E.K. καὶ ὡς τουρμπινέλαια· S.A.E. 10 ἕως 20 ὑποδηλοῖ ἔλαια λεπτόρρευστα κατάλληλα διὰ χειμερινοὺς μῆνας ἢ διὰ χαμηλὰς γενικῶς θερμοκρασίας, αἱ ὁποῖαι, ὡς γνωστόν, ἀναβιβάζουν τὸ ἰξῶδες. Τέλος, ἔλαια S.A.E. 60 καὶ ἄνω χρησιμοποιοῦνται εἰς παλινδρομικὰς μηχανάς, ἐνῶ ἔλαια S.A.E. 90 ἢ 120 εἶναι λίαν παχύρρευστα καὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ κιβώτια ταχυτήτων (βαλβολῖναι) ἢ διὰ τὴν λίπανσιν ἀτμοκυλίνδρων (κυλινδρέλαια).

ΠΙΝΑΞ 17·2·1

Σχέσεις ἀριθμῶν S.A.E. καὶ τιμῶν S.S.U.

Ἀριθμὸς S.A.E.	Ἰξῶδες S.S.U.	
	0° F	210° F
5 W	4000	—
10 W	6000 - 12000	30 - 40
20 W	12000 - 48000	40 - 50
20	—	50 - 60
30	—	58 - 70
40	—	70 - 85
50	—	85 - 110

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Τὴν ἀντιστοιχίαν τῶν τιμῶν ἰξώδους τῆς κλίμακος S.A.E. πρὸς τὰς τιμὰς ἰξώδους S.S.U. (Saybolt Seconds Universal, παράγρ. 11·4) ἀπεικονίζει ὁ Πίναξ 17·2·1.

Ἡ ἔνδειξις W τοῦ Πίνακος 17·2·1 ἀνταποκρίνεται εἰς ἔλαια κατάλληλα καὶ διὰ τοὺς χειμερινοὺς μῆνας (W = winter), πρᾶγμα ποὺ φανερώνει ὑψηλὴν τιμὴν δείκτου ἰξώδους. Π.χ. ἐνῶ τὸ ἔλαιον S.A.E. 20 εἰς τὰς χαμηλὰς θερμοκρασίας τοῦ χειμῶνος θὰ ἔχη ἰξῶδες ἀπαραδέκτως ὑψηλόν, ποὺ ἐνδέχεται νὰ δυσχεραίνη τὴν ἐκκίνησιν τῆς μηχανῆς, τὸ S.A.E. 20 W θὰ ἔχη τοὺς ψυχροὺς μῆνας ἰξῶδες μικρότερον ἀπὸ ὅσον τὸ S.A.E. 20, ἐνῶ τὸ θέρος θὰ διατηρῆ ὡς πρὸς τὸ ἰξῶδες τὰ γνωρίσματα τοῦ S.A.E. 20.

17·3 Ὀρυκτέλαια.

Εἶναι ἡ σπουδαιοτέρα κατηγορία λιπαντικῶν ὑλῶν, ἡ ὁποία καλύπτει ποσοστὸν ἄνω τοῦ 90% ἐφαρμογῶν λιπάνσεως, χάρις εἰς τὴν ἀναμφισβήτητον ὑπεροχήν, τὴν ὁποίαν τὰ ὀρυκτέλαια παρουσιάζουν ἔναντι τῶν ἄλλων λιπαντικῶν ὑλῶν.

Τὰ κυριώτερα πλεονεκτήματα τῶν ὀρυκτελαίων εἶναι :

α) Ἐξαίρετος χημικὴ σταθερότης.

β) Δυνατότης καλύψεως μεγάλης περιοχῆς ἰξώδους.

γ) Ἀρκετὰ καλὴ πρόσφυσις ἐπὶ τῶν μετάλλων.

δ) Σχετικῶς χαμηλὸν κόστος παραγωγῆς.

Τὰ ὀρυκτέλαια προέρχονται ἀπὸ τὸ ὑπόλειμμα ἀποστάξεως τοῦ φυσικοῦ πετρελαίου, τὸ ὁποῖον ἀπομένει εἰς τὸν ἀποστακτῆρα μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν συστατικῶν, τὰ ὁποῖα ἀποστάζουν μέχρι τοὺς 360° C (παράγρ. 3·1). Τὸ ὑπόλειμμα τῆς ἀποστάξεως ἐν μέρει μὲν χρησιμοποιεῖται ὡς ἔχει, ὡς πετρέλαιον λεβήτων (μαζούτ), ἐν μέρει δὲ ὑποβάλλεται εἰς περαιτέρω ἀπόσταξιν ἐν κενῷ, ἐκ τῆς ὁποίας παράγονται τὰ ὀρυκτέλαια.

Αἱ σπουδαιότεραι φάσεις παραγωγῆς καὶ ἐπεξεργασίας τῶν ὀρυκτελαίων περιγράφονται συνοπτικῶς κατωτέρω :

1) Ἀπόσταξις ἐν κενῷ.

Δι' αὐτῆς ἀπομακρύνεται κυρίως ἡ ἄσφαλτος, ἡ ὁποία παραμένει εἰς τὸν ἀποστακτῆρα. Τὸ ἀπόσταγμα, τὸ ὁποῖον καλεῖται vacuum oil (ἔλαιον παραγόμενον ἐν κενῷ), περιέχει τοὺς ὑδρογονάνθρακας, ποὺ ἀποτελοῦν τὰ κύρια συστατικὰ τῶν ὀρυκτελαίων. Αὐτὰ χωρίζονται καθ' ὁμάδας διὰ νέας ἐν κενῷ κλασματικῆς ἀποστάξεως.

2) Κλασματικὴ ἀπόσταξις.

Γίνεται ἐπίσης ὑπὸ κενὸν καὶ ὁδηγεῖ εἰς τὸν διαχωρισμὸν τῶν κάτωθι κυρίως ὁμάδων συστατικῶν, ἀναλόγως πρὸς τὴν θερμοκρασίαν ἀποστάξεως, ποὺ συμβαδίζει μὲ τὸ μοριακὸν βάρος, τὸ ἰξῶδες καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν παραγομένων προϊόντων :

α) Τὰ λίαν ἐλαφρὰ προϊόντα, ποὺ ἀποτελοῦν τὰ πρῶτα ἀποστάγματα καὶ δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν μόνον ὡς καύσιμα.

β) Τὰ λίαν λεπτόρρευστα λιπαντέλαια, γνωστὰ ὡς *ἀτρακτέλαια* (spindle oils).

γ) Τὰ κανονικὰ ἢ κυρίως ὀρυκτέλαια μέσου ἰξώδους, ποὺ ἀνταποκρίνονται πρὸς τοὺς ἀριθμοὺς 30 ἕως 60 τῆς κλίμακος S.A.E. καὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παραγωγὴν τῶν περισσοτέρων λιπαντελαίων M.E.K. καὶ τῶν τουρμπινελαίων.

δ) Τὰ βαρέα (χονδρὰ) ἀποστάγματα, ἐκ τῶν ὁποίων παράγονται τὰ κυλινδρέλαια καὶ αἱ βαλβολῖναι.

3) Ἀποκήρωσις.

Ἡ *ἀποκήρωσις* ἢ *ἀποπαραφίνωσις* (dewaxing) εἶναι ἡ ἐπεξεργασία τῶν ὀρυκτελαίων, ἡ ὁποία σκοπὸν ἔχει τὴν ἀπομάκρυνσιν ἐξ αὐτῶν τῶν περιεχομένων παραφινούχων συστατικῶν μεγάλου μοριακοῦ βάρους. Τὰ συστατικὰ αὐτὰ ἀποτελοῦν τὸν κηρὸν ἢ παραφίνην καὶ ἡ παρουσία των εἰς τὰ ὀρυκτέλαια εἶναι ἀπαράδεκτος, διότι προσδίδει εἰς αὐτὰ ὑψηλὸν σημεῖον τήξεως, ἤτοι εἰς σχετικῶς χαμηλὰς θερμοκρασίας τὰ ἔλαια αὐτὰ ἀποβάλλουν τὴν παραφίνην καὶ ἢ στερεοποιοῦνται ἢ καθίστανται λίαν παχύρρευστα.

Ἡ ἀποκήρωσις ἐπιτυγχάνεται δι' ἐπεξεργασίας τοῦ ἐλαίου μὲ μῖγμα ἀσετόνης-βενζολίου, ποὺ ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ διαλύῃ τελείως τὸ ἔλαιον, ἐνῶ αἱ παραφῖναι ἔχουν μετρίαν διαλυτότητα εἰς τὸ ὡς ἄνω μῖγμα. Ἡ διαλυτότης αὐτὴ τῶν κηρῶν εἰς τὸ μῖγμα ἀσετόνης-βενζολίου εἶναι ἀκόμη μικροτέρα εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας. Διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ λοιπὸν ἡ πλήρης ἀποβολὴ τῶν κηρῶν ἀπὸ τὸ ἐπεξεργαζόμενον ἔλαιον, τὸ μῖγμα ἐλαίου καὶ διαλύτου ψύχεται εἰς θερμοκρασίας -10^0 C ἕως -15^0 C, ὁπότε τὰ παραφινοῦχα συστατικὰ κρυσταλλούμενα ἀποβάλλονται πλήρως ἐκ τῆς ὑγρᾶς μάζης καὶ ἀποχωρίζονται ἐξ αὐτῆς διὰ περιστρεφομένων φίλτρων. Ὁ διαλύτης ἀνακτᾶται δι' ἀποστάξεως καὶ ἀπομένει τὸ ἀποκηρωθὲν ἔλαιον μὲ σημεῖον ροῆς αἰσθητῶς βελτιωμένον. Ἡ παραφίνη συλλέγεται ἀπὸ τὰ φίλτρα καὶ ἀποτελεῖ ἀξιόλογον ὑποπροϊὸν τῆς βιομηχανίας τῶν ὀρυκτελαίων.

4) Ἐκχύλισις.

Ἀποβλέπει εἰς τὸν ἐξευγενισμὸν τοῦ ὀρυκτελαίου διὰ τῆς ἀπομακρύνσεως ἐξ αὐτοῦ ὡρισμένων ἀνεπιθυμήτων συστατικῶν, ἡ παρουσία τῶν ὁποίων μειώνει τὴν ἀξίαν του. Ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἐπεξεργασίας τοῦ ἐλαίου μὲ ὡρισμένους διαλύτας, ποὺ ἔχουν τὴν ἱκανότητα νὰ διαλύουν ἐκλεκτικῶς τὰ ἀνεπιθύμητα συστατικά, τὰ ὁποῖα καὶ ἀπομακρύνουν ἐκ τοῦ ἐλαίου. Τὰ συστατικὰ αὐτὰ εἶναι κυρίως *ἀρωματικοὶ* καὶ *ἀσφαλτικοὶ* ὑδρογονάνθρακες, ἡ ἀπομάκρυνσις τῶν ὁποίων συντελεῖ εἰς τὴν βελτίωσιν τῆς ποιότητος τοῦ ὀρυκτελαίου, διότι οἱ ὑδρογονάνθρακες αὐτοὶ ἔχουν μικρὸν δείκτην ἰξώδους, ἤτοι τὸ ἰξῶδες των μεταβάλλεται αἰσθητῶς μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ἐκτὸς τούτου δὲ δὲν ἔχουν ἱκανοποιητικὴν ἀντοχὴν εἰς τὴν ὀξείδωσιν. Ἔτσι μετὰ τὴν ἐκχύλισιν ἀπομένουν ὡς κύρια συστατικὰ τοῦ ἐξευγενισθέντος ὀρυκτελαίου *ναφθενικοὶ* καὶ *παραφινικοὶ* ὑδρογονάνθρακες, οἱ ὁποῖοι καὶ καλυτέραν ἀντοχὴν εἰς ὀξείδωσιν ἔχουν καὶ ὑψηλὰς τιμὰς δείκτου ἰξώδους προσδίδουν.

Διὰ τὴν ἐκχύλισιν συνηθέστερον χρησιμοποιεῖται ἡ *φουρφουράλη*, ὀργανικὸς διαλύτης, ποὺ εἰσάγεται εἰς τὸν πύργον ἐκχυλίσεως ἀπὸ τὸ ἄνω μέρος, ἐνῶ ἀπὸ κάτω καταθλίβεται τὸ πρὸς ἐξευγενισμὸν ἔλαιον. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ὁ διαλύτης, ποὺ ἔχει εἰδικὸν βάρος μεγαλύτερον τοῦ ἐλαίου, ὁδεύει κατ' ἀντίστροφον πρὸς τὸ ἔλαιον ροήν, ἤτοι ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἔρχεται εἰς πλήρη ἐπαφὴν μὲ τὸ ἀνερχόμενον ἐλαφρότερον ἔλαιον καὶ ἀφαιρεῖ ἐξ αὐτοῦ δι' ἐκχυλίσεως τὰ ἀνεπιθύμητα συστατικά. Πρὸς πληρεστέραν ἐπαφὴν μεταξὺ διαλύτου καὶ ἐλαίου, ἐντὸς τοῦ πύργου ἐκχυλίσεως εὑρίσκονται ἐλάσματα μεταλλικὰ παραλλήλως τοποθετημένα. Ὁ διαλύτης μὲ τὰ κατάλοιπα ποὺ ἔχει ἐκχυλίσει, ὁδηγεῖται ἀπὸ τὸ κάτω μέρος τοῦ πύργου εἰς μονάδα ἀνακτήσεως τοῦ διαλύτου δι' ἀποστάξεως, ἐνῶ τὸ ἐξευγενισθὲν λιπαντέλαιον ἐξάγεται ἐκ τῆς κορυφῆς τοῦ πύργου.

5) Ἀποχρωματισμός.

Συχνὰ τὰ ὀρυκτέλαια μετὰ τὰς ἀνωτέρω κατεργασίας ἔχουν βαθὺν καστανόμαυρον χρωματισμόν, ὁ ὁποῖος ὀφείλεται εἰς τὰς ἐν διαλύσει περιεχομένας χρωστικὰς οὐσίας. Συνήθως συνυπάρχουν καὶ ἄλλα ἀνεπιθύμητα συστατικά, ἤτοι ἀνθρακοῦχα κατάλοιπα, ἴχνη ὀξέων, θειούχων ἐνώσεων, ρητινῶν κ.λπ., ἐκ τῶν ὁποίων ἀπαλλάσσονται διὰ κατεργασίας μὲ *διηθητικὴν γῆν*. Ἡ διηθητικὴ γῆ εἶναι εἶδος

χώματος, ποὺ συνίσταται ἀπὸ πυριτικὰ ἄλατα τοῦ ἀργιλίου καὶ τοῦ μαγνησίου, τὰ ὁποῖα ἐνεργοποιοῦνται διὰ φρύξεως εἰς 450° C. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀποκτοῦν τὴν ἱκανότητα νὰ συγκρατοῦν δι' ἐκλεκτικῆς προσροφήσεως τὰς χρωστικὰς ὕλας καὶ λοιπὰ ἀνεπιθύμητα συστατικά, ποὺ περιέχονται εἰς τὸ ἔλαιον. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν τὸ ἔλαιον διαβιβάζεται διὰ φίλτρων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὴν διηθητικὴν γῆν εἰς πάχος 10 ἕως 30 cm.

Κατ' ἄλλην μέθοδον ὁ ἀποχρωματισμὸς ἐπιτυγχάνεται δι' ἀναμίξεως τοῦ ἐλαίου μὲ μικρὰν ποσότητα λεπτοτάτης κόνεως διηθητικῆς γῆς. Τὸ μῖγμα παραμένει ἐν ἐπαφῇ ἐπὶ ὡρισμένον χρόνον καὶ μετὰ διηθεῖται μὲ κοινὰ φίλτρα, τὰ ὁποῖα συγκρατοῦν τὸ χῶμα μὲ τὰς προσμίξεις, τὰς ὁποίας ἔχει προσροφήσει.

6) Ἀνάμιξις μετὰ χημικῶν προσθεμάτων.

Εἶναι ἡ τελικὴ φάσις παραγωγῆς τῶν ὀρυκτελαίων, κατὰ τὴν ὁποίαν γίνεται ἀνάμιξις μὲ ὡρισμένας χημικὰς οὐσίας, ποὺ λέγονται *πρόσθετα* ἢ *προσθέματα* (additives), ἑκάστη τῶν ὁποίων βελτιώνει ὡρισμένας ἰδιότητας τοῦ ἐλαίου.

Τὰ πρόσθετα εἶναι ἐνίοτε ἀναγκαῖα καὶ ἂν ἀκόμη ἔχη προηγηθῇ ἐξευγενισμὸς τοῦ ὀρυκτελαίου, ὅταν μάλιστα ἀπαιτοῦνται ἀπὸ τὰ ὀρυκτέλαια ἰδιότητες, τὰς ὁποίας δὲν ἔχουν. Εἰς τοῦτο συνέτειναν αἱ ἀπαιτήσεις λιπάνσεως τῶν συγχρόνων μηχανῶν, τὰς ὁποίας τὰ ὀρυκτέλαια ὅσον καλὴν ἐπεξεργασίαν καὶ ἂν ὑποστοῦν, δὲν εἶναι εἰς θέσιν νὰ καλύψουν.

Ἡ ἀναλογία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν προστίθενται, δὲν ὑπερβαίνει τὸ 10%, δι' αὐτῆς δὲ ἐπιτυγχάνονται δύο πράγματα :

— Τὸ ἔλαιον ἀποκτᾶ ἰδιότητας, τὰς ὁποίας ἀρχικῶς δὲν εἶχεν ἢ τὰς ὁποίας ἀπώλεσε κατὰ τὴν ἐπεξεργασίαν του.

— Βελτιοῦνται αἱ ἀρχικαὶ ἰδιότητες τοῦ ἐλαίου.

Ἂν καὶ τὰ χημικὰ πρόσθετα εἶναι οὐσίαι μὲ ὑψηλὸν κόστος, ἡ χρῆσις των εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον συμφέρουσα, διότι εἰς πολλὰς περιπτώσεις μειώνουν τὸ κόστος τῆς διυλίσεως. Π.χ. τὸ ἐπιθυμητὸν σημεῖον ροῆς ἑνὸς ὀρυκτελαίου ἀντὶ νὰ τὸ ἐπιτύχωμεν δι' ἐντόνου ἀποκηρώσεως, δυνάμεθα μὲ ὀλιγώτερα ἔξοδα νὰ τὸ ἐξασφαλίσωμεν δι' ἀναμίξεως μὲ μικρὰν ἀναλογίαν καταλλήλων προσθεμάτων (ταπεινωτικὰ σημείου ροῆς).

Τὰ σπουδαιότερα ἐκ τῶν χημικῶν προσθεμάτων εἶναι τὰ ἀκόλουθα:

α) *Βελτιωτικὰ δείκτου ἰξώδους*. Ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα νὰ περιορίζουν τὴν μεταβολὴν τοῦ ἰξώδους μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Προστίθενται εἰς ἀναλογίαν 2 ἕως 10 %. Λιπαντέλαια μὲ ὑψηλὸν δείκτην ἰξώδους εἶναι γνωστὰ ὡς viscostatic ἢ multigrade.

β) *Ταπεινωτικὰ σημείου ροῆς*. Καταβιβάζουν τὸ σημεῖον ροῆς τοῦ ἐλαίου, ἄρα καὶ τὴν θερμοκρασίαν εἰς τὴν ὁποίαν ἄρχεται ἡ στερεοποίησίς του ἢ ἁπλῶς δυσχεραίνεται ἡ ροή του. Προστίθενται εἰς ἀναλογίαν 0,1 ἕως 1 %. Συνεπῶς τὰ πρόσθετα αὐτὰ ἔχουν ἀποφασιστικὴν σημασίαν διὰ τὴν ἄνετον κυκλοφορίαν τοῦ ἐλαίου ἐντὸς τοῦ δικτύου λιπάνσεως.

γ) *Ἀντιρρυπαντικὰ πρόσθετα* (detergents). Προστίθενται κυρίως εἰς τὰ ἔλαια M.E.K. καὶ ἔχουν σκοπὸν νὰ ἐμποδίσουν τὴν ρύπανσιν τῶν κυλίνδρων διὰ τῶν σχηματιζομένων ἐξανθρακωμάτων. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι τὰ πρόσθετα αὐτὰ περιβάλλουν διὰ λεπτῆς μεμβράνης τὰ ἐξανθρακώματα καὶ δὲν ἐπιτρέπουν τὴν ἐπικάθησίν των ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου.

δ) *Ἀντιοξειδωτικὰ πρόσθετα*. Ἐμποδίζουν ἢ τουλάχιστον ἐπιβραδύνουν τὴν ὀξείδωσιν τοῦ ἐλαίου, ἡ ὁποία θὰ κατέστρεφε τὰς λιπαντικάς του ἰδιότητας καὶ διὰ τῆς ἀποκτήσεως ὀξύτητος θὰ ἠδύνατο νὰ δράσῃ διαβρωτικῶς ἐπὶ τῶν μετάλλων. Προστίθενται εἰς ἀναλογίαν 0,5 ἕως 2%.

ε) *Χαλινωταὶ διαβρώσεως*. Ἐμποδίζουν τὴν διάβρωσιν τῶν μετάλλων, τὴν ὁποίαν θὰ ἦτο δυνατὸν νὰ προκαλέσουν τὸ ὕδωρ ἢ τὰ προϊόντα τῆς ὀξειδώσεως τοῦ ἐλαίου. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν ὑψηλὴν πολικὴν ἕλξιν, τὴν ὁποίαν τὰ πρόσθετα αὐτὰ διαθέτουν πρὸς τὰς μεταλλικὰς ἐπιφανείας. Σχηματίζεται τοιουτοτρόπως ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν συνεχὲς συνεκτικὸν στρῶμα, τὸ ὁποῖον ἐμποδίζει τὴν ἄμεσον ἐπαφὴν τοῦ ὕδατος ἢ τῶν ἄλλων διαβρωτικῶν οὐσιῶν, ποὺ τυχὸν ὑπάρχουν εἰς τὸν ἔλαιον.

στ) *Προληπτικὰ φθορᾶς*. Εἶναι πρόσθετα, ποὺ χρησιμοποιοῦνται πρὸς περιορισμὸν τῆς φθορᾶς λόγω τριβῆς ὑπὸ συνθήκας ὁριακῆς λιπάνσεως. Τὰ πρόσθετα αὐτὰ κατατάσσονται εἰς τρεῖς κατηγορίας:

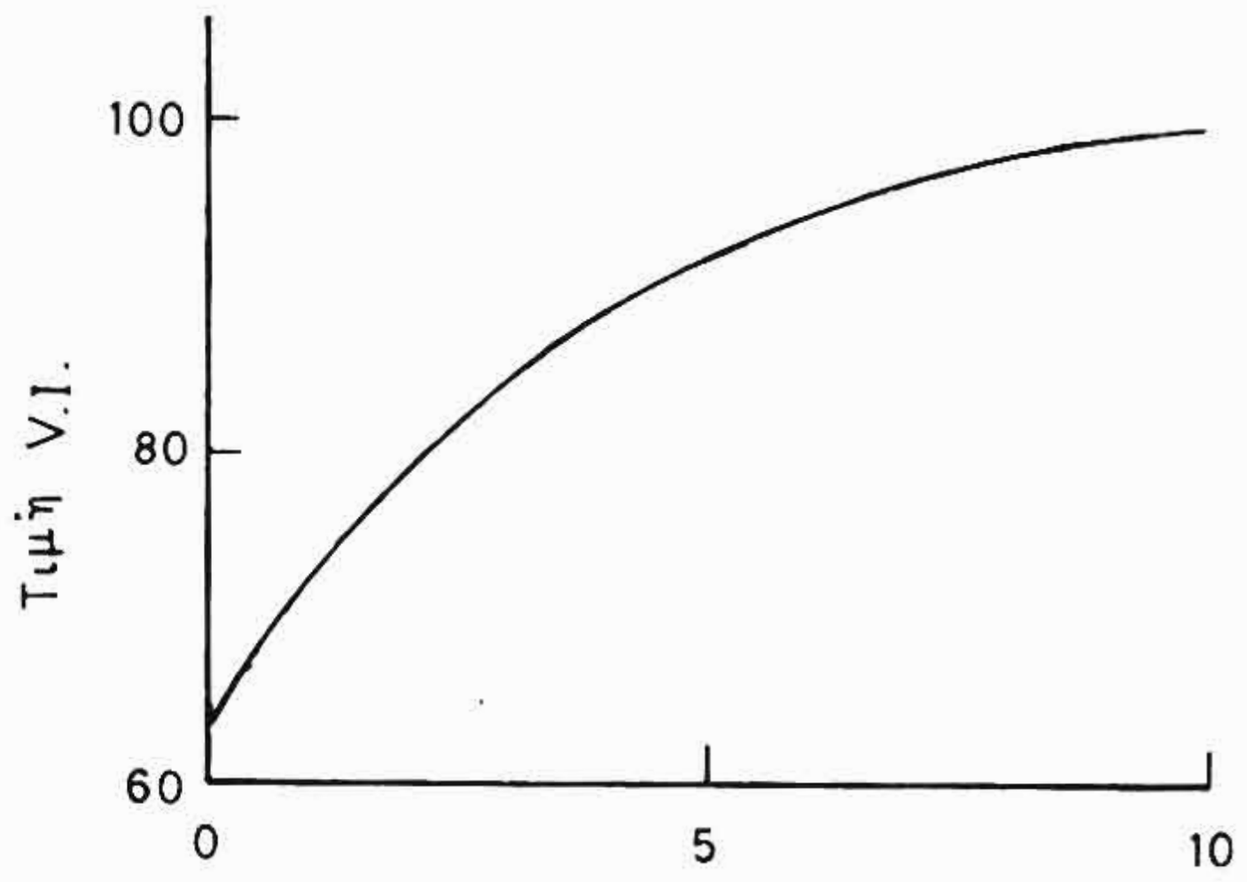
— Βελτιωταὶ λιπαρότητος (oilness agents), ἤτοι οὐσίαι ποὺ μειώνουν τὸν συντελεστὴν τριβῆς.

— Προληπτικὰ φθορᾶς ὑπὸ συνθήκας συνήθων καταπονήσεων.

— Προληπτικὰ φθορᾶς ὑπὸ συνθήκας ὑπερβολικῶν πιέσεων (extreme pressure additives). Λιπαντέλαια περιέχοντα πρόσθετα τῆ-

κατηγορίας αὐτῆς φέρουν τὴν ἔνδειξιν E.P. (extreme pressure).

Τονίζεται πάντως ὅτι ἡ χρῆσις τῶν προσθεμάτων σκοπὸν ἔχει τὴν ἐνίσχυσιν καὶ τὴν συμπλήρωσιν τῶν ἰδιοτήτων τοῦ βασικοῦ προϊόντος, τοῦ ὁποίου ἡ ποιότης ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς πρώτης ὕλης καὶ τῆς κατεργασίας του, παραμένει οὐσιώδης παράγων τῆς ἀξίας του. Ἡ βελτίωσις ἐξ ἄλλου τοῦ λιπαντελαίου διὰ τῶν προσθεμάτων δὲν εἶναι γραμμικῶς ἀνάλογος τῆς προστιθεμένης ποσότητος. Ἐκ τοῦ παρατιθεμένου διαγράμματος (σχ. 17·3) ἐμφαίνεται ὅτι ἡ προσθήκη ἑνὸς additive, π.χ. βελτιωτικοῦ δείκτου ἰξώδους, μέχρι 5%, ἐπιφέρει αἰσθητὴν βελτίωσιν τῆς τιμῆς δείκτου ἰξώδους τοῦ ἀρχικοῦ ἐλαίου, ἐνῶ πέρα αὐτῆς τὸ κέρδος εἶναι ἀμφίβολον. Ἐκτὸς τούτου εἶναι πιθανὸν ἡ προσθήκη ἑνὸς βελτιωτικοῦ διὰ μίαν ὡρισμένην ἰδιότητα τοῦ ἐλαίου, νὰ ἐπιδράση δυσμενῶς εἰς μίαν ἄλλην.



Σχ. 17·3.
Βελτίωσις V. I. διὰ προσθέτων.

Τὰ περισσότερα πρόσθετα μετὰ ὡρισμένας ὥρας λειτουργίας τοῦ ἐλαίου ἐξαντλοῦνται. Ἡ ἀνανέωσίς των ὑπὸ τοῦ προσωπικοῦ τῆς μηχανῆς ἀποκλείεται, διότι ἀπαιτεῖται ἰδιαιτέρα διαδικασία, ποὺ ἐφαρμόζεται μόνον κατὰ τὴν ἀναζωογόνησιν τῶν ἐλαίων (παράγρ. 20·5). Μερικὴ ἐνίσχυσις τοῦ ἐλαίου ἐπιτυγχάνεται κατὰ τὰς τμηματικὰς συμπληρώσεις τῶν ἐλαιοδεξαμενῶν μὲ καινουργὲς ἔλαιον.

17·4 Συνθετικὰ λιπαντικά.

Ὀνομάζονται *συνθετικὰ λιπαντικὰ* ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα δὲν προέρχονται ἀπὸ τὸ πετρέλαιον, ἀλλὰ ἀπὸ διαφόρους ὕλας ποὺ παράγονται συνθετικῶς. Αἱ σπουδαιότεραι ἀπὸ αὐτὰς ἀναφέρονται συνοπτικῶς κατωτέρω.

Τὰ συνθετικὰ λιπαντικὰ ἐφαρμόζονται εἰς τὰς περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας τὰ ἐκ τοῦ πετρελαίου προερχόμενα ὀρυκτέλαια δὲν δύνανται νὰ ἀνταποκριθοῦν πρὸς τὰς ἀπαιτήσεις τῶν συνθηκῶν, ὑπὸ τὰς

ὁποίας χρησιμοποιοῦνται. Ὑπάρχουν δηλαδὴ ἀρκεταὶ περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας αἱ ἰδιότητες τῶν ὀρυκτελαίων δὲν ἀνταποκρίνονται πρὸς τὰς συνθήκας ποὺ ἐπικρατοῦν κατὰ τὴν λίπανσιν.

Αἱ ἀπαιτήσεις ἐκ τῶν συνθετικῶν λιπαντικῶν ἐντοπίζονται κυρίως εἰς τὰς κάτωθι ἰδιότητας :

— Χαμηλὸν σημεῖον ροῆς.

— Μικρὰ ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τοῦ ἰξώδους (ὑψηλὴ τιμὴ δείκτου ἰξώδους).

— Ὑψηλὴ σταθερότης ἔναντι τῆς ὀξειδώσεως.

Τὰς ἰδιότητας αὐτὰς τὰς ἔχουν πράγματι τὰ περισσότερα ἐκ τῶν συνθετικῶν λιπαντικῶν.

Τὸ σπουδαιότερον μειονέκτημα τῶν συνθετικῶν λιπαντικῶν ἔναντι τῶν ὀρυκτελαίων εἶναι τὸ ὑψηλὸν κόστος των. Ἡ τιμή των εἶναι διπλασία ἕως δεκαπλασία τῆς τιμῆς τῶν ὀρυκτελαίων.

Ἐν συμπεράσματι τὰ συνθετικὰ λιπαντικά, ἂν καὶ ἀκριβότερα τῶν ὀρυκτελαίων, χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας ἀπαιτοῦνται ἰδιότητες ποὺ τὰ ὀρυκτέλαια δὲν ἔχουν.

Τὰ σπουδαιότερα εἴδη τῶν συνθετικῶν λιπαντικῶν εἶναι τὰ κάτωθι:

1) Ἐστέρες διβασικῶν ὀξέων.

Εἶναι ἀλειφατικοὶ διεστέρες, γνωστότερος τῶν ὁποίων εἶναι ὁ διισοοκτυλικὸς ἐστὴρ τοῦ σεβακικοῦ ὀξέος. Σπουδαιότερον προσόν των εἶναι ἡ ἐξαιρετικὴ σταθερότης τοῦ ἰξώδους ἔναντι τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας. Ἔχουν ἐπίσης ἱκανοποιητικὴν χημικὴν σταθερότητα, μικρὰν πτητικότητα καὶ δὲν διαβρώνουν τὰ μέταλλα. Ὑστεροῦν κατὰ τὸ ὅτι προσβάλλουν χρώματα καὶ πλαστικὰ ἢ ἐλαστικὰ ἐξαρτήματα, μετὰ τῶν ὁποίων ἔρχονται εἰς ἐπαφήν. Χρησιμοποιοῦνται εἰς μηχανὰς ἀεριωθουμένων ἀεροπλάνων, ὡς εἰδικὰ ὑδραυλικὰ ἔλαια καὶ διὰ τὴν λίπανσιν ὡρισμένων ὀργάνων.

2) Ὀργανοφωσφορικοὶ ἐστέρες.

Ἔχουν ἐξαιρετικὴν λιπαρότητα καὶ ἱκανοποιητικὴν σταθερότητα ἰξώδους ἔναντι τῆς θερμοκρασίας. Μειονεκτοῦν κατὰ τὴν εὐπάθειαν, τὴν ὁποίαν ἔχουν ἔναντι τῆς ὑδρολύσεως, ἐκ τῆς ὁποίας παράγεται τὸ διαβρωτικὸν φωσφορικὸν ὀξύ. Ἡ χημικὴ σταθερότης των εἶναι καλὴ μέχρι τοὺς 300° F. Χρησιμοποιοῦνται ὡς ὑδραυλικὰ ἔλαια.

3) Ἐστέρες τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος.

Ἔχουν τὴν καλυτέραν τιμὴν δείκτου ἰξώδους (V. I.), ἤτοι τὴν μι

κροτέραν μεταβολὴν ἰξώδους συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας ἐξ ὅλων τῶν συνθετικῶν λιπαντικῶν. Ἀναφλέγονται εἰς πολὺ ὑψηλὰς θερμοκρασίας. Ὑστεροῦν μόνον ὡς πρὸς τὴν εὐπάθειαν ἔναντι τῆς ὑδρολύσεως, ἐκ τῆς ὁποίας παράγεται πυριτικὸν ὀξὺ (SiO_2), τὸ ὁποῖον ἔχει λειαντικὰς ἰδιότητας καὶ δύναται ὡς ἐκ τούτου νὰ προκαλέση φθορὰν τῶν τριβέων λόγω γραμμώσεων. Χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ τὴν παραγωγὴν στεάτων μικρᾶς πτητικότητος.

4) Σιλικόναι.

Εἶναι τὰ γνωστότερα καὶ περισσότερον χρησιμοποιούμενα συνθετικὰ λιπαντικά, ποὺ ἔχουν ὡς βάσιν προϊόντα πολυμερισμοῦ τῶν σιλοξανῶν, ἤτοι ὀργανοπυριτικῶν ἑνώσεων, ὡς ἡ διμεθυλοσιλοξάνη, ποὺ ἔχει τὸν τύπον CH_3SiOCH_3 καὶ ἡ μεθυλοφαινυλοσιλοξάνη τοῦ τύπου $CH_3SiOC_6H_5$.

Τὸ σημαντικώτερον προσὸν τῶν σιλικονῶν ἔναντι τῶν ἄλλων λιπαντικῶν εἶναι ἡ ἐξαίρετος σταθερότης τοῦ ἰξώδους ἔναντι τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας, ἤτοι ἔχουν ἐξαιρετικῶς ὑψηλὴν τιμὴν δείκτου ἰξώδους (V.I.), περὶ τοῦ ὁποίου γίνεται λόγος εἰς τὴν παράγρ. 18·4. Ἀλλὰ καὶ αἱ λοιπαὶ ἰδιότητες, ἤτοι πτητικότης, ἀντοχὴ εἰς ὀξείδωσιν, σταθερότης εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας, λιπαρότης, τὰς κατατάσσουν μεταξὺ τῶν σπουδαιοτέρων συνθετικῶν λιπαντικῶν. Ἡ τιμή των, ποὺ κυμαίνεται ἀπὸ 300 ἕως 900 δρχ/kg, περιορίζει τὴν χρῆσιν των εἰς τὰς περιπτώσεις λιπάνσεως, εἰς τὰς ὁποίας αἱ ὡς ἄνω ἰδιότητες εἶναι ἐντελῶς ἀναγκαῖαι. Τὸ μόνον μειονέκτημά των εἶναι ὅτι δὲν ἐνδείκνυνται διὰ λίπανσιν τριβέων ὑπὸ ὑψηλὰ φορτία, ὑπὸ τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν τάσιν ζελατινοποιήσεως.

Εἰς τὸν Πίνακα 17·4·1 ἀναγράφονται τὰ κυριώτερα γνωρίσματα καὶ αἱ σπουδαιότεραι ἐφαρμογαὶ τῶν ἀνωτέρω κατηγοριῶν συνθετικῶν λιπαντικῶν.

17·5 Στερεὰ λιπαντικά.

Εἰς τὴν κατηγορίαν αὐτῶν τῶν λιπαντικῶν ἐντάσσονται ὡρισμέναι οὐσίαι, στερεαὶ εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, αἱ ὁποῖαι πρέπει νὰ συγκεντρώνουν τὰς κάτωθι βασικὰς ἰδιότητας :

α) Πρόσφυσιν ἐπὶ τῶν μετάλλων.

β) Ἐλαστικότητα.

γ) Σταθερότητα εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας.

ΠΙΝΑΞ 17·4·1

ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ

α/α	Εἶδος συνθετικοῦ λιπαντικοῦ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ						Ἐφαρμογαί
		Σχέσις ἰξώδους καὶ θερμοκρασίας	Ἀντοχὴ εἰς ὀξείδωσιν	Λιπαντικότης	Θερμικὴ σταθερότης	Ἀντοχὴ εἰς ὑδρόλυσιν	Πτητικότης	
1	Ἐστέρες διβασικῶν ὀξέων	ΠΚ	Κ	Κ	Κ	Μ	χαμηλὴ	Λίπανσις μηχανῶν ἀεριωθουμένων ἀεροπλάνων. Ὑδραυλικὰ ὑγρά. Λίπανσις συσκευῶν καὶ ὀργάνων. Στέατα χαμηλῆς πτητικότητος
2	Ἐστέρες τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος	Κ	ΠΚ	ΠΚ	Μ	Μ	πολὺ χαμηλὴ	Παρασκευὴ στεάτων χαμηλῆς πτητικότητος καὶ μεγάλης λιπαντικῆς ἱκανότητος
3	Ἐστέρες τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος	Ε	Μ	Μ	Ε	Μ	χαμηλὴ	Ὑγρὰ μεταφορᾶς θερμότητος. Ὑδραυλικὰ ὑγρὰ δι' ὑψηλὰς θερμοκρασίας
4	Σιλικόναι	Ε	Ε	Μ	Κ	Ε	πολὺ χαμηλὴ	Διὰ λίπανσιν συσκευῶν, ποὺ ἀπαιτοῦν ἐλαχίστην μεταβολὴν τοῦ ἰξώδους μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Παρασκευὴ στεάτων μεγάλης ἀντοχῆς εἰς ὑψηλὰ φορτία

(Ε = ἐξαίρετος ΠΚ = πολὺ καλὴ Κ = καλὴ Μ = μετρία)

δ) Νὰ μὴ προσβάλλουν τὰς μεταλλικὰς ἐπιφανείας.

ε) Νὰ ἔχουν ἀρκετὴν θερμικὴν ἀγωγιμότητα.

Ἔναντι τῶν συνήθων λιπαντικῶν ὑπερέχουν κατὰ τὸ ὅτι ἀντέχουν εἰς θερμοκρασίας κατὰ πολὺ ὑψηλοτέρας, ὑστεροῦν ὅμως κατὰ τὸ ὅτι δὲν ἔχουν τὴν ἀπαιτουμένην ρευστότητα, ὥστε νὰ συμπληρώνουν τὰ κενά, ποὺ ἀφήνουν τυχαῖαι διακοπαὶ τοῦ λιπαντικοῦ στρώματος.

Συνηθέστερα ἐκ τῶν στερεῶν λιπαντικῶν εἶναι :

—Ὁ γραφίτης.

—Ὁ τάλκης.

—Ὁ βόραξ.

—Ἡ μίκα.

— Τὸ διθειοῦχον μολυβδαίνιον κ.λπ.

Ἔχουν ὡς κοινὸν χαρακτηριστικὸν λεπιδοειδῆ ὑφήν, ἡ ὁποία ἐπιτρέπει καλυτέραν πρόσφυσιν καὶ ἀντοχὴν κατὰ τὴν χρῆσιν. Περισσότερον χρησιμοποιεῖται ὁ γραφίτης μέχρι θερμοκρασίας 700° F καὶ τὸ διθειοῦχον μολυβδαίνιον μέχρις 750° F. Ἡ ἀρίστη πρόσφυσις τοῦ διθειούχου μολυβδαινίου ἐπὶ τῶν μετάλλων μεταδίδεται καὶ εἰς τὰ λιπαντέλαια, εἰς τὰ ὁποῖα προστίθεται, διὰ νὰ γίνουν ἀνθεκτικὰ εἰς ἐξόχως ὑψηλὰς πιέσεις. Τὰ ἔλαια αὐτὰ χαρακτηρίζονται ὡς *ὑψίστης πιέσεως* (extreme pressure) καὶ εἶναι τὰ μόνα κατάλληλα διὰ τὴν λίπανσιν τριβέων, ποὺ δέχονται ἐξαιρετικῶς μεγάλας πιέσεις.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω, ὡς στερεὰ λιπαντικὰ εἰς συρματόσχοινα ἢ δι' ἄλλας παρομοίας ἐξωτερικὰς λιπάνσεις χρησιμοποιοῦνται καὶ ὡρισμέναι ὀργανικαὶ ἑνώσεις, ὅπως *σάπωνες, κηροί, λίπη* κ.λπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 18

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑΙ ΤΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ

18·1 Σκοπὸς καὶ σημασία τῶν δοκιμῶν.

Ἡ ποιότης ἑνὸς λιπαντικοῦ ἐλέγχεται διὰ σειρᾶς δοκιμασιῶν, προκειμένου νὰ ἐξακριβωθῇ ἡ καταλληλότης του διὰ τὴν μηχανὴν ἢ τὸ ἐξάρτημα ποὺ προορίζεται νὰ λιπάνῃ. Αἱ δοκιμασίαι αὐταὶ γίνονται συνήθως εἰς τὰ χημικὰ ἐργαστήρια καὶ ἀπαιτοῦν προσωπικὸν εἰδικευμένον. Ὁ μηχανικὸς βεβαίως πρέπει νὰ γνωρίζῃ τὸν τρόπον, μὲ τὸν ὁποῖον γίνονται αἱ ἀναλύσεις, ὥστε νὰ εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἑρμηνεύῃ ὀρθῶς τὴν σημασίαν τῶν ἀποτελεσμάτων των. Μερικὰ πλοῖα διαθέτουν μικρὰ φορητὰ ἐργαστήρια, εἰς τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατὸν νὰ γίνουν αἱ βασικώτεραι δοκιμαὶ ἑνὸς ἐλαίου ὑπὸ τοῦ προσωπικοῦ τοῦ πλοίου. Ἡ ἀκρίβεια τῶν μετρήσεων τῶν ἐργαστηρίων αὐτῶν εἶναι μικρά, ὅμως παρέχουν εἰς τὸν μηχανικὸν μίαν ἔνδειξιν διὰ τὴν κατάστασιν, εἰς τὴν ὁποίαν εὑρίσκεται τὸ λιπαντικόν. Ὅταν ὅμως ὑπάρχῃ καὶ ἡ παραμικρὰ ἀμφιβολία ὡς πρὸς τὰ ἀποτελέσματα τῆς δοκιμασίας, ἀποστέλλεται δεῖγμα εἰς χημικὸν ἐργαστήριον πρὸς ἐπιβεβαίωσιν τῶν ἀποτελεσμάτων.

Ἡ χημικὴ ἀνάλυσις τοῦ λιπαντικοῦ ἐκτελεῖται εἰς δύο κυρίως περιπτώσεις :

α) Ὅταν γίνεται παραλαβὴ καινουργοῦς λιπαντικοῦ, ὁπότε διὰ τῆς ἀναλύσεως ἐξακριβοῦται κατὰ πόσον τὸ λιπαντικὸν πληροῖ τὰς προδιαγραφὰς τοῦ τύπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἀνήκει. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἀπαιτεῖται πλήρης χημικὴ ἀνάλυσις, ἡ ὁποία μόνον εἰς χημικὰ ἐργαστήρια δύναται νὰ ἐκτελεσθῇ. Ὁ ρόλος τοῦ μηχανικοῦ περιορίζεται εἰς τὴν ὀρθὴν ἑρμηνείαν τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἐκδιδομένου δελτίου χημικῆς ἀναλύσεως καὶ εἰς τὴν ὀρθὴν ἐκτίμησιν τῶν τιμῶν τῶν διαφόρων χαρακτηριστικῶν τοῦ ἐλαίου, αἱ ὁποῖαι ἀναγράφονται ἐπὶ τοῦ δελτίου ἀναλύσεως.

β) Ὅταν ἡ χρῆσις τοῦ λιπαντικοῦ εἰς μίαν μηχανὴν παρατείνεται πέραν ὡρισμένου χρονικοῦ διαστήματος, ὁπότε εἶναι πιθανὸν νὰ ἔχῃ ἐπέλθει ἀλλοίωσις ὡρισμένων ἐκ τῶν ἰδιοτήτων του. Ἐπίσης τυχαία ἀνωμαλία κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς, π.χ. διαρροὴ καυσίμου

ἢ ὕδατος εἰς τὸ ἔλαιον, θὰ ἀλλοιώση τὰ φυσικοχημικά του χαρακτηριστικὰ εἰς βαθμόν, ποὺ μόνον διὰ τῆς χημικῆς ἀναλύσεως εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπισημανθῆ. Ἡ ἐξέτασις τοῦ μεταχειρισμένου ἐλαίου ὀνομάζεται *ἐπιτήρησις τῆς ποιότητος* καὶ ἐκτελεῖται περιοδικῶς κατὰ ὡρισμένα χρονικὰ διαστήματα (περίπου κάθε 3 ἕως 4 μῆνας διὰ τὰ λιπαντικὰ Μ.Ε.Κ. καὶ κάθε 6 μῆνας διὰ τὰ ἔλαια τῶν στροβίλων). Εἰς ἐκτάκτους περιπτώσεις, ὅταν ἀνακύπτουν εἰδικὰ προβλήματα πρὸς ἐπίλυσιν σχετικὰ μὲ τὴν ποιότητα ἢ τὴν κατάστασιν τοῦ λιπαντικοῦ, ὁ ἔλεγχος δυνατὸν νὰ γίνη καὶ κατὰ μικρότερα χρονικὰ διαστήματα, κατὰ τὴν κρίσιν τοῦ μηχανικοῦ ἢ ἀναλόγως πρὸς τὰς ὑποδείξεις τῆς ἑταιρείας.

Ἡ *ἐπιτήρησις* τῶν μεταχειρισμένων ἐλαίων περιορίζεται εἰς τὴν ἐξέτασιν τῶν σπουδαιοτέρων φυσικοχημικῶν των χαρακτηριστικῶν καὶ εἶναι δυνατὸν νὰ ἐκτελεσθῆ καὶ μὲ τὰ περιωρισμένα ἐργαστηριακὰ μέσα τοῦ πλοίου ἀπὸ τὸ προσωπικὸν τῆς μηχανῆς.

Ἡ σημασία πάντως τῶν φυσικοχημικῶν ἐξετάσεων τῶν λιπαντικῶν, ἀσχέτως τοῦ ὑπὸ ποίου ἐκτελεῖται, εἶναι πρωταρχικὴ διὰ τὴν μηχανήν, διότι ἀπὸ τὰς τιμὰς ποὺ προκύπτουν ἐκ τῶν ἐξετάσεων ἐξαρτᾶται ἡ ὀρθὴ λίπανσις καὶ συνεπῶς ἡ ὀρθὴ λειτουργία τῆς μηχανῆς. Πρέπει συνεπῶς ὁ μηχανικὸς νὰ γνωρίζη περισσότερον τὴν σημασίαν καὶ τὰς συνεπείας, ποὺ ἔχει διὰ τὴν λίπανσιν ἡ τιμὴ ἐπὶ ἑκάστου τῶν φυσικοχημικῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ λιπαντικοῦ, καὶ ὀλιγώτερον τὰς λεπτομερείας τοῦ τρόπου ἐκτελέσεως τῆς δοκιμῆς αὐτῆς.

Ἄλλωστε αἱ περισσότεραι ἑταιρεῖαι πετρελαιοειδῶν, ἐκ τῶν ὁποίων τὰ πλοῖα τοῦ ἐμπορικοῦ Ναυτικοῦ παραλαμβάνουν λιπαντικά, ἀναλαμβάνουν τὴν παρακολούθησιν τῆς ποιότητος τῶν λιπαντικῶν μὲ ἄρτιον καὶ καλῶς ὠργανωμένον δίκτυον ἐργαστηρίων διεσπαρμένων εἰς ὅλα τὰ μέρη τῆς ὑδρογείου. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν, ποὺ εἶναι καὶ ἡ συνηθεστέρα, ὁ μηχανικὸς τοῦ πλοίου ἁπλῶς φροντίζη διὰ τὴν ἔγκαιρον ἀποστολὴν δείγματος τοῦ λιπαντικοῦ εἰς τὸ πλησιέστερον ἐργαστήριον τῆς ἑταιρείας, ἐκ τῆς ὁποίας προμηθεύεται τὰ λιπαντικά.

Εἰς τὸ ὑπὸ τῆς ἑταιρείας ἐκδιδόμενον Δελτίον Χημικῆς Ἀναλύσεως ἀναγράφονται τὰ ἀποτελέσματα καὶ αἱ τυχὸν παρατηρήσεις ἢ ὁδηγίαι, ὅταν ἡ κατάστασις τοῦ ἐλαίου δὲν εἶναι ἱκανοποιητική. Εὐθύνην τοῦ μηχανικοῦ ἀποτελεῖ πλέον ἡ ἀποκατάστασις τῶν ἀνωμαλιῶν τῆς μηχανῆς ἢ ἡ ἄρσις τῶν αἰτίων, ποὺ προεκάλεσαν τὴν ἀλλοίωσιν τοῦ ἐλαίου. Ἄλλωστε ἐπὶ τῶν ἀποστελλομένων εἰς τὸ πλοῖον Δελτίων Ἀναλύσεως ἀναγράφονται καὶ ὁδηγίαι σαφεῖς ἐπὶ τῆς καταστάσεω-

τοῦ ἐλαίου καὶ ἐπὶ τῶν μέτρων πρὸς ἀποκατάστασιν τῆς ποιότητός του.

Παράδειγμα Δελτίου Ἀναλύσεως (technical report) διὰ μίαν συγκεκριμένην περίπτωσιν λιπάνσεως κυρίας μηχανῆς Diesel πλοίου παρατίθεται εἰς τὸ τέλος τοῦ παρόντος κεφαλαίου (σελὶς 163 - 164).

Πέρα τῆς συνεχοῦς παρακολουθήσεως τῆς ποιότητος τῶν λιπαντικῶν αἱ ἑταιρεῖαι ἐνημερώνουν ἐπίσης συνεχῶς τοὺς πελάτας των, πλοῖα ἢ πλοιοκτήτας, ἐπὶ τῶν ἐξελίξεων εἰς τὸν τομέα χρήσεως τῶν καταλλήλων λιπαντικῶν. Ἀποστέλλουν πρὸς τοῦτο πίνακας τῶν λιπαντικῶν, ποὺ ἐνδείκνυνται διὰ κάθε περίπτωσιν λιπάνσεως τοῦ πλοίου. Εἰς τὸ Παράρτημα Β′ παρατίθεται πίναξ λιπαντικῶν ἀφορῶν εἰς ἕνα συγκεκριμένον πλοῖον, τοῦ ὁποίου τὴν λίπανσιν παρακολουθεῖ ἡ ἑταιρία Shell. Ὁ πίναξ αὐτὸς περιλαμβάνει ὅλα τὰ μηχανήματα τοῦ πλοίου, τὰ ὁποῖα χρήζουν λιπάνσεως, καὶ ὑποδεικνύει δι' ἕκαστον ἐξ αὐτῶν τὸ κατάλληλον λιπαντικόν.

Εἰς τὸ Παράρτημα Γ′ ἀναγράφονται αἱ ἐμπορικαὶ ὀνομασίαι τῶν σπουδαιοτέρων τύπων λιπαντικῶν τῶν γνωστοτέρων ἑταιρειῶν πετρελαιοειδῶν.

Εἰς τὰς ἑπομένας παραγράφους περιγράφονται αἱ κυριώτεραι ἐξετάσεις καὶ δοκιμαί, ποὺ ἀφοροῦν εἰς τὰ ὑγρὰ λιπαντικά. Τὰς ἐξετάσεις τῶν λιπαντικῶν λιπῶν (γράσσων) πραγματεύεται τὸ Κεφάλαιον 21.

18·2 Δειγματοληψία.

Ἡ ἀκρίβεια τῶν ἀποτελεσμάτων μιᾶς χημικῆς ἀναλύσεως ἐξαρτᾶται κατὰ κύριον λόγον ἀπὸ τὸν τρόπον, μὲ τὸν ὁποῖον γίνεται ἡ λῆψις τοῦ δείγματος. Οἱ βασικοὶ κανόνες, ποὺ διέπουν τὴν ὀρθὴν δειγματοληψίαν, συνοψίζονται εἰς τὰ ἑξῆς :

1) Ἀντιπροσωπευτικότης.

Τὸ λαμβανόμενον δεῖγμα πρέπει νὰ εἶναι ἀντιπροσωπευτικὸν ὁλοκλήρου τῆς ποσότητος τοῦ ἐλαίου, ἐκ τῆς ὁποίας προέρχεται. Πρὸς τοῦτο τὸ δεῖγμα λαμβάνεται θερμὸν καὶ ἐν ὅσῳ ἀκόμη ἡ μηχανὴ εὑρίσκεται ἐν λειτουργίᾳ, ἢ ἂν τοῦτο δὲν εἶναι δυνατόν, εὐθὺς μετὰ τὴν κράτησιν τῆς μηχανῆς, ὥστε τὸ ἔλαιον νὰ εἶναι ἀκόμη θερμόν.

Τὸ δεῖγμα συνήθως λαμβάνεται ἀπὸ εἰδικὸν κρουνόν, ποὺ τοποθετεῖται πρὸ τοῦ φυγοκεντρικοῦ καθαριστικοῦ μηχανήματος, ἀφοῦ προηγουμένως ἀφεθῇ νὰ ἐκρεύσῃ ἀρκετὴ ποσότης ἐλαίου.

Ὁ καταλληλότερος χρόνος διὰ τὴν δειγματοληψίαν εἶναι κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς τελευταίας φυλακῆς (βάρδιας) πρὸ τῆς εἰσόδου τοῦ πλοίου εἰς τὸν λιμένα.

2) Καθαρότης.

Ἀφορᾶ κυρίως εἰς τὰ δοχεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων συλλέγεται τὸ δεῖγμα καὶ τὰ ὁποῖα πρέπει νὰ εἶναι *καθαρὰ* καὶ *στεγνά*.

3) Συχνότης.

Ἐφ' ὅσον δὲν ὑπάρχει ἔνδειξις οἱασδήποτε ἀνωμαλίας τῆς μηχανῆς, ἡ δειγματοληψία τοῦ λιπαντικοῦ πρέπει νὰ ἐκτελῆται κάθε 3 ἕως 4 μῆνας δι' ἔλαια M.E.K. καὶ ἀνὰ 6μηνον διὰ τουρμπινέλαια.

Ἡ ποσότης τοῦ δείγματος πρέπει νὰ εἶναι τουλάχιστον 1/2 λίτρον

Ἐπὶ τῶν δειγμάτων τίθεται πινακίς, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀναγράφονται τὰ κύρια στοιχεῖα, ποὺ ἀφοροῦν εἰς τὸ δεῖγμα (ὄνομα πλοίου, ἡμερομηνία δειγματοληψίας, ὧραι λειτουργίας, τύπος λιπαντικοῦ, μηχανὴ καὶ θέσις εἰς τὸ σύστημα λιπάνσεως, ἀπὸ ὅπου ἐλήφθη τὸ δεῖγμα, ποσότης τὴν ὁποίαν ἀντιπροσωπεύει τὸ δεῖγμα κ.λπ.), καὶ ἀποστέλλεται εἰς κατάλληλον χημικὸν ἐργαστήριον πρὸς ἐξέτασιν. Τὸ ἐργαστήριον αὐτό, ὡς ἤδη ἀνεφέρθη (παράγρ. 18·1), ἀνήκει συνήθως εἰς τὴν Ἑταιρείαν ποὺ ἐχορήγησε τὸ λιπαντικόν.

18·3 Μακροσκοπικὴ ἐξέτασις.

Εἶναι ἡ ἐξέτασις, εἰς τὴν ὁποίαν ὑποβάλλεται ἀντιπροσωπευτικὸν δεῖγμα τοῦ λιπαντικοῦ δι' ἁπλῆς παρατηρήσεως ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος ἢ ἄλλου καταλλήλου σκεύους.

Κατὰ τὴν μακροσκοπικὴν ἐξέτασιν ἐλέγχονται τὰ κάτωθι κυρίως σημεῖα :

α) *Ἐμφάνισις.* Τὸ ἀμεταχείριστον ἔλαιον πρέπει νὰ εἶναι τελείως διαυγές. Εἰς τὸ μεταχειρισμένον ἔλαιον εἶναι ἀνεκτὴ μικρὰ θολερότης, ποὺ ὀφείλεται εἰς τὴν παρουσίαν ὕδατος.

β) *Ξέναι ὕλαι.* Ἐλέγχεται ἡ παρουσία ξένων ὑλῶν, ποὺ τυχὸν αἰωροῦνται εἰς τὸ ἔλαιον ἢ καθιζάνουν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ὑαλίνου δοκιμαστικοῦ σωλῆνος. Ἰδιαιτέρα προσοχὴ δίδεται εἰς τυχὸν παρουσίαν μεταλλικῶν τεμαχιδίων, ἤτοι ρινισμάτων ἢ ξεσμάτων, τὰ ὁποῖα εἶναι λίαν ἐπικίνδυνα διὰ τὴν μηχανὴν καὶ ἰδιαιτέρως διὰ τὰ εὐπαθῆ ἀντιτριβικὰ κράματα τῶν ἐδράνων. Ἐὰν ἡ μακροσκοπικὴ ἐξέτασις

συνοδεύεται ἀπὸ μίαν δοκιμαστικὴν διήθησιν (φιλτράρισμα) διὰ χάρτου, ἡ ἐξέτασις τῶν ἀδιαλύτων ξένων ὑλῶν γίνεται προσεκτικώτερον καὶ τὰ ἐκ ταύτης συμπεράσματα εἶναι θετικώτερα.

γ) *Χρῶμα*. Τὸ χρῶμα ἑνὸς λιπαντικοῦ μόνον ἐνδείξεις παρέχει περὶ τῆς ποιότητος ἢ τῆς καταστάσεώς του. Γενικῶς τὰ καινουργῆ ὀρυκτέλαια εἶναι ἀνοικτόχρωμα, ἐνῶ μὲ τὴν χρῆσιν των ἐπέρχεται βαθμιαία ἀμαύρωσις. Ἡ ἀμαύρωσις αὐτὴ εἶναι περισσότερον αἰσθητὴ εἰς τὰ λιπαντέλαια M.E.K., ποὺ περιέχουν διασκορπιστικὰ πρόσθετα [παράγρ. 17·3 (6)], τὰ ὁποῖα συγκρατοῦν τὰ ἐξανθρακώματα ἐν αἰωρήσει. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὁ βαθὺς χρωματισμός, τὸν ὁποῖον τὸ ἔλαιον ἀποκτᾶ ὀλίγας ὥρας μετὰ τὴν ἔναρξιν τῆς λειτουργίας του, σημαίνει ὅτι τοῦτο ἐκπληροῖ τὴν ἀποστολήν του.

18·4 Ἰξῶδες. Δείκτης ἰξώδους.

Τὸ *ἰξῶδες* ἢ *ρευστότης* ἀποτελεῖ τὸ σπουδαιότερον φυσικοχημικὸν χαρακτηριστικὸν τῶν λιπαντικῶν, ἡ δὲ τιμή του ἀποτελεῖ ἀποφασιστικὸν παράγοντα διὰ τὰς συνθήκας λιπάνσεως εἰς ἕνα τριβέα. Ὑψηλὴ τιμὴ ἰξώδους συνεπάγεται μέγαν συντελεστὴν τριβῆς, ἄρα μεγαλυτέραν ἀπώλειαν ἔργου λόγω τριβῆς, ἐνῶ μὲ χαμηλοῦ ἰξώδους λιπαντικὸν ὑπάρχει κίνδυνος ἐκθλίψεως τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης καὶ ἐπομένως ταχείας φθορᾶς τοῦ τριβέως. Ἀπὸ τὴν ὑγρὰν τριβὴν μεταπίπτομεν εἰς συνθήκας ὁριακῆς λιπάνσεως, ἡ ὁποία δυσκόλως τίθεται ὑπὸ ἔλεγχον.

Ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχει ἡ μέτρησις τῆς τιμῆς τοῦ ἰξώδους διὰ τὰ μεταχειρισμένα λιπαντέλαια κατὰ τὰς διαφόρους περιοδικὰς ἐξετάσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἀνὰ ὡρισμένα χρονικὰ διαστήματα ὑποβάλλονται. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν δὲν ἐπιτρέπεται γενικῶς μεταβολὴ τοῦ ἰξώδους πέρα τοῦ 10% τῆς ἀρχικῆς τιμῆς, διότι :

α) *Αὔξησις* τοῦ ἰξώδους πέρα τοῦ ὡς ἄνω ὁρίου σημαίνει προκεχωρημένην ἀλλοίωσιν τοῦ ἐλαίου ἕνεκα σχηματισμοῦ ἀσφαλτούχων ἢ ρητινικῶν προϊόντων, ἡ ὁποία συνήθως συμβαδίζει μὲ αὔξησιν τοῦ ἀριθμοῦ ἐξουδετερώσεως (ὀξύτης).

β) *Μείωσις* τοῦ ἰξώδους κάτω τοῦ 10% τῆς ἀρχικῆς τιμῆς ὀφείλεται συνήθως εἰς διαρροὴν καυσίμου εἰς τὸ ἔλαιον καὶ συμβαδίζει μὲ σημαντικὴν μείωσιν τοῦ σημείου ἀναφλέξεως (παράγρ. 18·10). Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν τὸ ἔλαιον πρέπει νὰ ἀντικαθίσταται, διότι :

— Συνεπάγεται κίνδυνον ἐκρήξεως εἰς τὸν στροφαλοθάλαμον.

— Μειώνεται ἡ ἀντοχὴ τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης εἰς βαθμόν, ποὺ συχνὰ ἐκθλίβεται ἀφήνουσα τὴν λιπαινομένην ἐπιφάνειαν ἀκάλυπτον.

Ἀποφασιστικὴν σημασίαν διὰ τὸ ἰξῶδες ἔχει ἡ τιμὴ τοῦ παράγοντος ZN/P, ποὺ εὑρίσκεται εἰς γραμμικὴν σχέσιν μὲ τὴν τιμὴν τοῦ συντελεστοῦ τριβῆς μ. Ἐν προκειμένω ἰσχύει ἡ σχέσις :

$$\mu = \kappa \frac{ZN}{P}$$

ἤτοι ἡ τιμὴ τοῦ συντελεστοῦ τριβῆς, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται εἰς τὴν λιπαντικὴν μεμβράνην (ἐσωτερικὴ τριβὴ) τῶν μορίων τοῦ λιπαντικοῦ, ποὺ παρεμβάλλεται εἰς ἕνα τριβέα, ἐξαρτᾶται :

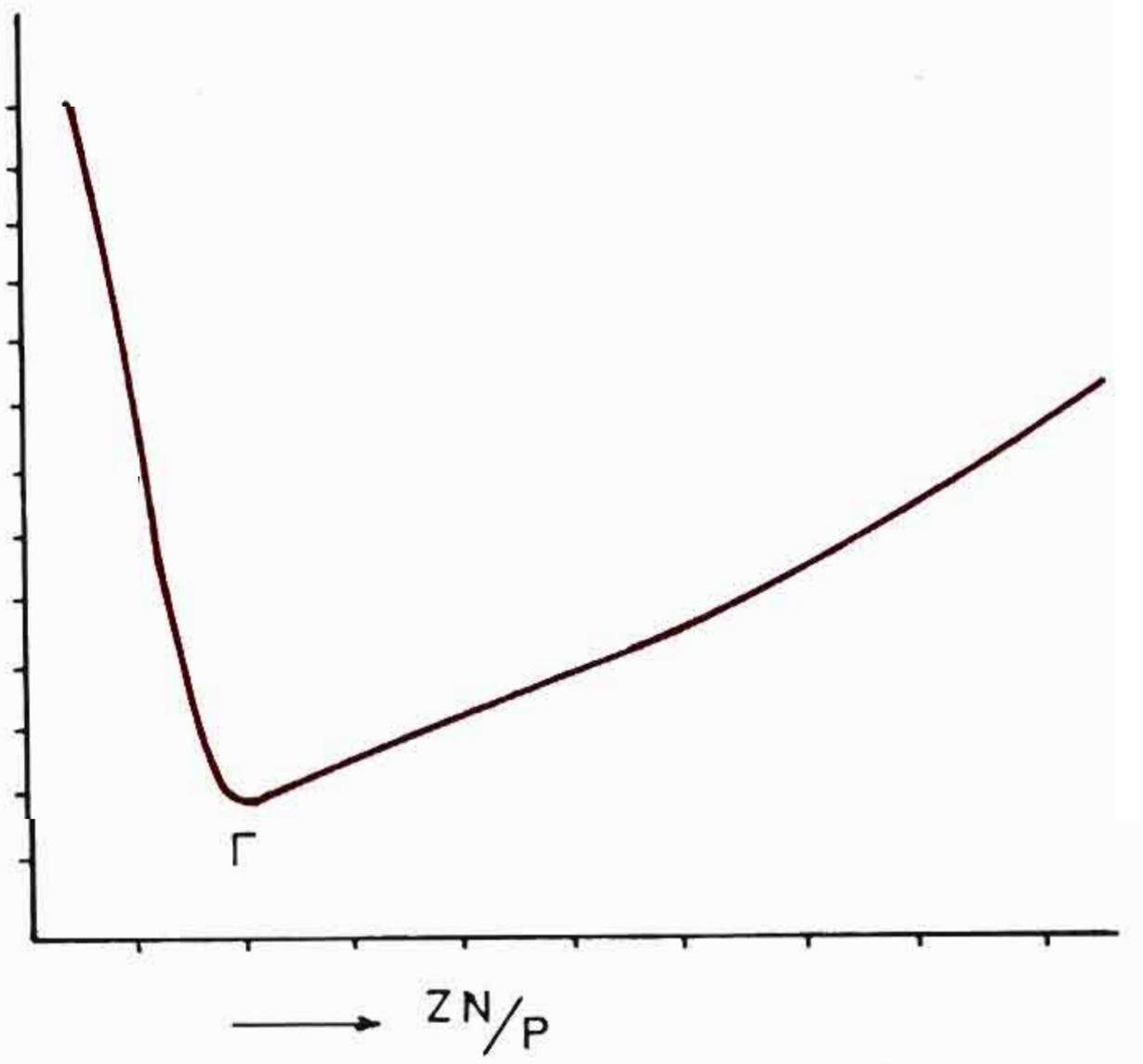
α) Ἀπὸ τὴν τιμὴν τοῦ ἰξώδους Z.

β) Ἀπὸ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ ἄξονος ἐντὸς τοῦ λιπαινομένου ἑδράνου N.

γ) Ἀπὸ τὸ ἀνὰ μονάδα ἐπιφανείας φορτίον P.

δ) κ εἶναι ὁ συντελεστής, ποὺ καθορίζει τὴν ἀνωτέρω σχέσιν, ἐξαρτώμενος ἀπὸ τὰς λοιπὰς συνθήκας, ποὺ ἐπικρατοῦν εἰς τὴν λίπανσιν, καθὼς καὶ ἀπὸ τὸ εἶδος ἢ τὰ εἰδικὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ τριβέως.

Τὴν σχέσιν μεταξὺ συντελεστοῦ τριβῆς μ καὶ ὁμάδος ZN/P (ἰξῶδες × στροφαὶ/φορτίον) ἀπεικονίζει ἡ καμπύλη τοῦ σχήματος 18·4α. Εἰς τὸ ἀριστερὸν τμῆμα τῆς καμπύλης ἐπικρατεῖ ἡ ὁριακὴ λίπανσις, ποὺ χαρακτηρίζεται ἀπὸ ἀποτόμους καὶ μὴ ἀντισταθμιζομένας μεταβολὰς τῆς τριβῆς, ὅταν μεταβάλλεται ἡ τιμὴ τῆς ὁμάδος ZN/P, λόγω αὐξομειώσεως ἑνὸς ἐκ τῶν τριῶν παραγόντων της (ἰξῶδες, στροφαί, φορτίον). Ἀντιθέτως εἰς τὸ δεξιὸν τμῆμα, ὅπου ἔχομεν ὑγρὰν λίπανσιν, ἡ μεταβολὴ τῆς τριβῆς, ὅταν μεταβάλλεται ἡ ὁμὰς ZN/P εἶναι ὁμαλωτέρα καὶ εἶναι εὔ-



Σχ. 18·4α.

κολον τὴν μεταβολὴν μιᾶς ἐκ τῶν μεταβλητῶν Z, N, P νὰ ἀντισταθμίση ἡ ἁρμόζουσα μεταβολὴ τῶν ὑπολοίπων.

Ἐὰν π.χ. εἰς τὴν περιοχὴν τῆς ὑγρᾶς λιπάνσεως μειωθοῦν αἱ στροφαὶ N, μειοῦται ἡ τιμὴ τῆς ὁμάδος ZN/P, ἤτοι μειοῦνται αἱ ἀπώλειαι λόγω τριβῆς καὶ ἡ τιμὴ τῆς ὁμάδος τείνει νὰ μετακινηθῇ πρὸς τὰ ἀριστερά, ὅπου εὑρίσκεται τὸ *γόνυ* τῆς καμπύλης Γ, μετὰ τὸ ὁποῖον μεταπίπτομεν εἰς τὴν ὁριακὴν λίπανσιν. Τοῦτο ὅμως σπανίως συμβαίνει, ἐκτὸς ἂν ἡ πτῶσις τῶν στροφῶν εἶναι λίαν ἀπότομος· ἄλλως αὐτὴ ἀντισταθμίζεται ἀπὸ τὴν αὔξησιν τοῦ ἰξώδους Z εἰς τρόπον, ὥστε ὁλόκληρος ἡ ὁμὰς ZN/P, ἄρα καὶ ὁ συντελεστὴς τριβῆς μ, νὰ ἐπανέρχωνται εἰς τὴν ἀρχικήν των τιμὴν καὶ ἡ ὑγρὰ λίπανσις νὰ διατηρῆται. Εἰς τὴν ἀνωτέρω περίπτωσιν ἡ μείωσις τοῦ συντελεστοῦ τριβῆς μειώνει καὶ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐλαίου, ἄρα προκαλεῖ τὴν ἤδη ἀναφερθεῖσαν αὔξησιν τοῦ ἰξώδους, ποὺ ἐμποδίζει τὴν μετακίνησιν τῆς τιμῆς τοῦ ZN/P πρὸς τὰ ἀριστερά.

Ἀντιθέτως ἡ λειτουργία πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ἐλαχίστου τῆς καμπύλης, ὅπου εὑρίσκεται ἡ περιοχὴ τῆς ὁριακῆς λιπάνσεως, εἶναι ἀσταθής. Μεταβολαὶ εἰς τὴν ὁμάδα ZN/P δὲν ἀντισταθμίζονται, ὅπως κατὰ τὴν ὑγρὰν τριβήν. Ὁ τριβεὺς θὰ ὑποστῇ βλάβην, ἐκτὸς ἂν χρησιμοποιηθοῦν εἰδικὰ λιπαντικά, δυνάμενα νὰ ἀντιμετωπίσουν αὐτὰς τὰς συνθήκας λειτουργίας ὑπὸ λίαν ὑψηλὰς πιέσεις (extreme pressure lubricant). Τοῦτο εἶναι σαφὲς ἐκ τῆς μελέτης τοῦ διαγράμματος τοῦ σχήματος 18·4α, ὅπου παρατηροῦμεν ὅτι, ἂν αὐξηθῇ τὸ φορτίον P, ἡ τιμὴ ZN/P ἐλαττοῦται, καὶ τοῦτο ταχέως ἀναβιβάζει τὸν συντελεστὴν τριβῆς εἰς ὑψηλὰς τιμάς, ὡς ἀποδεικνύεται ἐκ τῆς ἀποτόμου κλίσεως τοῦ ἀριστεροῦ σκέλους τοῦ διαγράμματος, ποὺ ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν ὁριακὴν λίπανσιν. Τὸ πρόβλημα τοῦτο ἀντιμετωπίζεται διὰ τῆς χρήσεως τῶν ἤδη ἀναφερθέντων λιπαντικῶν ἐξόχως ὑψηλῶν πιέσεων καὶ δι' ἐπιμελεστέρας ἐπεξεργασίας τῶν ἐν ἐπαφῇ μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν διὰ λειάνσεως· διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ ὄχι μόνον αἱ ἀπώλειαι τριβῆς θὰ εἶναι μικρότεραι, ἀλλὰ καὶ μετατοπίζεται τὸ ἐλάχιστον τῆς καμπύλης ἀκόμη ἀριστερώτερον.

Ἡ *μέτρησις* τοῦ ἰξώδους ἑνὸς λιπαντικοῦ βασίζεται ὅπως καὶ διὰ τὰ καύσιμα, ἀλλὰ καὶ δι' ὅλα γενικῶς τὰ ὑγρὰ σώματα, εἰς τὸν χρόνον ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ροὴν ὡρισμένης ποσότητος δείγματος ὑπὸ αὐστηρῶς καθωρισμένας συνθήκας. Ἡ ροὴ γίνεται διὰ μικρᾶς ὀπῆς ἢ

λεπτοῦ ἀνοίγματος, ὑπὸ θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία μὲ τὴν βοήθειαν θερμοστατικῆς διατάξεως τηρεῖται σταθερά.

Αἱ συσκευαί, διὰ τῶν ὁποίων γίνεται ἡ μέτρησις τοῦ ἰξώδους, καλοῦνται *ἰξωδόμετρα*. Τὰ ἰξωδόμετρα περιγράφονται εἰς τὸ ἀντίστοιχον περὶ Καυσίμων κεφάλαιον (παράγρ. 11·4). Ὑπενθυμίζεται πάντως ὅτι ἡ κοινὴ ἀρχή, ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζεται ἡ χρῆσις τῶν ἰξωδομέτρων, εἶναι ἡ μέτρησις τοῦ χρόνου ἐκροῆς ἀπὸ σταθερῶν διαστάσεων ἀκροφύσιον, ὡρισμένης ποσότητος δείγματος ὑπὸ σταθερὰς συνθήκας πιέσεως καὶ θερμοκρασίας. Ὁ χρόνος μετρεῖται πάντοτε εἰς δευτερόλεπτα καὶ ἡ τιμή του συνοδεύεται ἀπαραιτήτως ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς χρησιμοποιηθείσης κατὰ τὴν μέτρησιν συσκευῆς. Π.χ. ἰξῶδες 230 SSU σημαίνει ὅτι ὁ χρόνος ἐκροῆς ὡρισμένης ποσότητος δείγματος (εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν 60 cc) διὰ τοῦ ἀκροφυσίου Universal τῆς συσκευῆς Saybolt εἶναι 230 δευτερόλεπτα. Ἐννοεῖται ὅτι ἡ τιμὴ αὐτὴ τοῦ ἰξώδους ἀναφέρεται εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία πρέπει νὰ δηλοῦται μετὰ τοῦ ἀποτελέσματος. Π.χ. ἰξῶδες : 230 SSU εἰς 130° F εἶναι ἡ πλήρης ἔκφρασις τοῦ μετρουμένου μεγέθους.

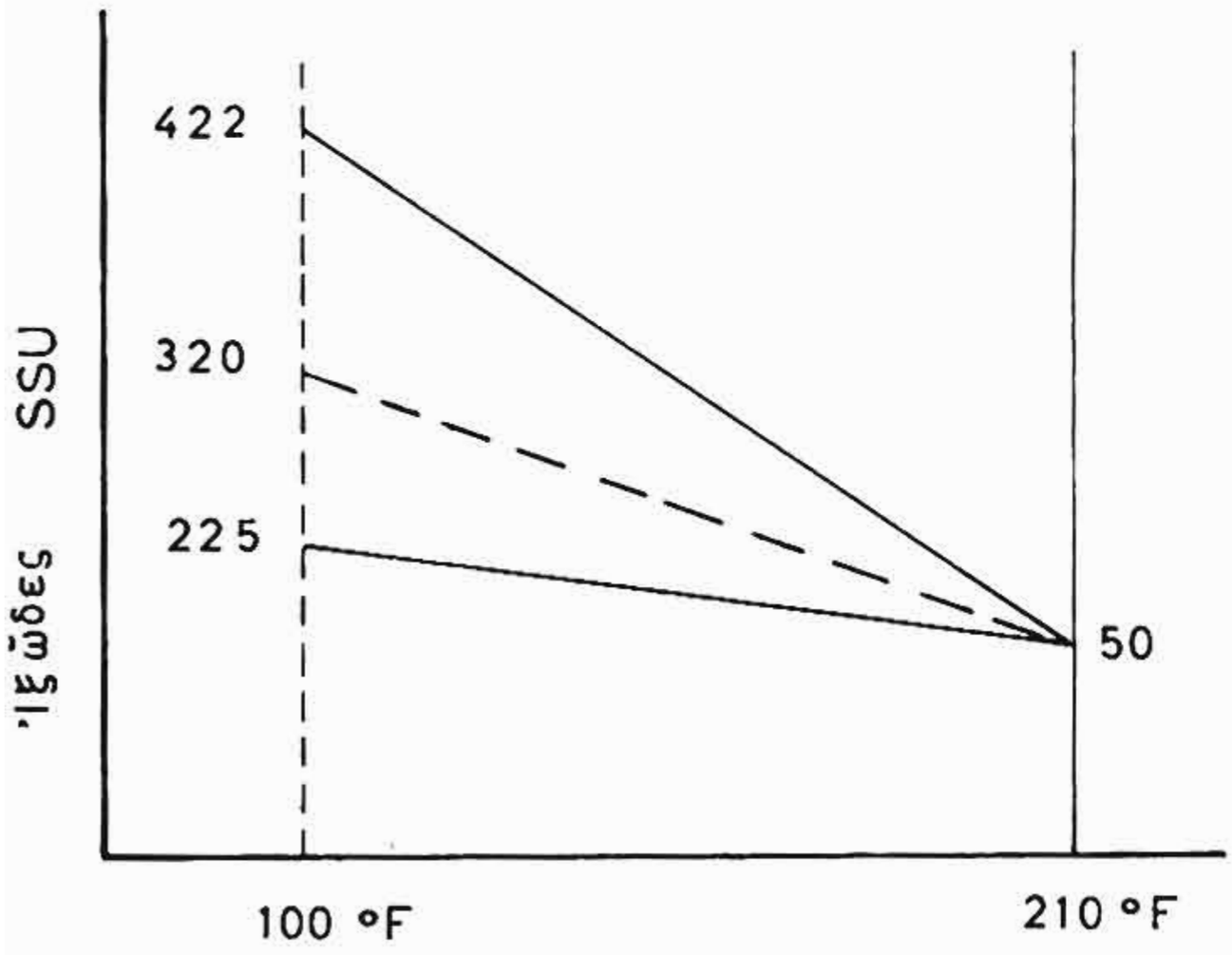
Τὰ κύρια χαρακτηριστικὰ τῶν διαφόρων κλιμάκων μετρήσεως ἰξώδους καὶ αἱ μεταξύ των σχέσεις παρέχονται συγκεντρωτικῶς εἰς τὸν Πίνακα 11·4·1 (σελὶς 87).

Πέρα τῶν ἀνωτέρω, ὅλως ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχει διὰ τὰ λιπαντικὰ ἡ σχέσις ἰξώδους - θερμοκρασίας, τὴν ὁποίαν καθορίζει ἡ τιμὴ ἑνὸς ἄλλου φυσικοχημικοῦ χαρακτηριστικοῦ, ποὺ καλεῖται *δείκτης ἰξώδους* καὶ συμβολίζεται μὲ V.I. (Viscosity Index). Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ τιμὴ τοῦ δείκτου ἰξώδους ἑνὸς λιπαντικοῦ, τόσον ὀλιγώτερον μεταβάλλεται τὸ ἰξῶδες του συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας. Τὰ λιπαντικὰ ἑπομένως μὲ ὑψηλὸν δείκτην ἰξώδους ἔχουν ἀξιοσημείωτον σταθερότητα ἰξώδους ἔναντι τῶν θερμοκρασιακῶν μεταβολῶν καὶ τοῦτο ἀποτελεῖ ἰδιότητα περιζήτητον. Τὰ λιπαντικὰ αὐτὰ εἶναι γνωστὰ ὡς Viscostatic ἢ Multigrade καὶ μὲ τὰς ὀνομασίας αὐτὰς φέρονται εἰς τὸ ἐμπόριον. Παράγονται κατόπιν προσεκτικῆς ἐπιλογῆς τῶν πρώτων ὑλῶν, καταλλήλου ἐπεξεργασίας καὶ ἀναμίξεως μὲ τὰ ἐνδεδειγμένα πρόσθετα.

Τὸν ρόλον καὶ τὴν σημασίαν τοῦ δείκτου ἰξώδους διὰ τὰ λιπαντέλαια ἀντιλαμβάνεται κανεὶς εὐκόλως, ἂν λάβῃ ὑπ' ὄψιν του τὴν μεγάλην διαφορὰν θερμοκρασίας ἑνὸς λιπαντικοῦ κατὰ τὴν ἐκκίνησιν τῆς μηχανῆς, ὡς τὴν στιγμὴν ποὺ τοῦτο θὰ ἀποκτήση τὴν μεγίστην θερμ

κρασίαν κατὰ τὴν διάρκειαν λειτουργίας τῆς μηχανῆς. Ἡ διακύμανσις αὐτὴ τῆς θερμοκρασίας δύναται νὰ ὑπερβῇ τοὺς 100° C καὶ συνεπῶς νὰ μεταβάλῃ αἰσθητῶς τὸ ἰξῶδες τοῦ λιπαντικοῦ εἰς βαθμόν, ποὺ νὰ μὴ δύναται τοῦτο πλέον νὰ ἐξασφαλίσῃ εἰς τὴν μηχανὴν ὀρθὴν λίπανσιν. Τοῦτο δὲν θὰ συμβῇ, μόνον ἐφ' ὅσον τὸ λιπαντικὸν ἔχει τὸν κατάλληλον δείκτην ἰξώδους.

Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ δείκτου ἰξώδους χρησιμοποιεῖται μία αὐθαίρετος κλῖμαξ, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ μηδὲν κατέχει ὀρυκτέλαιον ἀσφαλτικῆς βάσεως ἐξαιρετικὰ εὐπαθὲς εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας. Τὸ 100 τῆς κλίμακος κατέχει ἔλαιον παραφινικῆς βάσεως ὀλιγώτερον εὐαίσθητον ὡς πρὸς τὸ ἰξῶδες εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας. Ὁ τρόπος ὑπολογισμοῦ τοῦ δείκτου ἰξώδους δι' ἕνα οἱονδήποτε δεῖγμα ἀγνώστου ὀρυκτελαίου ἐμφαίνεται παραστατικῶς εἰς τὸ παρατιθέμενον διάγραμμα τοῦ σχήματος 18·4β.



Σχ. 18·4β.

Ἐκλέγονται δύο πρότυπα λιπαντικὰ μὲ V.I. 0 καὶ 100 ἀντιστοίχως, ποὺ νὰ ἔχουν εἰς 210° F τὸ ἴδιον ἰξῶδες μὲ τὸ ἄγνωστον ἔλαιον. Ἐν συνεχείᾳ μετρεῖται τὸ ἰξῶδες καὶ τῶν τριῶν ἐλαίων εἰς τοὺς 100° F, ὁπότε προκύπτουν αἱ ἀκόλουθοι τιμαί :

V_1 = τὸ ἰξῶδες εἰς 100° F τοῦ ἐλαίου μὲ V.I. = 0
V_2 = τὸ ἰξῶδες εἰς 100° F τοῦ ἐλαίου μὲ V.I. = 100
V_3 = τὸ ἰξῶδες εἰς 100° F τοῦ ἐλαίου μὲ ἄγνωστον V.I.

Ὁ δείκτης ἰξώδους τοῦ ἀγνώστου ἐλαίου δίδεται τότε ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$\text{V.I.} = \frac{V_1 - V_3}{V_1 - V_2} \times 100$$

Εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος 18·4β ἔχομεν τὰς ἀκολούθους τιμάς :

—Ἰξῶδες τοῦ ἀγνώστου ἐλαίου εἰς 210° F $V = 50$ SSU
—Ἰξῶδες τοῦ ἀγνώστου ἐλαίου εἰς 100° F $V_3 = 320$ SSU
—Ἰξῶδες εἰς 100° F τοῦ ἐλαίου μὲ V.I. = 0, ἔχοντος ὅμως εἰς 210° F τὸ ἴδιον ἰξῶδες μὲ τὸ ἄγνωστον ἔλαιον, ἤτοι 50 SSU ..... $V_1 = 422$ SSU
—Ἰξῶδες εἰς 100° F τοῦ ἐλαίου μὲ V.I. = 100, ἔχοντος εἰς 210° F ὁμοίως $V = 50$ SSU ..... $V_2 = 255$ SSU

Ἄρα $$V.I. = \frac{422 - 320}{422 - 255} \times 100 = 61$$

Τὴν τιμὴν τοῦ δείκτου ἰξώδους, ἐκτὸς τῆς καταλλήλου ἐπεξεργασίας τοῦ λιπαντικοῦ αὐξάνει αἰσθητῶς ἡ ἀνάμιξις μὲ εἰδικὰ πρόσθετα, τὰ *βελτιωτικὰ δείκτου ἰξώδους* (V.I. Improvers), ποὺ προστίθενται εἰς ἀναλογίαν 2 ἕως 10%. Διευκρινίζεται πάντως ὅτι εἰς ἀναλογίαν ἄνω τοῦ 5% ἡ βελτίωσις τοῦ δείκτου ἰξώδους εἶναι ἀσήμαντος (παράγρ. 17·3).

Ἐν συμπεράσματι τονίζεται ὅτι αἱ ὑψηλαὶ τιμαὶ δείκτου ἰξώδους περιορίζουν τὰς ἀκραίας τιμὰς ἰξώδους, ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς ὡρισμένην διακύμανσιν τῆς θερμοκρασίας ἑνὸς λιπαντικοῦ. Τοῦτο ἔχει ὡς συνέπειαν εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας νὰ μὴ ἔχωμεν ὑπερβολικῶς μέγα ἰξῶδες, ὥστε ἡ ἐκκίνησις τῆς μηχανῆς νὰ εἶναι εὐχερής. Εἰς ὑψηλὰς ἐξ ἄλλου θερμοκρασίας τὸ ἰξῶδες δὲν ἐλαττοῦται πέρα τῶν ὁρίων ἐκείνων, ποὺ ἐξασφαλίζουν τὴν διατήρησιν τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης εἰς τοὺς τριβεῖς ἢ τὴν στεγανότητα τῶν ἐλατηρίων εἰς τὰ ἔμβολα.

18·5 Σημεῖον ροῆς, σημεῖον πήξεως καὶ σημεῖον νεφώσεως.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ψύξεως ἑνὸς λιπαντελαίου διακρίνομεν διαδοχικῶς τρεῖς θερμοκρασίας, εἰς ἑκάστην τῶν ὁποίων ἐπέρχονται ὡρισμέναι ἐμφανεῖς μεταβολαὶ εἰς τὰς ἰδιότητάς του :

α) *Τὸ σημεῖον νεφώσεως* ἢ *σημεῖον θολώσεως* (T_v), δηλαδὴ ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ ὑπὸ ψῦξιν δεῖγμα τοῦ ἐλαίου ἐμφανίζει θολερότητα. Αὐτὴ ὀφείλεται εἰς τὴν ἀποβολὴν ἐκ τῆς μάζης τοῦ λιπαντελαίου τῶν παραφινούχων συστατικῶν, τὰ ὁποῖα εἰς τὴν θερμοκρασίαν T_v εἶναι ἀδιάλυτα.

β) Συνεχίζοντες τὴν ψῦξιν φθάνομεν εἰς τὸ *σημεῖον ροῆς* (T_p), ἤτοι τὴν κατωτάτην θερμοκρασίαν, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ ἔλαιον διατηρεῖ σχετικὴν ρευστότητα.

γ) *Σημεῖον πήξεως* T_{π} εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ ἔλαιον ἔχει πλέον στερεοποιηθῆ.

Εἰς τὴν πρᾶξιν μετὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ σημείου νεφώσεως μετρεῖται τὸ σημεῖον πήξεως (παράγρ. 11·8) διὰ διαδοχικῶν ψύξεων κατὰ 5^0 F μέχρις, ὅτου τὸ δεῖγμα τοῦ ἐλαίου φερόμενον ἐντὸς προτύπου ὑαλίνου σωλῆνος εἰς ὁριζοντίαν θέσιν δὲν παρουσιάζη κατὰ τὴν ἐλευθέραν του ἐπιφάνειαν κύρτωσιν, ὅταν εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν παραμένη ἐπὶ 5''.

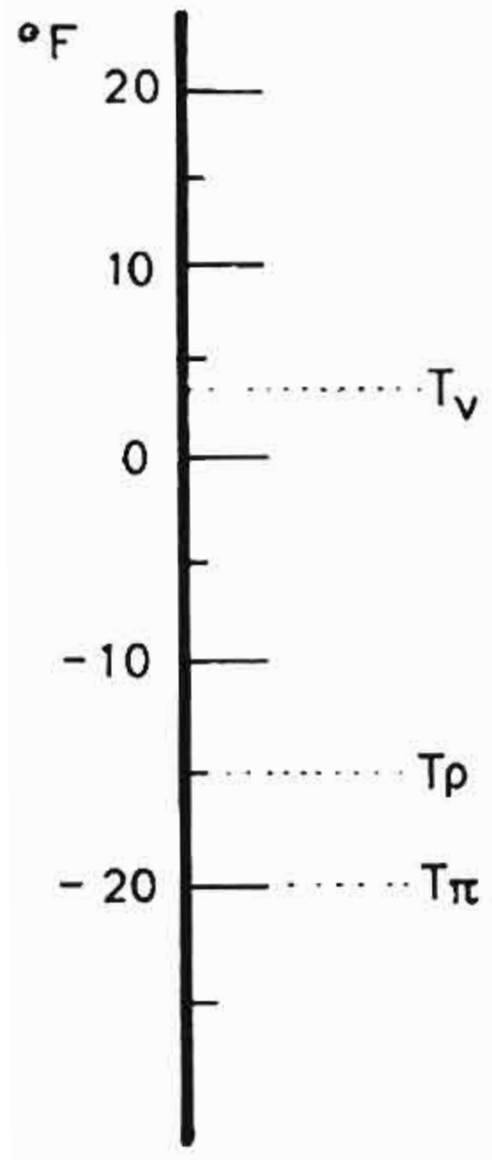
Τὸ σημεῖον ροῆς συμβατικῶς λαμβάνεται κατὰ 5^0 F ἀνώτερον τοῦ σημείου πήξεως. Ἔτσι εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος 18·5 ἔχομεν :

α) Σημεῖον νεφώσεως $T_{\nu} = \quad 4^0$ F

β) Σημεῖον ροῆς $\quad T_{\rho} = -15^0$ F

γ) Σημεῖον πήξεως $\quad T_{\pi} = -20^0$ F

Ἡ σημασία τοῦ σημείου νεφώσεως περιορίζεται εἰς τὰς περιπτώσεις ἐκείνας, κατὰ τὰς ὁποίας ἀπαιτεῖται ὅπως τὸ ἔλαιον διατηρήση τὴν διαύγειάν του εἰς τόσον χαμηλὰς θερμοκρασίας ὅσον καὶ τὸ σημεῖον νεφώσεως. Εἰς θερμοκρασίας δηλαδὴ κάτω τοῦ σημείου νεφώσεως, ἡ διαύγεια τοῦ ἐλαίου μειοῦται, ἑπομένως τὸ ἔλαιον αὐτὸ δὲν δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆ εἰς τόσον χαμηλὰς θερμοκρασίας, ἐφ' ὅσον ἡ θολερότης του ἐμποδίζει τὴν χρῆσιν του.



Σχ. 18·5.

Ἀντιθέτως τὸ *σημεῖον ροῆς ἔχει πολὺ μεγαλυτέραν σημασίαν*, διότι ἐξ αὐτοῦ ἐξαρτᾶται ἡ ἀντλητικότης τοῦ ἐλαίου εἰς τὸ δίκτυον λιπάνσεως ὑπὸ χαμηλὰς θερμοκρασίας. Ἡ τιμὴ τοῦ σημείου ροῆς ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὸ εἶδος τῶν ὑδρογονανθράκων, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἔλαιον ἀποτελεῖται. Οἱ εὐθείας ἁλύσεως ἀλειφατικοὶ ὑδρογονάνθρακες (παραφῖναι) ἔχουν γενικῶς ὑψηλὸν σημεῖον ροῆς, τὸ ὁποῖον εἶναι δυνατὸν νὰ μειωθῆ μὲ εἰδικὰ πρόσθετα, γνωστὰ ὑπὸ τὸ ὄνομα *ταπεινωτικὰ σημείου ροῆς* (pour point depressants). Ἄλλοτε ἡ ταπείνωσις τοῦ σημείου ροῆς ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς κατεργασίας τῆς ἀποκηρώσεως (παράγρ. 18·3), ποὺ συνίσταται εἰς τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν παραφινικῶν συστατικῶν, εἰς τὰ ὁποῖα ἀκριβῶς ὀφείλεται ἡ ὑψηλὴ τιμὴ τοῦ σημείου ροῆς. Καλύτερα βεβαίως ἀποτελέσματα ἐπιτυγχάνονται διὰ συνδυασμοῦ τῆς ἀποκηρώσεως μὲ τὰ κατάλληλα

πρόσθετα, τῶν ὁποίων ἡ ἀναλογία δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὸ 1 %.

Τὰ πρόσθετα διὰ τὴν ταπείνωσιν τοῦ σημείου ροῆς ἐνεργοῦν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν παραφινικῶν κρυστάλλων, ἐπὶ τῶν ὁποίων σχηματίζουν ἕνα εἶδος περιβλήματος, ποὺ ἐμποδίζει τὴν συνένωσίν των καὶ συνεπῶς τὴν ἀποβολήν των κατὰ τὴν ψῦξιν. Οἱ κρύσταλλοι τῆς παραφίνης παραμένουν εἰς τὸ ἔλαιον ἐν λεπτῇ διασπορᾷ μέχρι θερμοκρασιῶν πολὺ χαμηλοτέρων ἐκείνων, ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ ἔλαιον χωρὶς πρόσθετα. Εἶναι φυσικὸν λοιπὸν τὸ σημεῖον νεφώσεως τοῦ ἐλαίου νὰ παραμένη ἀμετάβλητον, ὅπως ἐπίσης εἶναι φυσικὸν τὰ πρόσθετα αὐτὰ νὰ μὴ ἔχουν ἀποτελέσματα εἰς ὀρυκτέλαια ἀσφαλτικῆς βάσεως.

18·6 Ἀντοχὴ εἰς ὀξείδωσιν.

Παρὰ τὴν ἀξιόλογον χημικὴν σταθερότητα, τὴν ὁποίαν τὰ ὀρυκτέλαια ὀφείλουν εἰς τὴν χημικήν των δομήν, αἱ συνθῆκαι ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐργάζονται εὐνοοῦν μίαν προοδευτικὴν ὀξείδωσιν. Τοῦτο ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὸ λιπαντέλαιον νὰ ἀποκτήση διαβρωτικὴν ὀξύτητα καὶ νὰ σχηματισθῇ εἰς αὐτὸ ἰλὺς λόγω πολυμερισμοῦ τῶν μορίων του, μὲ συνέπειαν τὴν αὔξησιν τοῦ ἰξώδους καὶ τὴν δυσχέρειαν τῆς λιπάνσεως.

Ἡ ἀντοχὴ εἰς τὴν ὀξείδωσιν ἐργαστηριακῶς ἐλέγχεται, ἐὰν ὑποβάλωμεν δεῖγμα τοῦ ἐλαίου εἰς καταπόνησιν ὑπὸ συνθήκας παρομοίας ἐκείνων, ποὺ θὰ συναντήση κατὰ τὴν χρῆσιν του εἰς τὸ εἶδος τῆς μηχανῆς, τὴν ὁποίαν προορίζεται νὰ λιπαίνη. Οἱ σπουδαιότεροι δὲ παράγοντες, ποὺ προκαλοῦν τὴν ὀξείδωσιν τοῦ ὀρυκτελαίου, εἶναι ἡ *θερμοκρασία*, τὸ *ὀξυγόνον* καὶ ἡ *ἐπαφὴ* μετὰ τῶν μετάλλων, ποὺ δροῦν καταλυτικῶς ἐπὶ τῆς ὀξειδώσεως (ἡ ἐπαφὴ μὲ τὰ μέταλλα ἐπιταχύνει τὴν ὀξείδωσιν τοῦ ἐλαίου). Ἡ δοκιμὴ ἀντοχῆς εἰς τὴν ὀξείδωσιν γίνεται ἀκριβῶς ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἀνωτέρω παραγόντων, ὑπὸ συνθήκας ποὺ αὐστηρῶς καθορίζει ἡ ἑκάστοτε ἀκολουθουμένη μέθοδος.

Εἰς γενικὰς γραμμὰς ἡ δοκιμὴ ἀντοχῆς εἰς τὴν ὀξείδωσιν γίνεται ὡς ἑξῆς :

Τὸ δεῖγμα τοῦ ἐλαίου παραμένει ἐν ἐπαφῇ μὲ ὀξυγόνον ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ἐπὶ ὡρισμένον χρόνον. Ἐντὸς τοῦ δοχείου συνήθως τοποθετοῦνται σύρματα μεταλλικὰ (χαλκὸς - σίδηρος), ποὺ δροῦν ὡς καταλύται κατὰ τρόπον ἀνάλογον πρὸς τὴν δρᾶσιν τῶν μετάλλων τῆς μηχανῆς. Μετὰ τὴν πάροδον τοῦ προκαθωρισμένου χρόνου ὁ βαθμὸς ὀξειδώσεως, τὸν ὁποῖον ἔχει ὑποστῇ τὸ δεῖγμα τοῦ λιπαντελαίου, ἐλέγχεται ἐκ τῶν ἀκολούθων περιπτώσεων :

α) Ἐκ τῆς αὐξήσεως τοῦ ἀριθμοῦ ἐξουδετερώσεως (παράγρ. 18·7), ποὺ δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὰ 2 mg KOH ἀνὰ γραμμάριον ἐλαίου μετὰ πάροδον 1000 ὡρῶν δοκιμῆς.

β) Ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ ἰλύος, τὸν ὁποῖον προκαλεῖ ἡ ὀξείδωσις τοῦ ἐλαίου. Αὐτὴ δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὰ 5 mg (χιλιοστόγραμμα) ἀνὰ 10 γραμμάρια δείγματος, διὰ διάρκειαν δοκιμῆς $2\,^1/_2$ ὡρῶν.

18·7 Ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως.

Ὁ ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὰ χιλιοστόγραμμα (mg) KOH, ποὺ ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν τῶν ὀξέων ποὺ περιέχονται εἰς 1 γρ. δείγματος τοῦ ἐλαίου. Ἑπομένως ὁ ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως χαρακτηρίζει τὴν ὀξύτητα τοῦ ἐλαίου, ποὺ ὀφείλεται εἰς τὴν παρουσίαν ἢ τὸν προοδευτικὸν σχηματισμὸν ὀξέων εἰς τὸ ἔλαιον. Ἔχει, ὡς ἐκ τούτου, σημασίαν ὁ ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως μόνον διὰ καινουργῆ ἔλαια ἄνευ προσθέτων, εἰς τὰ ὁποῖα δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη διὰ τὰ περισσότερα εἴδη λιπαντελαίων τὸ 0,1. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ περισσότερα λιπαντέλαια περιέχουν πρόσθετα ἀλκαλικῆς βάσεως, ὁ ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως στερεῖται ἰδιαιτέρας σημασίας καὶ μόνον διὰ τὸν ἔλεγχον τῆς κατεργασίας ἢ τὴν ὁμοιομορφίαν τῶν παραλαβῶν ἔχει ἀξίαν καὶ μάλιστα μὲ ἀρνητικὴν τιμήν, ἤτοι ἀντὶ τῶν ἐλευθέρων ὀξέων, μετρεῖται ἡ ποσότης τῶν ἀλκαλίων ποὺ προέρχονται ἀπὸ τὰ (ἀλκαλικὰ) πρόσθετα. Καλεῖται καὶ πάλιν *ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως*, ἀλλὰ ἐπειδὴ ἀναφέρεται εἰς τὰ ἐλεύθερα ἀλκάλια, εἶναι γνωστὸς συχνότερον καὶ ὡς *ἀριθμὸς ἀλκαλικότητος*.

Ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχει ὁ ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως διὰ τὰ μεταχειρισμένα ἔλαια, διότι ἀποτελεῖ ἀσφαλῆ ἔνδειξιν τοῦ βαθμοῦ ἀλλοιώσεως, ποὺ ἔχουν ὑποστῆ κατὰ τὴν χρῆσιν των. Γενικῶς, ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως ἄνω τοῦ 0,5 ἀποτελεῖ ἔνδειξιν σοβαρᾶς ἀλλοιώσεως τοῦ ἐλαίου καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἐπιβάλλεται ἡ ἀντικατάστασίς του.

Ὁ ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως συνδυάζεται ἐπίσης μὲ τὴν ἀντοχὴν τοῦ ἐλαίου εἰς τὴν ὀξείδωσιν, ὑπὸ τὴν ἔννοιαν ὅτι κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς δοκιμῆς ἀντοχῆς εἰς τὴν ὀξείδωσιν τὸ συγκρινόμενον μέγεθος εἶναι ὁ ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως, ποὺ εἰς τὸ τέλος τῶν 1000 ὡρῶν τῆς δοκιμῆς δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὰ 2 mg/γρ. (παράγρ. 18·6).

18·8 Ἐξανθράκωμα.

Ὅπως καὶ εἰς τὰ καύσιμα (παράγρ. 11·10), ὁ προσδιορισμὸς τοῦ

ἐξανθρακώματος γίνεται διὰ καύσεως ὡρισμένης ποσότητος δείγματος ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας, ποὺ τὰς χαρακτηρίζει ἀπουσία πολλοῦ ἀέρος. Ἡ προκύπτουσα τιμή του ἀναγομένη ἐπὶ τοῖς % τοῦ λιπαντελαίου ἀπεικονίζει τὴν τάσιν, ποὺ ἔχει τὸ λιπαντέλαιον τοῦτο νὰ σχηματίζη ἀνθρακοῦχον ὑπόλειμμα, ὅταν εὑρεθῆ ὑπὸ παρομοίας συνθήκας ἐντὸς τῆς μηχανῆς.

Αἱ μέθοδοι μετρήσεως τοῦ ἐξανθρακώματος κατὰ Conradson καὶ κατὰ Ramsbottom, περιγράφονται εἰς τὴν παράγραφον 11·10.

Ἡ τιμὴ τοῦ ἐξανθρακώματος εἰς τὰ περισσότερα λιπαντέλαια M.E.K. δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὸ 0,3%, ἐνῶ διὰ τὰ κυλινδρέλαια ἐπιτρέπεται ἀνώτατον ὅριον 3%.

Ἡ τιμὴ τοῦ ἐξανθρακώματος ἑνὸς ἐλαίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τοὺς ἑξῆς παράγοντας :

α) Ἀπὸ τὸν τρόπον ἐπεξεργασίας : ἡ ἐκχύλισις μὲ διαλύτας (παράγρ. 17·3) δίδει ἔλαια μὲ χαμηλὸν ἐξανθράκωμα.

β) Ἔλαια μικροῦ ἰξώδους ἔχουν καὶ χαμηλὴν τιμὴν ἐξανθρακώματος.

γ) Ἔλαια ναφθενικῆς βάσεως ἔχουν ὀλιγώτερον ἐξανθράκωμα ἀπὸ ἔλαια παραφινικῆς βάσεως.

δ) Τὸ ἐξανθράκωμα ἐλαττοῦται τόσον περισσότερον, ὅσον καλύτερον ἐξευγενισμὸν ἔχει ὑποστῆ ἕνα ὀρυκτέλαιον.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω παραγόντων ὅμως, τὸ ποσὸν τοῦ ἐξανθρακώματος, ποὺ ἀποτίθεται ὑπὸ τοῦ λιπαντελαίου ἐπὶ τῶν θερμῶν μερῶν τῆς μηχανῆς, ἐξαρτᾶται καὶ ἀπὸ τὰς συνθήκας λειτουργίας της καὶ εἰδικώτερον : τὸ εἶδος τοῦ καυσίμου, τὴν ἀναλογίαν καυσίμου/ἀέρος, τὴν παρουσίαν κόνεως ἢ ἄλλων ἐξωτερικῶν ρυπάνσεων κ.λπ.

Ἡ ἀξία τῆς τιμῆς ἐξανθρακώματος ἑνὸς ἐλαίου ἐκτὸς τῆς σημασίας, ποὺ ἔχει διὰ τὴν πρόβλεψιν τοῦ βαθμοῦ ρυπάνσεως τῆς μηχανῆς μὲ ἀνθρακούχους ἀποθέσεις, ἐπεκτείνεται καὶ εἰς τὴν ἐξακρίβωσιν τοῦ βαθμοῦ ρυπάνσεως τοῦ ἐλαίου. Ρύπανσις τοῦ ἐλαίου εἴτε ἀπὸ προϊόντα ὀξειδώσεως εἴτε ἀπὸ ἐξωτερικοὺς παράγοντας (κόνιν, μεταλλικὰ ρινίσματα) θὰ προκαλέση ἀσυνήθη αὔξησιν τοῦ ἐξανθρακώματος τοῦ ἐλαίου τούτου.

18·9 Συντελεστὴς ἀντοχῆς (work factor).

Ἡ δοκιμὴ αὐτὴ παρέχει ἔνδειξιν τῆς ἱκανότητος τοῦ λιπαντελαίου νὰ ἀνθίσταται εἰς τὴν ἀλλοίωσιν ὑπὸ τυποποιημένας συνθήκας μηχανικῆς δοκιμῆς.

Συγκεκριμένως τὸ ὑπὸ δοκιμὴν ἔλαιον ἐλέγχεται εἰς τὸν τριβέα προτύπου μηχανῆς ὑπὸ εἰδικὰς συνθήκας. Μετὰ 100 ὥρας λειτουργίας ἐλέγχεται ἡ ἀλλοίωσις, τὴν ὁποίαν ἔχει ὑποστῆ διὰ συγκρίσεως τῶν τιμῶν ἰξώδους, ἐξανθρακώματος καὶ ἀριθμοῦ ἐξουδετερώσεως πρὸ τῆς δοκιμῆς καὶ μετὰ ἀπὸ αὐτήν. Ὁ συντελεστὴς ἀντοχῆς τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν λιπαντελαίου εὑρίσκεται βάσει πινάκων ἐκ τῆς διαφορᾶς τῶν τιμῶν τῶν ἀνωτέρω χαρακτηριστικῶν. Ἡ τιμὴ τοῦ συντελεστοῦ ἰσοῦται μὲ 1, ὅταν ἡ ὡς ἄνω διαφορὰ εἶναι μηδέν, ἤτοι ὅταν οὐδεμία ἀλλοίωσις τῶν ὡς ἄνω βασικῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ ἐλαίου ἔχη ἐπέλθει.

Ὅσον μικροτέρα τῆς μονάδος εἶναι ἡ τιμὴ τοῦ συντελεστοῦ ἀντοχῆς, τόσον μικροτέραν σταθερότητα ἔχει τὸ ὑπὸ ἐξέτασιν ἔλαιον.

18·10 Πτητικότης τοῦ ἐλαίου.

Εἶναι ἡ τάσις σχηματισμοῦ ἀτμῶν ὑπὸ ἑνὸς λιπαντελαίου, ἡ ὁποία, ὡς εἶναι φυσικόν, διευκολύνεται ἀπὸ τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας ποὺ τὸ λιπαντικὸν ἀντιμετωπίζει εἰς τὴν μηχανήν. Μέτρον τῆς πτητικότητος ἑνὸς ἐλαίου ἀποτελεῖ τὸ λεγόμενον *σημεῖον ἀναφλέξεως* (flash point), ἤτοι ἡ θερμοκρασία, κατὰ τὴν ὁποίαν θερμαινόμενον δεῖγμα ἐλαίου σχηματίζει ἀρκετοὺς ἀτμούς, ὥστε νὰ ἀναφλεγοῦν στιγμιαίως διὰ τῆς προσαγωγῆς μικρᾶς φλογός. Ἀναλόγου σημασίας εἶναι τὸ *σημεῖον καύσεως*, ἤτοι ἡ θερμοκρασία, κατὰ τὴν ὁποίαν οἱ παραγόμενοι ἀτμοὶ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ θερμαινομένου δείγματος εἶναι ἀρκετοί, ὥστε ἡ καῦσις μετὰ τὴν ἀνάφλεξιν νὰ συνεχίζεται.

Ὁ προσδιορισμὸς τῶν σημείων ἀναφλέξεως καὶ καύσεως διὰ καινουργὲς ὀρυκτέλαιον δὲν ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν, πέρα τοῦ γεγονότος, ὅτι ἀποτελεῖ ἔνδειξιν τῆς προελεύσεώς του ἢ τοῦ τύπου τῶν ὑδρογονανθράκων ποὺ τὸ ἀποτελοῦν. Κατὰ κανόνα ὀρυκτέλαια ναφθενικῆς βάσεως δίδουν χαμηλότερα σημεῖα ἀναφλέξεως ἐν συγκρίσει μὲ τοῦ αὐτοῦ τύπου ὀρυκτέλαια παραφινικῆς βάσεως. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν τὸ σημεῖον ἀναφλέξεως ἀποτελεῖ *στοιχεῖον ταυτότητος* τοῦ ἐλαίου, ὡς ἐμφαίνεται καὶ ἐκ τοῦ Πίνακος 18·10·1.

Ὅλως ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχει ἡ μέτρησις τοῦ σημείου ἀναφλέξεως διὰ τὰ μεταχειρισμένα ἔλαια κατὰ τὸν περιοδικὸν ἔλεγχον, εἰς τὸν ὁποῖον ὑποβάλλονται ἀνὰ ὡρισμένα χρονικὰ διαστήματα. Ἡ μέτρησις γίνεται πάντοτε ἐν συσχετισμῷ μὲ τὸ ἀμεταχείριστον ἔλαιον τοῦ αὐτοῦ τύπου· ἡ πτῶσις τῆς τιμῆς τοῦ σημείου ἀναφλέξεως κάτω ὡρισμένων ὁρίων μαρτυρεῖ τὴν παρουσίαν καυσίμου εἰς τὸ ἔλαιον, ἡ ὁποία ὀφεί-

λεται πιθανώτατα εἰς διαρροήν. Τὸ συμπέρασμα αὐτὸ ἐπιβεβαιοῦται δι' ἀπ' εὐθείας μετρήσεως τοῦ καυσίμου, ποὺ περιέχει τὸ ἔλαιον καὶ ποὺ δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὸ 5%, διότι ὁ κίνδυνος ἐκρήξεως εἰς τὸν στροφαλοθάλαμον ἀπὸ ὑπερβολικὰ χαμηλὸν σημεῖον ἀναφλέξεως εἶναι σοβαρός. Βεβαίως διὰ νὰ συμβῆ ἔκρηξις εἰς τὸν στροφαλοθάλαμον δὲν ἀρκεῖ τὸ ἔλαιον νὰ περιέχη καύσιμον· ἀπαιτοῦνται καὶ ἄλλοι παράγοντες, ἤτοι : ἡ ἀνάλογος ποσότης ἀέρος, αἱ τοπικαὶ ὑπερθερμάνσεις κ.λπ. Πάντως διὰ τηρήσεως τοῦ σημείου ἀναφλέξεως εἰς τὰ πρέποντα ὅρια, ἐξουδετερώνομεν ἕνα ἐκ τῶν σοβαρωτέρων παραγόντων τῆς ἐκρήξεως.

ΠΙΝΑΞ 18·10·1

Τιμαὶ σημείου ἀναφλέξεως ὡρισμένων ἐλαίων

α/α	Εἶδος ἐλαίου	Σημεῖον ἀναφλέξεως εἰς °F	
		διὰ SAE 10	διὰ SAE 50
1	Ναφθενικῆς βάσεως	330 - 400	390 - 450
2	Παραφινικῆς βάσεως	370 - 450	450 - 510

Ὁ τρόπος μετρήσεως τοῦ σημείου ἀναφλέξεως περιγράφεται εἰς τὴν παράγραφον 11·6.

18·11 Βαθμὸς καθαρότητος.

Ἐλέγχεται διὰ τεσσάρων τρόπων ὡς κάτωθι :

— Μακροσκοπικῶς.
— Διὰ φυγοκεντρίσεως.
— Διὰ προσδιορισμοῦ τοῦ ὕδατος.
— Διὰ προσδιορισμοῦ τῆς τέφρας.

α) *Μακροσκοπικῶς* ἡ παρουσία ξένων ὑλῶν διαπιστοῦται εὐκόλως δι' ἐξετάσεως δείγματος ὑπὸ κατάλληλον φωτισμόν.

β) Διὰ *φυγοκεντρίσεως* ὡρισμένης ποσότητος δείγματος (10 cc), ἀφοῦ προηγουμένως ἀραιωθῆ μὲ κατάλληλον διαλύτην. Αἱ ξέναι ὕλαι, τὰς ὁποίας τὸ ἔλαιον περιέχει, συγκεντροῦνται λόγω διαφορᾶς εἰδικοῦ βάρους εἰς τὸν πυθμένα τῶν σωλήνων φυγοκεντρίσεως, ὅπου καὶ μετροῦνται δι' ἁπλῆς ἀναγνώσεως, καθ' ὅσον οἱ σωλῆνες, εἰς τοὺς ὁποίους γίνεται ἡ φυγοκέντρισις, εἶναι καταλλήλως βαθμολογημένοι. Ὁ

προκύπτων ὄγκος ἀκαθαρσιῶν ἀναφέρεται ὡς *ἀριθμὸς κατακρημνίσεως* καὶ ἡ τιμή του εἰς μὲν τὰ καινουργῆ ἔλαια πρέπει νὰ εἶναι μηδέν, εἰς δὲ τὰ μεταχειρισμένα νὰ μὴ ὑπερβαίνη τὸ 0,1. Συχνὰ ὁ ἔλεγχος τοῦ βαθμοῦ καθαρότητος προχωρεῖ μετὰ τὴν φυγοκέντρισιν, διὰ παραλαβῆς τοῦ σχηματιζομένου ὑποστήματος καὶ κατεργασίας μὲ κατάλληλον διαλύτην ὡς εἶναι τὸ ἑπτάνιον, τὸ πεντάνιον ἢ τὸ βενζόλιον. Τὸ μὴ διαλυόμενον ὑπόλειμμα ζυγίζεται καὶ ἀναφέρεται συνήθως ὡς *«ἀδιάλυτα εἰς κανονικὸν ἑπτάνιον»*. Πρόκειται περὶ προϊόντων ὀξειδώσεως ρητινικῆς ὑφῆς, ποὺ φανερώνουν τὴν κατάστασιν εἰς τὴν ὁποίαν εὑρίσκεται τὸ ἔλαιον ἐξ ἐπόψεως βαθμοῦ ὀξειδώσεως. Ἡ τιμὴ τῶν ἀδιαλύτων εἰς κανονικὸν ἑπτάνιον δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὸ 1%.

γ) *Διὰ προσδιορισμοῦ τοῦ ὕδατος*, ἰδιαιτέρως, μὲ ἀπόσταξιν, εἰς τὴν ὁποίαν ὑποβάλλεται τὸ δεῖγμα, ἀφοῦ ἀραιωθῆ προηγουμένως μὲ τὸν κατάλληλον διαλύτην, ποὺ συνήθως εἶναι ξυλόλη. Ἡ παρουσία ὕδατος διὰ καινουργῆ μὲν ὀρυκτέλαια εἶναι ἀπαράδεκτος, ἐνῶ διὰ τὰ μεταχειρισμένα λιπαντέλαια M.E.K. δὲν πρέπει τὸ ποσοστὸν ὑγρασίας νὰ εἶναι ἀνώτερον τοῦ 0,1%.

Συχνὰ μᾶς ἐνδιαφέρει ἡ περιεκτικότης τοῦ ἅλατος (NaCl), ποὺ εὑρίσκεται ἐν διαλύσει εἰς τὸ ὕδωρ, διότι ἐξ αὐτῆς δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν τὴν προέλευσιν τοῦ ὕδατος εἰς τὸ ἔλαιον. Ὑψηλὴ περιεκτικότης εἰς NaCl προδίδει προέλευσιν τοῦ ὕδατος ἀπὸ τὸ δίκτυον ψύξεως τοῦ ἐλαίου, ποὺ συνήθως εἶναι θαλάσσιον. Ἐπειδὴ ἡ παρουσία τοῦ NaCl πέραν ὡρισμένου ὁρίου (τῆς τάξεως τοῦ 0,1%) εἶναι ἀπαράδεκτος λόγω διαβρωτικότητος, ἐπιβάλλεται εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν κατεργασία διὰ θερμοῦ ὕδατος, ποὺ παρασύρει μέγα μέρος τοῦ ἐν διαλύσει ἅλατος. Ἡ κατεργασία αὐτὴ γίνεται κατὰ τὸν φυγοκεντρικὸν καθαρισμὸν τοῦ ἐλαίου [παράγρ. 20·3 (Α)].

δ) Διὰ τελείας καύσεως τοῦ δείγματος καὶ *προσδιορισμοῦ τῆς τέφρας* ἐλέγχεται ἐπίσης ὁ βαθμὸς καθαρότητος ἑνὸς λιπαντικοῦ. Συνήθως ἡ τέφρα δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὸ 0,003% διὰ καινουργῆ ἔλαια. Εἰς τὰ μεταχειρισμένα ἀσυνήθης αὔξησις τῆς τιμῆς τῆς τέφρας ἀποτελεῖ ἔνδειξιν μολύνσεως μὲ ἀνόργανα συστατικά, ἡ πηγὴ τῶν ὁποίων πρέπει νὰ ἐντοπίζεται πάραυτα.

18·12 Δοκιμὴ γαλακτώσεως.

Μὲ τὴν δοκιμὴν αὐτὴν ἐλέγχεται ἡ ταχύτης, μὲ τὴν ὁποίαν ἕνα λιπαντέλαιον ἀποχωρίζεται ἀπὸ τὸ ὕδωρ, μετὰ τοῦ ὁποίου προηγου-

μένως εἶχε σχηματίσει γαλάκτωμα. Ἀφορᾶ ἰδιαιτέρως εἰς τὰ τουρμπινέλαια, εἰς τὰ ὁποῖα, λόγω τῆς ἐπαφῆς μὲ τὸν ἀτμὸν ἢ τὸ συμπύκνωμα, ὁ σχηματισμὸς γαλακτώματος ἐμφανίζεται συχνὰ καὶ ἐνδιαφέρει ἰδιαιτέρως ὁ ταχὺς ἀποχωρισμὸς τοῦ ὕδατος.

Ἡ διαδικασία διὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς δοκιμῆς ἔχει ὡς ἑξῆς :

α) *Σχηματισμὸς γαλακτώματος.* Τὸ δεῖγμα τοῦ ἐλαίου ἀναδεύεται ἐντὸς ὑαλίνου κυλίνδρου ἐπὶ 10′ εἰς 130° F μὲ ἴσον ὄγκον ὕδατος ἀπεσταγμένου ἢ θαλασσίου, ὁπότε σχηματίζεται γαλάκτωμα.

β) *Διαχωρισμὸς τοῦ γαλακτώματος.* Τὸ σχηματισθὲν γαλάκτωμα ἀφήνεται ἐν ἠρεμία πρὸς διάσπασιν, ἤτοι πρὸς ἀποχωρισμὸν τῶν δύο στιβάδων : τοῦ ἐλαίου καὶ τοῦ ὕδατος. Ὁ χρόνος, ποὺ ἀπαιτεῖται πρὸς τοῦτο, δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνῃ τὰ 30′.

18·13 Μηχανικαὶ δοκιμασίαι.

Διὰ τῆς ἐξετάσεως τῶν φυσικοχημικῶν χαρακτηριστικῶν τῶν λιπαντελαίων, τὰ σπουδαιότερα τῶν ὁποίων ἐξητάσθησαν ἀνωτέρω, ἔχομεν σαφῆ εἰκόνα τῆς ποιότητος τοῦ λιπαντικοῦ, τῆς ἀναφερομένης εἰς:

α) Τὴν χρησιμοποιηθεῖσαν πρώτην ὕλην.

β) Τὸ εἶδος τῆς ἐπεξεργασίας, ποὺ ἔχει ὑποστῆ.

γ) Τὰ πρόσθετα, ποὺ τυχὸν ἔχουν χρησιμοποιηθῆ.

δ) Τὴν κατάστασιν, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ ἔλαιον εὑρίσκεται, ἐφ' ὅσον πρόκειται περὶ μεταχειρισμένου.

Πέρα τῶν ἀνωτέρω, ἐὰν ἡ συμπεριφορὰ τοῦ τελικοῦ προϊόντος εἰς τὴν πρᾶξιν εἶναι γνωστή, εἶναι δυνατὸν τὸ σύνολον τῶν φυσικοχημικῶν δοκιμῶν νὰ ἀποτελέσῃ τὴν βάσιν διὰ τὴν ὁμοιομορφίαν τῆς παραγωγῆς, ἤτοι διὰ τὴν διατήρησιν τῆς ἐπιτευχθείσης ποιότητος.

Διὰ τῶν ἀποτελεσμάτων, ἐν τούτοις, τῶν ἀνωτέρω μετρήσεων καὶ δοκιμῶν ἐξασφαλίζομεν τὴν ποιότητα τοῦ ἐλαίου *μόνον κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀρχικῆς του χρησιμοποιήσεως.* Οὐδεμίαν πληροφορίαν παρέχουν αἱ μετρήσεις αὐταὶ διὰ τὴν συμπεριφορὰν τοῦ ἐλαίου εἰς τὴν πρᾶξιν, πέρα τῶν ὀλίγων ὡρῶν μετὰ τὴν ἔναρξιν τῆς χρησιμοποιήσεώς του διὰ μίαν συγκεκριμένην περίπτωσιν λιπάνσεως.

Τὸ ἀνωτέρω κενὸν εἰς τὸν ποιοτικὸν ἔλεγχον τῶν λιπαντελαίων καλύπτουν αἱ λεγόμεναι *μηχανικαὶ δοκιμασίαι,* εἰς τὰς ὁποίας τὰ λιπαντέλαια ὑποβάλλονται παραλλήλως πρὸς τὰς λοιπὰς δοκιμάς. Αἱ μηχανικαὶ δοκιμασίαι συνίστανται εἰς τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ ὑπὸ δοκιμὴν ἐλαίου εἰς μίαν πρότυπον μηχανὴν ὑπὸ ἐντελῶς προκαθωρ

σμένας συνθήκας, ἐπὶ ὡρισμένον χρόνον, εἰς τὸ τέλος τοῦ ὁποίου ἐλέγχονται προσεκτικῶς τὰ μέρη τῆς μηχανῆς, ποὺ θὰ ἦτο δυνατὸν νὰ ἔχουν ὑποστῆ καταστρεπτικὴν ἐπίδρασιν ἀκαταλλήλου ἐλαίου. Τὰ μέρη αὐτὰ εἶναι ἐλατήρια, ἔδρανα ἀξόνων, χιτώνια, βαλβῖδες, ἔμβολα κ.λπ., τὰ ὁποῖα συγκρίνονται πρὸ καὶ μετὰ τὴν δοκιμὴν εἰς ὅ,τι ἀφορᾶ εἰς τὸ βάρος καὶ τὴν ἐν γένει ἐμφάνισίν των. Βάσει τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς συγκρίσεως βαθμολογεῖται ἡ ποιότης τοῦ ἐλαίου, πρᾶγμα διὰ τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται ἀρκετὴ πεῖρα.

Ἡ μηχανή, ποὺ χρησιμοποιεῖται κυρίως διὰ τὰς μηχανικὰς δοκιμὰς λιπαντελαίων M.E.K., εἶναι ἡ Caterpillar. Εἶναι πρότυπος μονοκύλινδρος πετρελαιομηχανή, λειτουργοῦσα μὲ πετρέλαιον περιέχον θεῖον 1% καὶ ὑπὸ θερμοκρασίαν ἐλαίου 145° F. Ἡ δοκιμὴ μὲ τὴν Caterpillar διαρκεῖ 480 ὥρας, μετὰ τὴν πάροδον τῶν ὁποίων ἐλέγχονται τυχὸν διαβρωτικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἐλαίου ἐπὶ τῶν λιπαινομένων μερῶν τῆς μηχανῆς· ὁ ἔλεγχος γίνεται ἀφ' ἑνὸς μὲν διὰ ζυγίσεως ὡρισμένων ἐξαρτημάτων της (βαλβῖδες, ἐλατήρια, ἔμβολα), ἀφ' ἑτέρου δὲ μακροσκοπικῶς.

18·14 Δοκιμαὶ ἐκτελούμεναι ἐπὶ τοῦ πλοίου.

Κατὰ κανόνα αἱ δοκιμαὶ τῶν λιπαντικῶν, ποὺ ἀνεφέρθησαν ἤδη, ἐκτελοῦνται εἰς εἰδικὰ χημικὰ ἐργαστήρια καὶ ἀπαιτοῦν προσωπικὸν εἰδικευμένον. Ἐν τούτοις ὁ μηχανικὸς πρέπει νὰ εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἐκτελῇ μὲ τὰ στοιχειώδη ἐργαστηριακὰ μέσα, ποὺ ἐνδεχομένως διαθέτει τὸ πλοῖον του, τὰς σπουδαιοτέρας ἐκ τῶν ἀναλύσεων, ἐκ τῶν ὁποίων θὰ ὁδηγηθῇ εἰς ὡρισμένα συμπεράσματα διὰ τὴν κατάστασιν τοῦ λιπαντικοῦ του.

Εἰδικώτερον αἱ δοκιμαὶ ἐπὶ τοῦ πλοίου ἐκτελοῦνται ὅταν :

α) Ὑφίσταται ἄμεσος ἀνάγκη προχείρου ἔστω ἀναλύσεως, ποὺ ἀνακύπτει μετὰ ἀπὸ τυχὸν ἀνωμαλίαν τῆς μηχανῆς, π.χ. διαρροὴ καυσίμου ἢ ὕδατος.

β) Μετὰ τὴν συμπλήρωσιν τοῦ ἀπαιτουμένου διὰ τὴν ἀνάλυσιν χρόνου, δὲν προβλέπεται προσέγγισις εἰς λιμένα μὲ ἐργαστηριακὰς εὐκολίας διὰ τὴν κανονικὴν ἀνάλυσιν τοῦ λιπαντικοῦ.

Βεβαίως ἡ ἀκρίβεια τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν προχείρων αὐτῶν δοκιμῶν καὶ μετρήσεων δὲν εἶναι ἀξιόλογος, δίδουν ὅμως μίαν εἰκόνα τῆς καταστάσεως τοῦ ἐλαίου καὶ συχνὰ ἐντοπίζουν μίαν ἀνωμαλίαν τῆς μηχανῆς, ἡ ὁποία ἔχει ἄμεσον ἐπίδρασιν εἰς τὴν ποιότητα τοῦ ἐλαίου.

Ὁ ἐργαστηριακὸς ἐξοπλισμός, ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὰς μετρήσεις αὐτάς, εἶναι ἁπλούστατος καὶ συχνὰ φέρεται ἐντὸς μεταλλικοῦ κιβωτίου μικρῶν διαστάσεων, ποὺ ἀποτελεῖ τὸ *πρόχειρον φορητὸν ἐργαστήριον*.

Αἱ σπουδαιότεραι ἐκ τῶν ἀναλύσεων, τὰς ὁποίας δύναται ὁ μηχανικὸς νὰ ἐκτελέση μὲ τὸ πρόχειρον φορητὸν ἐργαστήριον, εἶναι :

α) *Μακροσκοπικὴ ἐξέτασις*. Δεῖγμα ἐλαίου φέρεται εἰς δοκιμαστικὸν σωλῆνα καὶ ἐξετάζεται προσεκτικῶς εἰς διερχόμενον φῶς, διὰ τυχὸν παρουσίαν ξένων προσμίξεων : ἰλύος, ὕδατος, κόνεως ἢ μεταλλικῶν ρινισμάτων.

β) Ἡ *ὀξύτης* τοῦ ἐλαίου, ἤτοι ἡ παρουσία ἀνοργάνων ὀξέων ἐλέγχεται ὡς ἑξῆς : 2 cm^3 τοῦ ἐλαίου φέρονται εἰς δοκιμαστικὸν σωλῆνα καὶ ἀναμιγνύονται μὲ διπλασίαν ποσότητα ὕδατος ἀπεσταγμένου· προστίθενται 2 σταγόνες δείκτου ἡλιανθίνης, ὁ ὁποῖος παρουσία ὀξέων χρωματίζεται ἐρυθρός. Θερμαίνομεν ἐλαφρῶς τὸν σωλῆνα καὶ ἀνατα-ράσσομεν τὸ περιεχόμενόν του, ὁπότε τὰ ἀνόργανα ὀξέα, ποὺ τυχὸν περιέχει τὸ ἔλαιον, ἐκχυλίζονται καὶ μεταφέρονται εἰς τὴν ὑδατίνην στιβάδα. Ὅταν ἡ στιβὰς αὐτὴ χρωματισθῆ ἐρυθρά, τὸ ἔλαιον εἶναι *ὄξινον* καὶ πρέπει νὰ ἀντικατασταθῆ. Ἔλαιον οὐδέτερον ἢ ἀλκαλικὸν λόγω προσθέτων δίδει εἰς τὴν στιβάδα τοῦ ὕδατος κίτρινον χρῶμα.

γ) Τὸ *ὕδωρ*, ἐὰν εὑρίσκεται εἰς ἀρκετὴν ποσότητα, ἀνιχνεύεται μὲ τοὺς ἑξῆς τρόπους :

— Μὲ εἰδικὰς λωρίδας χάρτου, ποὺ ἔχουν ἐμποτισθῆ μὲ κατάλληλον δείκτην, ἤτοι μὲ οὐσίαν ποὺ ἀλλάσσει χρῶμα παρουσία ὕδατος.

— Ἐὰν δεῖγμα ἐλαίου, ποὺ περιέχει ὕδωρ, θερμανθῆ ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος, τὸ ὕδωρ ἀποχωρίζεται καὶ κατακάθηται εἰς τὸν πυθμένα.

— Τεμάχιον ἀπορροφητικοῦ χάρτου ἐμβαπτίζεται εἰς τὸ πρὸς ἐξέτασιν ἔλαιον καὶ ἀκολούθως καίεται, ὁπότε, ἂν ὑπάρχη ὕδωρ, ἡ καῦσις γίνεται μὲ μικροὺς κρότους (τσιτσιρίσματα).

— Τὸ δεῖγμα φέρεται εἰς δοκιμαστικὸν σωλῆνα καὶ ρίπτεται ἐντὸς αὐτοῦ μικρὸν τεμάχιον ἀνθρακασβεστίου· ἂν ὑπάρχη ὕδωρ, παράγεται ἀσετυλίνη, ποὺ ἀναδίδει τὴν χαρακτηριστικὴν ὀσμήν της.

δ) Τὸ *ἰξῶδες* μετρεῖται μὲ εἰδικὰς συσκευὰς γνωστὰς ὑπὸ τὸ ὄνομα Visgage (Ἰξωδόμετρα). Ὑπὸ τὴν ἁπλουστάτην των μορφὴν ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὑάλινον σωλῆνα, ποὺ περιέχει τὸ πρὸς ἐξέτασιν ἔλαιον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ρίπτεται μεταλλικὴ σφαῖρα. Ὁ χρόνος, ποὺ χρειάζε-

ται ἡ σφαῖρα διὰ νὰ διανύση τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος, εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἰξώδους καὶ ἡ μέτρησις γίνεται διὰ συγκρίσεως μὲ τὸν χρόνον δι' ἔλαιον μὲ γνωστὸν ἰξῶδες.

ε) *Καύσιμον ἐν διαλύσει.* Ἡ παρουσία καυσίμου εἰς τὸ ἔλαιον ἔχει ὡς ἄμεσον συνέπειαν τὴν μείωσιν τοῦ ἰξώδους του. Ἐπομένως ἡ μέτρησις τοῦ καυσίμου γίνεται διὰ συγκρίσεως τοῦ ἰξώδους τοῦ ὑπὸ δοκιμὴν ἐλαίου, πρὸς τὸ ἰξῶδες δείγματος ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἐλαίου, ποὺ περιέχει γνωστὴν ἀναλογίαν καυσίμου.

Εἰς τὴν πρᾶξιν ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς : Λαμβάνομεν μικρὰν ποσότητα καινουργοῦς ἐλαίου, ἐκ τοῦ ὁποίου προέρχεται τὸ ὑπὸ δοκιμὴν ἔλαιον, καὶ τὸ ἀναμιγνύομεν μὲ γνωστὴν ἀναλογίαν πετρελαίου εἰς τρόπον, ὥστε νὰ σχηματίσωμεν 6 δείγματα περιέχοντα 0, 2, 4, 6, 8 καὶ 10% καύσιμον ἐν διαλύσει. Ἐπὶ καθαρᾶς ὑαλίνης πλακὸς τοποθετημένης ὑπὸ κλίσιν 45° περίπου τοποθετοῦνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὕψους ἀνὰ μία σταγὼν ἐκ τοῦ δοκιμαζομένου ἐλαίου καὶ ἐκ τῶν παρασκευασθέντων προτύπων δειγμάτων καὶ συγκρίνονται αἱ ἀποστάσεις, ποὺ θὰ διανύσουν ἐπὶ τῆς ὑάλου αἱ σταγόνες εἰς ὡρισμένον χρόνον.

Ἡ περιεκτικότης εἰς καύσιμον θὰ εἶναι ὅση ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ πρότυπον δεῖγμα, τὸ ὁποῖον διήνυσεν εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον τὴν αὐτὴν μὲ τὸ δοκιμαζόμενον δεῖγμα ἀπόστασιν.

Ὡς μέτρον συγκρίσεως τοῦ ἰξώδους, καὶ ἐξ αὐτοῦ τῆς περιεκτικότητος εἰς καύσιμον, εἶναι δυνατὸν ἐπίσης νὰ ληφθῇ ὁ χρόνος ροῆς τῶν δειγμάτων ἀπὸ τὴν ὀπὴν μεταλλικοῦ δοχείου 25 cm^3 σχήματος δακτυλήθρας, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ οὕτως ἕνα ὑποτυπῶδες ἰξωδόμετρον.

ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΕΤΑΙΡΙΑΣ SHELL

ΔΕΛΤΙΟΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ

ΠΛΟΙΟΝ	X
ΠΛΟΙΟΚΤΗΤΗΣ	Z
ΤΥΠΟΣ ΕΛΑΙΟΥ	SHELL TALPA 30
ΛΙΜΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	Durban
ΠΡΟΕΛΕΥΣΙΣ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	Κυρία Μηχανὴ (DIESEL)
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	8.9.69

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ

Ἰξῶδες κατὰ Redwood I εἰς 140° F (Secs)	179
Ὕδωρ, % κατ' ὄγκον	0,30
Ἅλας, % κατὰ βάρος	0,11
Ἀδιάλυτα εἰς κανονικὸν ἑπτάνιον (% κατὰ βάρος)	1,04
Ἀριθμὸς ὁλικῶν ὀξέων (mgr KOH/γραμ. ἐλαίου)	0,85
Ἀριθμὸς ἰσχυρῶν ὀξέων (mgr KOH/γραμ. ἐλαίου)	<0,01
Σημεῖον ἀναφλέξεως (κλειστοῦ δοχείου) °F	440

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Συνιστᾶται πλῦσις τοῦ ἐλαίου μὲ θερμὸν ὕδωρ, πρὸς μείωσιν τῆς ὑψηλῆς περιεκτικότητος ἅλατος, διὰ τῆς ὁποίας ἀναμένεται καὶ βελτίωσις τοῦ ἀριθμοῦ ἰσχυρῶν ὀξέων. Μετὰ ταύτην ἀναμένεται ἀποστολὴ νέου δείγματος πρὸς ἐξέτασιν.

Διὰ τὴν Ἑταιρίαν SHELL-MEX καὶ B.P. Ltd

.....

(Ὑπογραφὴ)

SHELL MARINE LUBRICATION SERVICE

TECHNICAL REPORT

69 /3949

VESSEL X

OWNERS ..... Z

SHELL GRADE ..... TALPA 30

PORT HANDLED IN ..... DURBAN

DATE 8.9.69

POSITION FROM WHICH SAMPLE(S) DRAWN .. MAIN ENGINE

ANALYSIS RESULTS

Viscosity RED 1 at 140° F (Secs)	179
Water (% Vol)	0,30
Salt (% Wt)	0,11
Sediment Insol. in n-Heptane (% Wt)	1,04
Total acid number (mgr KOH /gm oil) (T.A.N.) ..	0,85
Strong acid number (mgr KOH /gm oil) (S.A.N.) ..	below 0,01
Flash point (Closed) °F	440

Comments

Charge to be hot fresh water washed to reduce the high salt level. This will also improve the T.A.N. (Total acid number) value. Further sample after treatment.

For SHELL-MEX & B.P. LTD.

.....

MARINE SALES SUPERINTENDENT

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 19

Η ΧΡΗΣΙΣ ΤΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΙΠΑΝΣΕΩΣ

19·1 Συστήματα λιπάνσεως.

Ἡ χρῆσις τῶν λιπαντικῶν εἰς τὰς διαφόρους μηχανὰς γίνεται κατὰ πολλοὺς τρόπους, οἱ ὁποῖοι κατατάσσονται εἰς τέσσαρα κύρια συστήματα :

1) Ἀνεξάρτητος λίπανσις.

Εἶναι ἡ λίπανσις, κατὰ τὴν ὁποίαν ἕκαστον λιπαινόμενον τμῆμα τῆς μηχανῆς ἔχει ἀνεξάρτητον ἰδιαιτέραν συσκευὴν ἢ διάταξιν. Τὸ εἶδος αὐτὸ τῆς λιπάνσεως παρουσιάζει τὸ πλεονέκτημα ὅτι μία βλάβη ἢ ἀνωμαλία τοῦ τοπικοῦ συστήματος λιπάνσεως, οὐδόλως ἐπηρεάζει τὴν λίπανσιν τῶν ὑπολοίπων μερῶν τῆς μηχανῆς· ἑπομένως τὸ σύστημα αὐτὸ λιπάνσεως ἔχει πλήρη ἀνεξαρτησίαν. Εἰς τοῦτο ὀφείλεται καὶ ἡ ὀνομασία του. Εἶναι πάντως σύστημα δαπανηρόν, ποὺ εἰς εἰδικὰς μόνον περιπτώσεις ἐφαρμόζεται, ὅπως ὡρισμένα τμήματα τῶν παλινδρομικῶν μηχανῶν.

2) Κεντρικὴ λίπανσις.

Κατ' αὐτὴν ἐξ ἑνὸς κεντρικοῦ χώρου, ὡς εἶναι λ.χ. τὸ κάρτερ τῆς μηχανῆς ἢ μία ἰδιαιτέρα ἐλαιοδεξαμενή, κατανέμεται τὸ λιπαντικὸν διὰ συστήματος ἀγωγῶν καὶ σωληνώσεων εἰς τὰ διάφορα πρὸς λίπανσιν μέρη.

3) Λίπανσις δι' ἐμβαπτίσεως.

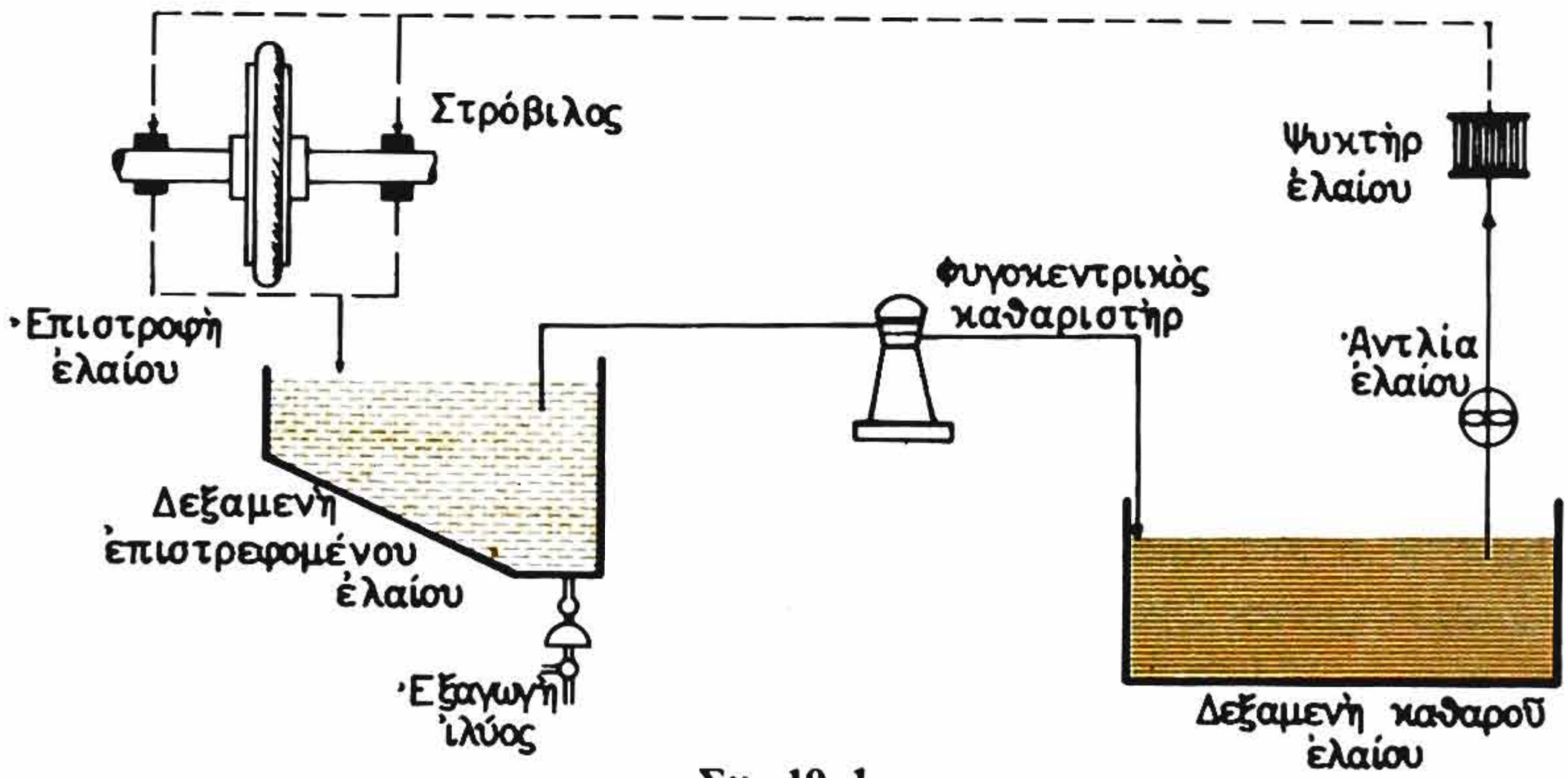
Τὰ πρὸς λίπανσιν τμήματα τῆς μηχανῆς κατὰ τὴν περιστροφικήν των κίνησιν ἐμβαπτίζονται εἰς τὸ λιπαντικόν, ποὺ εἶναι τοποθετημένον ἐντὸς καταλλήλου λεκάνης. Ἔτσι παρασύρεται κάθε φορὰν μία ποσότης ἐλαίου, ἡ ὁποία καὶ διασκορπίζεται εἰς ὅλα τὰ πρὸς λίπανσιν μέρη τῆς μηχανῆς, τελικῶς δὲ ἐπανασυλλέγεται εἰς τὴν λεκάνην διὰ τῆς βαρύτητος.

4) Λίπανσις διὰ βεβιασμένης κυκλοφορίας.

Ἀποτελεῖ τὴν πλέον σύγχρονον καὶ εὐρύτερον χρησιμοποιουμένην μέθοδον λιπάνσεως τῶν περισσοτέρων μηχανῶν καὶ σχεδὸν κα-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

κανόνα τῶν Μηχανῶν Ἐσωτερικῆς Καύσεως καὶ τῶν Ἀτμοστροβίλων. Τὸ κύριον δίκτυον λιπάνσεως βασίζεται εἰς μίαν ἀντλίαν ἐλαίου, ἡ ὁποία ἀναρροφεῖ τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸ κάρτερ τῆς μηχανῆς καὶ τὸ καταθλίβει διὰ μέσου ἀγωγῶν εἰς τὰ πρὸς λίπανσιν μέρη, ἐκ τῶν ὁποίων ἐπιστρέφει εἰς τὴν ἐλαιολεκάνην. Πρόκειται ἑπομένως περὶ κλειστοῦ συστήματος, τὸ ὁποῖον περιλαμβάνει σειρὰν καταλλήλων φίλτρων καὶ ἀφοῦ καθαρισθῇ δι' αὐτῶν καὶ ψυχθῇ δι' ἀέρος ἢ ὕδατος, ἐπανακυκλοφορεῖ συνεχῶς ὑπὸ πίεσιν. Ἡ τιμὴ τῆς πιέσεως αὐτῆς πρέπει νὰ τηρῆται ἐντὸς ὡρισμένων ὁρίων. Ἐνδεικτικαὶ λυχνίαι ἐπισημαίνουν τυχὸν ἀπότομον πτῶσιν τῆς πιέσεως τοῦ δικτύου λιπάνσεως, ποὺ δυνατὸν νὰ ὀφείλεται εἰς ἀπώλειαν τοῦ λιπαντικοῦ ἢ εἰς ἀνωμαλίαν τῆς ἀντλίας. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν πρέπει νὰ λαμβάνωνται ἀμέσως τὰ κατάλληλα μέτρα πρὸς ἀποκατάστασιν τῆς καταλλήλου πιέσεως. Δίκτυον λιπάνσεως αὐτοῦ τοῦ εἴδους ἑνὸς ἀτμοστροβίλου εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 19·1.



Σχ. 19·1.
Δίκτυον λιπάνσεως ἀτμοστροβίλου.

19·2 Περιγραφὴ λιπαντηρίων διατάξεων.

Αἱ διατάξεις, ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν λίπανσιν μὲ ὅλα τὰ ἀνωτέρω συστήματα, παρουσιάζουν τεραστίαν ποικιλίαν. Ἐνδεικτικῶς ἀναφέρονται κατωτέρω ὡρισμέναι ἐξ αὐτῶν :

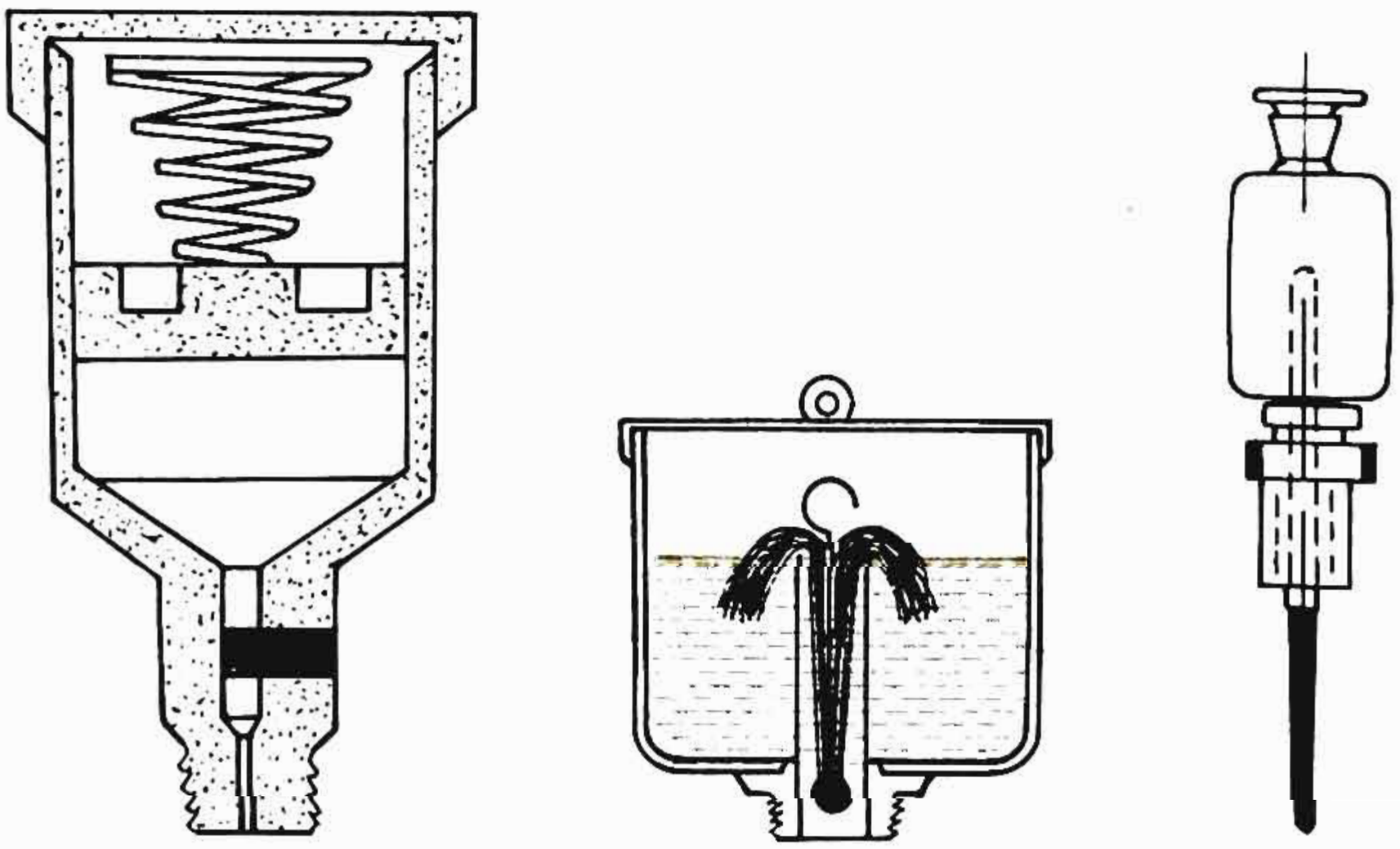
1) Λιπαντήρια λίπους.

Εἶναι οἱ κοινοὶ *γρασσαδόροι*, τῶν ὁποίων ἡ κατασκευὴ εἶναι ἁπλουστάτη. Βασικῶς ἀποτελοῦνται ἀπὸ κοῖλον ἀγωγὸν (κυάθιον), ἐντὸς

τοῦ ὁποίου τοποθετεῖται τὸ γράσσον. Ἐπ' αὐτοῦ κοχλιοῦται ἁπλοῦν πῶμα, τὸ ὁποῖον περιστρεφόμενον πιέζει τὸ λίπος καὶ τὸ ὠθεῖ πρὸς τὸν ἀγωγὸν λιπάνσεως. Ἡ κοχλίωσις τοῦ πώματος καὶ ἡ δι' αὐτῆς προώθησις τοῦ λίπους εἶναι δυνατὸν νὰ γίνεται διὰ τῆς χειρὸς ἢ δι' ἐλατηρίων. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἔχομεν τὰ λιπαντήρια δι' ἐλατηρίου [σχ. 19·2 (α)].

2) Λιπαντήριον μὲ θρυαλίδα.

Εἶναι ἡ σπουδαιοτέρα διάταξις διὰ τοπικὴν λίπανσιν (ἀνεξάρτητον) μὲ ἐξ ἴσου ἁπλῆν κατασκευὴν ὅπως ἡ προηγουμένη. Τὸ ἔλαιον τοποθετεῖται ἐντὸς δοχείου Δ, ποὺ φέρει πῶμα διάτρητον [σχ. 19·2 (β)]. Διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ πώματος διέρχεται σωληνίσκος, ὁ ὁποῖος διὰ τοῦ ἔξω μέρους συγκοινωνεῖ μὲ τὸν ἀγωγὸν λιπάνσεως, ἐνῶ ἐσωτερικῶς βυθίζεται εἰς τὸ λιπαντικόν, ποὺ περιέχεται ἐντὸς τοῦ δοχείου. Ὁ σωληνίσκος ἐσωτερικῶς περιέχει τὴν θρυαλίδα (φυτίλι), ἡ ὁποία χάρις εἰς τὴν ἀπορροφητικότητά της μεταφέρει συνεχῶς τὸ ἔλαιον πρὸς τὸν ἀγωγὸν λιπάνσεως, ἐνῶ ταυτοχρόνως τὸ φιλτράρει. Ἡ λειτουργία τοῦ λιπαντηρίου αὐτοῦ εἶναι τελείως ἀνεξάρτητος τῆς λειτουργίας τῆς μηχανῆς.



(α) (β) (γ)

Σχ. 19·2.
Λιπαντήριαι διατάξεις.

3) Λιπαντήριον βελόνης.

Ἀποτελεῖται ἀπὸ ἐλαιοδοχεῖον, τὴν κατωτέραν ὀπὴν τοῦ ὁποίου ἀποκλείει βελόνη διερχομένη κατακορύφως δι' αὐτῆς [σχ. 19·2 (γ)].

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Τὸ κάτω ἄκρον τῆς βελόνης ἐγγίζει τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ λιπαινομένου ἄξονος καί, ἐφ' ὅσον οὗτος δὲν περιστρέφεται, τὸ λιπαντικὸν ἐμποδίζεται νὰ ἐκρεύση. Ὅταν ὅμως ὁ ἄξων περιστρέφεται, οἱ παραμικροὶ κραδασμοὶ προκαλοῦν ἀναταράξεις τῆς βελόνης, ἡ ὁποία ἀφήνει περιοδικῶς τὸ ἔλαιον νὰ ἐκρέη πρὸς τὸν ἄξονα, ποὺ θέλομεν νὰ λιπάνωμεν.

4) Λίπανσις διὰ δακτυλίων.

Ἐπὶ τοῦ ἄξονος εὑρίσκεται ἀνηρτημένος δακτύλιος, ὁ ὁποῖος ἐμβαπτίζεται διὰ τοῦ κάτω μέρους του εἰς ἐλαιολεκάνην. Κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ ἄξονος παρασύρονται ὑπὸ τοῦ δακτυλίου μικραὶ ποσότητες ἐλαίου, αἱ ὁποῖαι διὰ τῆς ἐπαφῆς μὲ τὸν ἄξονα μεταφέρονται ἐπ' αὐτοῦ καὶ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐξασφαλίζουν στοιχειώδη λίπανσιν.

5) Λίπανσις δι' ἐμβαπτίσεως.

Ἔχει ἤδη περιγραφῆ ὡς ἕνα ἐκ τῶν τεσσάρων συστημάτων λιπάνσεως. Δὲν ἀπαιτεῖ ἰδιαιτέραν διάταξιν, εἰ μὴ μόνον τὴν λεκάνην μὲ τὸ λιπαντικόν, ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐμβαπτίζονται κατὰ τὴν περιστροφὴν ὡρισμένα μέρη τοῦ περιστρεφομένου τμήματος τῆς μηχανῆς, π.χ. ἑνὸς στροφάλου. Τὸ ἔλαιον παρασύρεται οὕτω καὶ ἀποτίθεται ἐπὶ τῶν πρὸς λίπανσιν μερῶν καὶ ἐπιστρέφει τελικῶς εἰς τὴν ἐλαιολεκάνην.

19·3 Ἡ λίπανσις τῶν ἐδράνων.

Τὰ μέρη τῆς μηχανῆς, εἰς τὰ ὁποῖα ἀναπτύσσεται περισσότερον ἡ τριβὴ καὶ ἔχουν συνεπῶς περισσοτέραν ἀνάγκην λιπάνσεως, εἶναι τὰ *ἔδρανα*, ἤτοι τὰ συστήματα ὑποστηρίξεως τῶν διαφόρων περιστρεφομένων μερῶν μιᾶς μηχανῆς. Ἡ ἁπλουστέρα των μορφὴ εἶναι δύο κυλινδρικαὶ ἐπιφάνειαι, ποὺ περιβάλλουν καὶ συγκρατοῦν τὸ κινούμενον τμῆμα τῆς μηχανῆς. Αἱ ἐπιφάνειαι αὐταὶ ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπὸ χυτοσιδηροῦν περίβλημα, ἐντὸς τοῦ ὁποίου προσαρμόζεται κατάλληλον ἀντιτριβικὸν κρᾶμα, ποὺ ἔρχεται εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν μὲ τὸ κομβίον τοῦ ἄξονος.

Τὸ λιπαντικὸν συνήθως παρεμβάλλεται μεταξὺ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδράνου καὶ τοῦ κομβίου τοῦ ἄξονος, ὅπου καὶ σχηματίζει τὴν λιπαντικὴν μεμβράνην (παράγρ. 16·5). Εἰς ἀρκετὰς ὅμως περιπτώσεις πρὸς διευκόλυνσιν τῆς λιπάνσεως τοῦ ἐδράνου δημιουργοῦνται ἐπ' αὐτοῦ ἐκσκαφαὶ ἢ αὔλακες, διὰ τῶν ὁποίων τὸ λιπαντικὸν φθάνει εὐκολώτερον εἰς ὁλόκληρον τὴν τριβομένην ἐπιφάνειαν.

Ἡ λίπανσις τῶν *ἁπλῶν ἐδράνων* γίνεται κατὰ διαφόρους τρόπους, ποὺ ἐξαρτῶνται ἀπὸ τοὺς ἑξῆς κυρίως παράγοντας :

α) Τὸ εἶδος τῆς μηχανῆς, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ ἔδρανον ἀνήκει.

β) Τὸ μέγεθος τοῦ φορτίου.

γ) Τὴν ταχύτητα περιστροφῆς.

Οἱ αὐτοὶ παράγοντες ρυθμίζουν καὶ τὸ εἶδος τοῦ ἑκάστοτε χρησιμοποιουμένου λιπαντικοῦ (παράγρ. 19·4, 5, 6).

Εἰς τοὺς ἐνσφαίρους τριβεῖς (roulements) ὁ συντελεστὴς τριβῆς εἶναι τόσον μικρός, ὥστε διὰ μικρὰ φορτία ἡ λίπανσις εἶναι περιττή. Περιορίζεται εἰς τὴν πλήρωσιν τῆς φωλεᾶς διὰ λίπους, κυρία ἀποστολὴ τοῦ ὁποίου εἶναι ἡ προστασία τοῦ τριβέως ἀπὸ τὴν ὀξείδωσιν, τὴν εἴσοδον κόνεως, τοὺς καπνούς, τὴν ὑγρασίαν κ.λπ. Εἰς σφαιροτριβεῖς μεγαλυτέρων φορτίων, αἱ ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι, ποὺ δημιουργοῦνται συχνά, ἀποκλείουν τὴν χρησιμοποίησιν στέατος. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς ἡ λίπανσις γίνεται μὲ ἔλαιον συνήθως διὰ τοπικῶν λιπαντικῶν συστημάτων (θρυαλίς, σταγονομετρικὴ λίπανσις)· δύναται πάντως νὰ ἐφαρμοσθῇ καὶ ἡ διὰ κυκλοφοριακοῦ συστήματος λίπανσις, κατὰ τὴν ὁποίαν μετρουμένη ποσότης ἐλαίου ἀποστέλλεται εἰς τὸν τριβέα διὰ παλινδρομικῆς ἀντλίας κινουμένης ὑπὸ τοῦ ἄξονος. Ὁ τύπος τοῦ ἐλαίου, ποὺ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν λίπανσιν τῶν σφαιροτριβέων, ἐξαρτᾶται ἀπό :

α) Τὴν θερμοκρασίαν.

β) Τὴν ταχύτητα περιστροφῆς.

Μερικὰς περιπτώσεις ἐπιλογῆς τοῦ λιπαντικοῦ παρουσιάζει ὁ Πίναξ 19·3·1.

ΠΙΝΑΞ 19·3·1

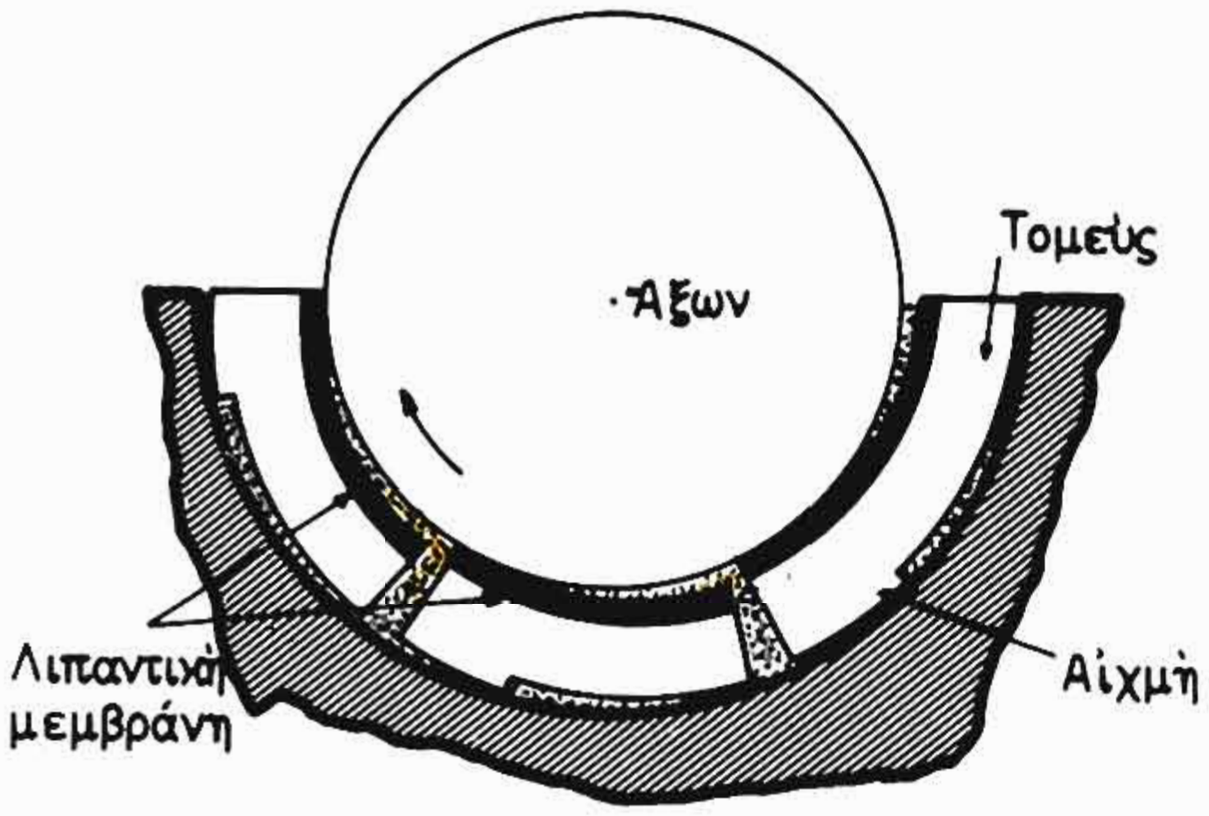
Ἐπιλογὴ λιπαντελαίου σφαιροτριβέων

Περιοχὴ διακυμάνσεως θερμοκρασίας, °C	Τύπος ἐλαίου	
	Διὰ στροφὰς κάτω τῶν 1000 ἀνὰ λεπτὸν	Διὰ στροφὰς ἄνω τῶν 1000 ἀνὰ λεπτόν
− 40 ἕως + 40	SAE 10	SAE 10
0 ἕως 75	SAE 20	SAE 20
0 ἕως 100	SAE 40	SAE 30
15 ἕως 150	SAE 70	SAE 60

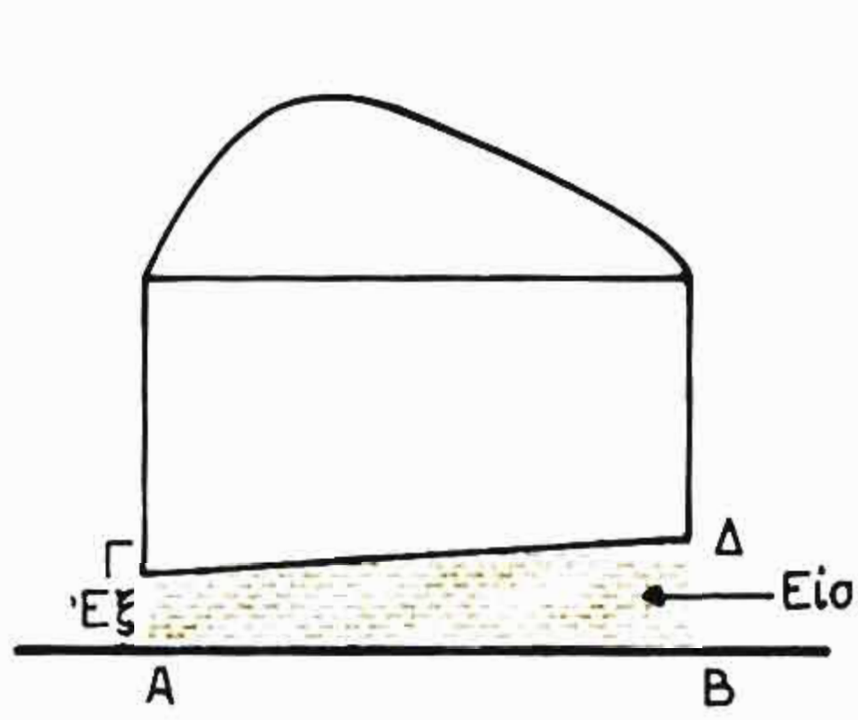
Ὠστικοὶ τριβεῖς εἶναι, ὡς γνωστόν, ἐκεῖνοι ποὺ προορίζονται διὰ

τὴν ὑποστήριξιν ἀξονικῶν φορτίων, ὡς π.χ. διὰ τοὺς ἑλικοφόρους ἄξονας τῶν πλοίων. Ἐξ αὐτῶν ἰδιαίτερον ἐνδιαφέρον καὶ πληθώραν ἐφαρμογῶν παρουσιάζουν οἱ τριβεῖς τύπου Mitchell καὶ Kingsbury, κύριον προσὸν τῶν ὁποίων εἶναι ὅτι δύνανται νὰ δεχθοῦν πολὺ μεγαλυτέρας πιέσεις ἀπὸ τοὺς κοινοὺς τριβεῖς, χωρὶς τοῦτο νὰ προκαλέση διακοπὴν τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης.

Ἡ κατασκευὴ τῶν ἑδράνων Mitchell, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 19·3α, συντελεῖ, ὥστε ἡ μεμβράνη τοῦ λιπαντικοῦ νὰ λαμβάνη σχῆμα σφηνοειδὲς μὲ τὴν αἰχμὴν πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος τῆς κινήσεως, ἄρα καὶ τοῦ φορτίου. Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ τὸ λιπαντικὸν ὁδηγεῖται πρὸς τὸ μέρος τῶν μεγάλων πιέσεων, ἀπὸ ὅπου διαφεύγει, διὰ νὰ εἰσέλθη νέον κ.ο.κ. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται μὲ κυκλικοὺς μεταλλικοὺς τομεῖς ἀκτῖνος ἴσης πρὸς τὸ μέσον μῆκος, οἱ ὁποῖοι παρεμβάλλονται μεταξὺ ἀκινήτου καὶ κινητοῦ περιλαιμίου ὠθήσεως.



Σχ. 19·3α.
Ἐγκαρσία τομὴ ὠστικοῦ τριβέως Mitchell.



Σχ. 19·3β.
Ἀρχὴ λειτουργίας τριβέως Mitchell.

Θεωρητικῶς ἡ λειτουργία τῶν τριβέων Mitchell βασίζεται ἐπὶ τῆς ἀκολούθου ἀρχῆς: Ἐὰν ἔχωμεν δύο ἐπιπέδους ἐπιφανείας: τὴν ΑΒ, ποὺ εἶναι ἀκίνητος, καὶ τὴν ΓΔ, ποὺ κινεῖται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους μὲ σταθερὰν ταχύτητα, τότε τὸ μεταξὺ αὐτῶν στρῶμα τοῦ λιπαντικοῦ ἐλαίου ἐκθλίβεται, ὅταν ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐπὶ τῆς κινητῆς ἐπιφανείας οἱονδήποτε φορτίον, ὑπερβῇ μίαν ὡρισμένην τιμήν, ποὺ δὲν εἶναι μεγαλυτέρα τῶν 5 kg/cm².

Ἐὰν ὅμως ἡ ἐπιφάνεια ΑΒ λάβη μικρὰν κλίσιν ὡς πρὸς τὴν ΓΔ (σχ. 19·3β), τότε τὸ πάχος τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης εἶναι μεγαλύτερον κατὰ τὴν εἴσοδον τοῦ ἐλαίου (σημεῖον Εἰσ) καὶ μικρότερον κατὰ τὴν ἔξοδόν του (Ἐξ).

Ἔτσι δημιουργεῖται ὁ σφὴν τοῦ λιπαντικοῦ, ὁ ὁποῖος εἶναι δυνατὸν νὰ δεχθῇ πολὺ μεγαλυτέρας πιέσεις, χωρὶς νὰ ἐκθλίβεται. Ἡ κλίσις αὐτὴ βέβαια δὲν δύναται νὰ εἶναι συνεχὴς καθ' ὅλην τὴν περίμετρον τοῦ τριβέως. Διὰ τοῦτο ὁ τριβεὺς χωρίζεται εἰς μικρότερα τμήματα, ἕκαστον τῶν ὁποίων δύναται νὰ στραφῇ πέριξ ἑνὸς πόλου εὑρισκομένου εἰς τὸ ὀπίσθιον μέρος αὐτοῦ, ποὺ καλεῖται *ἐπιθήλιον*, εἰς τρόπον, ὥστε νὰ λαμβάνῃ κατάλληλον κλίσιν ἀναλόγως τῆς τιμῆς τῆς ἀσκουμένης πιέσεως.

Ἐάν, λοιπόν, ἡ ἐπιφάνεια ΓΔ ἀντιστοιχῇ εἰς στρεφόμενον δακτύλιον, ποὺ δέχεται τὴν ὦσιν ἑνὸς ἄξονος, ἡ ὦσις αὐτὴ ἐπενεργεῖ ἐπὶ τῶν πλινθίων, τὰ ὁποῖα, λαμβάνοντα κατάλληλον κλίσιν, σχηματίζουν σφηνοειδῆ λιπαντικὰ διάκενα. Τὰ διάκενα αὐτὰ πληροῦνται διὰ λιπαντικοῦ, διὰ τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ ὦσις εἰς τὸν σταθερὸν δακτύλιον ποὺ περιβάλλει τὰ πλινθία. Ἔτσι ἡ φέρουσα τὸ φορτίον ἐπιφάνεια, συνήθως τὸ κομβίον τοῦ ἄξονος, δὲν ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν ἐπιφάνειαν ἐδράσεως, ἀλλὰ ἀσκεῖ τὴν πίεσίν της μέσω τῶν κινητῶν πλινθίων ἐπὶ τοῦ δακτυλίου.

Μὲ τὰ ἔδρανα τύπου Mitchell ἢ Kingsbury φθάνομεν εἰς πιέσεις 100 ἀτμοσφαιρῶν ἢ καὶ μεγαλυτέρας, ἐνῶ μὲ τὰ κοινὰ δὲν ὑπερβαίνομεν τὰς 5 ἀτμ.

19·4 Ἡ λίπανσις τῶν ἀτμοστροβίλων.

Τὰ κυριώτερα μέρη ἑνὸς ἀτμοστροβίλου, ποὺ ἔχουν ἀνάγκην λιπάνσεως, εἶναι τὰ *ἔδρανα*, εἰς τὰ ὁποῖα ὁ στρόβιλος στηρίζεται καὶ τὰ ὁποῖα φέρουν κατὰ συνέπειαν τὸ κύριον μέρος τοῦ φορτίου, οἱ *ὠστικοὶ τριβεῖς* καὶ οἱ *μειωτῆρες*.

Ἡ λίπανσις γίνεται μὲ εἰδικὸν ὀρυκτέλαιον : τὸ *ἔλαιον ἀτμοστροβίλων* ἢ *τουρμπινέλαιον*, τοῦ ὁποίου τὰ κύρια χαρακτηριστικὰ εἶναι :

α) Ἀντοχὴ εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας, ὑπὸ τὰς ὁποίας τὸ τουρμπινέλαιον ἐργάζεται.

β) Ἀντοχὴ εἰς τὴν ὀξείδωσιν, ἡ ὁποία θὰ ἠδύνατο νὰ ἔχῃ τὰς ἑξῆς συνεπείας :

— Αὔξησιν τῆς ὀξύτητος, ἄρα καὶ τῆς διαβρωτικότητος τοῦ ἐλαίου.

— Αὔξησιν τοῦ ἰξώδους ἐκ τῆς παρουσίας διαλυτῶν προϊόντων πολυμερισμοῦ.

— Σχηματισμὸν ἰλύος μὲ κίνδυνον ἀποφράξεως τῶν φίλτρων.

γ) Ἀντίστασις εἰς τὸ ὕδωρ, ἐκδηλουμένη μὲ τὴν ἀπροθυμίαν σχη-

ματισμοῦ γαλακτώματος ἢ ἐν περιπτώσει σχηματισμοῦ του μὲ ταχεῖαν ἀπογαλάκτωσιν, ἤτοι ταχὺν διαχωρισμὸν τῶν δύο φάσεων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται τὸ γαλάκτωμα : δηλαδὴ τοῦ ὕδατος ἀφ' ἑνὸς καὶ τοῦ ἐλαίου ἀφ' ἑτέρου.

Τὰς ἰδιότητας αὐτάς, ὡς καὶ ἄλλας μικροτέρας σημασίας, ἐξασφαλίζομεν ἐν τῷ συνόλω διὰ τῶν ἐν ἰσχύει προδιαγραφῶν τῶν τουρμπινελαίων, αἱ ὁποῖαι ἀναγράφονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα :

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΑΙ ΤΟΥΡΜΠΙΝΕΛΑΙΩΝ

1. Ἀντίδρασις	Οὐδετέρα
2. Ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως	0,20 max.
3. Διάβρωσις παρουσία θαλασσίου ὕδατος	Οὐδεμία
4. Χρόνος πλήρους ἀπογαλακτώσεως	30' max
5. Συντελεστὴς ἀντοχῆς	0,9
6. Περιεκτικότης ὕδατος	0,1 max
7. Σημεῖον ἀναφλέξεως	180° C min
8. Σημεῖον ροῆς	− 5° C max
9. Ἰξῶδες εἰς 130°	180 − 210 SSU *
10. Δοκιμὴ ὀξειδώσεως : Ἐλάχιστος χρόνος διὰ τὴν αὔξησιν τοῦ ἀριθμοῦ ἐξουδετερώσεως μέχρι 2 mg/g	1000 ὧραι

Τὸ σύστημα λιπάνσεως, τὸ ὁποῖον ἐφαρμόζεται εἰς τὸν ἀτμοστρόβιλον, εἶναι ἡ βεβιασμένη λίπανσις διὰ κυκλοφορίας ἐλαίου. Τὸ δίκτυον λιπάνσεως περιλαμβάνει μίαν δεξαμενὴν χρήσεως, μίαν ἀντλίαν καὶ τὸ δίκτυον τῶν σωληνώσεων μὲ τὰ ἀπαραίτητα φίλτρα καθαρισμοῦ τοῦ ἐλαίου καὶ τὴν διάταξιν ψύξεως, συνήθως δι' ὕδατος (σχ. 19·1). Ἕνας ἐκ τῶν ἀγωγῶν λιπάνσεως καταλήγει καὶ εἰς τὸν μειωτῆρα διὰ διασκορπιστοῦ, ποὺ ραντίζει τὸ ἔλαιον καθ' ὅλον τὸ πλάτος τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν. Τὸ ἔλαιον ραντίζεται διὰ μέσου τῶν ὀπῶν μὲ τὴν βοήθειαν εἰδικῶν ἀκροφυσίων. Εἰς τὰ ἕδρανα τὸ ἔλαιον, πλὴν τῆς μειώσεως τῆς τριβῆς, παραλαμβάνει καὶ ἀπομακρύνει τεράστια ποσὰ θερμότητος, τὰ ὁποῖα προέρχονται :

α) Ἀπὸ τὸ ἔργον τριβῆς (παράγρ. 16·4).

β) Ἀπὸ τὴν θερμότητα, ποὺ μεταδίδεται δι' ἀγωγιμότητος μέσω τοῦ ἄξονος.

---

* Ἀντιστοιχεῖ εἰς S.A.E. 20.

Τὸ συνολικὸν ποσὸν τῆς κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀπαγομένης ὑπὸ τοῦ λιπαντελαίου θερμότητος εἶναι σημαντικώτατον καὶ ὑπολογίζεται ὅτι ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ 1 /3 περίπου τῆς ἱπποδυνάμεως τῆς μηχανῆς.

Τὰ ἀνωτέρω ἀφοροῦν εἰς τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν τὰ ἔδρανα καὶ οἱ μειωτῆρες τοῦ στροβίλου λιπαίνονται μὲ τὸ ἴδιον λιπαντικὸν δι' ἐνιαίου συστήματος λιπάνσεως. Τοῦτο ἔχει ὡς πλεονέκτημα τὴν ἁπλότητα τῆς ὅλης διαδικασίας λιπάνσεως. Συνιστᾶται ἐν τούτοις ἡ χρησιμοποίησις διαφόρου τύπου ἐλαίων διὰ τὰ ἔδρανα καὶ διὰ τοὺς μειωτῆρας. Ἐν ἀνάγκη, καὶ ὅταν ἀκόμη χρησιμοποιῆται τὸ αὐτὸ λιπαντέλαιον, καλὸν θὰ εἶναι νὰ διανέμεται τοῦτο διὰ δύο διαφορετικῶν συστημάτων, ἤτοι πρὸς τὰ ἔδρανα καὶ πρὸς τοὺς μειωτῆρας. Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς χωριστῆς λιπάνσεως, διὰ τὰ ἔδρανα χρησιμοποιεῖται λεπτόρρευστον ἔλαιον τῆς κατηγορίας S.A.E. 10 - 20, διότι ἔχομεν ὑψηλὰς ταχύτητας περιστροφῆς (3000 - 10 000 r.p.m.) χωρὶς ἰδιαιτέρας ἀπαιτήσεις εἰς δείκτην ἰξώδους, ποὺ ὅμως πρέπει νὰ εἶναι ἀνθεκτικὸν εἰς τὴν ὀξείδωσιν καὶ νὰ ἀπογαλακτοῦται ταχέως. Διὰ τοὺς μειωτῆρας ἀπαιτεῖται ἔλαιον μὲ μεγαλύτερον ἰξῶδες, ἤτοι S.A.E. 30, ἐνισχυμένον μὲ πρόσθετα λίαν ὑψηλῶν πιέσεων (extreme pressure) ὡς καὶ μὲ ἀντιδιαβρωτικὰ ἱκανὰ νὰ περιορίζουν τὴν φθορὰν τῶν ὀδόντων.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ἐνιαίου λιπαντικοῦ συστήματος πρέπει τὸ χρησιμοποιούμενον λιπαντικὸν νὰ συνδυάζη τὰς ἰδιότητας ἀμφοτέρων τῶν περιπτώσεων καὶ ἔτσι καταλήγομεν εἰς λιπαντέλαια στροβίλων δαπανηρότερα, πρᾶγμα ὅμως ποὺ ἀντισταθμίζεται μὲ τὴν ἁπλότητα τοῦ ἐνιαίου δείκτου λιπάνσεως.

19·5 Ἡ λίπανσις τῶν Μ.Ε.Κ.

Ἡ λίπανσις τῶν Μηχανῶν Ἐσωτερικῆς Καύσεως (πετρελαιομηχανῶν, βενζινομηχανῶν) γίνεται συνήθως διὰ βεβιασμένης κυκλοφορίας, τὴν ὁποίαν ἐξασφαλίζει ἡ ἀντλία ἐλαίου. Αὐτὴ εἰς τὰς μικρᾶς ἱπποδυνάμεως μηχανὰς εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ στροφαλοθαλάμου, ἐνῶ συνήθως εὑρίσκεται χωριστὰ πλησίον τῆς ἐλαιοδεξαμενῆς, καὶ διανέμει τὸ ἔλαιον διὰ τοῦ δικτύου λιπάνσεως εἰς τὰ λιπαινόμενα μέρη τῆς μηχανῆς, ποὺ εἶναι :

α) Τὰ ἔδρανα βάσεως.
β) Οἱ τριβεῖς διωστήρων.
γ) Οἱ πεῖροι ἐμβόλων.
δ) Τὰ τοιχώματα τοῦ κυλίνδρου καὶ τὰ ἔμβολα.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ε) Οἱ μειωτῆρες (προκειμένου περὶ ναυτικῶν πετρελαιομηχανῶν).

Τὰ χρησιμοποιούμενα διὰ τὴν λίπανσιν Μ.Ε.Κ. ὀρυκτέλαια πρέπει ἐκτὸς τῶν συνήθων χαρακτηριστικῶν (ἤτοι ἰξώδους, σημείου ἀναφλέξεως, σημείου ροῆς, σταθερότητος ἔναντι τῆς ὀξειδώσεως, σταθερότητος ἰξώδους - θερμοκρασίας κ.λπ., τῶν ὁποίων αἱ τιμαὶ ἀναγράφονται εἰς τὸν πίνακα τῶν προδιαγραφῶν) νὰ ἔχουν καὶ ἀπορρυπαντικὰς ἰδιότητας, νὰ δύνανται δηλαδὴ νὰ ἀπομακρύνουν ἐκ τῶν λιπαινομένων ἐπιφανειῶν τὰ τυχὸν ἐπ' αὐτῶν σχηματιζόμενα ἐξανθρακώματα. Τὰ ἐξανθρακώματα αὐτὰ σχηματίζονται συνήθως λόγω ὑπερθερμάνσεως τοῦ ἐμβόλου καὶ συχνὰ ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἐμφάνισιν ρωγμῶν ἐπ' αὐτῶν λόγω κακῆς καὶ ἀνομοιομόρφου μεταδόσεως τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν τὰ ἐξανθρακώματα προκαλοῦν. Διὰ τὴν αὔξησιν τῆς ἀπορρυπαντικότητος τῶν λιπαντελαίων Μ.Ε.Κ. χρησιμοποιοῦνται κατάλληλα ἀπορρυπαντικὰ πρόσθετα (detergents), ποὺ συμβάλλουν εἰς τὴν διατήρησιν τῶν ἐπιφανειῶν τῶν χιτωνίων καὶ τῶν ἐμβόλων εἰς καθαρὰν κατάστασιν. Ἡ ὑπερθέρμανσις ἐξ ἄλλου τῶν ἐμβόλων πλὴν τῶν ρωγμῶν, εἶναι δυνατὸν νὰ προκαλέση καὶ ἔκρηξιν εἰς τὸν στροφαλοθάλαμον, ἰδίως ὅταν τὸ ἔλαιον περιέχη ἐν διαλύσει καύσιμον ἐκ κακῆς λειτουργίας τῶν καυστήρων. Ἡ ἔκρηξις εἰς τὸν στροφαλοθάλαμον ἀποφεύγεται μὲ τὴν καλὴν συντήρησιν τῆς μηχανῆς, ὥστε οἱ καυστῆρες νὰ λειτουργοῦν ἱκανοποιητικῶς, καὶ μὲ τὴν χρῆσιν ἐλαίου ἐνδεδειγμένης ποιότητος, ὥστε νὰ διατηρῆ τοῦτο τὴν μηχανὴν καθαρὰν καὶ νὰ ἀποτρέπη οὕτω τὴν ὑπερθέρμανσιν λόγω ἐξανθρακωμάτων.

Ἐκτὸς τῶν ἀπορρυπαντικῶν τὰ λιπαντέλαια Μ.Ε.Κ. ἐνισχύονται συχνὰ μὲ *βελτιωτικὰ δείκτου ἰξώδους*, ποὺ αὐξάνουν τὴν τιμὴν τοῦ δείκτου ἰξώδους, ἤτοι περιορίζουν τὴν μεταβολὴν τοῦ ἰξώδους μετὰ τῆς θερμοκρασίας, καὶ μὲ *ἀντιοξειδωτικὰ* πρόσθετα, ποὺ περιορίζουν τὸν βαθμὸν καὶ τὴν ταχύτητα ὀξειδώσεως· τὰ καθιστοῦν ἑπομένως μακροβιώτερα.

Ἑπομένως τὰ ἔλαια τῶν Μ.Ε.Κ. διακρίνονται εἰς :

α) Τὰ *κοινὰ ἔλαια* (regular). Αὐτὰ χρησιμοποιοῦνται εἰς ὀλιγοστρόφους μηχανὰς μὲ μικρὰ φορτία καὶ γενικῶς ὅπου δὲν προβλέπονται δυσμενεῖς συνθῆκαι λιπάνσεως, δὲν περιέχουν δὲ πρόσθετα.

β) *Ἔλαια μερικῶς ἐνισχυμένα* (premium). Εἶναι τὰ ἔλαια, ποὺ ἔχουν ἐνισχυθῆ μὲ ἀντιοξειδωτικὰ πρόσθετα καὶ ἑπομένως εἶναι κατάλληλα διὰ λίπανσιν Μ.Ε.Κ., ὅπου προβλέπονται συνθῆκαι μετρί

καταπονήσεως τοῦ λιπαντικοῦ ἀπὸ ἀπόψεως φορτίου καὶ θερμοκρασιῶν. Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρουν τὸν συμβολισμὸν DG ὡς ἔλαια τῶν πετρελαιομηχανῶν καὶ MM τῶν βενζινομηχανῶν.

γ) *Ἔλαια βαρέων ἀπαιτήσεων* (heavy duty). Εἶναι ἐνισχυμένα μὲ ἀντιοξειδωτικὰ καὶ ἀντιρρυπαντικὰ πρόσθετα, ὥστε νὰ δύνανται νὰ ἀντιμετωπίσουν τὰς πλέον δυσμενεῖς συνθήκας λιπάνσεως ἀπὸ ἀπόψεως φορτίου καὶ θερμοκρασιῶν. Τὰ βαρέων ἀπαιτήσεων λιπαντέλαια M.E.K. τῶν μὲν βενζινομηχανῶν συμβολίζονται ὡς MS τῶν δὲ πετρελαιομηχανῶν ὡς HD ἢ DS.

Ὡς πρὸς τὴν χρῆσιν των, ἀπὸ ἀπόψεως τοῦ τμήματος τῆς μηχανῆς ποὺ προορίζονται νὰ λιπάνουν, τὰ λιπαντέλαια M.E.K. διακρίνονται εἰς :

α) *Ἔλαια κυλίνδρων* (cylinder oils). Αὐτὰ χρησιμοποιοῦνται μόνον διὰ τὴν λίπανσιν τῶν τοιχωμάτων τῶν κυλίνδρων, ὅπως ἐπεξηγεῖται εἰς τὸ περὶ λιπάνσεως Μηχανῶν Diesel [παράγρ. 19·5(Γ)].

β) *Ἔλαια κάρτερ ἢ ἔλαια στροφαλοθαλάμων* (crankcase oils). Χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν λίπανσιν τῶν τριβέων καὶ τὴν ψῦξιν τῶν ἐμβόλων.

Εἰς μικρὰς μηχανὰς χρησιμοποιεῖται ἐνιαῖος τύπος ἐλαίου διὰ κοινοῦ δικτύου καὶ ἀπὸ τὴν αὐτὴν δεξαμενήν, ἐνῶ εἰς τὰς μεγάλης ἰσχύος πετρελαιομηχανάς, ὡς αἱ ἀργόστροφοι ναυτικαὶ πετρελαιομηχαναί, τὰ δίκτυα τῶν κυλινδρελαίων καὶ τῶν ἐλαίων κάρτερ εἶναι χωριστά, ἀλλὰ καὶ τὰ εἴδη λιπαντικῶν, ποὺ χρησιμοποιοῦνται πρὸς τοῦτο διαφέρουν μεταξύ των. Τὰ κυλινδρέλαια εἶναι γενικῶς βαρύτερα τῶν ἐλαίων κάρτερ (S.A.E. 40 ἢ 50) καὶ λίαν ἐνισχυμένα μὲ ἀλκαλικὰ πρόσθετα πρὸς ἐξουδετέρωσιν τοῦ ἐκ τῆς καύσεως τοῦ πετρελαίου παραγομένου θειικοῦ ὀξέος.

Τὰ ἰδιαίτερα γνωρίσματα, ποὺ παρουσιάζει ἡ λίπανσις εἰς τὰ διάφορα εἴδη M.E.K., ἐξετάζονται συνοπτικῶς κατωτέρω.

A. **Βενζινομηχαναὶ δίχρονοι.**

Ἡ λίπανσις τῶν διχρόνων βενζινομηχανῶν ἐπιτυγχάνεται δι' ἀναμίξεως τοῦ ἐλαίου μετὰ τῆς βενζίνης εἰς ἀναλογίαν 1 : 10 ἕως 1 : 16. Κατὰ τὴν ἐξαέρωσιν τοῦ καυσίμου εἰς τὸν ἐξαερωτῆρα, τὸ ἔλαιον παρασύρεται ὑπὸ μορφὴν λεπτοτάτων σταγονιδίων, διοχετεύεται εἰς τὸν στροφαλοθάλαμον καὶ ἀποτίθεται ἐπὶ ὅλων τῶν ἐσωτερικῶν ἐπιφανειῶν, λιπαῖνον τὰ ἕδρανα καὶ τὸ κατώτερον τμῆμα τῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου. Μέρος τοῦ ἐλαίου εἰσέρχεται μετὰ τοῦ καυσίμου εἰς τὸν

θάλαμον καύσεως, ὅπου, ἀφοῦ λιπάνη τὸν κύλινδρον, καίεται τελικῶς μαζὶ μὲ τὴν βενζίνην. Ἐπειδὴ διὰ τοῦ ἀνωτέρω μίγματος βενζίνης-ἐλαίου ἡ λίπανσις τῶν συνήθων τριβέων δὲν εἶναι πάντοτε ἱκανοποιητική, χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς διχρόνους μηχανὰς εὐρύτατα οἱ ἔνσφαιροι τριβεῖς (roulements).

Τὸ σπουδαιότερον πρόβλημα, ποὺ παρουσιάζει ἡ λίπανσις τῶν διχρόνων μηχανῶν, εἶναι ἡ ρύπανσις τῶν κυλίνδρων δι' ἐξανθρακωμάτων ἢ ἄλλων προϊόντων ἐκ τῆς ἀτελοῦς καύσεως τοῦ μετὰ τῆς βενζίνης καιομένου ἐλαίου. Τὸ πρόβλημα τοῦτο ἀντιμετωπίζεται ἐν μέρει μὲ τὴν προσεκτικὴν ἐπιλογὴν τοῦ ἐλαίου, ποὺ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀνάμιξιν μὲ τὴν βενζίνην, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ ἔχη τὸ κατάλληλον ἰξῶδες διὰ τὴν ὀρθὴν λίπανσιν, ἀλλὰ καὶ νὰ μὴ ἀφήνη κατάλοιπα κατὰ τὴν καῦσιν. Τὰς ἰδιότητας αὐτὰς συγκεντρώνουν κατὰ κύριον λόγον τὰ ναφθενικῆς βάσεως ὀρυκτέλαια, ποὺ προτιμῶνται διὰ τὴν λίπανσιν τῶν διχρόνων βενζινομηχανῶν. Πάντως ἡ ἀτελὴς καῦσις καὶ ἡ συνεπεία αὐτῆς ταχυτέρα ρύπανσις τῶν κυλίνδρων τῶν διχρόνων βενζινομηχανῶν ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς τετραχρόνους, ἀποτελεῖ ἀναμφισβήτητον ἀλλὰ καὶ γνωστὸν μειονέκτημα.

Β. **Βενζινομηχαναὶ τετράχρονοι.**

Ἡ λίπανσις τῶν τετραχρόνων βενζινομηχανῶν διακρίνεται :

α) Εἰς τὴν λίπανσιν τῶν ἐδράνων.

β) Εἰς τὴν λίπανσιν τῶν κυλίνδρων.

Τὰ κύρια ἔδρανα ὅλων σχεδὸν τῶν βενζινομηχανῶν λιπαίνονται *ὑπὸ πίεσιν*, ἡ ὁποία εἶναι δυνατὸν νὰ ὑποβοηθῆται δι' ἐκτινάξεως. Ἀντιθέτως τὰ ἔδρανα τοῦ στροφάλου καὶ τοῦ διωστῆρος εἶναι δυνατὸν νὰ λιπαίνωνται ὑπὸ πίεσιν, διὰ διόδων μέσω τοῦ κυρίου ἄξονος, ἢ νὰ εἶναι διατεταγμένα κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ ἐμβαπτίζωνται ἐντὸς τοῦ ἐλαίου τῆς ἐλαιολεκάνης, λαμβάνοντα τὴν λίπανσίν των ἐκ τῆς προκυπτούσης ἐκτινάξεως ἐλαίου. Τὴν λίπανσιν ὑποβοηθοῦν καταλλήλως διατεταγμένα ἀκροφύσια ἐλαίου ἐκ τῆς ἀντλίας τροφοδοτήσεως.

Τὰ κομβία τῶν ἐμβόλων σχεδὸν πάντοτε λιπαίνονται *δι' ἐκτινάξεως*. Εἰς βενζινομηχανὰς μεγάλης ἰσχύος, τὰ κομβία τῶν ἐμβόλων λιπαίνονται ἐκ τῶν κομβίων τῶν στροφάλων διὰ μέσου διόδου ἐντὸς τοῦ σώματος τοῦ διωστῆρος, μὲ κύριον σκοπὸν τὴν ψῦξιν τῶν ἐμβόλων διὰ τοῦ ἐκτινασσομένου ἐντὸς αὐτῶν ἐλαίου. Τὰ τοιχώματα τῶν κυλίνδρων λιπαίνονται δι' ἐκτινάξεως τοῦ ἐλαίου τῆς ἐλαιολεκάνης ὑπ

τῶν ἀντιβάρων ζυγοσταθμήσεως τοῦ στροφαλοφόρου ἄξονος ἢ διὰ τοῦ ἐλαίου, τὸ ὁποῖον ἐκτινάσσεται ὑπὸ τῶν διὰ πιέσεως λιπαινομένων κομβίων τῶν στροφάλων. Οἱ ὀδοντωτοὶ τροχοί, αἱ βαλβῖδες κ.λπ. λιπαίνονται διὰ καταθλιβομένου εἰς τὸ ἄνω μέρος τῆς μηχανῆς ἐλαίου, τὸ ὁποῖον ἐπιστρέφει διὰ τῆς βαρύτητος εἰς τὴν ἐλαιολεκάνην, λιπαῖνον καὶ τὰ διάφορα σημεῖα τῆς καθόδου του.

Βάσει τῶν ἀνωτέρω διακρίνομεν δύο συστήματα λιπάνσεως :

1) Σύστημα διὰ πιέσεως καὶ ἐκτινάξεως, γνωστὸν ὡς *σύστημα ὑγρᾶς ἐλαιολεκάνης*. Ἔχει τὸ πλεονέκτημα ὅτι εἶναι οἰκονομικὸν καὶ ὅτι οἱ κίνδυνοι ἐμφράξεως τῶν σωληνώσεων κ.λπ. εἶναι ὀλιγώτεροι. Βασικὸν μειονέκτημά του εἶναι ὅμως ὅτι ἡ στάθμη τοῦ ἐλαίου εἰς τὸ κάρτερ αὐξομειοῦται κατὰ τὰς ἐκτινάξεις καὶ προκαλεῖ ἀντιστοίχους διακυμάνσεις εἰς τὴν λίπανσιν.

2) Τὸ σύστημα λιπάνσεως διὰ πιέσεως, γνωστὸν ὡς *σύστημα ξηρᾶς ἐλαιολεκάνης*, εἶναι μὲν δαπανηρότερον, ἀλλὰ ἐξασφαλίζει πλήρη καὶ σταθερὰν λίπανσιν. Ὑπόκειται ὅμως ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν εἰς τὸν κίνδυνον ἐμφράξεως τῶν σωληνώσεων (λόγω ἀποθέσεως μεγαλυτέρας ποσότητος ἰλύος), τὴν ὁποίαν ἡ φυγόκεντρος δύναμις προκαλεῖ· συνεπῶς ἐκτὸς τῶν φίλτρων ἀπαιτεῖ διάταξιν ἀσφαλείας μὲ ἐνδεικτικὰς λυχνίας εἰς περίπτωσιν πτώσεως τῆς πιέσεως τοῦ δικτύου κάτω ὡρισμένων ὁρίων ἀσφαλείας.

Κατὰ τὴν λίπανσιν τῶν κυλίνδρων καὶ εἰς τὰς τετραχρόνους βενζινομηχανὰς ἀνακύπτει τὸ πρόβλημα τῆς ρυπάνσεως λόγω ἐξανθρακωμάτων ἐκ τῶν λίαν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν, τὰς ὁποίας τὸ ἔλαιον ἀντιμετωπίζει. Τὸ πρόβλημα ἐδῶ ἀντιμετωπίζεται μὲ τὰ ἀντιρρυπαντικὰ ἢ διασκορπιστικὰ πρόσθετα (detergents), τὰ ὁποῖα ἀπομακρύνουν τὰ ἐξανθρακώματα καὶ διατηροῦν τὴν μηχανὴν σχετικῶς καθαράν.

Ἐκτὸς τῶν διασκορπιστικῶν, τὰ ἔλαια τῶν βενζινομηχανῶν ἐνισχύονται μὲ ἀντιοξειδωτικὰ πρόσθετα καθὼς καὶ μὲ βελτιωτικὰ τοῦ δείκτου ἰξώδους, ποὺ ἐπεκτείνουν τὴν χρῆσιν τῶν ἐλαίων εἰς εὐρύτερα ὅρια θερμοκρασιῶν. Τὰ ἔλαια αὐτὰ εἶναι γνωστὰ ὡς multigrade ἢ viscostatic καὶ φυσικὰ εἶναι ἀκριβότερα. Οὕτως, ἐνῶ τὸ ἔλαιον S.A.E. 20 δὲν ἐξασφαλίζει εὔκολον ἐκκίνησιν διὰ θερμοκρασίας κάτω τῶν -10^0 C λόγω σοβαρᾶς αὐξήσεως τοῦ ἰξώδους, τὸ ἀντίστοιχον ἔλαιον μὲ V.I. Improver (βελτιωτικὸν δείκτου ἰξώδους), φερόμενον ὡς τύπου S.A.E. 20 W, εἰς μὲν τὴν συνήθη θερμοκρασίαν συμπεριφέρεται ὡς τὸ S.A.E. 20, εἰς χαμηλὰς ὅμως θερμοκρασίας δὲν αὐξάνει τὸ ἰξῶδες του

πάρα πολύ. Οὕτως, ἐπιτρέπει εὔκολον ἐκκίνησιν τῆς αὐτῆς βενζινομηχανῆς μέχρι τοὺς —18° C. Πολὺ εὐρύτερα ὅρια θερμοκρασιῶν λειτουργίας καλύπτουν τὰ ὀρυκτέλαια πολλαπλοῦ τύπου, ὡς τὰ 5 W — 20, ποὺ χάρις εἰς τὰ πρόσθετα συγκεντρώνουν τὰς ἀπαιτήσεις ἰξώδους τῆς κλίμακος S.A.E. 5 ἕως 20.

Γ. Μηχαναὶ Diesel.

Εἰς τὰς πετρελαιομηχανὰς Diesel ἰσχύουν αἱ αὐταὶ ἀρχαὶ λιπάνσεως ὡς καὶ εἰς τὰς τετραχρόνους βενζινομηχανάς. Εἰς ὅλους τοὺς τύπους τῶν μηχανῶν Diesel ἐφαρμόζονται σχεδὸν ἐξ ὁλοκλήρου κυκλοφοριακὰ συστήματα διὰ πιέσεως τοῦ τύπου ὑγρᾶς ἢ ξηρᾶς ἐλαιολεκάνης.

Βεβαίως τὰ συνολικὰ φορτία τῶν ἐδράνων εἶναι μεγαλύτερα καὶ ἀπαιτοῦν ἰσχυροτέραν κατασκευήν, ὥστε νὰ παραλαμβάνωνται τὰ ἀναπτυσσόμενα φορτία, ἀλλὰ καὶ αἱ ταχύτητες εἶναι μικρότεραι ἀπὸ ὅ,τι εἰς τὰς βενζινομηχανάς.

Τὸ πρόβλημα τῆς ρυπάνσεως τῶν κυλίνδρων ἀπὸ τὰ ἐξανθρακώματα εἶναι σοβαρώτερον λόγω τῶν ὑψηλοτέρων θερμοκρασιῶν, ποὺ ἔχομεν εἰς τὰς μηχανὰς Diesel ἐν σχέσει μὲ τὰς βενζινομηχανάς. Ἀπαιτεῖται συνεπῶς μεγαλυτέρα ἐνίσχυσις μὲ διασκορπιστικὰ ἢ ἀντιρρυπαντικὰ πρόσθετα. Ἐπειδὴ δὲ καὶ τὰ φορτία εἶναι πολὺ μεγαλύτερα, τὰ λιπαντέλαια τῶν Diesel ἔχουν ηὐξημένην ἀναλογίαν καὶ ἀντιοξειδωτικῶν προσθέτων. Ἔτσι καταλήγομεν εἰς τὰ ὀρυκτέλαια Heavy Duty τῆς κατηγορίας DS, ποὺ ἐνδείκνυνται διὰ πετρελαιομηχανὰς μὲ βαρείας ἀπαιτήσεις λιπάνσεως. Αἱ ἀπαιτήσεις αὐταὶ ὀφείλονται :

α) Εἰς τὴν εὐρεῖαν διακύμανσιν τῶν συνθηκῶν λειτουργίας ἀπὸ ἀπόψεως φορτίου καὶ ταχύτητος περιστροφῆς.

β) Εἰς τὸ εἶδος τοῦ χρησιμοποιουμένου καυσίμου, δυναμένου νὰ περιέχη ὑψηλὴν ἀναλογίαν θείου (ἄνω τοῦ 1%).

Ἡ λίπανσις τῶν μηχανῶν Diesel διακρίνεται εἰς :

α) Τὴν λίπανσιν τῶν τριβέων.

β) Τὴν λίπανσιν τῶν κυλίνδρων.

Τὰ δύο δίκτυα ἄλλοτε μὲν τροφοδοτοῦνται ἀπὸ κοινὴν δεξαμενὴν μὲ τὸ αὐτὸ εἶδος λιπαντελαίου, συνηθέστερον ὅμως εἰς τὰς ὀλιγοστρόφους ναυτικὰς μηχανὰς τὰ δύο δίκτυα εἶναι τελείως ἀνεξάρτητα μεταξύ των, μὲ χωριστὰς δεξαμενάς, ἀλλὰ καὶ μὲ διαφορετικὸν εἶδος λιπαντελαίου.

Οὕτως, ἐνῶ διὰ τὴν λίπανσιν τῶν τριβέων χρησιμοποιοῦνται γενικῶς ἔλαια τῆς σειρᾶς 30 (S.A.E. 30), γνωστὰ ὡς *ἔλαια στροφαλοθαλάμων* (Diesel crankcase oils), διὰ τὴν λίπανσιν τῶν κυλίνδρων συνήθως χρησιμοποιοῦνται ἔλαια κατά τι βαρύτερα (S.A.E. 40 ἢ 50), ποὺ φέρονται εἰς τὸ ἐμπόριον ὡς *κυλινδρέλαια M.E.K.* (Diesel cylinder oils). Τὰ κυλινδρέλαια M.E.K. ἐν οὐδεμιᾷ περιπτώσει πρέπει νὰ συγχέωνται μὲ τὰ κυλινδρέλαια τῶν ἀτμομηχανῶν, τὰ ὁποῖα εἶναι συνήθως *σύνθετα ἔλαια* (παράγρ. 19·6). Πάντως, ὁσάκις ἡ λίπανσις ἑνὸς συγκροτήματος Diesel γίνεται δι' ἐνιαίου συστήματος λιπάνσεως, προτιμᾶται τὸ ἔλαιον S.A.E. 30 ἐνισχυμένον μὲ τὰ κατάλληλα πρόσθετα.

Ὁ τρόπος λιπάνσεως καὶ εἰδικώτερον ἡ διάταξις τῶν δικτύων ἢ τὸ εἶδος τῶν χρησιμοποιουμένων συστημάτων λιπάνσεως ποικίλλει ἀναλόγως τοῦ τύπου τῆς μηχανῆς. Λεπτομέρειαι ὡς πρὸς τὸ σημεῖον αὐτὸ ἐκτίθενται κατὰ τὴν περιγραφὴν τῶν διαφόρων τύπων μηχανῶν εἰς τὸ ἀντίστοιχον μάθημα (M.E.K.). Πάντως γενικὴν διαγραμματικὴν διάταξιν δικτύου λιπάνσεως μηχανῆς Diesel δεικνύει τὸ σχῆμα 19·5.

Ἡ ἀναρρόφησις τοῦ ἐλαίου ὑπὸ τῶν ἀντλιῶν A_1 καὶ A_2 γίνεται ἀπὸ τὴν ἐλαιοδεξαμενὴν Δ. Εἰς μικρὰς μηχανὰς δὲν ὑπάρχει δεξαμενὴ χωριστή, ἀλλὰ ὁ πυθμὴν τῆς βάσεως τῆς δεξαμενῆς διαμορφοῦται καταλλήλως, ὥστε νὰ ἀποτελῇ τὸν *ἐλαιοσυλλέκτην* ἢ *ἐλαιολεκάνην*, κοινῶς *κάρτερ*. Εἰς τὰς μεγάλας μηχανὰς τὸ κάρτερ ἀποτελεῖ ἰδιαιτέραν δεξαμενήν, εὑρισκομένην ὑπὸ τὴν βάσιν τῆς μηχανῆς ἢ καὶ ἐντὸς τῶν διπυθμένων, φέρει δὲ αὐτή :

α) Τὸν ἐξυδατωτικὸν κρουνὸν Ε διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ ὕδατος καὶ τῆς ἰλύος.

β) Τὸν καταμετρικὸν σωλῆνα Κ, ποὺ χρησιμεύει καὶ ὡς ἐξαεριστικός. Μεταξὺ τῶν ἀντλιῶν A_1 καὶ A_2 παρεμβάλλεται ὁ ρυθμιστὴς πιέσεως Ρ, διὰ τοῦ ὁποίου τὸ ἔλαιον ἐπιστρέφει εἰς τὴν δεξαμενήν, ὅταν ἡ πίεσις καταθλίψεως ὑπερβαίνῃ τὴν προκαθορισθεῖσαν τιμήν.

Τὸ δίκτυον συμπληροῦται διά :

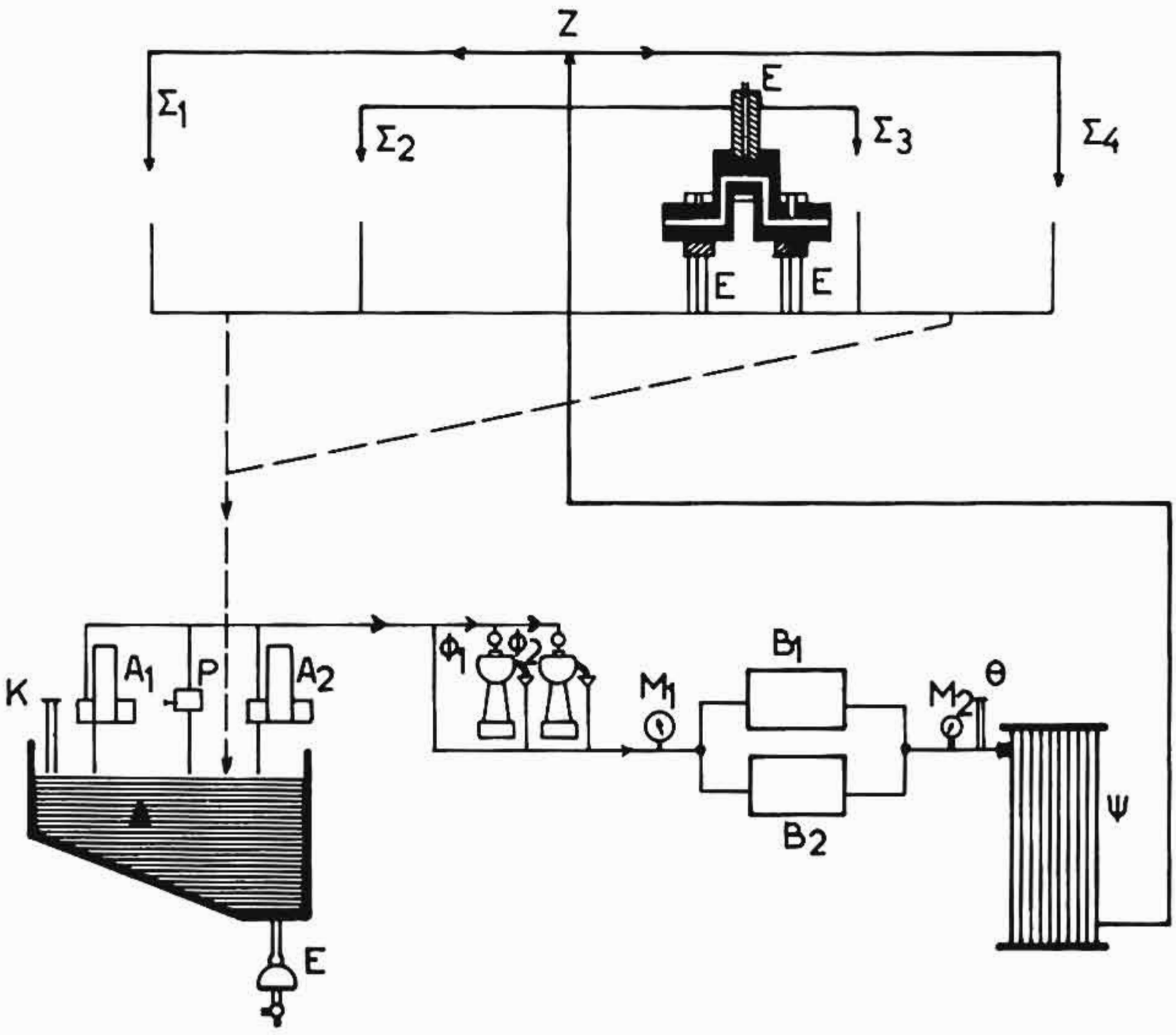
α) Φυγοκεντρικῶν καθαριστήρων Φ_1 καὶ Φ_2.

β) Φίλτρων B_1 καὶ B_2.

γ) Δύο θλιβομέτρων M_1 καὶ M_2, ποὺ παρέχουν τὰς ἐνδείξεις πιέσεων πρὶν καὶ μετὰ τὰ φίλτρα.

δ) Ἑνὸς θερμομέτρου Θ διὰ τὸν ἔλεγχον τῆς θερμοκρασίας τοῦ κυκλοφοροῦντος ἐλαίου.

Διὰ τῆς σωληνώσεως διανομῆς Ζ τὸ ἔλαιον διακλαδίζεται πρὸς τοὺς ἀντιστοίχους στροφάλους (4 ἐν προκειμένῳ) καὶ εἰδικώτερον εἰς τὸ ἄνω ἥμισυ τῶν ἐδράνων τῆς βάσεως (σχ. 19·5). Διὰ τῆς ὀπῆς, ποὺ ὑπάρχει εἰς τὸ κομβίον τῆς ἀτράκτου, τὸ ἔλαιον φθάνει εἰς τὸν περὶ τὸν ἄξονα τῆς ἀτράκτου ἐσωτερικὸν ὀχετὸν καὶ διὰ τῶν διατρήτων βραχιόνων εἰς τὸν τριβέα τοῦ κομβίου τοῦ στροφάλου. Ἐκεῖθεν τὸ ἔλαιον ὁδηγεῖται πρὸς τὸν πεῖρον ἢ τὸ ζύγωμα εἴτε διὰ τῆς ἐσωτερικῆς ὀπῆς τοῦ διωστῆρος Ε, εἴτε διὰ σωληνίσκων προσηρτημένων ἐξωτερικῶς



Σχ. 19·5.
Διάγραμμα δικτύου λιπάνσεως μηχανῆς Diesel.

τοῦ διωστῆρος καὶ λιπαίνει τοὺς ἀντιστοίχους τριβεῖς, ἐκρέον τελικῶς ἐκ τῶν ἐδράνων, τῶν τριβέων καὶ τῶν εὐθυντηριῶν, καὶ συλλεγόμενον διὰ τῆς βαρύτητος πλέον εἰς τὴν ἐλαιοδεξαμενήν.

Παραλλήλως πρὸς τὴν λίπανσιν τὸ ἔλαιον χρησιμεύει καὶ διὰ τὴν *ἐσωτερικὴν ψῦξιν τοῦ ἐμβόλου*. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται παράλληλος σωλήνωσις, εἰς μεγαλυτέρας δὲ μηχανὰς καὶ ἰδιαιτέρα ἀντλία. Τὸ ἔλαιον ψύξεως ἐπιστρέφει τελικῶς εἰς τὴν αὐτὴν ἐλαιοδεξαμενὴν καὶ ὑφίσταται τὴν αὐτὴν διαδικασίαν καθαρισμοῦ ὡς καὶ τὸ ἔλαιον τῶν τριβέων.

Δ. Λίπανσις τῶν κυλίνδρων.

Ἡ λίπανσις τῶν κυλίνδρων τῶν μηχανῶν Diesel ἔχει σκοπόν :

— Τὸν περιορισμὸν τῆς φθορᾶς τριβῆς μεταξὺ ἐλατηρίων καὶ χιτωνίων.

— Τὴν βελτίωσιν τῆς ἀποδόσεως συνεπεία τῆς μειώσεως τοῦ ἔργου τριβῆς.

— Τὴν στεγανοποίησιν τῶν διακένων, ποὺ ὑφίστανται μεταξὺ χιτωνίων καὶ ἐλατηρίων ἐντὸς τῶν κυλίνδρων, διὰ τῆς ὁποίας ἐμποδίζεται ἡ διαφυγὴ τῶν καυσαερίων πρὸς τὸν στροφαλοθάλαμον.

Ἡ λίπανσις τῶν κυλίνδρων τῶν μηχανῶν Diesel γίνεται μὲ δύο κυρίως τρόπους :

α) Εἰς μηχανὰς ἄνευ ζυγώματος ἡ λίπανσις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἐκτινάξεως σταγονιδίων ἐλαίου, καθὼς ὁ περιστρεφόμενος στρόφαλος πλήττει τὸ ἔλαιον τῆς ἐλαιολεκάνης. Μέρος τῶν σταγονιδίων ἐπικάθηται ἐπὶ τῶν πλευρικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ἐμβόλου κατὰ τὴν πρὸς τὰ κάτω διαδρομήν του, ἐνῶ ἄλλα προσπίπτουν ἐπὶ τῆς πλευρικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου, ποὺ ἀποκαλύπτεται κατὰ τὴν πρὸς τὰ ἄνω διαδρομὴν τοῦ ἐμβόλου. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἔχομεν αὐτόματον λίπανσιν χωρὶς τὴν βοήθειαν εἰδικῆς ἀντλίας.

Ἡ ὡς ἄνω μέθοδος λιπάνσεως τῶν κυλίνδρων ἀποτελεῖ μέγα πλεονέκτημα λόγω τῆς ἐξαιρετικῆς ἁπλότητος τοῦ ὅλου συστήματος, ἀφοῦ οὐδεμία πρόσθετος διάταξις ἀπαιτεῖται. Μειονεκτεῖ ὅμως κατὰ τὸ ὅτι οὐδένα ἔλεγχον τῆς παρεχομένης ποσότητος τοῦ ἐλαίου ἐπιτρέπει· ἔτσι γίνεται σπατάλη λιπαντικοῦ, ἀφοῦ μέγα μέρος τοῦ ἐλαίου τῶν κυλίνδρων καίεται. Συχνὰ δὲ δημιουργοῦνται ἐξανθρακώματα εἰς τὸ ἔμβολον καὶ τὴν περιοχὴν τῶν ἐλατηρίων, ὅπου ἡ ἐπικρατοῦσα θερμοκρασία εἶναι ὑψηλή.

β) Εἰς τὰς περισσοτέρας ναυτικὰς μηχανὰς ἡ λίπανσις τῶν κυλίνδρων γίνεται μὲ ἰδιαίτερον δίκτυον τροφοδοτούμενον ἀπὸ ἰδιαιτέραν δεξαμενήν. Ἡ δεξαμενὴ αὐτὴ δύναται νὰ περιέχῃ τὸ αὐτὸ εἶδος λιπαντελαίου ὡς καὶ τὸ κάρτερ. Συχνὰ ὅμως ἀπαιτεῖται ἔλαιον βαρύτερον (S.A.E. 40 ἢ 50) καὶ ἐνισχυμένον μὲ ἀλκαλικὰ πρόσθετα πρὸς ἐξουδετέρωσιν τῶν ὀξέων, ποὺ παράγονται ἀπὸ τὰ καυσαέρια μηχανῶν Diesel, ἰδίως ὅταν χρησιμοποιοῦν πρὸς καῦσιν βαρέα καύσιμα, ὡς κατ' ἐξοχὴν συμβαίνει μὲ τὰς ἀργοστρόφους ναυτικὰς πετρελαιομηχανάς.

Ἀνεξαρτήτως πάντως τοῦ ἂν ἔχωμεν ἕνα ἢ δύο εἴδη ἐλαίων, ἡ

λίπανσις τῶν κυλίνδρων γίνεται μὲ εἰδικὰ λιπαντήρια πιέσεως, γνωστὰ ὡς *μηχανικὰ λιπαντήρια*. Αὐτὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ πολὺ μικρὰς ἐμβολοφόρους ἀντλίας τοποθετημένας ὑπεράνω μικρᾶς δεξαμενῆς, ἐκ τῆς ὁποίας ἀναρροφεῖται τὸ ἔλαιον. Ἡ ἀπόδοσις τῶν ἀντλιῶν αὐτῶν εἶναι πολὺ μικρά, ἀφοῦ δὲν ἀπαιτεῖται ποσότης ἐλαίου μεγαλυτέρα τῶν 20 ἕως 30 σταγόνων ἀνὰ λεπτόν. Ἡ εἰσαγωγὴ τοῦ ἐλαίου εἰς τὸν κύλινδρον γίνεται διὰ μικρῶν ὀπῶν (6 ἕως 8), ποὺ ὑπάρχουν περιφερειακῶς τοῦ χιτωνίου. Ἰδιαίτερος σωλὴν καταθλίβει τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸ λιπαντήριον εἰς τὰ σημεῖα λιπάνσεως τοῦ χιτωνίου καὶ ἐκεῖθεν διανέμεται εἰς τὰ τοιχώματα κατὰ διαφόρους τρόπους, συνηθέστερον δὲ δι' αὐλακώσεων, τὰς ὁποίας τὰ τοιχώματα φέρουν ἐσωτερικῶς. Αἱ αὐλακώσεις αὐταὶ συνήθως τοποθετοῦνται πρὸς τὸ κάτω μέρος τοῦ χιτωνίου, ὅπου ἡ πίεσις τῶν καυσαερίων εἶναι χαμηλή. Εἰς τὰς τετραχρόνους μηχανὰς Diesel ἁπλῆς ἐνεργείας αἱ αὐλακώσεις ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ ὕψος τῆς ζώνης τῶν δύο ἀνωτέρων ἐλατηρίων τοῦ ἐμβόλου, ὅταν τοῦτο εὑρίσκεται εἰς τὸ κάτω νεκρὸν σημεῖον του. Εἰς τὰς διπλῆς ἐνεργείας μηχανὰς αἱ αὐλακώσεις εὑρίσκονται εἰς τὸ μέσον τοῦ μήκους τοῦ κυλίνδρου, ἡ δὲ συνήθης διάταξις γίνεται κατὰ τρόπον, ὥστε αἱ ὀπαὶ καταθλίψεως τοῦ ἐλαίου οὐδέποτε νὰ ἀποκαλύπτωνται ὑπὸ τοῦ ἐμβόλου.

Εἰς τὰς διχρόνους μηχανὰς τὸ ἔλαιον καταθλίβεται εἰς σημεῖα εὑρισκόμενα εἰς τὴν ζώνην μεταξὺ τῶν δύο κατωτέρων ἐλατηρίων τοῦ ἐμβόλου, ὅταν τοῦτο εὑρίσκεται εἰς τὸ ἄνω νεκρὸν σημεῖον, διότι εἰς χαμηλότερα σημεῖα θὰ διαφεύγη διὰ τῶν θυρίδων μὲ ἐπιβλαβῆ ἀποτελέσματα καὶ διὰ τὴν λίπανσιν καὶ διὰ τὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἡ λίπανσις εἶναι ἱκανοποιητικὴ εἰς τὰ ἄνω μέρη τοῦ κυλίνδρου, ἐνῶ τὰ κατώτερα μέρη λιπαίνονται ἱκανοποιητικῶς μόνον εἰς τὰς ἄνευ ζυγώματος μηχανὰς ἁπλῆς ἐνεργείας δι' ἐκτινάξεων ὑπὸ τοῦ στροφάλου, ὡς ἤδη ἀνωτέρω ἐξετέθη.

Ἐκτὸς τῶν συνήθων ὀρυκτελαίων διὰ τὴν λίπανσιν τῶν κυλίνδρων, τῶν ὁποίων τὰ χαρακτηριστικὰ ἀναγράφονται εἰς τὸν Πίνακα 19·5·1, χρησιμοποιοῦνται προσφάτως καὶ γαλακτώματα, ἤτοι διασπορὰ εἰς μίαν φάσιν ἐλαίου ἐντὸς ὕδατος. Ὁ ρόλος τοῦ ὕδατος εἶναι ὅτι συγκρατεῖ ἐν διαλύσει μεγάλα ποσὰ ὑδατοδιαλυτῶν ἀλκαλικῶν προσθέτων, δυναμένων νὰ ἐξουδετερώσουν ἀποτελεσματικῶς τὰ ὄξινα προϊόντα τῆς καύσεως. Λιπαντικὰ αὐτοῦ τοῦ εἴδους χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ τὰς ἀργοστρόφους ναυτικὰς πετρελαιομηχανάς, ποὺ λει-

τουργοῦν μὲ βαρέα καύσιμα (μαζοὺτ) ὑψηλῆς περιεκτικότητος εἰς θεῖον, ἐκ τῆς καύσεως τοῦ ὁποίου παράγεται θειικὸν ὀξύ, ἐξουδετερούμενον ἀπὸ τὰ ἀλκαλικὰ πρόσθετα τῶν λιπαντικῶν αὐτῶν.

Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρονται μὲ ποικίλα ὀνόματα, ὡς εἶναι π.χ. τὸ Alexia oil τῆς Ἑταιρίας Shell, τὸ Tro-Mar DX τῆς ESSO κ.λπ.

Τὰ κύρια φυσικοχημικὰ χαρακτηριστικὰ τῶν λιπαντελαίων M.E.K. καθορίζονται εἰς τὰς ἀντιστοίχους προδιαγραφάς των, ὡς αἱ τοῦ Πίνακος 19·5·1.

ΠΙΝΑΞ 19·5·1

Προδιαγραφαὶ λιπαντελαίων M.E.K.

α/α	Κύρια φυσικοχημικὰ χαρακτηριστικὰ	Ἔλαια βενζινομηχανῶν	Ἔλαια Diesel			
			SAE 10	SAE 20	SAE 30	SAE 50
1	Ἰξῶδες εἰς 210° F	Κυμαίνεται ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ SAE ἀπὸ 60 - 90 SSU	—	—	50-70	90-105
	Ἰξῶδες εἰς 130° F	—	90-120	140-180	200-260	400-530
2	Δείκτης ἰξώδους	70 - 100	85	80	80	75
3	Σημεῖον ἀναφλέξεως, °C, min	204	175	180	200	215
4	Σημεῖον ροῆς °C, max	− 10	− 26	− 18	− 10	− 5
5	Ἐξανθράκωμα %	0,5 max	0,6	0,6	1	1,5
6	Ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως	0,1 max	0,5	0,5	0,5	0,5

19·6 Λίπανσις παλινδρομικῶν μηχανῶν.

Ἡ λίπανσις εἰς τὰς παλινδρομικὰς μηχανὰς διακρίνεται εἰς:

α) *Ἐσωτερικὴν* λίπανσιν, ποὺ περιλαμβάνει τὴν λίπανσιν τῶν κυλίνδρων καὶ τῶν συρτῶν, καὶ

β) *ἐξωτερικὴν* λίπανσιν, ποὺ ἀφορᾶ κυρίως εἰς τὴν λίπανσιν τῶν ἐδράνων καὶ τῶν ἀρθρώσεων.

Α. Ἐσωτερικὴ λίπανσις.

Ἡ ἐσωτερικὴ λίπανσις, ἤτοι ἡ λίπανσις τῶν κυλίνδρων, γίνεται δι' ἀναμίξεως τοῦ ἐλαίου μὲ τὸν ἐντὸς τῶν κυλίνδρων εἰσερχόμενον ἀτμόν.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Ἡ ἀνάμιξις γίνεται εἰς τὸν ἀτμοθάλαμον ἢ τὸν ἀτμοσωλῆνα ἢ κατ' εὐθεῖαν εἰς τοὺς κυλίνδρους καὶ τὰς βαλβῖδας. Τὸ ἔλαιον καταθλίβεται δι' ἀντλίας μέσω διασκορπιστοῦ εἰς τὸν ἀτμοσωλῆνα, παρασύρεται ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ ὑπὸ μορφὴν λεπτοτάτων σταγονιδίων καὶ ὁδηγεῖται ὑπ' αὐτοῦ εἰς τὰ πρὸς λίπανσιν σημεῖα.

Δι' αὐτοῦ τοῦ τρόπου λιπάνσεως μέρος τοῦ ἐλαίου ἀναμιγνύεται μὲ τὸ συμπύκνωμα καὶ ὁδηγεῖται τελικῶς εἰς τὸν λέβητα, πρᾶγμα ἐντελῶς ἀνεπιθύμητον. Πρὸς ἀντιμετώπισιν αὐτοῦ τοῦ ἐνδεχομένου τὸ ἔλαιον διαχωρίζεται ἀπὸ τὸν ἐκτονωθέντα ἀτμὸν ἢ ἀπὸ τὸ συμπύκνωμα διὰ διαφόρων μεθόδων, σπουδαιότεραι τῶν ὁποίων εἶναι αἱ κάτωθι :

α) Διὰ τῶν *διαχωριστῶν ἀτμοῦ* (steam separators) ἢ μιᾶς ἀτμοπαγίδος, ποὺ τοποθετοῦνται εἰς τὴν γραμμὴν ἐκτονώσεως τοῦ ἀτμοῦ. Ἐκεῖ ὁ ἀτμὸς ἐπιταχύνεται καὶ ἐλίσσεται εἰς ἀποτόμους καμπὰς καὶ ἐκσφενδονίζει τὸ ἔλαιον διὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως.

β) Δι' εἰδικῶν *ἀπορροφητικῶν φίλτρων*, διὰ τῶν ὁποίων διοχετεύεται τὸ μῖγμα ἐλαίου καὶ συμπυκνώματος. Τὸ ἔλαιον συγκρατεῖται καὶ εἶναι δυνατὸν νὰ ἀνακτηθῇ μὲ κατάλληλον διαλυτικόν.

γ) Διὰ *χημικῆς κατεργασίας* τοῦ μίγματος ἐλαίου καὶ συμπυκνώματος μὲ ἀργιλώδεις ὕλας. Τὸ αἰωρούμενον ὑπὸ μορφὴν γαλακτώματος ἔλαιον καθιζάνει καὶ ἀποχωρίζεται εὐκόλως.

Αἱ ἀνωτέρω μέθοδοι διαχωρισμοῦ ἔχουν καλὰ ἀποτελέσματα προκειμένου περὶ ἀμιγῶν κυλινδρελαίων, ἐνῶ εἰς τὰ σύνθετα κυλινδρέλαια, ποὺ περιέχουν καὶ ζωικὰ ἢ φυτικὰ λίπη, ὁ διαχωρισμὸς δὲν εἶναι εὐχερής.

Εἰς ὡρισμένας περιπτώσεις ἡ ἐσωτερικὴ λίπανσις τῶν παλινδρομικῶν μηχανῶν περιορίζεται εἰς αὐτήν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ὁ ὑγροποιούμενος εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ κυλίνδρου ἀτμός. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὸ συμπύκνωμα παραμένει καθαρόν, ἀλλὰ ἡ φθορὰ τῶν χιτωνίων λόγω τριβῆς εἶναι πολὺ ταχυτέρα.

Ἄλλο πρόβλημα κατὰ τὴν ἐσωτερικὴν λίπανσιν εἶναι ἡ ἔκπλυσις τοῦ λιπαντελαίου ἐκ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου ὑπὸ τοῦ συμπυκνώματος. Τοῦτο ἀντιμετωπίζεται διὰ τῶν λεγομένων *συνθέτων κυλινδρελαίων*, ἤτοι ὀρυκτελαίων ποὺ περιέχουν ζωικὰ ἢ φυτικὰ λίπη εἰς ἀναλογίαν μέχρι 10%. Δι' αὐτῶν βελτιώνεται ἡ πρόσφυσις ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν καὶ συνεπῶς ἐξουδετεροῦται ἡ τάσις ἐκπλύσεως τοῦ ἐλαίου ὑπὸ τοῦ ὕδατος.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Τὰ σύνθετα κυλινδρέλαια χρησιμοποιοῦνται μόνον διὰ τὴν ἐσωτερικὴν λίπανσιν ἀτμομηχανῶν ἐργαζομένων μὲ κεκορεσμένον ἀτμόν, διότι εἰς αὐτὰς ἡ συμπύκνωσις εἶναι μεγάλη, ἀλλὰ καὶ διότι αἱ σχετικῶς χαμηλαὶ θερμοκρασίαι εἶναι ἀπίθανον νὰ προκαλέσουν διάσπασιν τῶν ζωικῶν λιπῶν. Ἀντιθέτως, ἐὰν ὁ ἀτμὸς εἶναι ὑπέρθερμος, τὰ κυλινδρέλαια πρέπει νὰ εἶναι *ἀμιγῆ* καὶ διότι τὸ ἐνδεχόμενον συμπυκνώσεως

ΠΙΝΑΞ 19·6·1

Λιπαντικὰ ἀτμοκυλίνδρων

Εἶδος ἀτμοῦ	Ἰξῶδες εἰς 210° F (SSU)	Ἀναλογία φυτικοῦ ἢ ζωικοῦ ἐλαίου %
Κεκορεσμένος πιέσεως μέχρι 10 ἀτμοσφ.	120-150	8-10
» » 10-15 ἀτμοσφ.	140-180	5- 8
» » 15-30 »	170-200	2- 5
» » ἄνω τῶν 30	200-300	1- 3
Ὑπέρθερμος θεμοκρασίας κάτω τῶν 450° F	100-200	4- 6
» » 450-550° F	180-230	2- 5
» » 550-600° F	220-300	μέχρι 2
» » ἄνω τῶν 600° F	250-350	μηδὲν

ΠΙΝΑΞ 19·6·2

Προδιαγραφαὶ κυλινδρελαίων

α/α	Κύρια φυσικοχημικὰ χαρακτηριστικὰ	Ἀμιγῆ κυλινδρέλαια			Σύνθετα κυλινδρέλαια
		SAE 90	SAE 140	SAE 250	
1	α) Ἰξῶδες SSU, εἰς 210° F	135-165	180-220	220-240	—
	β) Ἰξῶδες SSU, εἰς 130° F	—	—	—	80 - 90
2	Δείκτης ἰξώδους	—	—	90	—
3	Σημεῖον ἀναφλέξεως °C min	250	275	300	250
4	Σημεῖον ροῆς, °C max	15	15	15	15
5	Ἐξανθράκωμα % max	3	3,25	3,25	2
6	Τέφρα % max	0,05	0,05	0,05	0,05
7	Εἶδος καὶ ἀναλογία λιπαροῦ ἐλαίου	—	—	—	βόειον λίπος 5-10%
8	Ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως, max	0,5	0,5	0,5	1
9	Ἀριθμὸς κατακρημνίσεως, max	0	0	0	0,05

εἶναι μικρόν, ἀλλὰ καὶ διότι τυχὸν ἀποσύνθεσις τῶν ζωικῶν ἢ φυτικῶν ἐλαίων ὑπὸ τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας θὰ ἐδημιούργει ἐπικίνδυνα διὰ τὸν κύλινδρον διαβρωτικὰ προϊόντα. Ὅσον ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας ἀτμὸς χρησιμοποιεῖται ὑπὸ τῆς μηχανῆς, τόσον ὀλιγώτερα ζωικὰ λίπη πρέπει νὰ περιέχη τὸ χρησιμοποιούμενον λιπαντικόν. Ἀναλόγως συμβαδίζει καὶ τὸ ἰξῶδες τοῦ λιπαντικοῦ, ὡς δεικνύει ὁ Πίναξ 19·6·1.

Εἰς τὸν Πίνακα 19·6·2 ἀναγράφονται τὰ κύρια φυσικοχημικὰ χαρακτηριστικὰ τῶν συνηθέστερον χρησιμοποιουμένων δι' ἐσωτερικὴν λίπανσιν κυλινδρελαίων.

Β. **Ἐξωτερικὴ λίπανσις.**

Ἡ ἐξωτερικὴ λίπανσις τῶν παλινδρομικῶν μηχανῶν περιλαμβάνει κυρίως τὴν λίπανσιν :

— Τῶν ἐδράνων.
— Τῶν βάκτρων.
— Τῶν ἀρθρώσεων.

Γίνεται δὲ κατὰ τοὺς ἑξῆς τρόπους :

— Διὰ πιέσεως.
— Δι' ἐκτινάξεων.
— Διὰ τοπικῶν ἀνεξαρτήτων συστημάτων λιπάνσεως.

α) *Λίπανσιν διὰ πιέσεως* τῶν ἐδράνων καὶ τῶν βάκτρων ἔχομεν κυρίως εἰς ταχυστρόφους παλινδρομικὰς μηχανάς, εἰς τὰς ὁποίας ἐφαρμόζονται συστήματα ἀνάλογα μὲ τὰ τῶν M.E.K. Τὸ δίκτυον λιπάνσεως εἶναι τύπου ὑγρᾶς ἢ ξηρᾶς ἐλαιολεκάνης (παράγρ. 19·4) καὶ χρησιμοποιεῖ συνήθως ἀμιγῆ κυλινδρέλαια τοῦ τύπου S.A.E. 20 ἕως 30 καὶ διὰ μεγάλας βραδυστρόφους μηχανὰς S.A.E. 40. Τὸ πρόβλημα ἀναμίξεως μετὰ τοῦ ὕδατος ἀντιμετωπίζεται μὲ τὰ κάτωθι μέτρα :

— Ἡ ἀναρρόφησις τῆς ἀντλίας κυκλοφορίας τοῦ ἐλαίου δὲν πρέπει νὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον σημεῖον τῆς ἐλαιολεκάνης, διὰ νὰ μὴ παρασύρεται τὸ εἰς τὸν πυθμένα συγκεντρούμενον ὕδωρ.

— Ἐπὶ ὑδροδείκτου τῆς ἐλαιολεκάνης πρέπει νὰ παρακολουθῆται ἀνελλιπῶς ἡ στάθμη τοῦ συγκεντρουμένου ὕδατος.

— Εἰς τὸ κάτω μέρος τῆς ἐλαιολεκάνης τοποθετεῖται κρουνὸς διὰ τὴν ἀποστράγγισιν τοῦ ὕδατος.

— Εἰς τὴν κατάθλιψιν τῆς ἀντλίας κυκλοφορίας τοποθετοῦνται φίλτρα, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται ὁ καθαρισμὸς τοῦ ἐλαίου.

β) *Λίπανσιν δι' ἐκτινάξεων* ἔχομεν εἰς πολλὰς ὁριζοντίας ἀτμο-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

μηχανάς. Εἰς αὐτὰς τὸ ἔλαιον ἐκτινάσσεται ὑπὸ κινητῶν μερῶν καὶ ὁδηγεῖται διὰ καταλλήλων αὐλακώσεων εἰς τὸν διωστῆρα καὶ τὰ λοιπὰ ἔδρανα.

γ) *Τοπικὴν λίπανσιν* ἐφαρμόζομεν εἰς τὰ ἔδρανα τῶν μεγάλων ἄκρων ἀνοικτῶν ἀτμομηχανῶν, καθὼς ἐπίσης εἰς τὰ ἔδρανα τῶν βάκτρων καὶ τὰ ἔκκεντρα τῶν βαλβίδων. Χρησιμοποιοῦνται συνήθως σταγονομετρικὰ λιπαντήρια ἢ λιπαντήρια θρυαλίδος (παράγρ. 19·2). Ὡς λιπαντικὸν προτιμᾶται εἰς τὰς πλείστας περιπτώσεις σύνθετον κυλινδρέλαιον, τὸ ὁποῖον μετὰ τοῦ ὕδατος σχηματίζει γαλάκτωμα, μὲ καλυτέραν ἀντοχὴν τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης.

19·7 Λίπανσις ψυκτικῶν μηχανῶν.

Ἡ λίπανσις τῶν ψυκτικῶν μηχανῶν ἀφορᾶ εἰς τοὺς συμπιεστάς, ποὺ ἀποτελοῦν ἄλλωστε τὸ βασικώτερον τμῆμα μιᾶς ψυκτικῆς ἐγκαταστάσεως.

Εἰς τοὺς συμπιεστὰς ἡ λίπανσις διακρίνεται :

— Εἰς τὴν *ἐσωτερικὴν* λίπανσιν, ἤτοι τὴν λίπανσιν τῶν ἐμβόλων, ἂν πρόκειται διὰ παλινδρομικοὺς συμπιεστάς, ἢ τῶν ἐπαφῶν τῶν περιστρεφομένων μερῶν μετὰ τοῦ ἀκινήτου περιβλήματος προκειμένου περὶ περιστροφικῶν συμπιεστῶν.

— Εἰς τὴν *ἐξωτερικὴν* λίπανσιν, ἤτοι τὴν λίπανσιν τῶν ἐδράνων.

Τὰ λιπαντέλαια, ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἐσωτερικὴν λίπανσιν τῶν συμπιεστῶν τῶν ψυκτικῶν μηχανῶν, ἐκτὸς τῶν βασικῶν ἰδιοτήτων λιπαντικότητος, ποὺ ἰσχύουν δι' ὅλα τὰ λιπαντικά, πρέπει νὰ ἔχουν καὶ τὰς ἑξῆς ἰδιότητας :

α) Νὰ εἶναι κατὰ τὸ δυνατὸν ἀπηλλαγμένα ὕδατος, διότι τὰ περισσότερα ψυκτικὰ ἀέρια γίνονται διαβρωτικὰ παρουσία τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ καὶ διότι ὁ σχηματισμὸς πάγου ἀποτιθεμένου εἰς τὰς βαλβῖδας ἐκτονώσεως ἢ εἰς τὰ στοιχεῖα τοῦ ψυγείου μειώνει, ὡς εἶναι φυσικόν, τὴν ἀπόδοσιν τῆς μηχανῆς.

Τὸ ἀνώτατον ἐπιτρεπτὸν ὅριον ὕδατος εἰς τὰ ἔλαια τῶν ψυκτικῶν μηχανῶν εἶναι 0,02 %.

β) Τὸ *σημεῖον ροῆς* τοῦ ἐλαίου δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν τοῦ κυκλώματος ψύξεως, διότι ἄλλως ὁ ἀποχωρισμὸς παραφινούχων συστατικῶν ἐκ τῆς μάζης τοῦ ἐλαίου δυνατὸν νὰ δυσχεράνη τὴν ροήν του εἰς τὸ δίκτυον τοῦ ἐλαίου ἢ καὶ νὰ φθάση μέχρις ἀποφράξεως.

Τὰς ἀνωτέρω ἀπαιτήσεις πληροῦν εἰς ἱκανοποιητικὸν βαθμὸν ἔλαια πλήρως ἀπεσταγμένα, ναφθενικῆς βάσεως, μικροῦ ἰξώδους, τὰ ὁποῖα πρὸ τῆς εἰσόδου εἰς τὸν συμπιεστὴν τῆς ψυκτικῆς ἐγκαταστάσεως διέρχονται διὰ φίλτρων πιέσεως πρὸς ἀφαίρεσιν καὶ τῶν τελευταίων ἰχνῶν κηροῦ καὶ ὑγρασίας. Τὸ ἰξῶδες των ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸν τύπον S.A.E. 10, ἔχουν σημεῖον ροῆς -20^0 C καὶ σημεῖον ἀναφλέξεως 190^0 C min. Δὲν περιέχουν πρόσθετα.

Διὰ τὴν ἐξωτερικὴν λίπανσιν, ἤτοι τὴν λίπανσιν τῶν ἑδράνων, χρησιμοποιοῦνται συνήθη μηχανέλαια, ἀλλὰ εἶναι δυνατὴ καὶ ἡ χρησιμοποίησις τῶν ψυκτικῶν ἐλαίων τῆς ἐσωτερικῆς λιπάνσεως διὰ τοῦ αὐτοῦ δικτύου, πρὸς ἀποφυγὴν διπλῆς ἀποθηκεύσεως καὶ διπλῆς κυκλοφορίας.

Γενικῶς λόγω τῆς ἐπαφῆς τοῦ ἐλαίου τῶν ψυκτικῶν μηχανῶν μὲ τὰ διάφορα ψυκτικὰ ἀέρια, μεταξὺ τῶν ὁποίων μερικὰ λίαν διαβρωτικὰ (ἀμμωνία, διοξείδιον τοῦ θείου κ.λπ.), ἀπαιτεῖται ἰδιαιτέρα προσοχὴ εἰς τὴν ἐπιλογὴν τοῦ καταλλήλου λιπαντικοῦ καὶ κυρίως συμμόρφωσις πρὸς τὰς ὁδηγίας τοῦ κατασκευαστοῦ, ἄλλως ὑπάρχει κίνδυνος πολλῶν ἀνωμαλιῶν κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς, ποὺ συχνὰ ἀποδίδονται εἰς τὴν ποιότητα τοῦ λιπαντικοῦ. Συνηθέστεραι ἐξ αὐτῶν εἶναι :

— *Σχηματισμὸς ἰλύος.* Εἶναι συχνὰ ἀποτέλεσμα τῆς ἐπαφῆς τοῦ ψυκτικοῦ μέσου μὲ τὸ ἔλαιον ἰδίως προκειμένου περὶ ψυκτικῶν μέσων μεγάλης χημικῆς δραστικότητος ὡς εἶναι τὸ SO_2. Ἀπαιτεῖται εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν συχνὴ παρακολούθησις καὶ ἐν ἀνάγκη ἀντικατάστασις τοῦ ἐλαίου.

— *Ἀποθέματα εἰς τὸ σύστημα ψύξεως.* Προέρχονται συνήθως ἀπὸ ἔλαια ὑψηλῆς περιεκτικότητος εἰς παραφίνην, ἄρα μὲ ὑψηλότερον τοῦ δέοντος σημεῖον ροῆς. Ἔχουν ὡς συνέπειαν τὸν σχηματισμὸν μονωτικοῦ στρώματος εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν σωληνώσεων, ποὺ μειώνει τὴν ψυκτικὴν ἀπόδοσιν καὶ δυνατὸν νὰ προκαλέση ἀνώμαλον λειτουργίαν τῶν ρυθμιστικῶν βαλβίδων.

— *Ὑπερβολικὴ κατανάλωσις ἐλαίου.* Παρουσιάζεται ἀπὸ ἐφθαρμένα ἔμβολα, ἐλατήρια ἢ κυλίνδρους, ἕνεκα κακῆς λιπάνσεως. Εἰς αὐτὴν τὴν περίπτωσιν ἡ τιμὴ τοῦ ἰξώδους ἔχει μεγάλην σημασίαν. Ἰξῶδες μικρότερον τοῦ κανονικοῦ δὲν ἐπαρκεῖ διὰ τὴν διατήρησιν τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης, ἐνῶ ἔλαιον λίαν παχύρρευστον δὲν ἐκτινάσσεται ἕως τοὺς κυλίνδρους, ἐφ' ὅσον ἔχομεν λίπανσιν δι' ἐκτινάξεων.

Τὰς ἀνωτέρω ἀνωμαλίας δυνάμεθα νὰ ἀντιμετωπίσωμεν διὰ τῆς ἐπιλογῆς τοῦ καταλλήλου λιπαντικοῦ.

19·8 Λίπανσις ὀδοντωτῶν τροχῶν.

Οἱ ὀδοντωτοὶ τροχοί, κοινῶς γρανάζια (gears), εἶναι μηχανισμοὶ διὰ τῶν ὁποίων μεταδίδεται ἡ κίνησις ἀπὸ ἕνα ἄξονα εἰς ἄλλον. Συνήθως ἀποτελοῦνται ἀπὸ ζεύγη ἀξόνων μὲ τὰ ἀντίστοιχα γρανάζια των διατεταγμένα κατὰ διαφόρους τρόπους. Π.χ. εἰς τοὺς *συνήθεις ὀδοντωτοὺς τροχοὺς* οἱ ὀδόντες καὶ οἱ ἄξονες εἶναι παράλληλοι μεταξύ των, ἐνῶ εἰς τοὺς κωνικοὺς ὀδοντωτοὺς τροχοὺς οἱ ἄξονες εἶναι κάθετοι μεταξύ των ἀλλὰ ἀσύμβατοι (hypoid gears), τέλος δὲ εἰς τοὺς *ἀτέρμονας* ὀδοντωτοὺς τροχοὺς οἱ ὀδόντες εἶναι ἑλικοειδεῖς.

Κατὰ τὴν κίνησιν τῶν ὀδόντων τῶν τροχῶν μεταξύ των ἔχομεν καὶ τὰς δύο μορφὰς τριβῆς ταυτοχρόνως, ἤτοι τριβὴν κυλίσεως καὶ τριβὴν ὀλισθήσεως, τὰς ὁποίας μειώνει τὸ παρεμβαλλόμενον λιπαντικόν. Αἱ ἀναπτυσσόμεναι πιέσεις, αἱ ὁποῖαι ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς καὶ ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ, κυμαίνονται ἀπὸ ὀλίγας ἀτμοσφαίρας μέχρι δεκάδων χιλιάδων ἀτμοσφαιρῶν, ὡς συμβαίνει π.χ. μὲ τοὺς κωνικοὺς τροχοὺς ἀσυμβάτων ἀξόνων (hypoid gears). Τοῦτο ἀντιμετωπίζεται διὰ τῆς χρήσεως λιπαντικοῦ καταλλήλου ἰξώδους, ἐνισχυμένου μὲ τὰ ἐνδεδειγμένα πρόσθετα.

Ἡ λίπανσις τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν γίνεται συνήθως :

— Δι' ἐκτινάξεως.

— Δι' ἐμβαπτίσεως τοῦ ἑνὸς τροχοῦ ἐντὸς ἐλαίου εἰς βάθος 2 ἕως 4 cm.

— Διὰ ραντισμοῦ τοῦ ἐλαίου εἰς τὸ σημεῖον ἐπαφῆς.

— Διὰ τοῦ συστήματος aerosol, ἤτοι διὰ διασκορπισμοῦ τοῦ ἐλαίου ὑπὸ μορφὴν λεπτοτάτου νέφους, ἐν αἰωρήσει ἐντὸς ρεύματος πεπιεσμένου ἀέρος. Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ ἔχομεν ταυτοχρόνως σημαντικὴν ψῦξιν.

Τὰ λιπαντικά, ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τοὺς ὀδοντωτοὺς τροχούς, βασίζονται εἰς τὰ ἐξευγενισμένα ὀρυκτέλαια καλύπτοντα εὐρυτάτην κλίμακα ἰξώδους πρὸς ἀντιμετώπισιν τῶν ποικίλων συνθηκῶν λιπάνσεως τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν. Τὰ ὀρυκτέλαια αὐτὰ συχνὰ ἐνισχύονται μὲ τὰ κατάλληλα πρόσθετα. Διὰ τὴν αὔξησιν τοῦ ἰξώδους τῶν λίαν παχυρρεύστων ἐλαίων ὀδοντωτῶν τροχῶν προστίθεται ἐνίοτε πίσσα.

Αἱ βασικαὶ ἀπαιτήσεις τῶν λιπαντικῶν δι' ὀδοντωτοὺς τροχοὺς εἶναι :

α) *'Ιξῶδες*. Τὸ ἰξῶδες ἐλαίου ὀδοντωτῶν τροχῶν εἰς τὴν θερμοκρασίαν λειτουργίας ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς ἱκανότητος ἀντοχῆς εἰς τὴν φόρτισιν. Μὲ πολὺ μικρὸν ἰξῶδες θὰ ἔχωμεν ηὐξημένας φθορὰς καὶ θόρυβον κατὰ τὴν λειτουργίαν τῶν τροχῶν, λόγω ἐλλείψεως ἀντοχῆς τῆς λιπαντικῆς μεμβράνης. 'Ιξῶδες μεγαλύτερον τοῦ κανονικοῦ δυσχεραίνει τὴν ροὴν τοῦ ἐλαίου, ἀλλὰ καὶ αὐξάνει τὴν ἀντίστασιν τῆς κινήσεως τῶν τροχῶν, μὲ ἀποτέλεσμα ἀπώλειαν ἔργου καὶ ὑπερθέρμανσιν. 'Η τιμὴ ἰξώδους ἑνὸς λιπαντικοῦ ὀδοντωτῶν τροχῶν καθορίζεται ἀναλόγως :

— Τοῦ εἴδους τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ.

— Τῆς ταχύτητος.

— Τοῦ φορτίου του.

'Η κατάταξίς του γίνεται διὰ κλίμακος ἀναλόγου πρὸς τὴν κλίμακα S.A.E. τῶν μηχανελαίων. 'Η κλῖμαξ αὐτὴ εἶναι γνωστὴ ὡς κλῖμαξ A.G.M.A. (American Gear Manufacturing Association), ἡ δὲ ἀντιστοιχία της πρὸς τὸ ἰξῶδες καὶ πρὸς τὴν κλίμακα S.A.E. ἐμφαίνεται εἰς τὸν Πίνακα 19·8·1.

ΠΙΝΑΞ 19·8·1

Κατάταξις ἐλαίων ὀδοντωτῶν τροχῶν ἀναλόγως τοῦ ἰξώδους

Τύπος ἐλαίου κατὰ AGMA	Ἰξῶδες εἰς SSU		SAE
	Εἰς 100° F	Εἰς 210° F	
1	180 ἕως 240	—	10
2	280 ἕως 360	—	20
3	490 ἕως 700	—	30
4	700 ἕως 950	—	40
5	—	80 ἕως 105	50
6	—	105 ἕως 125	60
7	—	125 ἕως 150	70
8	—	150 ἕως 190	90
9	—	350 ἕως 550	120
10	—	900 ἕως 1200	140
11	—	1800 ἕως 2500	250

β) *'Αντοχὴ εἰς ὀξείδωσιν*. Βελτιώνεται δι' ἀναμίξεως μὲ ἀντιοξει-

δωτικὰ πρόσθετα, ἰδίως ὅταν ἀντιμετωπίζωνται σχετικῶς ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι, τὰς ὁποίας δημιουργοῦν τὰ ὑψηλὰ φορτία.

γ) *Ἀντοχὴ εἰς μεγάλας πιέσεις.* Εἰς τοὺς κωνικοὺς ὀδοντωτοὺς τροχοὺς μὲ ἀσυμβάτους ἄξονας (hypoid gears) ἀντιμετωπίζονται ὑπερβολικαὶ πιέσεις, ποὺ ἀπαιτοῦν τὴν παρουσίαν καταλλήλων προσθέτων (extreme pressure additives), ὡς συμβαίνει π.χ. μὲ τοὺς μειωτῆρας στροφῶν τῶν ἀτμοστροβίλων.

19·9 Μονωτικὰ ἔλαια.

Τὰ *μονωτικὰ ἔλαια* ἢ *ἔλαια ἠλεκτρικῶν μετασχηματιστῶν* χρησιμοποιοῦνται εἰς τοὺς ἠλεκτρικοὺς μετασχηματιστὰς τάσεως μὲ σκοπόν :

— Τὴν ψῦξιν, ἤτοι τὴν ἀπαγωγὴν τῆς παραγομένης θερμότητος.

— Τὴν ἐπαύξησιν τῆς μονώσεως τοῦ μετασχηματιστοῦ.

Ὡς γνωστόν, εἰς τοὺς μετασχηματιστὰς ποσοστὸν 1% ἕως 2% τῆς μετασχηματιζομένης ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας μετατρέπεται εἰς θερμότητα, ποὺ πρέπει νὰ ἀπομακρύνεται, διότι αἱ μονώσεις τῶν σπειρῶν τῶν μετασχηματιστῶν σκληρύνονται καὶ καταστρέφονται εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας. Ἡ ἀπομάκρυνσις τῆς θερμότητος γίνεται μὲ τὰ μονωτικὰ ἔλαια, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐμβαπτίζεται πλήρως ὁ μετασχηματιστής. Τὰ κιβώτια μὲ τὸ ἔλαιον, ἐντὸς τῶν ὁποίων τοποθετεῖται ὁ μετασχηματιστής, ἔχουν συνήθως μεταλλικὰ τοιχώματα, διὰ τῶν ὁποίων ἡ θερμότης διαχέεται πρὸς τὴν ἀτμόσφαιραν. Εἰς τοὺς πολὺ μεγάλους μετασχηματιστὰς τὰ τοιχώματα τοῦ κιβωτίου κατασκευάζονται ἀπὸ κυματοειδῆ ἐλάσματα, ποὺ συχνὰ διατρυπῶνται ὑπὸ σωλήνων, ὥστε νὰ ἐπιτυγχάνεται αἰσθητὴ αὔξησις τῆς ἐπιφανείας, ἄρα καλυτέρα ψῦξις. Εἰς μερικὰς περιπτώσεις τὸ ἔλαιον ψύχεται καὶ δι' ὕδατος κυκλοφοροῦντος καταλλήλως.

Αἱ βασικαὶ ἀπαιτήσεις διὰ τὰ μονωτικὰ ἔλαια εἶναι αἱ κάτωθι :

α) *Διηλεκτρικὴ ἀντοχή.* Εἶναι ἡ σπουδαιοτέρα ἰδιότης τοῦ ἐλαίου, ἄμεσα συνδεδεμένη μὲ τὰς μονωτικὰς ἰδιότητας, διὰ τῶν ὁποίων τὸ ἔλαιον ἐκπληρώνει τὴν βασικὴν ἀποστολήν του, δηλαδὴ τὴν μόνωσιν τοῦ μετασχηματιστοῦ. Ἡ διηλεκτρικὴ ἀντοχὴ τῶν μονωτικῶν ἐλαίων μετρεῖται ὡς ἑξῆς: ἐντὸς δοχείου ἐκ πορσελάνης, φέροντος ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων του εἰς διαμετρικὴν ἀπόστασιν κατάλληλα ἠλεκτρόδια, τοποθετεῖται τὸ πρὸς ἐξέτασιν δεῖγμα. Ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων ἐφαρμόζεται προοδευτικῶς αὐξανομένη τάσις, ἐνῶ ἡ ἀπόστασίς των ρυθμίζεται, ὥστε νὰ εἶναι αὐτὴ τὴν ὁποίαν ἡ ἀκολουθουμένη προδιαγραφὴ

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

καθορίζει (συνήθως 2,5 mm). Ὡς διηλεκτρικὴ ἀντοχὴ λαμβάνεται ἡ τιμὴ τῆς ἐφαρμοζομένης τάσεως, τὴν στιγμὴν τῆς δημιουργίας ρηκτικοῦ σπινθῆρος μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων. Διὰ καλῆς ποιότητος μονωτικὸν ἔλαιον ἡ διηλεκτρικὴ ἀντοχὴ δὲν πρέπει νὰ εἶναι κατωτέρα τῶν 30 000 V.

Ἡ τιμὴ τῆς διηλεκτρικῆς ἀντοχῆς ἐξαρτᾶται :

— *Ἀπὸ τὴν παρουσίαν ὕδατος*. Ἐλάχιστα ἔστω ποσὰ ὑγρασίας καταβιβάζουν αἰσθητῶς τὴν διηλεκτρικὴν ἀντοχὴν τοῦ ἐλαίου, ὡς ἐμφαίνεται ἐκ τοῦ κατωτέρω πίνακος.

Περιεκτικότης εἰς ὕδωρ (% κατ' ὄγκον)	Διηλεκτρικὴ ἀντοχὴ εἰς V
0	70 000
0,1	22 000
0,2	16 000
0,3	14 000
0,5	12 500
1,0	10 000

— *Ἀπὸ τὰς ξένας ὕλας*, αἱ ὁποῖαι προέρχονται εἴτε ἀπὸ προϊόντα ὀξειδώσεως τοῦ ἐλαίου (ἰλὺς) εἴτε ἀπὸ τὰ μονωτικὰ ὑλικὰ τοῦ μετασχηματιστοῦ. Ἡ παρουσία των καταβιβάζει τὴν διηλεκτρικὴν ἀντοχήν, ἰδίως ὅταν συνυπάρχῃ καὶ ὑγρασία. Π.χ. μὲ ὑγρασίαν 0,05% ἄνευ ξένων ὑλῶν ἔχομεν μείωσιν τῆς διηλεκτρικῆς ἀντοχῆς κατὰ 35%. Ὑγρασία 0,01% συνυπάρχουσα μὲ 0,004% ἰνώδεις ὕλας μειώνει τὴν διηλεκτρικὴν ἀντοχὴν κατὰ 90%.

Ὁ ἔλεγχος τῆς διηλεκτρικῆς ἀντοχῆς τῶν μονωτικῶν ἐλαίων ἔχει μεγάλην σπουδαιότητα, ὄχι μόνον διὰ τὰ καινουργῆ ἔλαια, ἀλλὰ καὶ διὰ τὰ μεταχειρισμένα τῶν μετασχηματιστῶν, τῶν ὁποίων ἀπεικονίζει τὴν κατάστασιν, ἄρα καὶ τὴν δυνατότητα περαιτέρω χρησιμοποιήσεώς των.

β) *Ὑγρασία*. Ἡ παρουσία της εἶναι ἄμεσα συνδεδεμένη μὲ τὴν τιμὴν τῆς διηλεκτρικῆς ἀντοχῆς τῶν μονωτικῶν ἐλαίων, τῆς ὁποίας συνεπάγεται αἰσθητὴν μείωσιν, ὡς ἀνωτέρω ἐλέχθη. Ἐν οὐδεμιᾷ περιπτώσει ἐπιτρέπεται εἰς τὰ ἔλαια μετασχηματιστῶν ὑγρασία ἄνω τοῦ 0,05%.

γ) *Σημεῖον ἀναφλέξεως*. Ὁ κίνδυνος ἀναφλέξεως τῶν μονωτικῶν ἐλαίων ἐκ τυχαίου σπινθῆρος, βοηθούσης καὶ τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας

ἐπιβάλλει, ὥστε νὰ ἐπιδιώκωνται διὰ τῶν προδιαγραφῶν σχετικῶς ὑψηλαὶ τιμαὶ σημείου ἀναφλέξεως. Τοῦτο ὅμως ἔρχεται εἰς ἀντίθεσιν μὲ τὴν τιμὴν τοῦ ἰξώδους καὶ ἔτσι αἱ ἀπαιτήσεις ὡς πρὸς τὸ σημεῖον ἀναφλέξεως περιορίζονται εἰς minimum 145° C.

δ) *Σημεῖον πήξεως*. Καθορίζεται κυρίως ἀπὸ τὰς κλιματολογικὰς συνθήκας τῆς περιοχῆς, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ ἔλαιον πρόκειται νὰ χρησιμοποιηθῆ. Πάντως δὲν πρέπει νὰ εἶναι ἀνώτερον τῶν −30° C, διότι ἄλλως εἰς τὰς σχετικῶς χαμηλὰς θερμοκρασίας τοῦ χειμῶνος καὶ ἡ κυκλοφορία τοῦ ἐλαίου δυσχεραίνεται καὶ ἡ πῆξις του εἶναι ἐνδεχομένη.

ε) *Ἰξῶδες*. Τὰ μονωτικὰ ἔλαια εἶναι γενικῶς λίαν λεπτόρρευστα ἔλαια μὲ ἰξῶδες εἰς 15° C ὄχι ἀνώτερον τῶν 200'' κατὰ Redwood I (παράγρ. 11·4).

στ) *Ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως*. Τὰ ἔλαια τῶν μετασχηματιστῶν πρέπει νὰ εἶναι γενικῶς οὐδέτερα, διότι ἀντίδρασις ὄξινος ἢ ἀλκαλικὴ σημαίνει ἰονισμόν, ποὺ μειώνει τὴν μονωτικότητα τοῦ ἐλαίου. Ἀφ' ἑτέρου ἡ ὀξύτης ἢ ἀλκαλικότης εἰς τὰ ἔλαια αὐτὰ τὰ καθιστᾶ διαβρωτικά. Ἡ μεγίστη ἐπιτρεπομένη τιμὴ ἀριθμοῦ ἐξουδετερώσεως εἶναι 0,2.

ζ) *Ἀπώλεια δι' ἐξατμίσεως*. Ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας λειτουργίας ἡ ἀπώλεια δι' ἐξατμίσεως τῶν μονωτικῶν ἐλαίων εἶναι μηδαμινή. Ἀλλὰ διὰ τὰ μεγάλα χρονικὰ διαστήματα, κατὰ τὰ ὁποῖα τὸ μονωτικὸν ἔλαιον παραμένει εἰς τὸ κιβώτιον τοῦ μετασχηματιστοῦ, ἡ ἀπώλεια δι' ἐξατμίσεως τούτου δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη ἕνα ἀνώτατον ὅριον, ποὺ συνήθως καθορίζεται εἰς τὸ 1,6%.

η) *Ἡ ἀντοχὴ εἰς τὴν ὀξείδωσιν* τῶν μονωτικῶν ἐλαίων ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν, διότι διὰ τῆς ὀξειδώσεως σχηματίζονται :

— Ὄξινα καὶ συνεπῶς διαβρωτικὰ συστατικά.

— Προϊόντα πολυμερισμοῦ ὑπὸ μορφὴν ἰλύος, ἡ παρουσία τῆς ὁποίας εἰς τὸ ἔλαιον μετασχηματιστῶν δυνατὸν νὰ ἔχη ὡς συνέπειαν :

— Νὰ ἐπικάθηται ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν περιελίξεων καὶ τοῦ κιβωτίου ἀποφράσσουσα τὰς ὁπὰς κυκλοφορίας τοῦ ἐλαίου.

— Νὰ παρεμποδίζη τὴν ψῦξιν, διότι εἶναι δυσθερμαγωγός.

— Νὰ ἐπαυξάνη τὸν σχηματισμόν της, λόγω ἀνυψώσεως τῆς θερμοκρασίας.

Τὴν ὀξείδωσιν τῶν ἐλαίων καὶ τὰς ἐκ ταύτης συνεπείας ἐπιταχύνουν:

— Ἡ ἐπαφὴ μετὰ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

— Τυχὸν ἀναπτυσσόμεναι ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι.

— Ἡ ἐπαφὴ μετὰ τῶν μετάλλων καὶ κυρίως τοῦ χαλκοῦ.

Ἡ μέτρησις τῆς ἀντοχῆς εἰς τὴν ὀξείδωσιν γίνεται κατὰ διαφόρους τυποποιημένας μεθόδους, αἱ ὁποῖαι βασίζονται εἰς τὴν αὐτὴν ἀρχήν. Εἰς δεῖγμα ἐλαίου διαβιβάζεται ἐπὶ μακρὰ χρονικὰ διαστήματα ἀήρ, εἰς ὑψηλὰς σχετικῶς θερμοκρασίας παρουσία καταλύτου καὶ μετρεῖται τὸ σχηματιζόμενον λόγω ὀξειδώσεως ποσὸν ἰλύος, ποὺ δὲν ἐπιτρέπεται νὰ ὑπερβαίνη τὴν ἀνωτάτην τιμήν, τὴν ὁποία καθορίζει ἡ προδιαγραφή.

Ἂν καὶ αἱ μέθοδοι ἐλέγχου τῆς ἀντοχῆς εἰς τὴν ὀξείδωσιν γίνονται ὑπὸ συνθήκας πολὺ δυσμενεστέρας ἐκείνων, ποὺ ἐπικρατοῦν εἰς τὴν πρᾶξιν, διὰ νὰ συντομεύεται ἡ διάρκεια τῆς δοκιμῆς, ἐν τούτοις, παρέχουν ἐνδείξεις ἐπὶ τῆς πραγματικῆς ἀντοχῆς τῶν ἐλαίων αὐτῶν εἰς τὴν ὀξείδωσιν κατὰ τὴν χρῆσιν των, καὶ ὡς ἐκ τούτου εἶναι λίαν χρήσιμοι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 20

ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΙΝ

20·1 Αἴτια τῶν ἀλλοιώσεων.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς χρήσεως τῶν λιπαντελαίων διὰ τὴν λίπανσιν τῶν διαφόρων μηχανῶν ἐπέρχεται βαθμηδὸν ἀλλοίωσις, ἡ ὁποία εἶναι δυνατὸν νὰ φθάση μέχρις ἀχρηστεύσεώς των, ὁπότε ἐπιβάλλεται ἀντικατάστασις.

Ἡ ἀλλοίωσις τῶν λιπαντελαίων εἶναι δύο εἰδῶν :

α) Φυσιολογικὴ ἀλλοίωσις.

β) Ἀλλοίωσις λόγω ἀντικανονικῆς λειτουργίας τῆς μηχανῆς.

Α. Αἴτια φυσιολογικῆς ἀλλοιώσεως.

Παρὰ τὴν ἐξαιρετικὴν σταθερότητα τοῦ μορίου τῶν λιπαντελαίων, τὴν ὁποίαν ὀφείλουν εἰς τὴν δομήν των (ὑδρογονάνθρακες), βαθμηδὸν ἐπέρχεται ἀλλοίωσις, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὰς συνθήκας, ὑπὸ τὰς ὁποίας τὸ λιπαντέλαιον ἐπιτελεῖ τὸν προορισμόν του.

Τὰ κυριώτερα αἴτια τῆς φυσιολογικῆς ἀλλοιώσεις εἶναι :

1) Ἡ ἐπαφὴ μὲ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

Ἡ ἐπαφὴ αὐτὴ προκαλεῖ βαθμιαίαν ὀξείδωσιν τοῦ μορίου τῶν ὑδρογονανθράκων, ἐκ τῆς ὁποίας σχηματίζονται ὀξυγονοῦχοι ἑνώσεις, αἱ ὁποῖαι δροῦν διαβρωτικῶς ἐπὶ τῶν μετάλλων καὶ παράγουν κατόπιν πολυμερισμοῦ μεγαλύτερα μόρια, ποὺ προκαλοῦν αὔξησιν τοῦ ἰξώδους ἢ καὶ σχηματισμὸν ἰλύος. Ἔτσι ἡ λιπαντικότης τοῦ ἐλαίου μειοῦται αἰσθητῶς. Ἡ ἔκτασις τῆς ἀλλοιώσεις αὐτῆς ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν συνθηκῶν, ὑπὸ τὰς ὁποίας τὸ ἔλαιον ἐργάζεται καὶ ἐκ τῆς ποιότητος τοῦ ἐλαίου. Πάντως τὸ αἴτιον τοῦτο ἀντιμετωπίζεται ἐπιτυχῶς μὲ τὰ κατάλληλα χημικὰ πρόσθετα, ποὺ ἐπιβραδύνουν ἢ καὶ ἀναστέλλουν τελείως τὴν ὀξείδωσιν, ἐφ' ὅσον δὲν συνυπάρχουν οἱ ἄλλοι παράγοντες. Ἐὰν ἡ ἀλλοίωσις προχωρήση πέρα ὡρισμένου βαθμοῦ, τὸ ἔλαιον ὑφίσταται καθαρισμὸν διὰ τῶν φίλτρων (παράγρ. 20·3) ἢ ὑποβάλλεται εἰς ἀναζωογόνησιν (παράγρ. 20·5).

2) Ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας.

Αἱ ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι, τὰς ὁποίας τὸ ἔλαιον συναντᾶ κατὰ τὴν

διαδρομήν του εἰς τὸ δίκτυον λιπάνσεως καὶ πρὸ πάντων ἡ διαρκὴς αὐξομείωσις τῆς θερμοκρασίας, συχνὰ ἐπιταχύνουν τὴν ἀλλοίωσίν του ἐκ τῆς ὀξειδωτικῆς δράσεως τοῦ ἀέρος καὶ αὐξάνουν τὸν σχηματισμὸν τῆς ἰλύος καὶ δὴ εἰς συντομώτερον χρονικὸν διάστημα.

3) Καταλυτικὴ δρᾶσις μετάλλων.

Τὰ μεταλλικὰ μέρη τῶν μηχανῶν, μὲ τὰ ὁποῖα τὸ ἔλαιον ἔρχεται εἰς ἐπαφήν, καθὼς καὶ τὰ μεταλλικὰ ρινίσματα ἐκ τῶν ἐσωτερικῶν φθορῶν τῆς μηχανῆς, ἐπιταχύνουν ἐπίσης τὴν ἀλλοίωσιν τοῦ ἐλαίου.

Πάντα τὰ ἀνωτέρω σχηματιζόμενα προϊόντα ἀλλοιώσεως τοῦ ἐλαίου εἶναι ἀδιάλυτα καὶ εἴτε καθιζάνουν ὡς ἰλύς, εἴτε ὑφίστανται θερμικὴν διάσπασιν (Μηχαναὶ Ἐσωτερικῆς Καύσεως), ἐκ τῆς ὁποίας σχηματίζονται ἐξανθρακώματα.

Τὰ πρόσθετα (additives), διὰ τῶν ὁποίων ἀντιμετωπίζονται αἱ ἀνωμαλίαι ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἀλλοιώσεων τῶν λιπαντελαίων, εἶναι :

α) *Ἀντιοξειδωτικὰ πρόσθετα* (anti-oxidants). Προλαμβάνουν τὴν ἀρχικὴν ὀξείδωσιν τοῦ ἐλαίου ἀπὸ τὸ ἀτμοσφαιρικὸν ὀξυγόνον.

β) *Χαλινωταὶ ὀξειδώσεως* (oxidation inhibitors). Περιορίζουν τὴν διαβρωτικὴν δρᾶσιν τοῦ ἀλλοιωμένου ἐλαίου ἐπὶ τῶν μετάλλων τῆς μηχανῆς.

γ) *Ἀπορρυπαντικὰ* (ἢ *καθαριστικὰ* ἢ *διασκορπιστικὰ*) πρόσθετα (detergents). Τηροῦν τὰ ἀδιάλυτα προϊόντα ἐν αἰωρήσει ἐντὸς τοῦ ἐλαίου καὶ ἐμποδίζουν τὴν ἐπικάθησίν των ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν ἐπιφανειῶν τῶν κυλίνδρων, ἄρα καὶ τὴν ρύπανσίν των (παράγρ. 17·3). Μέγα μέρος τῶν ἀκαθαρσιῶν —κυρίως ἐξανθρακωμάτων— ποὺ τὰ πρόσθετα κρατοῦν ἐν αἰωρήσει, συγκρατοῦνται ἐν συνεχείᾳ ὑπὸ τῶν φίλτρων.

Τὰ λιπαντέλαια, ποὺ περιέχουν τὰ ἀνωτέρω πρόσθετα, παρουσιάζουν ἐξαιρετικὴν ἀντοχὴν εἰς τὴν ἀλλοίωσιν καὶ ὀνομάζονται *ἐνισχυμένα ἔλαια*, ὅταν περιέχουν ἀντιοξειδωτικὰ πρόσθετα (premium oils), ἢ *βαρέων ἀπαιτήσεων* (heavy duty), ὅταν περιέχουν καὶ πρόσθετα ἀποκαθάρσεως (detergents), ποὺ τοὺς ἐπιτρέπουν νὰ ἐργάζωνται καὶ ὑπὸ βαρείας συνθήκας φορτίου καὶ θερμοκρασιῶν.

Β. Λοιπὰ αἴτια ἀλλοιώσεως τοῦ ἐλαίου.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω φυσιολογικῶν αἰτίων, ἀλλοίωσιν τῶν λιπαντελαίων δύνανται νὰ προκαλέσουν καὶ τὰ κάτωθι αἴτια, τὰ ὁποῖα προ-

ἐρχονται ἀπὸ λειτουργικὰς ἀνωμαλίας τῆς μηχανῆς καὶ τὰ ὁποῖα ὁ μηχανικὸς πρέπει ἐγκαίρως νὰ ἐπισημαίνη καὶ νὰ ἀποκαθιστᾶ.

1) Παρουσία ὕδατος.

Ἡ παρουσία ὕδατος εἰς τὰ λιπαντέλαια εἶναι δυνατὸν ἐν μέρει νὰ εἶναι φυσιολογική, προερχομένη ἐκ τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος ἢ ἐκ τῆς συμπυκνώσεως ἀτμῶν (ἀτμοστρόβιλοι), συνηθέστερον ὅμως προδίδει διαρροὴν ἐκ τοῦ δικτύου ψύξεως τῆς μηχανῆς. Τὰ ἀνώτατα ἐπιτρεπτὰ ὅρια περιεκτικότητος εἰς ὕδωρ διὰ λιπαντέλαια Μ.Ε.Κ. εἶναι 0,1%. Διὰ τὰ ἔλαια τῶν μηχανῶν ἀτμοῦ δὲν καθορίζονται ἀνώτατα ὅρια, ἐφ' ὅσον ὁ διὰ φυγοκεντρίσεως ἀποχωρισμὸς τοῦ ὕδατος εἶναι εὐχερής. Τοῦτο ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰ λοιπὰ φυσικοχημικὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ ἐλαίου καὶ κυρίως ἐν προκειμένω ἀπὸ τὸν λεγόμενον *χρόνον ἀπογαλακτώσεως*, ἤτοι τὸν χρόνον ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ νὰ ἀποχωρισθῆ πλήρως εἰς τὰς δύο φάσεις του ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας ἕνα τεχνητῶς δημιουργούμενον γαλάκτωμα ἐλαίου καὶ ὕδατος (παράγρ. 18·12). Ὁ χρόνος αὐτὸς διὰ τὰ τουρμπινέλαια δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὰ 30'.

Εἰς τὰ λιπαντέλαια Μ.Ε.Κ., ὕδωρ ἄνω τοῦ 0,1% ἀποτελεῖ αἰτίαν ἀλλοιώσεως τοῦ ἐλαίου, ἐπιταχύνει τὴν ὀξείδωσιν καὶ διευκολύνει τὴν διαβρωτικὴν δρᾶσιν ἐπὶ τῶν μετάλλων. Ἀπομακρύνεται διὰ φυγοκεντρίσεως.

2) Καυσαέρια.

Τὴν διαφυγὴν τῶν καυσαερίων πρὸς τὸν χῶρον τοῦ λιπαντελαίου ἐμποδίζει κατ' ἀρχὴν ἡ στεγανότης τοῦ χώρου καύσεως, τὴν ὁποίαν τὰ ἐλατήρια τοῦ ἐμβόλου μαζὶ μὲ τὸ ἔλαιον πρέπει νὰ ἐξασφαλίζουν. Παρὰ ταῦτα διαρροὴ καυσαερίων πρὸς τὴν ἐλαιολεκάνην εἶναι ἀναπόφευκτος καὶ δι' αὐτῆς ἐπέρχεται μόλυνσις μὲ διοξείδιον τοῦ θείου (SO_2), ποὺ εἶναι ἀνεπιθύμητος, διότι ὁδηγεῖ ταχέως πρὸς τὴν ἀλλοίωσίν του, ἀλλὰ καὶ διότι καθιστᾶ τὸ ἔλαιον ὄξινον, ἑπομένως διαβρωτικόν.

3) Διαρροὴ καυσίμου.

Ὀφείλεται εἰς κακὴν λειτουργίαν τῶν καυστήρων πετρελαίου καὶ ἔχει ὡς συνέπειαν :

α) Τὸν κίνδυνον ἐκρήξεως εἰς τὸν στροφαλοθάλαμον, λόγω τῆς ἐπικινδύνου μειώσεως τοῦ σημείου ἀναφλέξεως ποὺ προκαλεῖ.

β) Τὴν αἰσθητὴν μείωσιν τοῦ ἰξώδους, ἄρα καὶ τὴν ἀπώλειαν τῆς λιπαντικότητος τοῦ ἐλαίου.

Ἔλαιον περιέχον καύσιμον ἐν διαλύσει ἄνω τοῦ 5% πρέπει νὰ ἀντικαθίσταται ἀμέσως.

Ἡ παρουσία τοῦ καυσίμου ἐλέγχεται :

— Δι' ἀμέσου μετρήσεως τῆς ποσότητος τοῦ καυσίμου, ποὺ ἐπιτυγχάνεται δι' ἀποστάξεως μὲ ὑδρατμούς.

— Διὰ μετρήσεως τοῦ σημείου ἀναφλέξεως.

— Διὰ μετρήσεως τοῦ ἰξώδους.

Εἰς τὰς δύο τελευταίας περιπτώσεις ἡ περιεκτικότης εἰς καύσιμον συνάγεται ἐκ τῆς συγκρίσεως τῶν τιμῶν σημείου ἀναφλέξεως ἢ ἰξώδους πρὸς τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τοῦ ἀμεταχειρίστου ἐλαίου, ἐκ τοῦ ὁποίου τὸ δεῖγμα προέρχεται.

4) Πλημμελὴς λειτουργία τῶν φίλτρων.

Ὀφείλεται εἰς ἔμφραξιν ἢ εἰς ἄλλα αἴτια καὶ ἔχει ὡς συνέπειαν τὴν προοδευτικὴν ρύπανσιν τοῦ ἐλαίου διὰ ξένων ὑλῶν, τὰς ὁποίας τὰ φίλτρα δὲν συγκρατοῦν. Ἐὰν αἱ ξέναι ὕλαι συγκεντρωθοῦν ἐντὸς τοῦ ἐλαίου εἰς ἀναλογίαν δημιουργοῦσαν *ἀριθμὸν κατακρημνίσεως* (παράγρ. 18·11) ἀνώτερον τοῦ 0,1%, πρέπει τὸ ἔλαιον νὰ ἀντικαθίσταται (παράγρ. 20·4).

20·2 Συνέπειαι ἐκ τῆς ἀλλοιώσεως. Τρόποι ἀντιμετωπίσεως.

Ὁ συνδυασμὸς ὅλων τῶν ἀνωτέρω αἰτίων ἀλλοιώσεως τοῦ ἐλαίου ὑποβιβάζει ποιοτικῶς τὸ ἔλαιον εἰς βαθμόν, ποὺ νὰ μὴ δύναται πλέον νὰ ἀνταποκριθῇ εἰς τὴν κυρίαν ἀποστολήν του : τὴν λίπανσιν τῶν τριβομένων ἐπιφανειῶν. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὰς συνεπείας ἐκ τῆς ἀλλοιώσεως, τὴν ὁποίαν οἱ ἀνωτέρω ἐκτεθέντες παράγοντες ἐπιφέρουν καὶ δὴ εἰς τὴν προϊοῦσαν ὀξείδωσιν τῶν ὑδρογονανθράκων, ποὺ ὁδηγεῖ :

— Εἰς αὔξησιν τῆς ὀξύτητος.

— Εἰς αὔξησιν τοῦ ἰξώδους.

— Εἰς σχηματισμὸν ἀδιαλύτων προϊόντων πολυμερισμοῦ, ποὺ ἐμποδίζουν τὴν ὀρθὴν λίπανσιν.

— Εἰς τὴν διαβρωτικὴν δρᾶσιν ἐπὶ τῶν μετάλλων.

Τὰ ἀνωτέρω δυσμενῆ διὰ τὸ ἔλαιον καὶ τὴν μηχανὴν ποὺ λιπαίνει ἀποτελέσματα ἀντιμετωπίζονται :

α) Διὰ συχνῶν ἀναλύσεων πρὸς ἐξακρίβωσιν τῆς καταστάσεως εἰς τὴν ὁποίαν εὑρίσκεται τὸ ἔλαιον. Κατὰ κανόνα τὸ χρονικὸν διάστημα μεταξὺ δύο χημικῶν ἀναλύσεων ἑνὸς λιπαντελαίου δὲν πρέπει

νὰ ὑπερβαίνη τοὺς 3 μῆνας διὰ λιπαντέλαια M.E.K. καὶ τοὺς 6 μῆνας διὰ τουρμπινέλαια.

β) Διὰ καθαρισμοῦ τοῦ ἐλαίου κατὰ τὴν χρῆσιν του μὲ φυγοκεντρικοὺς καθαριστῆρας καὶ μὲ κατάλληλα φίλτρα (παράγρ. 20·3).

γ) Δι' ἀντικαταστάσεως τοῦ ἐλαίου, ὁσάκις ἐπιβάλλεται ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ἀναλύσεως.

δ) Δι' ἀναζωογονήσεως τῶν ἀντικαθισταμένων λιπαντελαίων πρὸς ἀποκατάστασιν τῆς ἀρχικῆς των ποιότητος.

20·3 Καθαρισμὸς τοῦ ἐλαίου κατὰ τὴν χρῆσιν του.

Διὰ νὰ παρατείνωμεν τὸν χρόνον χρησιμοποιήσεως τοῦ ἐλαίου εἰς τὴν μηχανὴν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ ὑποβάλλεται τοῦτο εἰς συνεχῆ καθαρισμὸν κατὰ τὴν χρῆσιν του. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται :

α) Διὰ τῶν φυγοκεντρικῶν καθαριστήρων.

β) Διὰ τῶν φίλτρων.

Α. **Φυγοκεντρικοὶ καθαριστῆρες.**

Οἱ *φυγοκεντρικοὶ καθαριστῆρες* ἢ *ἀποχωρισταί*, γνωστοὶ καὶ ὡς De Laval, ἐπιτυγχάνουν τὸν διαχωρισμὸν τοῦ ὕδατος καὶ τῶν εὐμεγέθων σωματιδίων, τὰ ὁποῖα περιέχει τὸ ἔλαιον. Ὁ διαχωρισμὸς οὗτος βασίζεται εἰς τὴν διαφορὰν εἰδικοῦ βάρους μεταξὺ τῶν ξένων ὑλῶν καὶ τοῦ ἐλαίου, τὴν ὁποίαν ἡ φυγοκέντρισις πολλαπλασιάζει. Ἀποτελοῦνται βασικῶς ἀπὸ κοῖλον κυλινδρικὸν δοχεῖον, ποὺ περιστρέφεται μὲ μεγάλην ταχύτητα. Ἐντὸς τοῦ δοχείου φέρεται τὸ πρὸς καθαρισμὸν ἔλαιον. Ἡ ἀναπτυσσομένη λόγω περιστροφῆς φυγόκεντρος δύναμις ἀναγκάζει τὰς στερεὰς ἀκαθαρσίας καὶ τὸ ὕδωρ νὰ ἐναποτεθοῦν εἰς τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου, ἀπὸ ὅπου καὶ συνεχῶς ἀπομακρύνονται.

Οἱ φυγοκεντρικοὶ καθαριστῆρες περιγράφονται λεπτομερῶς εἰς τὴν παράγραφον 9·5.

Ἡ ὕπαρξις φυγοκεντρικῶν καθαριστήρων εἶναι ἀπαραίτητος τόσον διὰ τὰ ἔλαια τῶν μηχανῶν ἀτμοῦ, ἐκ τῶν ὁποίων ἀφαιρεῖ τὸ ὕδωρ, ὅσον καὶ διὰ τὰ ἔλαια τῶν μηχανῶν Diesel, εἰς τὰ ὁποῖα τὸ ὕδωρ ἔχει τὴν τάσιν νὰ δημιουργῇ γαλακτώματα.

Ὁ καθαρισμὸς τῶν ἐλαίων διὰ τῶν φυγοκεντρικῶν ἀποχωριστῶν διευκολύνεται διὰ θερμάνσεως εἰς θερμοκρασίαν κυμαινομένην ἀπὸ 140° F ἕως 180° F (60° C ἕως 80° C). Ὁ διὰ φυγοκεντρίσεως καθαρ·

σμὸς ἔχει καλύτερα ἀποτελέσματα, ἐὰν τὸ ἔλαιον παραμείνη προηγουμένως ἐπ' ἀρκετὸν χρόνον πρὸς καθίζησιν. Χρησιμοποιοῦνται πρὸς τοῦτο αἱ δεξαμεναὶ καθιζήσεως (settling tanks), εἰς τὰς ὁποίας τὰ βαρύτερα συστατικὰ (μεταλλικὰ ρινίσματα, ὕδωρ, ἰλὺς κ.λπ.) κατακάθονται εἰς τὸν πυθμένα, ἀπὸ ὅπου εὐκόλως δύνανται νὰ ἀπομακρυνθοῦν.

Βεβαίως ἡ καθίζησις ἀπαιτεῖ μακρὸν χρόνον πλήρους ἀκινησίας τοῦ ἐλαίου, ποὺ δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ τηρηθῆ κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ πλοίου εἰς τὴν θάλασσαν. Ἐφ' ὅσον ὅμως τὸ πλοῖον εἶναι ἐν ἀκινησία, ἡ καθίζησις εἶναι λίαν ἀποτελεσματικὴ καὶ συμβάλλει ἐπιτυχῶς εἰς τὴν μετέπειτα φυγοκέντρισιν ἢ διήθησιν. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐλαίου εἰς τὴν δεξαμενὴν καθιζήσεως διατηρῆται εἰς τοὺς 75° C ἕως 80° C, τὰ ἀποτελέσματα τοῦ διαχωρισμοῦ εἶναι πολὺ περισσότερον ἱκανοποιητικά.

Τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν ἀκαθαρσιῶν διὰ φυγοκεντρίσεως διευκολύνει πολλάκις ἡ προσθήκη ὕδατος εἰς ποσοστὸν οὐχὶ ἀνώτερον τοῦ 5% τοῦ φυγοκεντρουμένου ἐλαίου. Τὸ πρὸς τοῦτο χρησιμοποιούμενον ὕδωρ προθερμαίνεται εἰς τὴν αὐτὴν περίπου θερμοκρασίαν ὡς καὶ τὸ καθαριζόμενον ἔλαιον καὶ οὕτως ἐκπλύνει τρόπον τινα ἐν θερμῷ τὸ ἔλαιον, ἀπομακρῦνον κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ὅλας τὰς ὑδατοδιαλυτὰς ὕλας, ὡς εἶναι π.χ. τὰ ἅλατα. Ἡ προσθήκη ὕδατος εἰς τὰ ἐνισχυμένα ἔλαια (HD) ἀπαγορεύεται, διότι πολλὰ ἀπὸ τὰ πρόσθετα, ποὺ περιέχουν τὰ ἔλαια αὐτά, εἶναι ὑδατοδιαλυτὰ ἢ ἔχουν τὴν τάσιν νὰ σχηματίζουν γαλακτώματα.

Τὴν καλυτέραν ἀπόδοσιν ὡς πρὸς τὸν καθαρισμὸν τοῦ ἐλαίου ἐπιτυγχάνουν οἱ φυγοκεντρικοὶ καθαριστῆρες, ὅταν ἐργάζωνται μὲ τὸ 50% τῆς δυναμικότητός των. Ἐὰν π.χ. ἕνας φυγοκεντρικὸς καθαριστὴρ ἔχη μεγίστην ἀπόδοσιν 1000 γαλονίων ὡριαίως, ἐργαζόμενος μὲ ἀπόδοσιν 500 γαλ/ὥρ. θὰ ἐπιτύχη τὸν καλύτερον δυνατὸν διαχωρισμόν.

Β. **Φίλτρα ἐλαίου.**

Οἱ φυγοκεντρικοὶ καθαριστῆρες δὲν ἀπαλλάσσουν τὸ λιπαντέλαιον ἀπὸ τὰ ἀνθρακοειδῆ κατάλοιπα μικροτέρων διαστάσεων. Κατάλοιπα αὐτοῦ τοῦ εἴδους ἀφθονοῦν εἰς τὰ λιπαντέλαια M.E.K., ποὺ περιέχουν διασκορπιστικὰ πρόσθετα (detergents), καὶ πρέπει νὰ ἀπομακρύνωνται. Ἀλλὰ καὶ ἐκτὸς αὐτῶν, λεπτότατα διαμερισμένη ἰλὺς παρ

μένει ἐν αἰωρήσει καὶ μετὰ τὴν φυγοκέντρισιν παντὸς τύπου ἐλαίου. Ὁ καθαρισμὸς εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς συμπληροῦται διὰ τῶν *φίλτρων*, οἱ συνηθέστεροι τύποι τῶν ὁποίων περιγράφονται κατωτέρω.

1) Μεταλλικὰ φίλτρα (strainers).

Εἶναι μεταλλικὰ πλέγματα ἢ αὐτοκαθαριζόμενοι ἐπάλληλοι δίσκοι (autoclean), διὰ τῶν ὁποίων διέρχεται ὁλόκληρος ἡ ποσότης τοῦ κυκλοφοροῦντος ἐλαίου καὶ ὅπου συγκρατοῦνται αἱ ξέναι οὐσίαι μὲ μέγεθος μεγαλύτερον τῶν ἀνοιγμάτων τοῦ χρησιμοποιουμένου πλέγματος. Αἱ ξέναι αὐταὶ οὐσίαι δυνατὸν νὰ εἶναι ἐξανθρακώματα, προϊόντα ὀξειδώσεως, τεμάχια μετάλλων ἢ οἱαιδήποτε ἄλλαι ἀκαθαρσίαι, τῶν ὁποίων τὸ μέγεθος δὲν εἶναι μικρότερον τῶν 0,003''.

2) Διηθητικὰ φίλτρα (filters).

Ἔχουν τὴν ἱκανότητα νὰ συγκρατοῦν σωματίδια μέχρι 0,0001'', ὡς εἶναι τὰ ἐντὸς τῶν ἀπορρυπαντικῶν ἐλαίων αἰωρούμενα ἐξανθρακώματα, κόνις ἀέρος, ἀσφαλτοῦχοι ὕλαι προερχόμεναι ἐκ τῆς ὀξειδώσεως ἢ λεπτότατα ρινίσματα προερχόμενα ἐκ τῆς φθορᾶς τῶν μετάλλων. Τὰ ἀπορροφητικὰ ἢ διηθητικὰ φίλτρα ἀποτελοῦνται εἰς τὴν ἁπλουστάτην των μορφὴν ἀπὸ μίαν φύσιγγα κυλινδρικοῦ σχήματος, ἡ ὁποία ὡς ἀπορροφητικὸν ὑλικὸν φέρει χάρτην, βάμβακα, τσόχαν ἢ καὶ διηθητικὴν γῆν.

3) Μαγνητικὰ φίλτρα.

Ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀλλεπάλληλα δικτυωτὰ μονίμως μαγνητισμένα, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται ἡ ἀφαίρεσις τῶν μεταλλικῶν τεμαχίων, ποὺ δύνανται νὰ μαγνητισθοῦν.

Αἱ διατάξεις, ποὺ ἐφαρμόζονται διὰ τὸν καθαρισμὸν τῶν λιπαντελαίων μὲ τὰ φίλτρα, εἶναι πολλῶν εἰδῶν, σπουδαιότεραι τῶν ὁποίων εἶναι :

α) *Καθαρισμὸς πλήρους ροῆς* (full-flow). Κατ' αὐτὸν ὁλόκληρος ἡ ποσότης τοῦ ἐλαίου κυκλοφορεῖ συνεχῶς διὰ μέσου τῶν φίλτρων μὲ ἄριστα ἀποτελέσματα ὡς πρὸς τὴν ἐπιτυγχανομένην καθαρότητα. Μειονέκτημα εἶναι ὁ μεγάλος σχετικῶς ὄγκος φίλτρων ποὺ ἀπαιτεῖται καὶ τὸ ὅτι ἡ ὅλη διάταξις ἀπορροφεῖ σημαντικὰ ποσὰ ἰσχύος.

β) *Καθαρισμὸς περιωρισμένης ροῆς* (by-pass). Μὲ τὴν διάταξιν αὐτὴν διὰ τῶν φίλτρων διέρχεται μόνον ποσοστὸν 10% ἕως 20% τοῦ κυκλοφοροῦντος ἐλαίου, μὲ ἀποτελέσματα κατώτερα μὲν ὡς πρὸς τὸν

βαθμὸν καθαρότητος τοῦ ἐλαίου, ἀλλὰ χωρὶς τὰ μειονεκτήματα τῆς πλήρους ροῆς.

γ) *Ὁ καθαρισμὸς ἀνεξαρτήτου κυκλοφορίας* (independent flow) προβλέπει τὴν ὕπαρξιν ἰδιαιτέρας ἀντλίας καὶ δικτύου καθαρισμοῦ ἀσχέτου πρὸς τὸ δίκτυον λιπάνσεως. Μὲ τὸν τρόπον αὐτὸν ἐπιβαρύνεται μὲν ἡ ἐγκατάστασις, ἀλλὰ ἐπιτυγχάνεται ἀνεξαρτοποίησις τοῦ συστήματος λιπάνσεως καὶ εὐκαμψία τοῦ συστήματος καθαρισμοῦ.

Ἡ τοποθέτησις τῶν φίλτρων εἰς τὸ δίκτυον λιπάνσεως ἀπαιτεῖ ἐπαγρύπνησιν κατὰ τοῦ κινδύνου ἀποφράξεώς των, ἡ ὁποία θὰ ὁδηγήση εἰς διακοπὴν τῆς λιπάνσεως. Αὐτὴ ἐξασφαλίζεται :

— Μὲ συνεχῆ παρακολούθησιν τῆς διαφορᾶς πιέσεως, τὴν ὁποίαν δεικνύουν θλιβόμετρα τοποθετημένα πρὶν καὶ μετὰ τὰ φίλτρα.

— Μὲ τὴν τοποθέτησιν ἀσφαλιστικῆς βαλβῖδος ἐξωπλισμένης δι' ἐλατηρίου, ἱκανῆς διαμέτρου, ἐπιτρεπούσης τὴν συνέχισιν τῆς ροῆς τοῦ ἐλαίου, ἔστω καὶ ἀκαθάρτου, εἰς περίπτωσιν ἐμφράξεως τῶν φίλτρων. Ἡ ἀσφαλιστικὴ βαλβὶς εἶναι συνήθως τοποθετημένη εἰς παράπλευρον σωλῆνα (by-pass).

20·4 Ἀντικατάστασις τοῦ ἐλαίου.

Τὰ μέτρα διὰ τὴν ἀποκατάστασιν τῆς ποιότητος τοῦ λιπαντελαίου, ποὺ ἐξητάσθησαν ἤδη (φίλτρα, φυγοκέντρισις κ.λπ.), δὲν ἔχουν κανένα ἀποτέλεσμα, ὅταν ἡ ἀλλοίωσις προχωρήση πέραν ἑνὸς ὡρισμένου ὁρίου. Τότε δὲν ἀπομένει παρὰ ἡ ἀντικατάστασις τοῦ ἐλαίου διὰ νέου, ἐφ' ὅσον ἡ συνέχισις τῆς χρησιμοποιήσεως τοῦ ἀλλοιωμένου ἐλαίου θὰ ἠδύνατο νὰ προκαλέση σοβαρὰς βλάβας εἰς τὴν μηχανήν.

Τὰ ἐπιτρεπτὰ ὅρια ποιότητος, πέρα τῶν ὁποίων ἐπιβάλλεται ἡ ἀντικατάστασις, δὲν εἶναι σαφῶς καθωρισμένα καὶ συχνὰ διευρύνονται διὰ λόγους οἰκονομίας, ἐπειδὴ τὸ κόστος ποὺ συνεπάγεται ἡ πλήρης ἀντικατάστασις τοῦ λιπαντελαίου μιᾶς μηχανῆς εἶναι ὑψηλόν.

Ἐνδεικτικῶς κατωτέρω παρέχονται τὰ ὅρια τιμῶν μερικῶν ἐκ τῶν βασικωτέρων χαρακτηριστικῶν τῶν λιπαντελαίων, πέρα τῶν ὁποίων συνιστᾶται ἡ ἀντικατάστασις.

α) *Λιπαντέλαια M.E.K.*

1) Ἀριθμὸς κατακρημνίσεως	0,1 max
2) Ὕδωρ	0,1 % max
3) Καύσιμον ἐν διαλύσει	5 % max

4) Ἰξῶδες εἰς 130⁰ F (δι' ἔλαιον S.A.E. 30) 175 SSU min

β) *Ἔλαια ἀτμοστροβίλων.*

1) Ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως ..... 0,5 max

2) Δοκιμὴ διαβρώσεως ..... «pass»
(δηλαδὴ τὸ ἔλαιον νὰ «περνᾶ» τὴν δοκιμήν)

Ἡ δοκιμὴ διαβρώσεως «rust preventing test» συνίσταται εἰς τὴν παρατεταμένην ἐπίδρασιν (ἐπὶ 20 ὥρας) τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν ἐλαίου μὲ ὕδωρ ἐπὶ προτύπων δοκιμίων ἐκ χάλυβος εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν (60⁰ C). Ἡ δοκιμὴ θεωρεῖται ἐπιτυχὴς καὶ χαρακτηρίζεται ὡς «pass» (δηλ. τὴν περνᾶ τὸ ἔλαιον), ἐὰν ἐπὶ τῶν χαλυβδίνων δοκιμίων δὲν παρουσιασθοῦν ἐμφανῆ στίγματα ὀξειδώσεων, ἄλλως ἡ περαιτέρω χρησιμοποίησις τοῦ ἐλαίου εἶναι ἐπικίνδυνος.

Ἡ δειγματοληψία διὰ τὸν ἔλεγχον τῶν ἀνωτέρω χαρακτηριστικῶν τοῦ ἐλαίου, ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ὁποίου ἐξαρτᾶται ἡ περαιτέρω χρῆσις του, πρέπει ὑπὸ ὁμαλὰς συνθήκας νὰ γίνεται κάθε 3 εἰς 4 μῆνας διὰ μηχανὰς Diesel καὶ κάθε 6 μῆνας δι' ἀτμοστροβίλους. Εἰς εἰδικὰς περιπτώσεις γίνεται ἔκτακτος δειγματοληψία καὶ δὴ ὁσάκις αἱ ἀνάγκαι τὸ ἐπιβάλλουν, π.χ. μετὰ ἀπὸ ἐπισκευαστικὴν ἐργασίαν, ἀντικατάστασιν φίλτρων κ.λπ.

20·5 Ἀναζωογόνησις ἐλαίων.

Τὰ ἀντικατασταθέντα λόγω ἀλλοιώσεως λιπαντέλαια εἶναι δυνατὸν νὰ ἀνακτήσουν τὰ ἀρχικά των χαρακτηριστικὰ καὶ νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἐκ νέου μετὰ ἀπὸ ὡρισμένην σειρὰν ἐπεξεργασιῶν. Ἡ ἐκτέλεσις τῶν ἐπεξεργασιῶν ἀπαιτεῖ εἰδικὰς ἐγκαταστάσεις, ὡς κατωτέρω συνοπτικῶς περιγράφονται. Τὸ σύνολον αὐτῶν τῶν ἐπεξεργασιῶν ἀποτελεῖ τὴν λεγομένην *ἀναζωογόνησιν* τῶν λιπαντελαίων, περιλαμβάνει δὲ αὐτὴ τὰ ἑξῆς στάδια :

α) *Ἐπεξεργασίαν μὲ πυκνὸν θειικὸν ὀξύ.* Γίνεται ἐντὸς κυλινδρικῶν λεβήτων ἐπενδεδυμένων ἐσωτερικῶς μὲ φύλλα μολύβδου καὶ ἐχόντων κωνικὴν ἀπόληξιν. Ἐντὸς αὐτῶν ἀναδεύεται ἐπὶ ἀρκετὸν χρόνον εἰς θερμοκρασίαν 40⁰ C ἕως 50⁰ C τὸ ὑπὸ ἀναζωογόνησιν ἔλαιον μὲ 5% πυκνὸν θειικὸν ὀξύ. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐπέρχεται συσσωμάτωσις ἢ καθίζησις τῶν ἐν διασπορᾷ ἐντὸς τοῦ ἐλαίου εὑρισκομένων ἐξανθρακωμάτων ἢ ἀσφαλτούχων συστατικῶν. Ἡ ἐπεξεργασία μὲ θειικὸν ὀξὺ ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν διὰ τὰ λιπαντέλαια M.E.K., ἰδία τὰ λ-

γόμενα heavy duty (βαρέων ἀπαιτήσεων), διότι αὐτὰ διατηροῦν μὲν τὴν μηχανὴν καθαράν, ρυπαίνονται ὅμως τὰ ἴδια διὰ τῆς συγκρατήσεως τῶν λεπτῶς διαμερισμένων ἐξανθρακωμάτων ἢ τῶν ἀσφαλτούχων ὑλῶν. Τὸ θειικὸν ὀξὺ μετὰ τὴν συσσωμάτωσιν τῶν ἀκαθαρσιῶν ἀποχωρίζεται λόγω διαφορᾶς πυκνότητος ἐκ τοῦ κάτω κωνικοῦ μέρους τοῦ δοχείου, ἀφοῦ παραμείνη πρὸς πλήρη καθίζησιν ἐπὶ 12ωρον περίπου.

β) *Διήθησιν.* Γίνεται μὲ φίλτρα, ποὺ περιέχουν ἀπορροφητικὰς γαίας καὶ συγκρατοῦν :

— Τὰ διαφυγόντα τὴν καθίζησιν πισσώδη ὑπολείμματα.

— Τὴν ὀξύτητα, ποὺ πιθανὸν νὰ προεκάλεσε τὸ θειικὸν ὀξύ.

— Τὴν ὑγρασίαν.

γ) *Ἀπόσταξιν ἐν κενῷ.* Τὸ ἔλαιον μετὰ τὴν διήθησίν του ὑποβάλλεται εἰς ἀπόσταξιν ἐν κενῷ, διὰ τῆς ὁποίας ἀπαλλάσσεται :

— Ἀπὸ τὸ καύσιμον ποὺ τυχὸν περιέχει καὶ

— ἀπὸ τὸ ὑπόλοιπον τοῦ ὕδατος, ποὺ εἶχε συγκρατήσει.

Ἀμφότερα τὰ ἀνωτέρω συστατικὰ ἀποστάζουν εἰς θερμοκρασίαν σαφῶς χαμηλοτέραν τοῦ ἐλαίου καὶ ὁ ἀποχωρισμός των διὰ τῆς ἀποστάξεως ἐν κενῷ εἶναι πλήρης.

δ) *Ἀνάμιξιν μὲ πρόσθετα.* Τὰ πρόσθετα, τὰ ὁποῖα περιέχονται εἰς τὸ ἀρχικὸν ἔλαιον, κατὰ τὰς διαφόρους φάσεις τῆς ἐπεξεργασίας ἀναζωογονήσεως καὶ ἰδίως κατὰ τὴν ἐπεξεργασίαν μὲ τὸ πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ καταστρέφονται. Εἶναι ἀνάγκη ἑπομένως εἰς τὸ τέλος τῆς ἀναζωογονήσεως νὰ προστίθενται, ἀναλόγως τοῦ τύπου τοῦ λιπαντελαίου, τὰ καθωρισμένα additives, διὰ τῶν ὁποίων τὸ ἔλαιον ἀνακτᾶ πλήρως τὰς ἀρχικάς του ἰδιότητας. Συσκευάζεται ἀκολούθως ἐντὸς βαρελίων καὶ διατίθεται πρὸς περαιτέρω χρῆσιν.

Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς ἀναζωογονήσεως, ἐξαρτώμενος κυρίως ἐκ τῆς καταστάσεως, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ πρὸς ἀναζωογόνησιν ἔλαιον εὑρίσκεται, κυμαίνεται συνήθως ἀπὸ 50 % ἕως 75 %.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 21

ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ ΛΙΠΗ

21·1 Γενικά.

Τὰ *λιπαντικὰ λίπη* ἢ *στέατα* (κοινῶς γράσσα) ἀποτελοῦν διασπορὰν στερεῶν ἢ ἡμιρρεύσεων ζελατινοποιητικῶν οὐσιῶν ἐντὸς ὑγροῦ λιπαντικοῦ. Τὸ ὑγρὸν λιπαντικὸν εἶναι συνήθως ὀρυκτέλαιον καὶ εἰς σπανιωτέρας περιπτώσεις π.χ. διὰ λίπη εἰδικῶν ἀπαιτήσεων χρησιμοποιοῦνται συνθετικὰ λιπαντικὰ (παράγρ. 17·4). Διὰ τὴν ζελατινοποίησιν χρησιμοποιοῦνται σάπωνες καὶ ἄλλαι οὐσίαι, ὡς τὸ silica gel (ζελατινῶδες πυριτικὸν ὀξύ, κ.ἄ.).

Τὰ λιπαντικὰ λίπη χρησιμοποιοῦνται, ὅταν αἱ συνθῆκαι λιπάνσεως δὲν ἐπιτρέπουν λίπανσιν μὲ τὰ ὑγρὰ λιπαντικά, ὅπως συμβαίνει εἰς τὰς ἑξῆς περιπτώσεις :

— Μὲ χαμηλὰς ταχύτητας περιστροφῆς ἐντὸς τριβέων.

— Μὲ ἐξαιρετικῶς ὑψηλὰ φορτία τριβέων καὶ δὴ ὅταν ἀναπτύσσωνται καὶ κραδασμοί.

— Ὅταν ἀντιμετωπίζωνται ἀκραῖαι θερμοκρασίαι.

— Ὅταν ἀπαιτῆται ἡ ἐλαχίστη ἐπίβλεψις.

— Ὅταν ἔχωμεν μεγάλας ἐλευθερίας τριβέων.

— Ὅταν ἀπαιτῆται στεγανότης ἔναντι ἐξωτερικῶν πηγῶν ρυπάνσεως.

— Ὅταν ἀπαιτῆται καθαριότης ἢ ἀποφυγὴ διαρροῶν.

Τὴν ἱκανότητα νὰ ἀντεπεξέρχωνται εἰς τὰς ἀνωτέρω συνθήκας λιπάνσεως τὰ γράσσα ὀφείλουν εἰς τὰς ἰδιότητας ποὺ ἔχουν, αἱ ὁποῖαι βεβαίως εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς συστάσεως καὶ τοῦ τρόπου ἐπεξεργασίας.

Αἱ σπουδαιότεραι ἐκ τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν εἶναι :

α) *Ἡ πολικότης (ἐμφάνισις ἠλεκτρικοῦ φορτίου) τοῦ μορίου* τῶν λιπῶν καὶ λιπαρῶν ὀξέων, ἐκ τῶν ὁποίων παράγονται τὰ στέατα· ἡ ἰδιότης αὐτὴ ἐξηγεῖ τὴν ηὐξημένην ἱκανότητα προσφύσεως ἐπὶ τῶν μετάλλων.

β) *Ἡ ἱκανότης νὰ διατηροῦν τὴν συνεκτικότητά των*, ἐκ τῆς ὁποίας ἐξαρτᾶται ἡ λιπαντικὴ των ἐνέργεια, εἰς εὐρέα ὅρια θερμοκρασιῶν

κυμαινόμενα ἀπὸ −100° F ἕως 300° F (−70° C ἕως 150° C).

γ) *Ἡ ἱκανότης τῶν νὰ παραμένουν ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν*, τὰς ὁποίας λιπαίνουν. Τοῦτο ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν διὰ τὰ μηχανήματα τῶν βιομηχανιῶν τροφίμων ἢ ὑφασμάτων, τῶν ὁποίων τὰ προϊόντα παραμένουν καθαρά.

δ) *Δὲν ἀπαιτοῦν ἰδιαίτερον δίκτυον λιπάνσεως*, τὸ ὁποῖον νὰ χρειάζεται συνεχῆ ἐπίβλεψιν, ἑπομένως εἶναι κατάλληλα διὰ τὴν χρησιμοποίησιν εἰς περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας ἡ συχνὴ ἀντικατάστασις τοῦ λιπαντικοῦ θὰ ἦτο δυσχερὴς καὶ ἀντιοικονομική, ὅπως συμβαίνει π.χ. μὲ τοὺς τριβεῖς τῶν τροχῶν τῶν αὐτοκινήτων, ποὺ λιπαίνονται μὲ στέατα.

ε) *Ἡ ἰσχυρὰ πρόσφυσις ἐπὶ τῶν μετάλλων* καὶ *ἡ ἀπώθησις τοῦ ὕδατος* ἐξασφαλίζουν τὴν διατήρησίν των ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν, ποὺ ὑφίστανται ἔκπλυσιν ἢ καταιονισμὸν δι' ὕδατος.

21·2 Παραγωγὴ στεάτων.

Αἱ πρῶται ὕλαι διὰ τὴν παραγωγὴν στεάτων εἶναι :

α) *Ὀρυκτέλαια*, τῶν ὁποίων ἡ ποιότης καὶ αἱ ἰδιότητες μεταβιβάζονται εἰς τὸ παραγόμενον στέαρ. Διὰ τὴν παραγωγὴν λ.χ. λίπους διὰ πολύστροφα μικροῦ φορτίου μηχανήματα ἀπαιτεῖται λιπαντικὸν μὲ μικρὸν ἰξῶδες. Ἑπομένως καὶ τὸ ὀρυκτέλαιον ποὺ θὰ χρησιμοποιηθῇ πρέπει νὰ ἔχη ἀνάλογον τιμὴν ἰξώδους. Ἀντιθέτως τριβεῖς μὲ ὑψηλὰ φορτία καὶ μικρὰς ταχύτητας θὰ πρέπει νὰ λιπαίνωνται μὲ στέατα παρεσκευασμένα μὲ ἔλαια ὑψηλοῦ ἰξώδους. Διὰ λίπανσιν ὑπὸ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν θὰ πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦνται ἔλαια μὲ μικρὰν πτητικότητα καὶ μεγάλην ἀντοχὴν εἰς ὀξείδωσιν. Τὰ συνθετικὰ ἔλαια (παράγρ. 17·4) καὶ κυρίως αἱ σιλικόναι χρησιμοποιοῦνται εἰς περιωρισμένην κλίμακα διὰ τὴν παρασκευὴν στεάτων εἰδικῆς φύσεως, κυρίως λόγω τοῦ ὑψηλοῦ κόστους των.

β) *Σάπωνες* προστίθενται διὰ τὴν ζελατινοποίησιν τῶν ὀρυκτελαίων καὶ τὴν ἀπόκτησιν τῆς ἡμιρρεύστου καταστάσεως, ὑπὸ τὴν ὁποίαν τὰ στέατα χρησιμοποιοῦνται. Οἱ σάπωνες, ὡς γνωστόν, εἶναι ἅλατα διαφόρων μετάλλων μὲ λιπαρὰ ὀξέα, ἤτοι ὀξέα ποὺ ὑπάρχουν εἰς τὰ διάφορα λίπη. Παράγονται διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὑδροξειδίων ἐπὶ λιπῶν, ἡ πρᾶξις δὲ αὐτὴ ὀνομάζεται *σαπωνοποίησις*, ἐπειδὴ ὁδηγεῖ εἰς τὸν σχηματισμὸν σάπωνος. Π.χ.

$$(C_{17}H_{35}CO)_3\ C_3H_5O_3 + 3\ NaOH = 3\ C_{17}H_{35}COONa + C_3H_5(OH)_3$$

Στεαρίνη + καυστικὴ = στεατικὸν νάτριον + Γλυκερίνη
(λίπος) σόδα (σάπων)

Οἱ σάπωνες οἱ προοριζόμενοι διὰ λιπαντικὰ λίπη προέρχονται ἀπὸ ζωικὰ λίπη, διότι αὐτὰ ἔχουν ὀλιγώτερα *ἀκόρεστα*, ἑπομένως μεγαλυτέραν χημικὴν σταθερότητα. Τὸ εἶδος τοῦ μετάλλου, μὲ τὸ ὁποῖον γίνεται ἡ σαπωνοποίησις, καθορίζει καὶ τὸ εἶδος τοῦ παραγομένου σάπωνος καὶ ἀποτελεῖ ἰδιαίτερον χαρακτηριστικὸν διὰ τὴν κατάταξιν καὶ ἀξιολόγησιν τοῦ στέατος ποὺ προκύπτει ἐξ αὐτοῦ. Ἔτσι διακρίνομεν στέατα μὲ σάπωνας νατρίου, στέατα μὲ σάπωνας καλίου, ἀσβεστίου, λιθίου κ.λπ., τῶν ὁποίων αἱ κύριαι ἰδιότητες ἐμφαίνονται εἰς τὸν Πίνακα 21·2·1.

Ἀντὶ σαπώνων διὰ τὴν ζελατινοποίησιν τῶν ὀρυκτελαίων δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθοῦν καὶ ἄλλαι οὐσίαι, μεταξὺ τῶν ὁποίων συνηθέστερον τὸ ἔνυδρον ὀξείδιον τοῦ πυριτίου (silica gel).

γ) *Λοιπὰ συστατικά.* Πλὴν τῶν ἐλαίων καὶ τῶν σαπώνων διὰ τὴν παραγωγὴν τῶν στεάτων χρησιμοποιοῦνται καὶ τὰ κάτωθι ὑλικά:

— *Ἀντιοξειδωτικὰ πρόσθετα*, ποὺ παρατείνουν τὴν ζωὴν τῶν στεάτων ἐπὶ πολὺ μεγάλα χρονικὰ διαστήματα.

— *Πρόσθετα ἐξαιρετικὰ ὑψηλῶν πιέσεων* (extreme pressure)· αὐξάνουν τὴν ἱκανότητα τοῦ λίπους νὰ ἀντεπεξέρχεται εἰς πολὺ μεγάλας πιέσεις, ἐνῶ λίαν ὑψηλὰ φορτία ἀντιμετωπίζονται διὰ προσθέτων ὡς τὸ *θειοῦχον μολυβδαίνιον*, ποὺ δὲν προσβάλλεται ἀπὸ τὸ ὕδωρ, τὰ ὀξέα ἢ τὰ ἀλκάλια.

— *Ἐπιβαρυντικαὶ ὕλαι (fillers)*, ὡς ὁ γραφίτης, ὁ τάλκης, ἡ λεπτῶς διαμερισμένη μίκα ἢ ὁ ἀμίαντος προστίθενται διὰ νὰ διευκολύνουν τὴν συγκράτησιν τοῦ λίπους ἐντὸς τῶν τριβέων κατὰ τὰς ἀποτόμους αὐξήσεις τοῦ φορτίου.

Ἡ ἀνάμιξις τῶν ἀνωτέρω συστατικῶν ἀκολουθεῖ τὰ ἑξῆς στάδια:

— *Σαπωνοποίησις.* Λίπη ἢ λιπαρὰ ὀξέα θερμαίνονται εἰς κατάλληλον δοχεῖον, ἀφοῦ προηγουμένως ἀναμιχθοῦν μὲ τὸ κατάλληλον ἄλκαλι.

— *Κατεργασία σάπωνος.* Εἰς τὸν σάπωνα προστίθεται τὸ ὀρυκτέλαιον καὶ ἀφυδατοῦται διὰ περαιτέρω θερμάνσεως ὑπὸ συνεχῆ ἀνάδευσιν.

— *Μορφοποίησις τοῦ στέατος.* Ἀφοῦ προστεθοῦν διάφοροι βελ

ΠΙΝΑΞ 21·2·1

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΣΤΕΑΤΩΝ

α/α	Είδος Στέατος	Κύριαι Ιδιότητες						Χρήσεις
		Ὑφή	Σημεῖον σταγόνος	Μεγίστη θερμοκρασία συνεχοῦς λειτουργίας	Ἀντοχὴ εἰς ὕδωρ	Ἀντοχὴ λειτουργίας	Παρατηρήσεις	
1	Μὲ σάπωνας Νατρίου	Λιπαρὰ ἢ ἰνώδης	160° C	115° C	Μετρία	Ἀρίστη	Ἐξαίρετος συμπεριφορὰ εἰς μετρίως ὑψηλὰς θερμοκρασίας	Γενικῶς ὅπου ἀπαιτοῦνται μετρίως ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι. Ἄριστον ἀντιτριβικὸν ἐπιπέδων τριβέων
2	Μὲ σάπωνας Ἀσβεστίου	Ἁπαλή, λιπαρὰ (βουτυρώδης)	90° C	75° C	Καλὴ	Ἀρκετὰ καλὴ	Ἀκατάλληλον διὰ θερμοκρασίας ἄνω τῶν 95° C, λόγω πλήρους ἀποσυνθέσεως	Ὡς λιπαντικὸν λίπος γενικῆς χρήσεως, εἰς λιπαντήρια λίπους (γρασσαδόρους)
3	Μὲ σάπωνας Λιθίου	Ἁπαλή, λιπαρὰ (βουτυρώδης)	170° C	135 °C	Καλὴ	Ἀρίστη	Στέαρ μὲ τὰ εὐρύτερα ὅρια θερμοκρασιῶν χρήσεως. Σταθερότης εἰς τὰς μηχανικὰς καταπονήσεις ἀρίστη	Ὡς λιπαντικὸν λίπος εἰς περιπτώσεις βαρείας καταπονήσεως τριβέων. Γενικῆς χρήσεως στέαρ ἀεροσκαφῶν
4	Μὲ σάπωνας Ἀργιλίου	Ἁπαλή, λιπαρά, ἐνίοτε ὑπὸ μορφὴν νηματώδη	90° C	85° C	Καλὴ	Μετρία	Σκληρύνεται εἰς θερμοκρασίαν ἄνω τῶν 100° C καὶ ἀποκτᾶ ἰσχυρὰν συνεκτικότητα	Δι' ἀμαξώματα καὶ τριβεῖς, ποὺ ὑφίστανται κραδασμοὺς καὶ γενικῶς ὅπου ἀπαιτεῖται ἰσχυρὰ προσκόλλησις, τὴν ὁποίαν τὸ στέαρ τοῦτο ὀφείλει εἰς τὴν συνεκτικότητα ποὺ ἀποκτᾶ κατὰ τὴν χρῆσιν
5	Μὲ σάπωνας Βαρίου	Ἁπαλὴ - Ἰνώδης	170° C	135° C	Καλὴ	Μετρία	Ἡ ἐξαιρετικὰ ὑψηλὴ περιεκτικότης εἰς σάπωνας ἐνδέχεται νὰ δυσχεραίνῃ τὴν διανομὴν τοῦ λίπους διὰ τῶν λιπαντηρίων εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας ἢ ὑπὸ λίαν ὑψηλὰς ταχύτητας	Στέαρ γενικῆς χρήσεως, ὑπὸ τοὺς περιορισμοὺς τῆς στήλης παρατηρήσεων

τιωτικαὶ οὐσίαι (additives) ἢ ἐπιβαρυντικαὶ ὕλαι (fillers), τὸ παραγόμενον στέαρ ἀναδεύεται ἐπὶ μακρὸν διὰ νὰ ἀποκτήση τελείαν ὁμοιογένειαν καὶ προστίθεται ὀρυκτέλαιον, ὥστε νὰ ἐπιτευχθῆ ἡ ἐπιθυμητὴ συνεκτικότης.

21·3 Ἰδιότητες τῶν στεάτων. Ποιοτικὸς ἔλεγχος.

Αἱ βασικαὶ ἰδιότητες τῶν στεάτων : πρόσφυσις, ἀντιδιαβρωτικότης, ἀντοχὴ εἰς ὕδωρ, σταθερότης (παράγρ. 21·1) ἐξασφαλίζονται διὰ τοῦ ποιοτικοῦ ἐλέγχου, ποὺ περιλαμβάνει τὰς κάτωθι κυρίως δοκιμάς :

1) Συνεκτικότης (consistency).

Διὰ τοῦ ὅρου συνεκτικότης νοεῖται ἡ συνοχὴ μεταξὺ τῶν συστατικῶν τοῦ στέατος, ὡς μέτρον τῆς ὁποίας λαμβάνεται ἡ *διεισδυτικότης* (penetration). Ἡ μέτρησις τῆς διεισδυτικότητος ἐργαστηριακῶς γίνεται διὰ πτώσεως τυποποιημένου μεταλλικοῦ κώνου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν δείγματος γράσσου (σχ. 21·3α) καὶ μετρήσεως τοῦ βάθους, εἰς τὸ ὁποῖον εἰσδύει ἡ κορυφὴ τοῦ κώνου ἐντὸς τοῦ στέατος. Προηγουμένως ἔχουν ρυθμισθῆ μὲ ἀκρίβειαν αἱ συνθῆκαι τῆς δοκιμῆς εἰς ὅ,τι ἀφορᾶ εἰς :

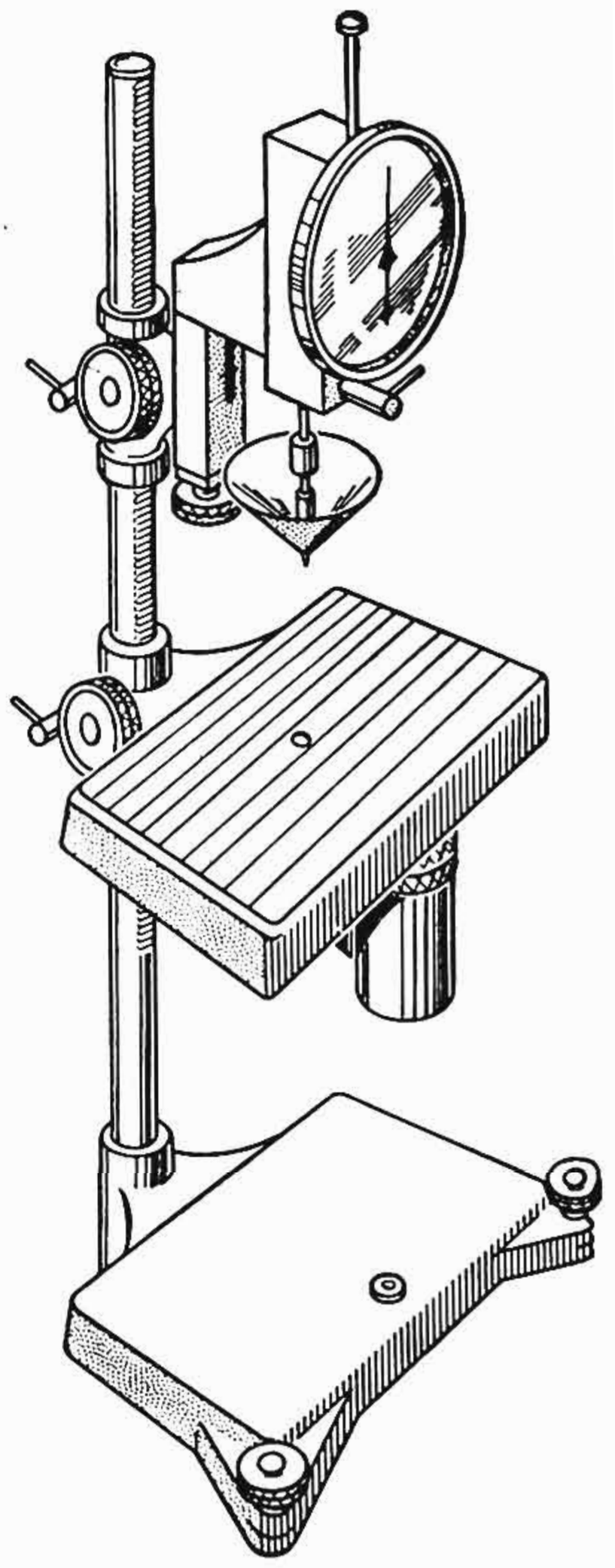
— Τὴν στάθμην, ἐκ τῆς ὁποίας ὁ κῶνος πίπτει.

— Τὴν κατεργασίαν, τὴν ὁποίαν τὸ δεῖγμα ἔχει ὑποστῆ.

— Τὴν θερμοκρασίαν τοῦ δείγματος (77° F).

Ὁ ἀριθμὸς διεισδυτικότητος ἐκφράζεται εἰς δέκατα τοῦ mm. Π.χ. διεισδυτικότης 210 σημαίνει ὅτι ὑπὸ τὰς ἀνωτέρω συνθήκας τὸ βάθος διεισδύσεως τοῦ ὀργάνου εἶναι 21 mm.

Ἡ σημασία τῆς συνεκτικότητος, ἐκφραζομένης διὰ τῆς μετρήσεως τοῦ βα-



Σχ. 21·3 α.

θμοῦ διεισδυτικότητος, ἐπεκτείνεται εἰς τὰ ἑξῆς χαρακτηριστικά:

α) Παρέχει μέτρον τῆς ἀντιστάσεως τοῦ στέατος εἰς τὴν ροήν.

β) Ἐλέγχεται δι' αὐτῆς ἡ ὁμοιομορφία τῆς παραγωγῆς.

γ) Παρέχει εἰς τὸν καταναλωτὴν τὴν εὐχέρειαν συγκρίσεως τῶν παραλαβῶν καὶ ἐπιλογὴν τοῦ καταλληλοτέρου ἀπὸ ἀπόψεως συνεκτικότητος στέατος.

Ἡ τιμὴ τῆς συνεκτικότητος ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ σάπωνος. Π.χ. οἱ σάπωνες ἀργιλίου προσδίδουν εἰς τὸ στέαρ ὑψηλὴν συνεκτικότητα, ἐνῶ οἱ σάπωνες ἀσβεστίου ἀποτελοῦν τὴν βάσιν παραγωγῆς στεάτων μικρᾶς συνεκτικότητος. Δευτερευόντως ἐπηρεάζουν τὴν συνεκτικότητα ἡ ἀναλογία τῶν συστατικῶν τοῦ στέατος, ἡ ἐπεξεργασία των καὶ ἡ ἀναλογία τοῦ περιεχομένου ὕδατος.

Ἀναλόγως τῆς συνεκτικότητος τὰ στέατα κατατάσσονται εἰς τὰς κάτωθι κατηγορίας:

Διεισδυτικότης εἰς 77° F (δέκατα τοῦ mm)	Ἀριθμὸς συνεκτικότητος
355 - 385	0
310 - 340	1
265 - 295	2
220 - 250	3
175 - 205	4
130 - 160	5
85 - 115	6

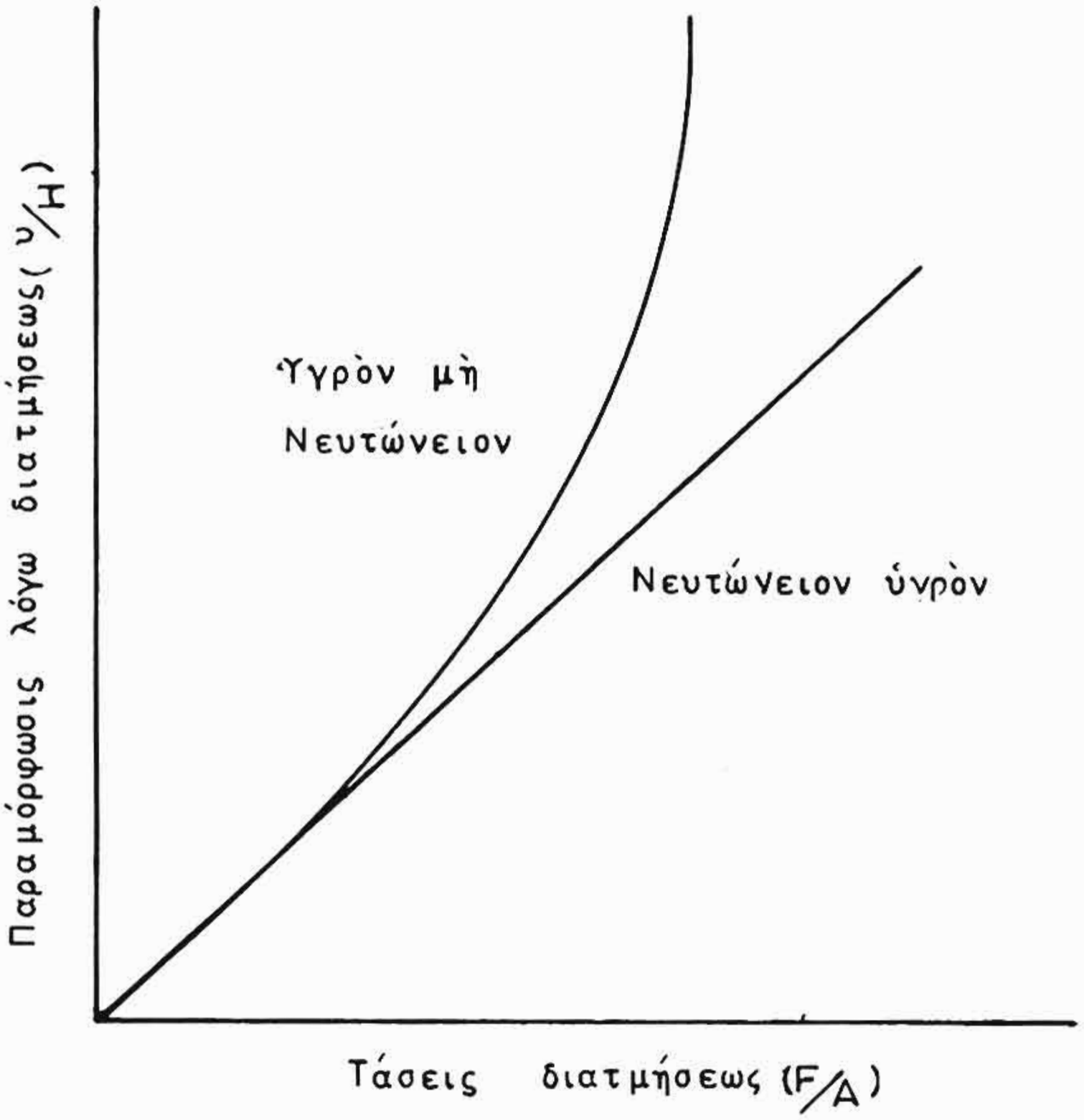
Ἐκ τῆς ἀνωτέρω κατατάξεως εἶναι φανερὸν ὅτι ὅσον μεγαλύτερος εἶναι ὁ ἀριθμὸς διεισδυτικότητος, τόσον ὀλιγώτερον συνεκτικὸν εἶναι τὸ στέαρ.

2) Τὸ φαινόμενον ἰξῶδες (apparent viscosity).

Εἰς τὰ λιπαντέλαια τὸ ἰξῶδες καθορίζεται διὰ τῆς σχέσεως $Z = \frac{F/A}{\upsilon/A}$ (παράγρ. 11·4), ποὺ ἀποτελεῖ τὴν μαθηματικὴν διατύπωσιν τοῦ Νόμου τοῦ Νεύτωνος, κατὰ τὸν ὁποῖον ἡ παραμόρφωσις τοῦ ρευστοῦ, ἡ ὁποία ἐν προκειμένω ἐκφράζεται διὰ τοῦ πηλίκου υ/H τῆς μεταβολῆς τῆς ταχύτητος ροῆς υ διὰ τῆς ἀποστάσεως H, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τάσιν διατμήσεως F/A, μὲ συντελεστὴν ἀναλογίας αὐτὴν ταύτην τὴν τιμὴν τοῦ ἀπολύτου ἰξώδους Z.

Τὰ λιπαντέλαια, ὡς καὶ κάθε ὑγρόν, ποὺ ὑπακούει εἰς τὸν ἀνωτέρω νόμον τοῦ Νεύτωνος, καλοῦνται *Νευτώνεια ὑγρὰ* (σχ. 21·3 β).

Ἀντιθέτως εἰς τὰ στέατα ὁ νόμος τοῦ Νεύτωνος δὲν ἰσχύει. Ἡ παραμόρφωσις λόγω διατμήσεως ὑπὸ τὴν αὐτὴν τάσιν εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα ἐκείνης, ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ Νευτώνεια ὑγρά. Τὰ ὑλικὰ αὐτά, ποὺ εὑρίσκονται συνήθως εἰς ἡμίρρευστον κατάστασιν, ὅπως εἶναι τὰ στέατα, ὀνομάζονται *μὴ Νευτώνεια* (σχ. 21·3 β).



Σχ. 21·3β.

Εἰς αὐτὰ τὸ πηλίκον $\frac{F/A}{\upsilon/H}$ καλεῖται *φαινόμενον ἰξῶδες* καὶ διατυπώνεται ὑπὸ τὴν γενικωτέραν του μορφήν :

$$\boxed{n = \frac{F}{S}}$$

ὅπου : n εἶναι τὸ φαινόμενον ἰξῶδες,
F ἡ τάσις διατμήσεως καὶ
S ἡ παραμόρφωσις λόγω διατμήσεως.

Ἐπειδὴ ἡ παραμόρφωσις διατμήσεως S δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ μετρηθῇ διὰ τοῦ λόγου υ/Η, μετρεῖται διὰ διαφόρων συμβατικῶν μεθό

δων. Εἰς τὴν συσκευήν, ποὺ προβλέπεται ὑπὸ τῶν ἀμερικανικῶν προδιαγραφῶν A.S.T.M., τὸ πρὸς μέτρησιν δεῖγμα φέρεται εἰς μεταλλικὸν κύλινδρον, ὅπου ὑποβάλλεται εἰς συμπίεσιν διὰ καταλλήλου ἐμβόλου καὶ ἐξέρχεται διὰ πλαγίων τριχοειδῶν σωλήνων. Ἡ ταχύτης ἐκροῆς ἐκ τῶν σωληνίσκων αὐτῶν παριστᾶ τὸν βαθμὸν παραμορφώσεως S, ἐνῶ ἡ ἐφαρμοζομένη ἐπὶ τοῦ στέατος πίεσις παριστᾶ τὴν κατα-
πόνησιν διατμήσεως F. Τὸ δεῖγμα προηγουμένως φέρεται ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν (συνήθως 77° F).

3) Σημεῖον σταγόνος.

Ἐπειδὴ λόγω συστάσεως τὰ λιπαντικὰ λίπη δὲν ἔχουν σαφὲς σημεῖον τήξεως, χρησιμοποιεῖται ὡς μέτρον τῆς θερμοκρασίας ρευστοποιήσεως τὸ λεγόμενον *σημεῖον σταγόνος*. Τοῦτο ὁρίζεται ὡς ἡ θερμοκρασία ἐκείνη, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ λίπος γίνεται ἀρκετὰ ρευστόν, ὥστε νὰ πέσῃ σταγὼν ἀπὸ ἕνα καψίδιον, εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ὀπὴ διαμέτρου $\frac{7''}{64}$. Τὸ σημεῖον σταγόνος παρέχει, κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ἔνδειξιν διὰ τὰ ὅρια θερμοκρασίας, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῇ ἕνα στέαρ. Πέρα τῆς θερμοκρασίας αὐτῆς ἄρχεται ἡ τῆξις εἰς τρόπον, ὥστε ἡ χρησιμοποίησίς του νὰ εἶναι προβληματική. Διὰ θερμοκρασίας χρήσεως κάτω τοῦ σημείου σταγόνος οὐδὲν πρόβλημα ἀνακύπτει.

4) Ἀντοχὴ εἰς ὀξείδωσιν.

Διὰ τῆς βαθμιαίας ἀπορροφήσεως ὀξυγόνου τὸ στέαρ ὑφίσταται ὀξείδωσιν, ἡ ὁποία τὸ ὁδηγεῖ εἰς προοδευτικὴν ἀποσύνθεσιν. Ἡ ἀντοχὴ εἰς τὴν ὀξείδωσιν αὐτὴν ἀποτελεῖ βασικῆς σημασίας χαρακτηριστικὸν τοῦ στέατος καὶ ἐλέγχεται ὡς ἑξῆς: Ἐντὸς χαλυβδίνης ὀβίδος, ἡ ὁποία φέρει θλιβόμετρον, τοποθετοῦνται 4 γρ. δείγματος λίπους εἰς θερμοκρασίαν 210° F καὶ ὑπὸ πίεσιν 110 p.s.i. Ἡ ταχύτης ὀξειδώσεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ταχύτητα ἀπορροφήσεως ὀξυγόνου ὑπὸ τοῦ στέατος, ἡ ὁποία μετρεῖται μὲ τὸν ρυθμὸν πτώσεως τῆς πιέσεως, ποὺ καταγράφει τὸ θλιβόμετρον τῆς συσκευῆς. Ἐπὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ὡς ἄνω δοκιμῆς δύναται νὰ βασισθῇ ἡ πρόβλεψις διὰ τὴν διάρκειαν ζωῆς τοῦ στέατος κατὰ τὴν ἀποθήκευσιν, χωρὶς νὰ δύναται ὅμως νὰ ἐπεκταθῇ μετὰ βεβαιότητος καὶ διὰ τὴν συμπεριφορὰν εἰς τὴν πρᾶξιν.

5) Ἀντίστασις εἰς τὸ ὕδωρ.

Συχνὰ κατὰ τὴν χρῆσιν του τὸ στέαρ ὑπόκειται εἰς τὴν παρατεταμένην ἐπίδρασιν ὕδατος, ἡ ὁποία δυνατὸν νὰ ἐπιφέρη τὴν ἀπομάκρυνσίν του ἐκ τῆς ἐπιφανείας τὴν ὁποίαν καλύπτει, ἂν δὲν ἔχη τὴν ἀπαιτουμένην ἀντοχὴν εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ ἀντοχὴ αὐτὴ ἐλέγχεται διὰ πληρώσεως εἰδικοῦ σφαιροτριβέως μὲ τὸ ὑπὸ ἐξέτασιν στέαρ, ὁ ὁποῖος ὑποβάλλεται εἰς καταιονισμὸν δι' ὕδατος ὑπὸ ὡρισμένην παροχὴν καὶ πίεσιν. Ἡ ἀντίστασις εἰς τὸ ὕδωρ μετρεῖται ἐκ τῆς διαφορᾶς βάρους τοῦ σφαιροτριβέως μετὰ τοῦ στέατος πρὶν καὶ μετὰ τὴν δοκιμήν.

Εἰς τὸν Πίνακα 21·3·1 παρέχονται αἱ τιμαὶ τῶν σπουδαιοτέρων φυσικοχημικῶν χαρακτηριστικῶν ἓξ τύπων στέατος, ὡς ἀναγράφονται εἰς τὴν ἀμερικανικὴν προδιαγραφὴν VV – G – 632.

ΠΙΝΑΞ 21·3·1

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΑΙ ΣΤΕΑΤΩΝ (VV - G - 632)

α/α	Κύρια χαρακτηριστικά	Τύπος Α'			Τύπος Β'		
		Grade 1	Grade 2	Grade 4	Grade 1	Grade 2	Grade 3
1	Γενικὸς χαρακτηρισμὸς τοῦ στέατος	Στέαρ ἁμαξωμάτων	Τριβέων τροχῶν	Ὑδραντλιῶν	Μαλακὸν	Μέσου τύπου	Σκληρὸν
2	Περιεκτικότης εἰς ἔλαιον % min	85	82	65	85	80	75
3	Ἰξῶδες τοῦ ἐλαίου εἰς 100° F, SSU, min	750	350	100	300	300	300
4	Σημεῖον ἀναφλέξεως τοῦ ἐλαίου, °F, min	350	350	315	350	350	350
5	Διεισδυτικότης	310-340	265-295	175-205	310-340	265-295	220-250
6	Ὕδωρ %, max	2	1,5	3	1,5	2	2,5
7	Σημεῖον σταγόνος, °F, min	200	300	210	185	185	185
8	Εἶδος σάπωνος	Na-Ca	Na	Ca	Ca	Ca	Ca

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

ΠΙΝΑΞ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

C		F	C		F
− 73	−100	−148	− 0,6	31	87,8
− 68	− 90	−130	0	32	89,6
− 62	− 80	−112	0,6	33	91,4
− 57	− 70	− 94	1,1	34	93,2
− 51	− 60	− 76	1,7	35	95
− 45,6	− 50	− 58	2,2	36	96,8
− 40	− 40	− 40	2,8	37	98,6
− 34,4	− 30	− 28	3,3	38	100,4
− 28,9	− 20	− 4	3,9	39	102,2
− 23,3	− 10	14	4,4	40	104
− 17,8	0	32	5,0	41	105,8
− 17,2	1	33,8	5,6	42	107,6
− 16,7	3	37,4	6,1	43	109,4
− 16,1	4	39,2	6,7	44	111,2
− 15,6	5	41	7,2	45	113
− 14,4	6	42,8	7,8	46	114,8
− 13,9	7	44,6	8,3	47	116,6
− 13,3	8	46,4	8,9	48	118,4
− 12,8	9	48,2	9,4	49	120,2
− 12,2	10	50	10	50	122
− 11,7	11	51,8	10,6	51	123,8
− 11,1	12	53,6	11,6	52	125,6
− 10,6	13	55,4	11,7	53	127,4
− 10	14	57,2	12,2	54	129,2
− 9,4	15	59	12,8	55	131
− 8,9	16	62,6	13,3	56	133,8
− 7,8	18	64,4	13,9	57	134,6
− 7,2	19	66,2	14,4	58	136,4
− 6,7	20	68	15	59	138,2
− 6,1	21	69,8	15,6	60	140
− 5,6	22	71,6	16,1	61	141,8
− 5,0	23	73,4	16,7	62	143,6
− 4,4	24	75,2	17,2	63	145,4
− 3,9	25	77	17,8	64	147,2
− 3,3	26	78,8	18,3	65	149
− 2,8	27	80,6	18,9	66	150,8
− 2,2	28	82,4	19,4	67	152,6
− 1,7	29	84,2	20	68	154,4
− 1,1	30	86	20,6	69	156,2

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

C		F	C		F
21,2	70	158	43,9	111	231,8
21,7	71	159,8	44,4	112	233,6
22,2	72	161,6	45	113	235,4
22,8	73	163,4	45,6	114	237,2
23,3	74	165,2	46,1	115	239
23,9	75	167	46,7	116	240,8
24,4	76	168,8	47,2	117	242,6
25	77	170,6	47,8	118	244,4
25,6	78	172,4	48,3	119	246,2
26,1	79	174,2	48,9	120	248
26,7	80	176,0	49,4	121	249,8
27,2	81	177,8	50	122	251,6
27,8	82	179,6	50,6	123	253,4
28,3	83	181,4	51,1	124	255,2
28,9	84	183,2	51,7	125	257
29,4	85	185	52,2	126	258,8
30	86	186,8	52,8	127	260,6
30,6	87	188,6	53,3	128	262,4
31,1	88	190,4	53,9	129	264,2
31,7	89	192,2	54,4	130	266
32,2	90	194	55	131	267,8
32,8	91	195,8	55,6	132	269,6
33,3	92	197,6	56,1	133	271,4
33,9	93	199,4	56,7	134	273,2
34,4	94	201,2	57,2	135	275
35	95	203	57,8	136	276,8
35,6	96	204,8	58,3	137	278,6
36,1	97	206,6	58,9	138	280,4
36,7	98	208,4	59,4	139	282,2
37,2	99	210,2	60	140	284
37,8	100	212	60,6	141	285,8
38,3	101	219,8	61,1	142	287,6
38,9	102	215,6	61,7	143	289,4
39,4	103	217,4	62,2	144	291,2
40	104	219,2	62,8	145	293
40,6	105	221	63,3	146	294,8
41,1	106	222,8	63,9	147	296,6
41,7	107	224,6	64,4	148	298,4
42,2	108	225,3	65	149	300,2
42,8	109	228,2	65,6	150	302
43,3	110	230	66,1	151	303,8

C		F	C		F
66,7	152	305,6	89,4	193	379,4
67,2	153	307,4	90	194	381,2
67,8	154	309,2	90,6	195	383
68,3	155	311	91,1	196	384,8
68,9	156	312,8	91,7	197	386,6
69,4	157	314,6	92,2	198	388,4
70	158	316,4	92,8	199	390,2
70,6	159	318,2	93,3	200	392
71,1	160	320	98,9	210	410
71,7	161	321,8	104,4	220	428
72,7	162	323,6	110	230	446
72,2	163	325,4	115,6	240	464
72,8	164	327,2	121,1	250	482
73,3	165	329	126,7	260	500
73,9	166	330,8	132,2	270	518
74,4	167	332,6	137,8	280	536
75,0	168	334,4	143,3	290	554
76,1	169	336,2	148,9	300	572
76,7	170	338	154,4	310	590
77,2	171	339,8	160	320	608
77,8	172	341,6	165,6	330	626
78,3	173	343,4	171,1	340	644
78,9	174	345,2	176,7	350	662
79,4	175	347	182,2	360	680
80	176	348,8	187,8	370	698
80,6	177	350,6	193,3	380	716
81,1	178	352,4	198,9	390	734
81,7	179	354,2	204,4	400	752
82,2	180	356	210	410	770
82,8	181	357,8	215,6	420	788
83,3	182	359,6	221,1	430	806
83,9	183	361,4	226,7	440	824
84,4	184	363,2	232,2	450	842
85	185	365	237,8	460	860
85,6	186	366,8	243,3	470	878
86,1	187	368,6	248,9	480	896
86,7	188	370,4	254,4	490	914
87,2	189	372,2	260	500	932
87,8	190	374	265,6	510	950
88,3	191	375,8	271,1	520	968
88,9	192	377,6	276,7	530	986

C		F	C		F
282,2	540	1004	298,9	570	1058
287,8	550	1022	304,4	580	1076
293,3	560	1040	310	590	1094

Ἡ *χρῆσις τοῦ πίνακος* γίνεται ὡς ἑξῆς: Ἐκκινοῦμεν ἀπὸ τὴν μεσαίαν στήλην ὅπου καὶ ἀνευρίσκομεν τὸν ἀριθμόν, ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν δεδομένην θερμοκρασίαν. Τὴν ζητουμένην θερμοκρασίαν ἀναζητοῦμεν εἰς τὴν δεξιὰν στήλην (F), ἂν αὐτὴ ζητῆται εἰς βαθμοὺς ^{0}F ἢ εἰς τὴν ἀριστερὰν στήλην (C), ἂν ζητῆται εἰς βαθμοὺς ^{0}C.

Π.χ. 20^0 C νὰ μετατραποῦν εἰς ^{0}F: Ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν 20 τῆς μεσαίας στήλης, πηγαίνομεν εἰς τὴν δεξιὰν στήλην (F), ὅπου διαβάζομεν τὴν ἔνδειξιν 68.

Ἄρα: 20^0 C = 68^0 F

Ἀντιθέτως 20^0 F μετατρεπόμενοι εἰς ^{0}C μᾶς δίδουν τὴν ἔνδειξιν $-6,7$, ποὺ εὑρίσκεται εἰς τὴν ἀριστερὰν στήλην (C).

Ἄρα: 20^0 F = $-6,7^0$ C

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΟΣ ΥΠΟΔΕΙΚΝΥΟΜΕΝΩΝ ΥΠΟ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ SHELL ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΔΙΑ ΤΟ ΠΛΟΙΟΝ Χ

α/α	ΛΙΠΑΙΝΟΜΕΝΟΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΤΜΗΜΑ Ἤ ΣΗΜΕΙΟΝ ΛΙΠΑΝΣΕΩΣ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΟΝ SHELL
1	ΚΥΡΙΑ ΜΗΧΑΝΗ Τετρακύλινδρος πετρελαιομηχανὴ Doxford, δίχρονος, ἰσχύος 4400 BHP εἰς 112 r.p.m.	α) Κύλινδρος β) Στροφαλοθάλαμος γ) Λιπαντήρια (Γρασσαδόροι)	Ἔλαιον ALEXIA 40 Ἔλαιον TALPA 30 Στέαρ ALVANIA No 3
2	Ἀντλίαι κυκλοφορίας ὕδατος ψύξεως	α) Λιπαντήρια	Στέαρ ALVANIA No 3
3	Ὠστικοὶ τριβεῖς (Michell)		Ἔλαιον TALPA 30
4	Μηχανισμὸς στρέψεως (πηδάλιον) ἠλεκτροκίνητος	α) Ἔδρανα ἠλεκτροκινητῆρος β) Κέλυφος ἁλύσου γ) Ἐγκιβωτισμένοι ὀδοντωτοὶ τροχοὶ δ) Ἀνοικτοὶ ὀδοντωτοὶ τροχοὶ	Στέαρ ALVANIA No 3 Ἔλαιον TALPA No 30 Ἔλαιον VALVATA No 79 Στέαρ BARBATIA No 4 (γραφιτωμένον)
5	Ἀκροπρυμναῖον ἔδρανον (στορεύς)	—	Θαλάσσιον ὕδωρ
6	Ἠλεκτρομηχαναί : α) Ντηζελογεννήτρια Paxman 4RPHZ ἰσχύος 45 kW β) Ἀτμογεννήτρια Sunderland 45 kW	α) Κύλινδροι καὶ ἔδρανα β) Ἔδρανα γεννητρίας α) Ἀτμοκύλινδροι β) Ἔδρανα γεννητρίας	Ἔλαιον TALONA No 30 TURBO OIL No 37 Ἔλαιον VALVATA No 79 TURBO OIL No 37
7	Ἀεροσυμπιεσταὶ Weir τριῶν βαθμίδων, ἀτμοκίνητοι	α) Ἀτμοκύλινδροι β) Στροφαλοθάλαμοι συμπιεστοῦ	Ἔλαιον VALVATA No 79 TURBO OIL No 37
8	Ἀντλίαι ἠλεκτροκίνητοι	Ἔδρανα ἠλεκτροκινητῆρος	Στέαρ ALVANIA No 3

9	'Αντλία πυρκαϊᾶς ντηζελοκίνητος (πετρελαιομηχανὴ Petter)	Στροφαλοθάλαμος πετρελαιομηχανῆς	TALONA No 30
10	'Αντλίαι ἀτμοκίνητοι (Weir) (Κύτους, τροφοδοτικαὶ λέβητος, μεταγγίσεως πετρελαίου, ἐλαίου, καυσίμου λέβητος, ἔρματος)	'Ατμοκύλινδροι, διωστῆρες, εὐθυντηρίαι	Ἔλαιον VALVATA No 79 Ἔλαιον TALPA No 30
11	Φυγοκεντρικοὶ καθαρισταί : α) Πετρελαίου β) 'Ελαίου λιπάνσεως	α) Ἔδρανα ἠλεκτροκινητῆρος β) 'Οδοντωτοὶ τροχοὶ καὶ ἔδρανα περιστρεφομένου τυμπάνου (Bowl)	Στέαρ ALVANIA No 3 Ἔλαιον TALPA No 50
12	'Ανεμιστῆρες	Ἔδρανα ἠλεκτροκινητήρων	Στέαρ ALVANIA No 3
13	'Ανυψωτὴρ (Γερανὸς) ἠλεκτροκίνητος, ἀνυψωτικῆς ἱκανότητος 6 τόννων	α) Ἔδρανα ἠλεκτροκινητῆρος καὶ λιπαντήρια β) 'Ανοικτοὶ ὀδοντωτοὶ τροχοὶ	Στέαρ ALVANIA No 3 Στέαρ BARBATIA No 4
14	Πηδάλιον	α) 'Υδραυλικὸν σύστημα β) Ἔδρανα κινητῆρος γ) Λιπαντήρια (Γρασσαδόροι)	TURBO OIL No 37 Ἔλαιον TALPA No 30 Στέαρ ALVANIA No 3
15	'Εργάτης (Emerson Walker)	α) Κύλινδροι β) Ἔδρανα (σφαιροτριβεῖς) γ) 'Ανοικτοὶ ὀδοντωτοὶ τροχοὶ	VALVATA OIL No 79 Στέαρ ALVANIA No 3 CARDIUM FLUID D
16	Μπίγα φορτίων	α) Κύλινδρος β) Στροφαλοθάλαμοι καὶ γρανάζια	Ἔλαιον VALVATA No 79 Ἔλαιον TALPA No 30
17	Μπίγα ἐπωτίδων	α) Ἔδρανα κινητήρων καὶ γρασσαδόροι	Στέαρ ALVANIA No 3
18	'Αντιδιαβρωτικὸν ὑγρὸν δικτύων ψύξεως κυρίας μηχανῆς Diesel		ENSIS FLUID No 256

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

ΤΥΠΟΙ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΤΑΙΡΙΩΝ (ΕΜΠΟΡΙΚΑΙ ΟΝΟΜΑΣΙΑΙ)

α/α	Προορισμός	Προτεινόμενα λιπαντικά						Κύρια χαρακτηριστικά
		B.P. 1	ESSO 2	MOBIL 3	SHELL 4	TEXACO 5	FINA 6	
	Α' ΕΛΑΙΑ Μ.Ε.Κ.							
1	Λίπανσις κυλίνδρων μηχανῶν Diesel (Diesel Cylinder oils)	BP Energol GLO 40M	Tro-Mar SR 40	Mobilgard 493	Alexia Oil 40	Taro Medium Taro Heavy	Stellano R 58	Ἔλαια ἀπορρυπαντικοῦ τύπου, βαρέων ἀπαιτήσεων (HD), ἐνισχυμένα μὲ ἀντιδιαβρωτικὰ πρόσθετα, ἀλκαλικῆς ἀντιδράσεως
2	Λίπανσις ἐδράνων καὶ ἐμβόλων. (Ἔλαια στροφαλοθαλάμων) (Diesel Crankcace oils)	BP Energol OE 175	Tro-Mar SR 30	Mobil DTE No 3 ἢ Mobilgard 300	Talpa Oil 30 ἢ Talona Oil 30	DORO 30 ἢ DORO AR 30	SOLCO B 46 ἢ Astrano SAE 30	Εἶναι ὁμοίως βαρέων ἀπαιτήσεων ἔλαια, μὲ ἰξῶδες τῆς τάξεως SAE 30 καὶ ὑψηλὸν δείκτην ἰξώδους (V.I.), κατάλληλα ὡς ἔλαια στροφαλοθαλάμων μηχανῶν Diesel
3	Λίπανσις μηχανῶν Diesel μὲ ἐνιαῖον σύστημα λιπάνσεως κυλίνδρων καὶ ἐδράνων	BP Energol IC-M ἢ BP Energol IC-HF	Tro-Mar HD 30 ἢ Tro-Mar SR	Mobilgard 312 ἢ Mobilgard 324	Cadinia ἢ Rotella T SAE 30	TARO Medium	Astrano 30	Ἰσχυρῶς ἐνισχυμένα μὲ ἀλκαλικὰ ἀπορρυπαντικὰ καὶ ἀντιοξειδωτικὰ πρόσθετα
	Β' ΛΙΠΑΝΣΙΣ ΜΗΧΑΝΩΝ ΑΤΜΟΫ							
4	Λίπανσις ἀτμοκυλίνδρων (κυλινδρέλαια)	BP Energol DC 700	Marmax 66	Mobil extra Hecla Super Cylinder Oil	Valvata Oil 79	650 T Min. Cyl. Oil	Cylan LP	Ἔλαια περιέχοντα πρόσθετα ὑποβοηθοῦντα τὸν σχηματισμὸν σταθεροῦ γαλακτώματος, ἱκανοῦ νὰ ἀνθίσταται εἰς τὴν ἀπόπλυσιν ἀπὸ τὸν ὑγροποιούμενον ἀτμὸν
5	Ὀρυκτέλαια ἀτμοστροβίλων (τουρμπινέλαια)	BP Energol TH 130EP	Esso - Mar EP	Heavy K Mobil DTE Oil	Turbo 37	Regal PE (R & O)	Turbine Oil EP, Heavy	Εἶναι ἐνισχυμένα μὲ πρόσθετα ὑψηλῶν πιέσεων (EP), ὥστε νὰ ἀνθίστανται ἐπιτυχῶς εἰς τὰς δυσμενεῖς συνθήκας ὑψηλῶν πιέσεων ἢ κρουστικῶν φορτίων, ποὺ ἀντιμετωπίζονται κυρίως εἰς τοὺς μειωτῆρας τῶν ἀτμοστροβίλων
	Γ' ΑΛΛΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ							
6	Ὑδραυλικὰ ἔλαια	BP Energol HLP	Esso-Mar ἢ Esso ATF	Mobil DTE Oil Series 10	Tellus	Regal Oil PC(R&O)	Hydran	Χρησιμοποιοῦνται εἰς πάσης φύσεως ὑδραυλικὰ συστήματα καὶ μηχανισμοὺς τῶν πλοίων
7	Ψυκτικὰ ἔλαια	BP Energol LPT 100	Zero-Mar R	Mobil Arctic Oil 300	Clavus Oil 33	Capella Oil D	Purfrigol 31	Ἔχοντα λίαν χαμηλὰ σημεῖα πήξεως προορίζονται διὰ τὴν λίπανσιν τῶν ψυκτικῶν μηχανημάτων
8	Ὀρυκτέλαια ὀδοντωτῶν τροχῶν	BP Energol GR-EP	Pen-O-Led	Mobil Compound ἢ Mobilgear	Talpa Oil 30 ἢ Macoma	Meropa Lubr. 3	Saturna	Ὀρυκτέλαια μὲ καλὴν ἀπόδοσιν εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας καὶ ἀντοχὴν εἰς μεγάλας πιέσεις. Ὑψηλὴ σταθερότης κατὰ τῆς ὀξειδώσεως
9	Λιπαντικὰ λίπη (γράσσα) γενικῆς χρήσεως	BP Energrease LS3	Beacon No 3	Mobilux No 2	Alvania No 3	Regal Starfak 2	Marson HTL	Γράσσα πολλαπλῶν χρήσεων μὲ ἀντιδιαβρωτικὰ καὶ ἀντιοξειδωτικὰ πρόσθετα. Συνήθως περιέχουν σάπωνας λιθίου
10	Στέαρ γραφιτωμένον	BP Energrease GP4 - G	—	Mobilgrease Special	Barbatia No 4	Grease 904	Mercon G	
11	Λιπαντικὸν ἀνοικτῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν (Open Gear Lubricant)	BP Energol GR 3000 - 2	Surett Fluid 30	Mobiltac	Cardium Fluid D	Crater 1x	Cabline 1030 FL	Εἶναι λιπαντικὸν ἐπικολλώμενον ἐπὶ τῶν λιπαινομένων ἐπιφανειῶν, τὰς ὁποίας ἐν συνεχείᾳ προστατεύει κατὰ τῆς σκωριάσεως. Ἀρχικῶς ἔχει ἡμίρρευστον μορφήν, ἀλλὰ μετὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ διαλύτου παραμένει μία λιπαντικὴ μεμβράνη ἰσχυρῶς προσκεκολλημένη ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν ποὺ πρόκειται νὰ προστατεύση
12	Ἀντισκωριακὸν σαπωνέλαιον	BP Energol SB 4	Kutwell 40	Solvac 1535	Dromus B	Soluble Oil C	Arusan 27	Ἀποτελεῖται ἀπὸ ἐλαιώδη οὐσίαν διαλυτὴν εἰς τὸ ὕδωρ, π[illegible] τὸ δίκτυον ψύξεως τῶν [illegible]ν, τὸ ὁποῖον προστατεύ[illegible]σεων

Ε Υ Ρ Ε Τ Η Ρ Ι Ο Ν

(Οἱ ἀριθμοὶ ἀναφέρονται εἰς σελίδας)

'Αέρια καύσιμα, φυσικὰ 105
ἀέρια καύσιμα, τεχνητὰ 106
ἀεριογόνα 107
ἀλειφατικοὶ ὑδρογονάνθρακες 12
ἀλλοιώσεις τῶν λιπαντικῶν 195
ἀλλοιώσεις φυσιολογικαὶ (λιπαντικῶν) 195
ἀναζωογόνησις τῶν λιπαντελαίων 203
ἀναμόρφωσις βενζίνης 28
ἀνεξάρτητος λίπανσις 165
ἀνθρακίτης 100
ἀνόρυξις πετρελαίου 21
ἀντιδραστήρ, πυρηνικὸς 112
ἀντικατάστασις τῶν ἐλαίων 202
ἀντίκλινον 20
ἀντικροτικὴ ἱκανότης βενζίνης 38
ἀντιοξειδωτικὰ πρόσθετα 136,196
ἀντιρρυπαντικὰ πρόσθετα 136, 174
ἀντοχὴ ἐλαίων εἰς τὴν ὀξείδωσιν 153, 193
ἀπαερίωσις φυσικοῦ πετρελαίου 10
A.P.I., βαθμοὶ 83
ἀποθέματα πετρελαίου 8, 9
ἀποκήρωσις ἢ ἀποπαραφίνωσις 133
ἀπορροφητικὰ φίλτρα 201
ἀπόσταξις 89
ἀποχρωματισμὸς ὀρυκτελαίων 134
ἀραιόμετρα 83
ἀριθμὸς ἀλκαλικότητος 154
ἀριθμὸς ἐξουδετερώσεως 154
ἀριθμὸς κατακρημνίσεως 82, 158
ἀριθμὸς κετανίων 47
ἀριθμὸς ὀκτανίων 39
ἀρωματικοὶ ὑδρογονάνθρακες 14
ἀσετυλίνη (ἀκετυλένιον) 108
ἀσφαλτικῆς βάσεως πετρέλαιον 10
ἀτμόφραξις 39
ἀτρακτέλαια 133
αὐτανάφλεξις γαιανθράκων 103

Βαλιστίτιδες 109
βαρέων ἀπαιτήσεων ἔλαια (HD) 175
βαρομετρικὴ μέθοδος διὰ τὴν ἀνακάλυψιν πετρελαίου 21
βελόνης, λιπαντήριον 167
βελτιωταὶ δείκτου ἰξώδους 136
βόραξ 141
βουτάνιον 107

Γαιάνθρακες 99
γαλακτώσεως, δοκιμὴ 158
γεωλογικαὶ ἔρευναι διὰ τὴν ἀνακάλυψιν πετρελαίου 20
γλυκερίνη 207
γρασσαδόροι 166
γραφίτης 141

Δειγματοληψία 144
δείκτης ἰξώδους (V.I.) 149
δεξαμενὴ ἡμερησίας καταναλώσεως 66
διασκορπισμὸς τοῦ καυσίμου 78
διαυγαστῆρες πετρελαίου 70, 71
διαχωρισταὶ ἀτμοῦ 184
διείσδυσις πετρελαίου ἐντὸς τοῦ θαλάμου καύσεως 79
διεισδυτικότης γράσσων 209, 210
διηθητικὰ φίλτρα 201
διηθητικὴ γῆ 201
διηλεκτρικὴ ἀντοχὴ μονωτικῶν ἐλαίων 191
διπλᾶ καύσιμα 110
διύλισις 24
δόμος ἅλατος 21

'Εκρηκτικὴ καῦσις βενζίνης 38
ἐκχύλισις 134
ἐλευθερίαι ἀξόνων 123
ἔλλειμμα μάζης 111
ἐνεργειακαὶ ἀνάγκαι 2
ἐνεργειακαὶ πηγαὶ 3
ἐξανθράκωμα 96, 155
ἐξανθρακώματος προσδιορισμὸς κατὰ Conradson 97, 155
ἐξανθρακώματος προσδιορισμὸς κατὰ Ramsbotton 97, 155
ἐξευγενισμὸς 134
ἐξευγενισμὸς προϊόντων πετρελαίου 28
ἐξωτερικὴ λίπανσις παλινδρομικῶν μηχανῶν 186
ἐξωτικὰ καύσιμα 44
ἐπίκαυσις 47, 49
ἐπιτήρησις ποιότητος λιπαντικῶν 143

ἑπτάνιον, κανονικὸν 39, 158
ἑστέρες διβασικῶν ὀξέων 138
ἑστέρες ὀργανοφωσφορικοὶ 138
ἑστέρες πυριτικοῦ ὀξέος 138
ἐσωτερικὴ λίπανσις παλινδρομικῶν μηχανῶν 183, 184
ἑτερογενῆ καύσιμα πυραύλων 109

Ζελατινοποιητικαὶ οὐσίαι 205, 207
ζελατινῶδες πυριτικὸν ὀξὺ 205

Ἠλεκτρικῶν μετασχηματιστῶν ἔλαια 191
ἡλιανθίνη 161

Θερμαντικὴ ἱκανότης 93
θερμαντικὴ ἱκανότης ἀνωτέρα (Q_A) 95, 101
θερμαντικὴ ἱκανότης κατωτέρα (Q_K) 95, 101
θείου προσδιορισμός, ἄμεσος 91
θείου προσδιορισμός, ἔμμεσος (δι' ἀμαυρώσεως ταινίας χαλκοῦ) 92
θερμιδόμετρον 94
θερμιδομετρικὴ ὀβὶς Mahler 94
θρυαλὶς 167

Ἰξῶδες 84, 146
ἰξῶδες ἀπόλυτον 85
ἰξῶδες κατὰ Furol (SSF) 87
ἰξῶδες κατὰ Saybolt 86
ἰξῶδες καυσίμων 84
ἰξῶδες κινηματικὸν 85
ἰξῶδες λιπαντικῶν 146
ἰξῶδες πετρελαίου Diesel 50
ἰξωδόμετρα 86, 149
ἰξωδόμετρον Cannon - Fenske 85
ἰξωδόμετρον Engler 86, 87
ἰξωδόμετρον Redwood 86, 87
ἰξωδόμετρον Saybolt 86
ἰξώδους δείκτης 149
ἰξώδους μονάδες 85, 87
ἰξώδους πίνακες μετατροπῆς 87
ἰσομέρεια 15
ἰσομερεῖς ὑδρογονάνθρακες 15
ἰσοοκτάνιον 39

Καθαριστῆρες πετρελαίου 70, 71
κατακρημνήσεως ἀριθμὸς 82, 158
καταλυτικὴ πυρόλυσις 30
κατανομὴ ἀποθεμάτων πετρελαίου 8
καύσιμα, ἀέρια 104
καύσιμα πυραύλων 109
καύσιμα πυρηνικὰ 111
καύσιμον ἐν διαλύσει ἐντὸς τοῦ ἐλαίου 157, 162, 197
καῦσις, μηχανισμὸς καύσεως 73
καῦσις, παράγοντες ἐπηρεάζοντες τὴν καῦσιν 76
κεντρικὴ λίπανσις 165
κεροζίνη 32
κετάνια 47
κλασματικὸς διαχωρισμὸς πετρελαίου 26
κλῖμαξ A.P.I. 83
κλῖμαξ S.A.E. 131
κόλλημα μηχανῆς 122
κτύπημα κινητῆρος 38
κυκλοπαραφῖναι 13
κυλινδρέλαια μηχανῶν Diesel 175, 179
κυλινδρέλαια παλινδρομικῶν μηχανῶν 185
κυλινδρέλαια σύνθετα 184
κὼκ 99

Λιγνίτης 100
λιθάνθρακες ἐν γένει 100
λιθάνθρακες πισσοῦχοι 100
λιθάνθρακες ὑποπισσοῦχοι 100
λιπάνσεως ἀποστολὴ 117
λίπανσις 117
λίπανσις δι' ἐμβαπτίσεως 165, 168
λίπανσις διὰ δακτυλίων 168
λίπανσις ἑδράνων 168
λίπανσις ὀδοντωτῶν τροχῶν 189
λίπανσις ὁριακὴ 123
λίπανσις ὑγρὰ 123
λιπαντέλαια ἀτμοστροβίλων 171
λιπαντέλαια M.E.K. 174
λιπαντέλαια παλινδρομικῶν μηχανῶν 184
λιπαντήρια λίπους 166
λιπαντήριον βελόνης 167
λιπαντικὰ πολλαπλοῦ ἰξώδους (Viscostatic-Multigrade) 177
λιπαντικῶν κατάταξις 130
λιπαντικῶν κύρια χαρακτηριστικὰ 129
λιπαρότης 126

Μαγνητικὰ φίλτρα 201
μαγνητικὴ μέθοδος διὰ τὴν ἀνακάλυψιν πετρελαίου 21
μαζοὺτ 54
μακροσκοπικὴ ἐξέτασις 145
μεθυλοναφθαλίνιον 47
μεταλλικὰ φίλτρα 201
μεταλλικαὶ προσμίξεις εἰς τὸ πετρέλαιον λεβήτων 61

μεταπτώσεις 20
μετασχηματιστῶν ἔλαια 191
μηχαναὶ διπλοῦ καυσίμου 104
μηχανὴ Caterpillar 160
μηχανικὰ λιπαντήρια 182
μηχανικαὶ δοκιμασίαι λιπαντικῶν 159
μονοκαύσιμα 110
μονωτικὰ ἔλαια 191

Ναφθέναι 13
ναφθενικοὶ ὑδρογονάνθρακες 13
νετρόνια 111
νευτώνεια ὑγρὰ 211

Ξέναι ὕλαι εἰς τὰ λιπαντέλαια 198
ξηρὰ ἐλαιολεκάνη 177
ξηρὰ τριβὴ 123
ξηρὸν ἀέριον 30
ξυλάνθρακες 98

'Οδοντωτῶν τροχῶν λίπανσις 189
ὀκτάνια, ἀριθμὸς ὀκτανίων 39
ὀλεφῖναι 13
ὁμογενῆ καύσιμα πυραύλων 109
ὀξείδωσις 1
ὀξείδωσις λιπαντελαίων 195, 198
ὀξύτης ὀρυκτελαίων 161
ὁριακὴ λίπανσις 123
ὀρυκτελαίων παραγωγὴ 132

Παραφινικῆς βάσεως πετρέλαιον 9
πλαγκτὸν 18
πλουτώνιον 111
πολικὸν διάγραμμα πιέσεων 124
πολυμερισμὸς 31
προανάφλεξις 39
προδιαγραφαὶ βενζίνης 43
προδιαγραφαὶ ἐλαίων M.E.K. 183
προδιαγραφαὶ ἐλαίων παλινδρομικῶν μηχανῶν 185
προδιαγραφαὶ μαζούτ 63
προδιαγραφαὶ πετρελαίου Diesel 53
προδιαγραφαὶ τουρμπινελαίου 172
προέλευσις τοῦ πετρελαίου 18
προθέρμανσις βαρέων καυσίμων 59
προληπτικὰ φθορᾶς 136
προπάνιον 107
προπορεία ἀναφλέξεως 40
προπορεία ἐγχύσεως 80
πρόσθετα λίαν ὑψηλῶν πιέσεων (Extreme Pressure) 173
πρόσφυσις λιπαντικῶν 129
προωθητικὰ διὰ διασπάσεως 110
προωθητικαὶ οὐσίαι πυραύλων 109
πτητικὰ συστατικὰ στερεῶν καυσίμων 102
πτητικότης βενζίνης 35
πτητικότης ἐλαίων 156
πτωχὸν ἀέριον 107
πυρηνικὴ πρόωσις 112
πυρηνικὸς ἀντιδραστὴρ 112
πυρόλυσις ἢ πυροδιάσπασις 29

Ραδιενεργὸς μέθοδος ἀνακαλύψεως πετρελαίου 21
ρητινώδη συστατικὰ βενζίνης 42
ροῆς, σημεῖον 92, 152

Σεισμολογικὴ μέθοδος ἀνακαλύψεως πετρελαίου 21
σημεῖον ἀναφλέξεως 89, 156
σημεῖον καύσεως 89, 156
σημεῖον νεφώσεως 152
σημεῖον πήξεως 92, 152
σημεῖον ροῆς 92, 152
σημεῖον σταγόνος 212
σιλικόναι 140
στεαρίνη 207
στέατα 205
στεατικὸν νάτριον 207
στερεὰ καύσιμα 98
στερεὰ λιπαντικὰ 140
συνεκτικότης γράσσων 209
συνθετικὰ λιπαντικὰ 137
συνθετικὴ βενζίνη 44
συντελεστὴς ἀντοχῆς λιπαντελαίων 155
συσκευὴ Pensky-Martin 89
συσκευὴ Reid 36
συστήματα λιπάνσεως 165

Τάλκης 141
ταπεινωταὶ σημείου ροῆς 136, 152
τάσις ἀτμῶν βενζίνης 35
τετρααιθυλικὸς μόλυβδος 40
τέφρας προσδιορισμὸς εἰς λιπαντέλαια 158
τέφρας προσδιορισμὸς εἰς στερεὰ καύσιμα 102
τουρμπινέλαια 172
τριβεῖς ἔνσφαιροι 169
τριβεὺς ὠστικὸς 170
τριβὴ 117
τριβὴ κυλίσεως 118
τριβὴ ὀλισθήσεως 118
τριβὴ στατικὴ 118, 123
τριβῆς ἀποτελέσματα 121
τριβῆς ἔργον 119
τριβῆς συντελεστὴς 118

Ὑγραέρια 107

ὑδαταέριον 44, 106
ὑδραζίνη 110
ὑδρογονάνθρακες 11
ὑδρογονάνθρακες ἀκόρεστοι 15
ὑδρογονάνθρακες ἀρωματικοὶ 14, 134
ὑδρογονάνθρακες ναφθενικοὶ 12, 134
ὑδρογονάνθρακες παραφινικοὶ 12, 134
ὑπερτροφοδότησις βενζινομηχανῶν 41

Φίλτρα ἀπορροφητικὰ 201
φίλτρα αὐτοκαθαριζόμενα 68
φίλτρα μαγνητικὰ 201
φίλτρα μεταλλικὰ 66, 201
φίλτρα διηθητικὰ 66
φορητὸν ἐργαστήριον 161
φουρφουράλη 134
φυγοκεντρικοὶ καθαριστῆρες 69, 199
φυσικὸν πετρέλαιον 8
φωταέριον 106
φωτιστικὸν πετρέλαιον 32

Χαλινωταὶ ὀξειδώσεως 136
χημικὰ πρόσθετα 135
χρῶμα λιπαντικῶν 146

Ψεκασμὸς πετρελαίου πρὸς καῦσιν 78
ψυκτικῶν μηχανῶν λίπανσις 187
ψῦξις ἐξαερωτῆρος 37
ψῦξις κυλίνδρων M.E.K. 180

Ὡστικοὶ τριβεῖς 169, 170

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ: Α/ΦΩΝ Γ. ΡΟΔΗ - ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ 59 - ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΝ