



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ
ΜΗΧΑΝΙΚΑΤΑ
ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΤΟΜΟΣ Α'



1954



ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ





ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς προέβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγων για την πρόοδο του Έθνους μας.

Την πεποίθησή του αυτή ο Ευγενίδης εκδήλωσε με τη γενναιόφρονα πράξη ευεργεσίας, να κληροδοτήσει σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος, που θα είχε ως σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι, το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ίδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του Μαρ. Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη. Το έργο του Ιδρύματος συνεχίζει από το 1981 ο κ. Νικόλαος Βερνίκος - Ευγενίδης.

Από το 1956 έως σήμερα η συμβολή του Ιδρύματος στην τεχνική εκπαίδευση πραγματοποιείται με διάφορες δραστηριότητες. Όμως απ' αυτές η σημαντικότερη, που κρίθηκε από την αρχή ως πρώτης ανάγκης, είναι η έκδοση βιβλίων για τους μαθητές των Τεχνικών και Επαγγελματικών Σχολών και Λυκείων.

Μέχρι σήμερα, με τη συνεργασία με τα Υπουργεία Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και Εμπορικής Ναυτιλίας, εκδόθηκαν εκατοντάδες τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια αντίτυπα. Τα βιβλία αυτά κάλυπταν ή καλύπτουν ανάγκες των Κατωτέρων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ), των Τεχνικών και Επαγγελματικών Λυκείων, των Τεχνικών Επαγγελματικών Σχολών και των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η συγγραφή και έκδοση βιβλίων ποιότητας, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και ως προς την εμφάνιση, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους μαθητές.

Για την επιστημονική και παιδαγωγική αρτιότητα των βιβλίων τα κείμενα υποβάλλονται σε πολλές επεξεργασίες και βελτιώνονται πριν από κάθε νέα έκδοση συμπληρούμενα καταλλήλως.

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στη γλωσσική διατύπωση των βιβλίων, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα σωστή και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να συμβάλλουν στη γλωσσική κατάρτιση των μαθητών.

Έται, με απόφαση που ίσχυσε ήδη από το 1956, όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις τότε Κατώτερες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, ήταν γραμμένα σε γλώσσα δημοτική, με βάση τη γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα βιβλία ήταν γραμμένα στην απλή καθαρεύουσα. Σήμερα ακολουθείται η γραμματική που διδάσκεται στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσεως. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων ανατίθεται σε φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα, η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου, περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος και συμβάλλουν στη σωστή «λειτουργικότητα» των βιβλίων.

Το Ίδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέση στη διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας το 1978 και την έκδοση των βιβλίων για τις νέες Τεχνικές Επαγγελματικές Σχολές και τα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα πάντοτε με τα εγκεκριμένα Αναλυτικά Προγράμματα του Π.Ι. και του ΥΠΕΠΘ.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.

Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Σταμάτης Παλαιοκρασάς, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Χρήστος Σιγάλας, Δι/ντής Σ.Π. Δευτ. Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.

Σύμβουλος εκδόσεων του Ιδρύματος **Κ. Α. Μανάφης**, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής, **Γεώργιος Ανδρεάκος**.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής (1955-1959) Καθηγητής ΕΜΠ, Αγγελος Καλογεράς (1957-1970) Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957-1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπετσιέρης (1956-1959), Νικόλαος Βασιώπης (1960-1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968-1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Παναγιώτης Χατζηιωάννου (1977-1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Αλέξανδρος Ι. Παππάς (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, Χρυσόστομος Καβουνίδης (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Γεώργιος Ρούσσος (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ, Δρ. Θεόδοσης Παπαθεοδοσίου (1982-1984) Δι/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου (1985-1988) Μηχανολόγος, Δι/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Γεώργιος Σταματίου (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δι/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Σωτ. Γκλαβάς (1989-1993) Φιλόλογος, Δι/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.

Ι ΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΤΟΜΟΣ Α'

ΚΑΛΛΙΟΠΗΣ ΙΩΑΝ. ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ - ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ
& ΧΗΜΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ
1997





ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα Μηχανήματα Τεχνικών Έργων, λόγω της ευρύτατης χρησιμοποιήσεώς τους σε τεχνικά έργα κάθε φύσεως, αποτελούν ειδική κατηγορία μηχανημάτων και εξετάζονται χωριστά.

Το βιβλίο αυτό, προοριζόμενο κυρίως για τους μαθητές των Τεχνικών Σχολών, σκοπό έχει τη μετάδοση στοιχειωδών βασικών γνώσεων, κυρίως όσον αφορά στη δομή, τη λειτουργία, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και το πεδίο εφαρμογής των κυριοτέρων από τα μηχανήματα αυτά.

Για δους επιθυμούν περισσότερες λεπτομέρειες για τους επί μέρους μηχανισμούς, καθώς και για τους ενδιαφερόμενους για στοιχειώδη θεωρητική θεμελίωση της αλληλεξαρτήσεως μεγεθών, τα οποία παρεμβαίνουν στη λειτουργία, τις επιδόσεις, τους κανόνες ασφαλείας κλπ. των μηχανημάτων, έχουν παρεμβληθεί παράγραφοι με μικρότερα στοιχεία, που δεν ανήκουν στη διδακτέα ύλη.

Επίσης με μικρότερα στοιχεία αναγράφονται παράγραφοι σχετικές με παλαιότερα ή λιγότερο εύχρηστα μηχανήματα.

Στο βιβλίο γίνεται μεγάλη χρήση - ίσως κατάχρηση - παραπομών. Αυτό κρίθηκε σκόπιμο, καθ' ότι επανασυνδέει στοιχεία, τα οποία χωρίσθηκαν για λόγους κατατάξεως της ύλης, βοηθά στη συσχέτιση των περιπτώσεων και στην επισήμανση ομοιοτήτων και διαφορών. Επίσης συμβάλλει στην ευκολότερη και σταθερότερη απομνημόνευση βάσει του νόμου του συνειρμού. Τέλος, με τη συνεχή υπόμνηση των ομοειδών περιπτώσεων, ο μαθητής συνηθίζει στη συγκριτική επεξεργασία των γνώσεων και εμβαθύνει περισσότερο σ' αυτές.

Λόγω του όγκου της σχετικής ύλης δεν ήταν δυνατό να εξετασθούν στον τόμο αυτό όλες οι κατηγορίες των μηχανημάτων τεχνικών έργων. Ως εκ τούτου έχουν περιληφθεί μόνον ελκυστήρες και οι εκσκαφείς γενικής χρήσεως. Για τους διάφορους εκσκαφείς ειδικών

χρήσεων (αυλακωτήρες, βιθοκόρους κλπ.) και τα λοιπά μηχανήματα
Τεχνικών Έργων θα ακολουθήσει η έκδοση δεύτερου τόμου.

Την Επιτροπή Εκδόσεων του Ιδρύματος καθώς και το Εκδοτικό
Τμήμα ευχαριστώ θερμότατα για τις προσπάθειές τους ώστε το βιβλίο
να εκδοθεί όσο το δυνατόν αρτιότερα.

Η συγγραφέας



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

0.1 Τα χωματουργικά μηχανήματα αποτελούν τον κύριο μηχανικό εξοπλισμό για την κατασκευή τεχνικών έργων, στα οποία απαιτούνται:

- Εκσκαφές και μετακινήσεις όγκων χώματος, προκειμένου να σχηματισθούν κοιλότητες ορισμένου ή μη γεωμετρικού σχήματος (λάκκοι, τάφροι για θεμελιώσεις ή άλλα έργα, χαντάκια αγωγών, διώρυγες κλπ.), να γίνουν εκβαθύνσεις βυθών, διανοίξεις διόδων (δρόμων κλπ.), επιχωματώσεις, αναχώματα (χωμάτινα υψώματα κατά μήκος των οχθών ποταμών), να αποξηρανθούν έλη, να αποκομισθούν από το έδαφος ή από τους βυθούς υλικά για διάφορες χρήσεις, να εξορυχθούν μεταλλεύματα κλπ.

- Διαμορφώσεις και ισοπεδώσεις εδαφών.
- Συμπύκνωση για τη σταθεροποίηση χωματίνων όγκων.
- Θρυμματισμός και ανάμιξη του εδάφους με άλλα υλικά.

Πολλά χωματουργικά μηχανήματα, όταν εφοδιασθούν με ειδικές εξαρτήσεις, χρησιμοποιούνται και για εκδασώσεις, εκχερσώσεις, εκχιονισμούς, αναμόχλευση εδαφών κλπ.

Τα χωματουργικά μηχανήματα μετακινούνται από τη μία θέση στην άλλη αυτοπροωθούμενα, ελκόμενα, ή φορτωμένα επάνω σε ελκυστήρες, φορτηγό αυτοκίνητο ή ρυμούλκα.

Οι ειδικές εργασίες, τις οποίες εκτελούν τα διάφορα είδη χωματουργικών μηχανημάτων, είναι οι εξής:

- Εκσκαφή και στη συνέχεια φόρτωση του εκσκαπτόμενου υλικού σε οχήματα ή τοποθέτηση αυτού σε σωρούς (εκσκαφείς κάθε είδους, φορτωτές, αυλακωτήρες).
- Παραλαβή χώματος από μία θέση και απόθεσή του σε μεγάλη απόσταση (αποθέτες).
- Εκσκαφή βυθών και μεταφορά ή αποθήκευση του εκσκαπτόμενου υλικού (βυθοκόροι).
- Εκσκαφή και μεταφορά του υλικού σε μικρές αποστάσεις (προωθητήρες).
- Εκσκαφή, μεταφορά και διάστρωση του υλικού (αποξεστήρες).
- Διαμόρφωση χωματίνων επιφανειών με επιφανειακή εκσκαφή και μεταφορά χώματος βάσει καθορισμένου σχε-

δίου, ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή τελική μορφή (διαμορφωτήρες).

- Ισοπέδωση επιφανειών με απόσπαση και μεταφορά χώματος από τις προεξοχές στις εσοχές τους (ισοπεδωτήρες και καμιά φορά προωθητήρες, διαμορφωτήρες, αποξεστήρες).
- Συμπύκνωση εδαφών με πίεση ή με την πρόκληση δονήσεων (μηχανήματα συμπυκνώσεως με κυλίνδρους ή με ελαστικούς τροχούς, δονητές).
- Εκρίζωση θάμνων ή δένδρων (ελκυστήρες με ειδικές εξαρτήσεις, ριζοκόπτες κλπ.).
- Θρυμματισμός και ανάμιξη του εδάφους με άλλα υλικά (θρυμματιστές-αναμικτήρες).
- Απομάκρυνση χιονών είτε με τον εκτοπισμό τους στα πλάγια (εξαρτήσεις εκχιονισμού σε διαμορφωτήρες), είτε με εκτόξευσή τους σε απόσταση ή σε φορτηγά οχήματα (εκχιονιστικές φρέζες).

Τα χωματουργικά μηχανήματα είναι ή συνεχούς λειτουργίας, δηλαδή από ένα μέρος να σκάβουν και από άλλο να εκκενώνουν συνεχώς το υλικό (εκσκαφείς και αυλακωτήρες με αλυσίδα κάδων ή με καδοφόρο τροχό, φορτωτές με μεταφορέα κλπ.), ή περιοδικής λειτουργίας, να εκτελούν δηλαδή ένα κύκλο εργασίας, ο οποίος να επαναλαμβάνεται περιοδικώς (εκσκαφείς ή φορτωτές με ένα κάδο, βυθοκόροι με αρπαγή, αποξεστήρες κλπ.).

Η θέση εκσκαφής μπορεί να βρίσκεται:

- Υψηλότερα από την επιφάνεια εδράσεως του μηχανήματος (εκσκαφείς με εξάρτηση τσάπας, εκσκαφείς με καδοφόρο τροχό).
- Χαμηλότερα από την επιφάνεια εδράσεως του μηχανήματος (εκσκαφείς με εξάρτηση ανεστραμμένης τσάπας, αρπάγη, συρόμενο κάδο, αυλακωτήρες, βυθοκόροι).
- Στο ίδιο περίπου επίπεδο με την επιφάνεια εδράσεως του μηχανήματος (διαμορφωτήρες, ισοπεδωτήρες, αποξεστήρες).

Οι ελκυστήρες άλλοτε αποτελούν τμήμα χωματουργικών μηχανημάτων (προωθητήρων, φορτωτών κλπ.) και άλλοτε έλκουν χωματουργικά μηχανήματα (ελκόμενους αποξεστήρες, ισοπεδωτήρες κλπ.).

Γι' αυτό και εξετάζονται μαζί με τα χωματουργικά μηχανήματα.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

1.1 Χρήσεις ελκυστήρων.

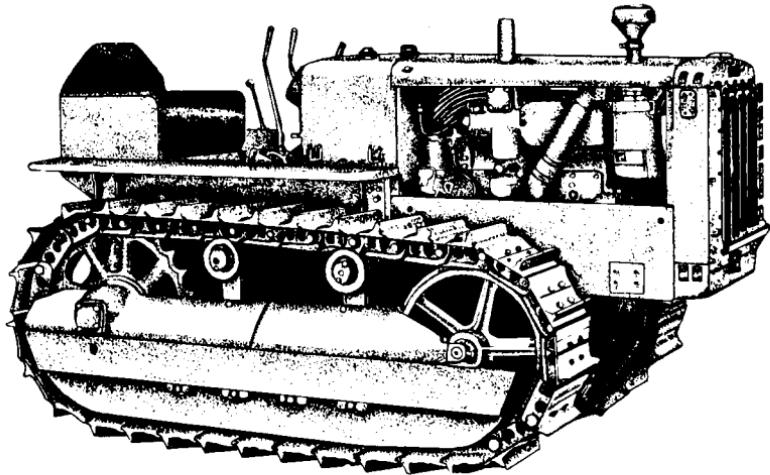
Οι ελκυστήρες (tractérs-tractors-schlepper-tracteurs) είναι αυτοπροωθούμενα οχήματα, που κινούνται ή με τροχούς (**τροχοφόρα**) (σχ. 1.1α), ή με ερπύστριες (**ερπυστριοφόρα**) (σχ. 1.1β).

Οι ελκυστήρες έχουν τη δυνατότητα:

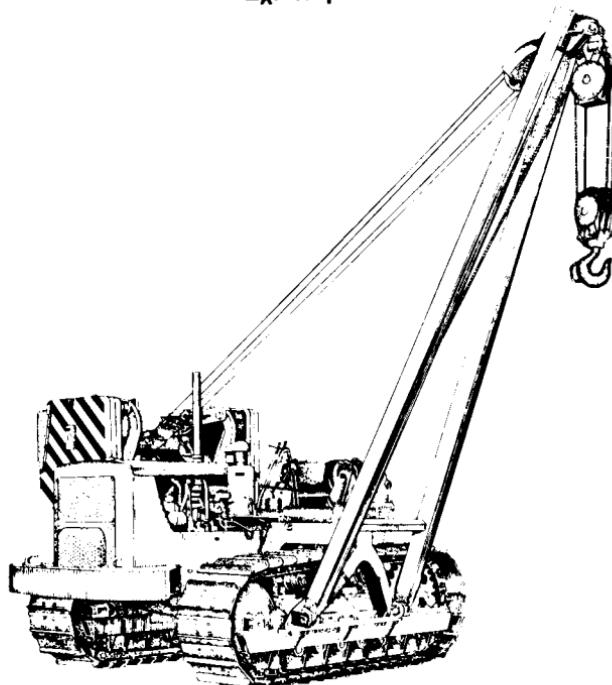
- Να σύρουν ή να ωθούν διάφορα μηχανήματα (αεροσυμπιεστές, μπετονιέρες κλπ.), οχήματα, χωματουργικά μηχανήματα (αποξεστήρες, ισοπεδωτήρες, κυλίνδρους συμπυκνώσεως κλπ.), μηχανήματα οδοποιίας, εργαλεία εδάφους, βαριά αντικείμενα κλπ.



Σχ. 1.1α.



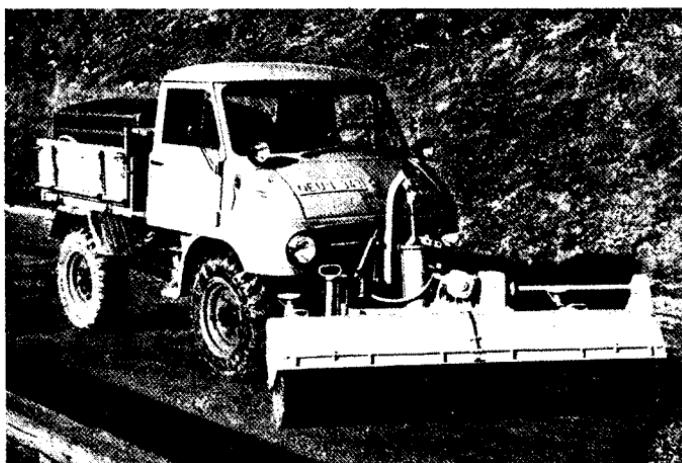
Σχ. 1.1β.



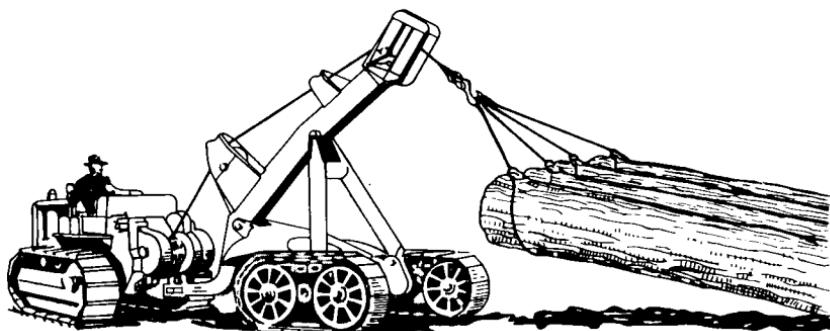
Σχ. 1.1γ.

- Να έχουν διάφορες εξαρτήσεις για εργασίες κατά την πορεία, π.χ. εξαρτήσεις προωθητήρα, φόρτωτή, αναμοχλευτήρα, γερανού για την τοποθέτηση γραμμής σωλήνων μέσα σε αυλάκια (σχ. 1.1γ), εξαρτήσεις κυλινδρικής ψήκτρας (σαρώθρου) για τον καθαρισμό δρόμων (σχ. 1.1δ), ειδική εξαρτηση για τη μεταφορά κορμών ή άλλων αντικειμένων (σχ. 1.1ε και 1.1στ).

Διαθέτουν συνήθως μηχανισμούς μεταδόσεως κινήσεως, π.χ. βαρούλκα, υδραυλικά συστήματα, δυναμολήπτες (Ρ.Τ.Ο.), τροχαλίες κλπ., για τη λειτουργία των διαφόρων μηχανισμών των ελκομένων ή των εξαρτήσεων.



Σχ. 1.1δ.



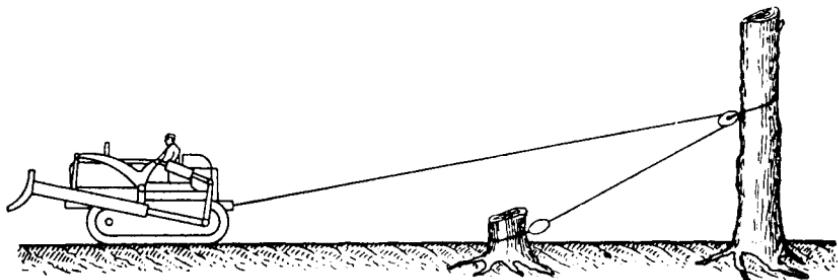
Σχ. 1.1ε.



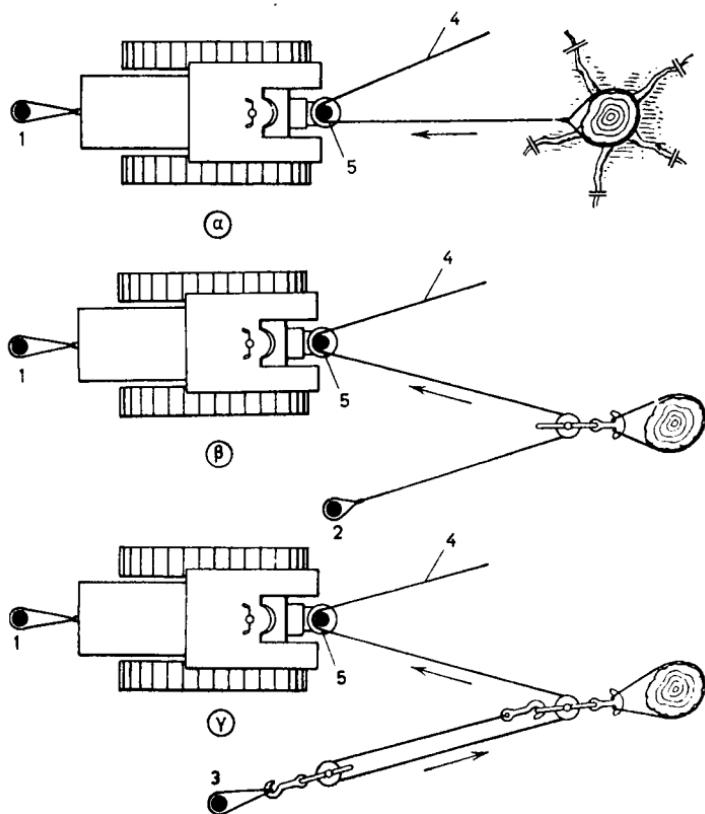
Σχ. 1.1στ.



Σχ. 1.1ζ.



Σχ. 1.1η.



Σχ. 1.1θ.

- α) Μικρή σχετικά αντίσταση. β) Χρήση ελεύθερης τροχαλίας για μεγαλύτερες αντιστάσεις. γ) Χρήση πολυσπάστου για ακόμη μεγαλύτερες αντιστάσεις [1, 2 και 3. Σταθερά σημεία. 4. Ελεύθερο άκρο συρματοσχοίνου (συγκρατείται με το χέρι). 5. Βαρούλκο].

Ελκυστήρες χρησιμοποιούνται επίσης για άσκηση ελκτικών δυνάμεων για διάφορους σκοπούς, όπως π.χ. για την εκρίζωση δένδρων με τη βοήθεια αλυσίδων (σχ. 1.1ζ) ή συρματοσχοίνων (σχ. 1.1η).

Η έλξη μπορεί να ασκηθεί και με βαρούλκο, το οποίο τίθεται σε περιστροφική κίνηση (σχ. 1.1θ).

Οι καθαρά γεωργικοί ελκυστήρες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως στη γεωργία, δεν εξετάζονται εδώ.

Η ικανότητα του ελκυστήρα να σύρει ή να ωθεί τα διάφορα ελκόμενα αντικείμενα ή τις εξαρτήσεις χαρακτηρίζεται από τη μέγιστη ισχύ, που μπορεί να διαθέσει για την έλξη ή την ώθηση, πριν να μειωθούν οι στροφές του κινητήρα ή να αυξηθεί η ολίσθηση (παράγρ. 1.4) τόσο, ώστε να αρχίσει να μειώνεται η ισχύς έλξεως (παράγρ. 1.5). Οι τιμές της ισχύος αυτής φθάνουν τους 300 έως 350 PS σε μεγάλους ελκυστήρες με 2 κινητήρες.

Σε περιπτώσεις, όπου ενδιαφέρει περισσότερο η δύναμη και λιγότερο η ταχύτητα έλξεως, η ικανότητα χαρακτηρίζεται από τη μέγιστη δύναμη έλξεως (παράγρ. 1.4).

1.2 Δυνάμεις και ροπές που ενεργούν στους ελκυστήρες.

Ας θεωρήσουμε τη γενική περίπτωση ελκυστήρα, ο οποίος προχωρεί πάνω σε γραμμή κλίσεως κεκλιμένου εδάφους, ενώ εκτελεί στροφή και υφίσταται επιτάχυνση ή επιβράδυνση κατά την κίνησή του.

Οι δυνάμεις που ενεργούν τότε στον ελκυστήρα είναι (σχ. 1.2):

- **To βάρος του Β**, το οποίο, αναλυόμενο παράλληλα και κάθετα προς τη γραμμή κλίσεως του εδάφους, δίνει τις συνιστώσες Β . ημφ και Β . συνφ αντιστοίχως (φ είναι η γωνία κλίσεως του εδάφους). Από τις συνιστώσες αυτές η πρώτη στον ανήφορο μεν αποτελεί αντίσταση στην προώθηση, ενώ στον κατήφορο συμβάλλει στην προώθηση.
- **Η αντίσταση του φορτίου ή "φορτίο" Φ**, είναι η συνισταμένη των αφελίμων αντιστάσεων που υπερνικά ο ελκυστήρας, η οποία εφαρμόζεται στη δοκό έλξεως, όταν ο ελκυστήρας ασκεί έλξη (σχ. 1.2) (Drawbar Pull, Hakenzugkraft, Effort a la barre) ή στο εργαλείο ωθήσεως (π.χ. το μαχαίρι προωθητήρα), όταν ο ελκυστήρας ωθεί.
- **Η διεύθυνση της δυνάμεως Φ**, σε περίπτωση έλξεως του φορτίου, καθορίζεται από τη διεύθυνση της ράβδου συνδέσεως μεταξύ ελκυστήρα και ελκόμενου.
- **Η αντίσταση του αέρα**, η οποία ενεργεί κατά τη διεύθυνση μεν της γραμμής πορείας αλλά κατ' αντίθετη φορά, όταν είναι νηνεμία. Όταν πνέει άνεμος η διεύθυνσή της εξαρτάται και από τη διεύθυνση του ανέμου.

Η τιμή της είναι ανάλογη προς το τετράγωνο της σχετικής ταχύτητας μεταξύ ελκυστήρα και ανέμου.

Σε περίπτωση νηνεμίας η αντίσταση του αέρα είναι σχεδόν ασήμαντη και γίνεται αισθητή, όταν πνέει ισχυρός άνεμος αντίθετος προς τη γραμμή πορείας.

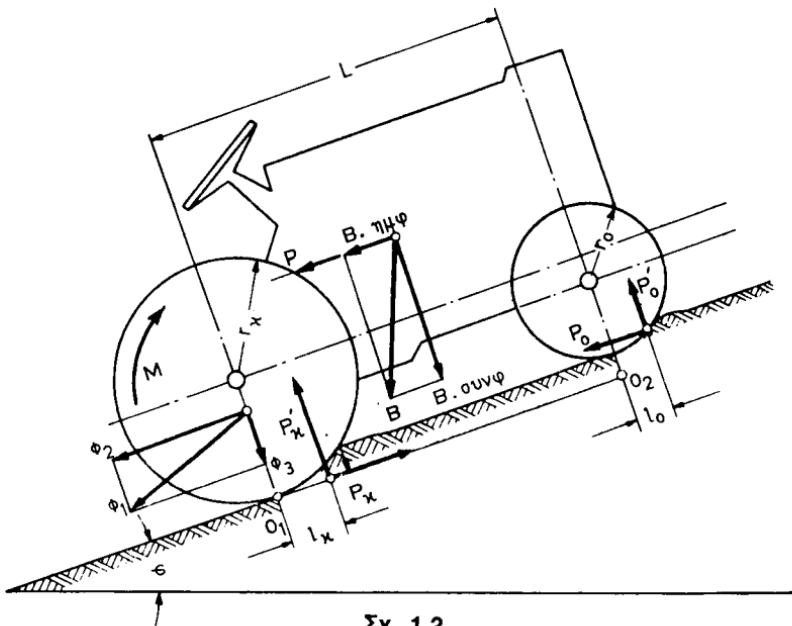
- **Οι αντιδράσεις που ασκούνται από το έδαφος στους τροχούς με συνιστώσες είναι: P'_x και P'_o** , κατά την κάθετη προς την επιφάνεια του εδάφους διεύθυνση, P_x και P_o κατά την παραλληλή προς τη γραμμή πορείας. Οι P'_x και P'_o ασκούνται στους κινητήριους τροχούς και οι P'_o και P_o στους παρασυρόμενους τροχούς (σχ. 1.2).

Οι P_x έχουν φορά προς τα εμπρός, γιατί η ροπή τους ως προς το κέντρο του τροχού αντιδρά στην κινητήρια ροπή.

Οι P_o έχουν φορά προς τα πίσω, γιατί οι παρασυρόμενοι τροχοί, πάνω στους οποίους δεν ασκείται κινητήρια ροπή, ωθούνται από τον ελκυστήρα με δύναμη, η οποία έχει φορά προς τα εμπρός και επομένως προκαλεί αντίδραση με φορά προς τα πίσω.

Επειδή το έδαφος υποχωρεί ελαφρώς, όταν πιέζεται από τους κυλιόμενους τροχούς, υφίσταται κάποια παραμόρφωση, με αποτέλεσμα οι τροχοί να βυθίζονται λίγο στο εμπρός μέρος τους.

Έτσι τα σημεία εφαρμογής των αντιδράσεων P'_x και P'_o μετατίθενται προς τα εμπρός και προηγούνται από τους άξονες των τροχών κατά τις αποστάσεις l_x και l_o αντιστοίχως (σχ. 1.2).



Σχ. 1.2.

Η κάθε μία από τις αποστάσεις αυτές είναι γινόμενο της ακτίνας του αντίστοιχου τροχού επί το λεγόμενο **συντελεστή τριβής κυλίσεως**^f. Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το είδος του εδάφους, τη μορφή του πέλματος των τροχών, τις διαστάσεις των τροχών (ελαπτώνεται με την αύξηση της διαμέτρου των τροχών) και σε κάποιο βαθμό και από την πίεση των αεροθαλάμων.

Έχομε δηλαδή:

$$I_k = f_k \cdot r_k \quad (1)$$

$$I_o = f_o \cdot r_o \quad (2)$$

όπου: r_k και r_o είναι οι ακτίνες των κινητηρίων και παρασυρομένων τροχών αντίστοιχως· f_k και f_o είναι οι αντίστοιχοι συντελεστές τριβής κυλίσεως.

Ο πίνακας 1.2.1 δίνει τιμές, στην περιοχή των οποίων κυμαίνεται ο συντελεστής f για ελαστικούς τροχούς και επί διαφόρων εδαφών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2.1.

Είδος εδάφους	Συντελεστής f
Σκληρό συμπαγές έδαφος, δρόμος καλά συντηρημένος	0,02
Έδαφος επιδεκτικό ελαφράς υποχωρήσεως κάτω από το βάρος του ελκυστήρα	0,033
Αγροτικός δρόμος ελαφρώς λασπώδης	0,05
Δρόμος άσχημα συντηρημένος, έδαφος χαλαρό	0,075
Έδαφος λασπώδες, ανώμαλο	0,1 - 0,2

Έτσι οι αντιδράσεις P'_k και P'_o δημιουργούν ως προς τους άξονες των αντίστοιχων τροχών τις ροπές $P'_k \cdot I_k$ και $P'_o \cdot I_o$, αντίθετης φοράς προς τη ροπή M , που θέτει σε κίνηση τους κινητήριους τροχούς. Οι ροπές αυτές αντιδρούν στην κύλιση των τροχών και λέγονται **ροπές τριβής κυλίσεως**.

Οι ανωτέρω δυνάμεις εξισορροπούνται, εάν θεωρήσουμε ότι εφαρμόζεται επί του ελκυστήρα το σύστημα των εξ αδρανείας δυνάμεων και ροπών (δυνάμεις και ροπές D' Alembert).

Το σύστημα αυτό αποτελείται από τα εξής επί μέρους συστήματα:

1) **Το σύστημα των εξ αδρανείας δυνάμεων και ροπών, που προκύπτουν από τις επιταχύνσεις ή επιβραδύνσεις του ελκυστήρα**, τις εμφανιζόμενες π.χ. κατά την εκκίνηση, τις αλλαγές φορτίου, τις συμπλέξεις και αποσυμπλέξεις μηχανισμών, τα φρεναρίσματα κλπ.

Το σύστημα αυτό των δυνάμεων και ροπών αποτελείται:

- **Από μία δύναμη αδρανείας P** , η οποία εφαρμόζεται στο κέντρο βάρους του ελκυστήρα και διευθύνεται προς τα πίσω σε περίπτωση επιταχύνσεως του ελκυστήρα, και προς τα εμπρός σε περίπτωση επιβραδύνσεώς του.

Η τιμή της ισούται με το γινόμενο της μάζας του ελκυστήρα επί την εκάστοτε επιτάχυνση ή επιβράδυνσή του:

$$P = - m \cdot \gamma \quad (3)$$

όπου: P η δύναμη αδρανείας (θεωρείται θετική, όταν διευθύνεται προς τα εμπρός)· m η μάζα του ελκυστήρα· γ η επιτάχυνση ή επιβράδυνση (η επιτάχυνση θεωρείται θετική και η επιβράδυνση αρνητική).

- **Από τις εξ αδρανείας προερχόμενες ροπές**, λόγω μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας στους τροχούς και στα υπόλοιπα περιστρεφόμενα συστήματα κατά τις επιταχύνσεις ή επιβραδύνσεις του ελκυστήρα.

Για κάθε περιστρεφόμενο άξονα η εξ αδρανείας ροπή M_i είναι γινόμενο της **ροπής αδρανείας** (ως προς τον εν λόγω άξονα) των περιστρεφόμενων μαζί με τον άξονα μαζών επί τη γωνιακή επιτάχυνση ή επιβράδυνση του άξονα.

Η M_i έχει φορά αντίθετη προς τη φορά περιστροφής του άξονα σε περίπτωση επιταχύνσεως, και την (δια με τη φορά περιστροφής του άξονα σε περίπτωση επιβράδυνσεως:

$$M_i = - J'_i \frac{d \cdot \omega_i}{d \cdot t} \quad (4)$$

όπου: M_i η εξ αδρανείας ροπή (θεωρείται θετική, όταν έχει τη φορά περιστροφής του άξονα) J'_i η ροπή αδρανείας των περιστροφομένων μαζί με τον άξονα μαζών. $\frac{d \cdot \omega_i}{d \cdot t}$ η γωνιακή επιτάχυνση ή επιβράδυνση (η επιτάχυνση είναι θετική και η επιβράδυνση αρνητική).

Είναι επομένως η M_i κάθε άξονα ανάλογη προς την επιτάχυνση ή επιβράδυνση του ελκυστήρα (γιατί η γωνιακή επιτάχυνση ή επιβράδυνση κάθε άξονα είναι ανάλογη προς την επιτάχυνση ή επιβράδυνση του ελκυστήρα).

Στον ελκυστήρα ενεργεί το άθροισμα ΣM_g των ροπών, που δημιουργούνται από τα περιστρεφόμενα γύρω από εγκαρσίους άξονες συστήματα (τροχούς του ελκυστήρα κλπ.), και το άθροισμα ΣM_e των ροπών, που δημιουργούνται από τα περιστρεφόμενα γύρω από διαμήκεις άξονες συστήματα. Το ΣM_g ενεργεί επί επιπέδου διαμήκους (παράλληλου προς τη διεύθυνση του μήκους του ελκυστήρα και κατακόρυφου), ενώ το ΣM_e επί επιπέδου εγκαρσίου (κάθετου προς τη διεύθυνση του μήκους).

Το σύστημα των εξ αδρανείας δυνάμεων και ροπών που προκύπτουν, όταν ο ελκυστήρας κινείται επί καμπύλης τροχιάς.

Το σύστημα τούτο αποτελείται:

- **Από τη φυγόκεντρη δύναμη $F_{\text{φυ}}$** που προκαλείται λόγω της στροφής του ελκυστήρα. Η δύναμη αυτή είναι ανάλογη προς τη μάζα του ελκυστήρα και προς το τετράγωνο της ταχύτητας του κέντρου βάρους του και αντιστρόφως ανάλογη προς την ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς, που διαγράφει το κέντρο βάρους κατά τη στροφή του ελκυστήρα:

$$F_{\text{φυ}} = \frac{m \cdot u^2}{r} \quad (5)$$

όπου: $F_{\text{φυ}}$ η φυγόκεντρος δύναμη· m η μάζα ελκυστήρα, u η ταχύτητα πορείας· r η ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς.

- **Από τις γυροσκοπικές ροπές**, που δημιουργούνται κατά τη στροφή του ελκυστήρα, λόγω αλλαγής διευθύνσεως των αξόνων των περιστρεφομένων συστημάτων του (τόσο των εγκαρσίων όσο και των διαμήκων).

Οι ροπές αυτές τείνουν να περιστρέψουν τους μεν εγκαρσίους άξονες επί εγκαρσίου επιπέδου, τους δε διαμήκεις επί διαμήκους επιπέδου.

Η τιμή της γυροσκοπικής ροπής M_y που ασκείται σε κάθε άξονα, ισούται με το γινόμενο της ροπής αδρανείας J_i (ως προς τον εν λόγω άξονα) όλων των περιστρεφομένων μαζί με τον άξονα μαζών, επί την γωνιακή ταχύτητα ω_1 , με την οποία περιστρέφεται ο άξονας και επί τη γωνιακή ταχύτητα ω_2 , με την οποία στρέφεται ο ελκυστήρας, δηλαδή:

$$M_y = J'_i \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 \quad (6)$$

Η φορά της M_y εξαρτάται από τη φορά των γωνιακών ταχυτήτων ω_1 και ω_2 . Έτσι, εάν π.χ. από τη δεξιά πλευρά ενός ελκυστήρα βλέπομε ένα εγκάρσιο άξονα να γυρίζει δεξιά και η στροφή του ελκυστήρα γίνεται προς τα αριστερά, η γυροσκοπική ροπή τείνει να ανατρέψει τον ελκυστήρα προς τα αριστερά και να αναστρέψει τους δεξιούς τροχούς του.

Αν αλλάξει η φορά μιας από τις δύο γωνιακές ταχύτητες, δηλαδή είτε η φορά περιστροφής του περιστρεφόμενου άξονα, είτε η φορά στροφής ολόκληρου του ελκυστήρα, η φορά της γυροσκοπικής ροπής αλλάζει.

Αν αλλάξει η φορά και των δύο γωνιακών ταχυτήτων, η φορά της γυροσκοπικής ροπής μένει η ίδια.

Στον ελκυστήρα ενεργούν: επί εγκαρσίου μεν επιπέδου το άθροισμα ΣM_{yz} των γυροσκοπικών ροπών, των προερχομένων από συστήματα περιστρεφόμενα περί εγκαρσίους άξονες, επί διαμήκους δε επιπέδου το άθροισμα ΣM_{yz} των γυροσκοπικών ροπών, των προερχομένων από συστήματα περιστρεφόμενα περί διαμήκεις άξονες.

Λόγω των σχετικά περιορισμένων γωνιακών ταχυτήτων των περιστρεφομένων αξόνων, καθώς και της μικρής ταχύτητας στροφής του ελκυστήρα, οι γυροσκοπικές ροπές είναι πολύ μικρές.

1.3 Δύναμη προωθήσεως ελκυστήρα.

Για να υπερνικηθούν οι δυνάμεις και οι ροπές, τόσο οι πραγματικές όσο και οι εξ αδρανείας, οι οποίες ανθίστανται στην προώθηση [συνιστώσα B . ημα του βάρους κατά την ανηφορική πορεία, συνιστώσα Φ_2 της επί διαμήκους επιπέδου προβολής Φ , του φορτίου Φ (σχ. 1.2), δύναμη αδρανείας P σε περίπτωση επιταχύνσεως, συνιστώσα της αντιστάσεως του αέρα κατά τη διεύθυνση της γραμμής πορείας, ροπές τριβής κυλίσεως, ανηγμένες στους άξονες των τροχών εξ αδρανείας ροπές σε περίπτωση επιταχύνσεως] απαιτείται μια δύναμη προωθήσεως F (impulli). Η δύναμη αυτή εξασφαλίζεται από την κινητήρια ροπή M , που μεταβιβάζεται στους κινητήριους τροχούς από τον κινητήρα με το σύστημα μεταδόσεως.

Τη δύναμη F (αν παραλείψουμε την αντίσταση του αέρα και τις γυροσκοπικές ροπές σαν μη σημαντικές), μπορούμε να την υπολογίσουμε από την εξής σχέση, η οποία προκύπτει από τις εξισώσεις ισορροπίας του ελκυστήρα και εκάστου των τροχών αυτού (οι εξισώσεις αναφέρονται στις προβολές κατά τη διεύθυνση της γραμμής πορείας των ασκουμένων πάνω στον ελκυστήρα δυνάμεων και στις ροπές πάνω σε διάμηκες επίπεδο):

$$-F = B \cdot \eta_m \varphi + \Phi_2 + P + \sum \left(\frac{P'_{\kappa} \cdot I_{\kappa}}{r_{\kappa}} \right) + \sum \left(\frac{P'_{\circ} \cdot I_{\circ}}{r_{\circ}} \right) + \frac{M_{\delta\kappa}}{r_{\kappa}} + \frac{M_{\delta\circ}}{r_{\circ}} \quad (7)$$

όπου: r_{κ} και r_{\circ} είναι οι ακτίνες κινητηρίων και παρασυρομένων τροχών αντιστοίχως· Φ_2 είναι η παράλληλη προς τη γραμμή πορείας συνιστώσα της Φ , (προβολής του φορτίου Φ επί διαμήκους επιπέδου)· P η δύναμη αδρανείας· $\sum \left(\frac{P'_{\kappa} \cdot I_{\kappa}}{r_{\kappa}} \right)$ και $\sum \left(\frac{P'_{\circ} \cdot I_{\circ}}{r_{\circ}} \right)$ είναι τα αθροίσματα των πηλίκων των ροπών τριβής κυλίσεως (παράγρ. 1.2) δια των αντιστοίχων ακτίνων, για όλους τους κινητήριους και παρασυρόμενους τροχούς αντιστοίχως.

$M_{\delta\kappa}$ και $M_{\delta\circ}$ είναι οι επί διαμήκους επιπέδου εξ αδρανείας ροπές όλων των κινητηρίων και παρασυρομένων τροχών αντιστοίχως. (Η $M_{\delta\kappa}$ περιλαμβάνει και τις εξ αδρανείας ροπές όλων των περιστρεφομένων περί εγκαρσίους άξονες μαζών του συστήματος μεταδόσεως, ανηγμένες στους κινητήριους άξονες).

Οι έροι της παραπάνω σχέσεως λαμβάνονται με θετικό σημείο, όταν έχουν φορά αντίθετη προς την προώθηση. Έτσι η δύναμη αδρα-

νείας P και οι εξ αδρανείας ροπές λαμβάνονται με θετικό σημείο σε περίπτωση επιταχύνσεως και με αρνητικό σε περίπτωση επιβραδύνσεως.

Την ίση και αντίθετη φορά προς την $-F$ δύναμη ονομάζομε **αντίσταση προωθήσεως F** .

Όπως φαίνεται από την ανωτέρω σχέση, η απαιτούμενη δύναμη προωθήσεως αυξάνει, όταν αυξάνουν: Η συνιστώσα Φ_2 του φορτίου, η γωνία κλίσεως φ του εδάφους σε περίπτωση ανωφερικής πορείας, οι ροπές τριβής κυλίσεως και η επιτάχυνση (με την οποία αυξάνουν η δύναμη P και οι ροπές $M_{\delta x}$ και $M_{\delta \varphi}$).

Την τιμή της F για ένα ορισμένο ελκυστήρα δεν μπορούμε να την αυξήσουμε πέρα από ορισμένο όριο, το οποίο αντιστοιχεί στη μέγιστη ανεκτή ολίσθηση (παράγρ. 1.4).

Η απαιτούμενη κινητήρια ροπή M , από την οποία προκύπτει η F , δίνεται από τη σχέση:

$$M = F \cdot r_k \quad (8)$$

Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι, όταν αυξάνεται η απαιτούμενη δύναμη προωθήσεως F , αυξάνεται αναλόγως και η ροπή που πρέπει να μεταδώσουμε στους κινητήριους τροχούς. Επομένως και τη ροπή αυτή δεν μπορούμε να την αυξήσουμε πέρα από ένα όριο, το οποίο αντιστοιχεί στο όριο της F .

1.4 Ολίσθηση κινητηρίων τροχών και μέγιστη δύναμη έλξεως.

Στους κινητήριους τροχούς, η δύναμη που προέρχεται από την κινητήρια ροπή και εφαρμόζεται στο πέλμα των τροχών, ωθεί το έδαφος προς τα πίσω και προκαλεί υποχώρησή του, με αποτέλεσμα να μειώνεται η προώθηση των κινητηρίων τροχών, άρα και του ελκυστήρα, κατά μέγεθος αντίστοιχο προς την υποχώρηση αυτή.

Έτσι η προώθηση του ελκυστήρα σε κάθε στροφή των κινητηρίων τροχών είναι μικρότερη από το ανάπτυγμα της περιφέρειας πέλματος των τροχών αυτών. Είναι δηλαδή σαν ο τροχός να ολισθαίνει (γλιστρά) λίγο προς τα πίσω, ενώ κυλιέται προς τα εμπρός.

Εάν τη διαφορά μεταξύ του αναπτύγματος της περιφέρειας πέλματος των κινητηρίων τροχών και της προωθήσεως του ελκυστήρα σε κάθε στροφή τη διαιρέσομε δια του αναπτύγματος της περιφέρειας πέλματος, θα βρούμε το βαθμό ολισθήσεως (ή την **ολίσθηση**) του ελκυστήρα. Η ολίσθηση εκφράζεται με κλάσμα ή ποσοστό %:

$$S = \frac{I_a - I_p}{I_a} \quad (9)$$

όπου: Σ είναι η ολίσθηση· I_a το ανάπτυγμα της περιφέρειας πέλματος· I_p η προώθηση του ελκυστήρα σε κάθε στροφή των κινητηρίων τροχών.

Η ολίσθηση επομένως είναι ο δρόμος που χάνει ο ελκυστήρας σε κάθε στροφή ως κλάσμα του αναπτύγματος της περιφέρειας των κινητηρίων τροχών.

Αποτέλεσμα της ολίσθησεως είναι να προχωρεί ο ελκυστήρας λιγότερο από όσο αντιστοιχεί στον αριθμό στροφών των κινητηρίων τροχών του.

Όταν έχομε ολίσθηση 100%, οι τροχοί περιστρέφονται επί τόπου χωρίς να προχωρούν.

Η ολίσθηση είναι επιζήμια, γιατί προκαλεί επιβράδυνση της εργασίας, απώλεια ενέργειας σε έργο παραμορφώσεως του εδάφους και φθορές στα πέλματα των τροχών, τα οποία τρίβονται στο έδαφος, αφού η περιφερειακή ταχύτητά τους είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα προωθήσεως του κέντρου των τροχών και υπάρχει σχετική ταχύτητα ως προς το έδαφος των εκάστοτε σημείων επαφής τροχών και εδάφους.

Ο βαθμός ολίσθησεως ενός κινητήριου τροχού εξαρτάται: από την παράλληλη προς τη γραμμή πορείας αντίδραση P_x , από το γινόμενο του συντελεστή τριβής ολίσθησεως ή μεταξύ κινητηρίων τροχών και εδάφους επί την κάθετη προς την επιφάνεια του εδάφους αντίδραση P'_x , από την αντίσταση σε παραμόρφωση του εδάφους, από τη μορφή του πέλματος, από την προβολή E_x της επιφάνειας επαφής με το έδαφος πάνω σε επίπεδο κάθετο προς τη γραμμή πορείας και από το μήκος / του βυθιζόμενου στο έδαφος τμήματος των κινητηρίων τροχών. Και συγκεκριμένα αυξάνεται με την αύξηση της P_x και μειώνεται με την αύξηση του γινομένου η . P'_x , της αντιστάσεως του εδάφους σε παραμόρφωση και των E_x και I . Επίσης μειώνεται, όταν η μορφή του πέλματος επιτρέπει καλή αγκίστρωση - **πρόσφυση** - των κινητηρίων τροχών στο έδαφος.

Η αύξηση του φορτίου Φ_2 επιφέρει αύξηση της ολίσθησεως, διότι, όπως προκύπτει από τις εξισώσεις ισορροπίας του ελκυστήρα και των τροχών, συνεπάγεται αύξηση των αντιδράσεων P_x που αποτελούν παράγοντα αυξήσεως της ολίσθησεως. (Με την Φ_2 , σε περίπτωση ελκόμενου φορτίου, όταν κινητήριοι τροχοί είναι οι οπίσθιοι, αυξάνουν και οι P'_x , άρα και τα η . P'_x που συντελούν στη μείωση της ολίσθησεως, αλλά σε μικρότερο βαθμό, ώστε τελικά η ολίσθηση να αυξάνει με την Φ_2). Για να διατηρηθεί επομένως η ολίσθηση κάτω από ένα ορισμένο ανεκτό όριο πρέπει και το φορτίο Φ_2 να μην υπερβεί ένα αντίστοιχο όριο. Το όριο αυτό αντιπροσωπεύει τη μέγιστη αντίσταση έλξεως, που μπορεί να αντιμετωπίσει ένας ελκυστήρας με ανεκτή ολίσθηση. Με άλλα λόγια αντιπροσωπεύει τη μέγιστη δύναμη, που μπορεί να διαθέσει ο ελκυστήρας στην έλξη για να αντιμετωπίσει το φορτίο του, χωρίς η ολίσθηση να υπερβεί τα ανεκτά όρια. Το όριο αυτό ορίζεται ως **μέγιστη δύναμη έλξεως $\Phi_{μεγ}$** . και χαρακτηρίζει την ικανότητα του ελκυστήρα σε έλξη ή ώθηση.

Λόγω μειώσεως της ολισθήσεως με την αύξηση του γινομένου η . P'_x στους κινητήριους τροχούς, υπάρχει μεγαλύτερο περιθώριο αυξήσεως των P_x , άρα και της Φ_2 για το ίδιο ανεκτό όριο ολισθήσεως, όταν τα η . P'_x είναι αυξημένα.

Επομένως το όριο της Φ_2 , ή η ικανότητα έλξεως, αυξάνει με τα γινόμενα η . P'_x .

Γι' αυτό προσπαθούμε να αυξήσουμε κατά το δυνατό τους δύο παράγοντες η και P'_x .

Τις αντιδράσεις P'_x αυξάνουμε όταν αυξάνουμε το βάρος που στηρίζουν οι κινητήριοι τροχοί. Τούτο επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους [παράγρ. 2.5 (1)].

Ο συντελεστής η εξαρτάται από το υλικό του τροχού και το είδος του εδάφους. Στα ολισθημά εδάφη είναι μικρός.

Επίσης μεγαλύτερα περιθώρια αυξήσεως της Φ_2 , εντός του ανεκτού ορίου ολισθήσεως, άρα μεγαλύτερη $\Phi_{2\mu\gamma}$ έχομε, όταν αυξάνονται και οι άλλοι παράγοντες, οι οποίοι συντελούν στη μείωση της ολισθήσεως, όπως η επιφάνεια E_x και το μήκος l , ή όταν βελτιώνεται η αγκιστρωση των κινητηρίων τροχών στο έδαφος.

Γι' αυτό προσπαθούμε να αυξήσουμε την κάθετη προβολή E_x της επιφάνειας του βυθιζόμενου τμήματος των κινητηρίων τροχών [παράγρ. 2.5 (1)], και εκλέγομε πέλμα κατάλληλης μορφής, ώστε να εξασφαλίζεται καλή αγκιστρωση στο έδαφος.

Στους ερπιστριοφόρους ελκυστήρες ισχύουν τα ίδια, αν αντί των κινητηρίων τροχών θεωρήσουμε τις ερπύστριες, οι οποίες, όπως και οι κινητήριοι τροχοί των τροχοφόρων, αθούν το έδαφος προς τα πίσω και προκαλούν ανάλογη υποχώρηση του και ολίσθηση του ελκυστήρα.

Από τις εξισώσεις ισορροπίας του ελκυστήρα και των τροχών του προκύπτει επίσης ότι η αντίδραση P_x κάθε κινητήριου τροχού, άρα και η ολίσθησή του αυξάνει με την αύξηση του μέρους F_i της δυνάμεως προωθήσεως, που αντιστοιχεί στον τροχό αυτό. Για να μη υπερβεί λοιπόν η ολίσθηση ορισμένο ανεκτό όριο, δεν πρέπει η F_i να αυξηθεί πέρα από ένα αντίστοιχο όριο $F_{i\mu\gamma}$, και επομένως ούτε και η δύναμη προωθήσεως του ελκυστήρα, η οποία ισούται με το γινόμενο της F_i επί των αριθμό των κινητηρίων τροχών.

Υπάρχει επομένων μία μέγιστη τιμή της δυνάμεως προωθήσεως:

$$F_{\mu\gamma} = F_{i\mu\gamma} \cdot z \quad (10)$$

όπου: z ο αριθμός κινητηρίων τροχών, και αντιστοίχως μια μέγιστη τιμή της κινητήριας ροπής:

$M_{\mu\gamma} = F_{\mu\gamma} \cdot r_x$ (βλ. σχέση 8), πέρα των οποίων η ολίσθηση δεν είναι πλέον ανεκτή. Οι οριακές αυτές τιμές $F_{\mu\gamma}$ και $M_{\mu\gamma}$, όπως και η $\Phi_{2\mu\gamma}$, αυξάνουν με την αύξηση των τιμών των παραγόντων που συντελούν στη μείωση της ολισθήσεως (π.χ. των μ . P'_x κλπ.) και αντιστρόφως.

Με δεδομένη την οριακή τιμή της $F_{\mu\gamma}$ μπορούμε, με βάση τη σχέση (7) να βρούμε αντίστοιχη οριακή (για ανεκτή ολίσθηση) τιμή ενός από τα όρια της σχέσεως αυτής, όταν οι λοιποί όροι έχουν δεδομένη τιμή, π.χ. να βρούμε την οριακή τιμή της Φ_2 , δηλαδή το $\Psi_{2\mu\gamma}$ για δεδομένο ελκυστήρα, που κινείται πάνω σε έδαφος δεδομένης κλίσεως με δεδομένη επιτάχυνση, ή να βρούμε την οριακή τιμή της κλίσεως εδάφους, ή της επιταχύνσεως για δεδομένες τιμές των λοιπών όρων.

Μερικοί συγγραφείς ορίζουν σε ερπυστριοφόρους ελκυστήρες το πηλίκο της μέγιστης δυνάμεως έλξεως $\Phi_{2\mu\gamma}$ προς τη συνιστώσα B . συνφ του βάρους του ελκυστήρα, η οποία πιέζει τις ερπύστριες προς το έδαφος, ως **συντελεστή έλξεως ε** (Coefficient of Traction):

$$\varepsilon_{\text{ερπ}} = \frac{\Phi_{2\mu\gamma}}{B \cdot \text{συνφ}} \quad (11)$$

Ο συντελεστής αυτός, επομένως και η μέγιστη δύναμη έλξεως, αυξάνει, όταν μειώνονται οι παράγοντες που συντελούν στην αύξηση της ολισθήσεως.

Σε τροχοφόρους ελκυστήρες ορίζουν ως **συντελεστή έλξεως** το πηλίκο της μέγιστης δυνάμεως προωθήσεως $F_{\mu\gamma}$ προς τη συνιστώσα B_k . συνφ του B_k , δηλαδή του μέρους του όλου βάρους του ελκυστήρα, το οποίο φέρεται πάνω στους κινητήριους τροχούς:

$$\varepsilon_{\text{τροχ}} = \frac{F_{\mu\gamma}}{B_k \cdot \text{συνφ}} \quad (12)$$

Οι τιμές του συντελεστή $\varepsilon_{\text{τροχ}}$ κυμαίνονται από 0,12 για πολύ ολισθηρά εδάφη (πάγο), μέχρι 0,90 για συμπαγές έδαφος.

Ο πίνακας 1.4.1 δίνει τα όρια, μέσα στα οποία κυμαίνονται οι τιμές

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4.1.

Είδος εδάφους	$\varepsilon_{\text{τροχ}}$	$\varepsilon_{\text{ερπ}}$
Μπετόν τραχύ	0,88 ως 1	0,45
Άργιλος ξηρή	0,50 ως 0,58,	
Άργιλος υγρή	0,40 ως 0,49,	
Άμμος	0,20 ως 0,35	0,30
Χαλίκι λατομείου	0,60 ως 0,70,	
Χαλικόστρωτη οδός	0,36,	
Χιόνι συμπαγές	0,20,	
Πάγος	0,12	0,12
Συμπυκνωμένο έδαφος	0,50 ως 0,60	0,90
Αποσαθρωμένο έδαφος	0,40 ως 0,30	0,60

των $\varepsilon_{\text{ερη}}$ και $\varepsilon_{\text{τροχ}}$ για διάφορα είδη εδαφών. (Οι τιμές είναι απλώς ενδεικτικές του μεγέθους των $\varepsilon_{\text{τροχ}}$ και $\varepsilon_{\text{ερη}}$ γιατί το $F_{\mu\gamma}$, εκτός του B_k . συνφ, που επιδρά επί της P' και του είδους του εδάφους, εξαρτάται και από τους άλλους παράγοντες ολισθήσεως).

Με βάση τον πίνακα αυτό μπορούμε να εκτιμήσουμε την τάξη μεγέθους της μέγιστης δυνάμεως έλξεως, $\Phi_{2\mu\gamma}$, ενός ερπυστριοφόρου ελκυστήρα γνωστού βάρους, ή της μέγιστης δυνάμεως προωθήσεως $F_{\mu\gamma}$ ενός τροχοφόρου ελκυστήρα γνωστής κατανομής βάρους επί των τροχών, κινουμένου επί γνωστού εδάφους με δεδομένη κλίση.

'Όταν ένας ελκυστήρας έχει κινητήριους τους εμπρόσθιους τροχούς (όπως π.χ. συμβαίνει, όταν ένας συνήθης ελκυστήρας με κινητήριους τους οπίσθιους τροχούς κινείται με την όπισθεν) επί οριζόντιου επιπέδου, η ικανότητα έλξεως μειώνεται.

Πράγματι, όπως προκύπτει από τις εξισώσεις ισορροπίας του ελκυστήρα, με την επιβολή του φορτίου Φ_2 αυξάνονται οι κατά την κάθετη προς το έδαφος διεύθυνση αντιδράσεις P'_k (σχ. 1.2) στους οπίσθιους τροχούς και μειώνονται στους πρόσθιους. Επομένως υπό την επίδραση του ίδιου φορτίου Φ_2 , στην περίπτωση μεν κατά την οποία ο ελκυστήρας έχει τους κινητήριους τροχούς οπίσθιους, έχομε ενίσχυση των αντιδράσεων στους κινητήριους τροχούς, δηλαδή αυξημένες P'_k , ενώ όταν ο ελκυστήρας έχει τους κινητήριους τροχούς πρόσθιους, έχομε μειωμένες P'_k . Επειδή οι αυξημένες P'_k , όπως ειδαμε, αυξάνουν τις οριακές τιμές $\Phi_{2\mu\gamma}$ και $F_{\mu\gamma}$, στην πρώτη περίπτωση (κινητήριοι οπίσθιοι τροχοί), οι τιμές αυτές, που χαρακτηρίζουν την ικανότητα έλξεως, είναι μεγαλύτερες.

Κατά την πορεία σε ανήφορο με κινητήριους τους οπίσθιους τροχούς, η συνιστώσα $B.\eta\mu\phi$ του βάρους ενισχύει τις αντιδράσεις P'_k , ενώ στον κατήφορο μειώνει τις P'_k . Επίσης η P'_k για την ίδια Φ_2 είναι μεγαλύτερη σε ανήφορο παρά σε κατήφορο με την ίδια κλίση.

Επομένως η ολίσθηση, επί της οποίας η P'_k έχει μεγαλύτερη επίδραση παρά η P'_k , αυξάνεται στη πρώτη περίπτωση και μειώνεται στη δεύτερη.

Εάν κινητήριοι τροχοί είναι οι εμπρόσθιοι, οι μεν P'_k αυξάνονται στον ανήφορο και μειώνονται στον κατήφορο, οι δε P'_k αντιστρόφως. Τότε και οι δύο παράγοντες P'_k και P'_k συμβάλλουν στην αύξηση της ολισθήσεως στον ανήφορο και την ελάττωσή της στον κατήφορο.

Επίσης, η εκάστοτε απαιτούμενη δύναμη προωθήσεως F για το ίδιο φορτίο Φ_2 , είναι πάντοτε μεγαλύτερη στον ανήφορο, όπως φαίνεται από τη σχέση (7), όπου το $B.\eta\mu\phi$ στον κατήφορο έχει σημείο αρνητικό (κατά την φορά της κινήσεως).

1.5 Ισχύς έλξεως.

Η ισχύς που διαθέτει ο ελκυστήρας για να ελκύσει ένα αντικείμενο (ισχύς έλξεως), μετρείται στη θέση ζεύξεως του ελκομένου, στο λεγόμενο άγκιστρο έλξεως.

Η ισχύς αυτή N είναι η διαφορά μεταξύ της συνολικής ισχύος που διατίθεται στους κινητήριους τροχούς και της ισχύος, που καταναλίσκεται για την προώθηση του ελκυστήρα, και ισούται με το γινόμενο της συνιστώσας Φ_2 , της αντιστάσεως του φορτίου Φ , (σχ. 1.2), επί την ταχύτητα με την οποία προχωρεί ο ελκυστήρας:

$$N_{\text{ελ}} = \Phi_2 \cdot u \quad (13)$$

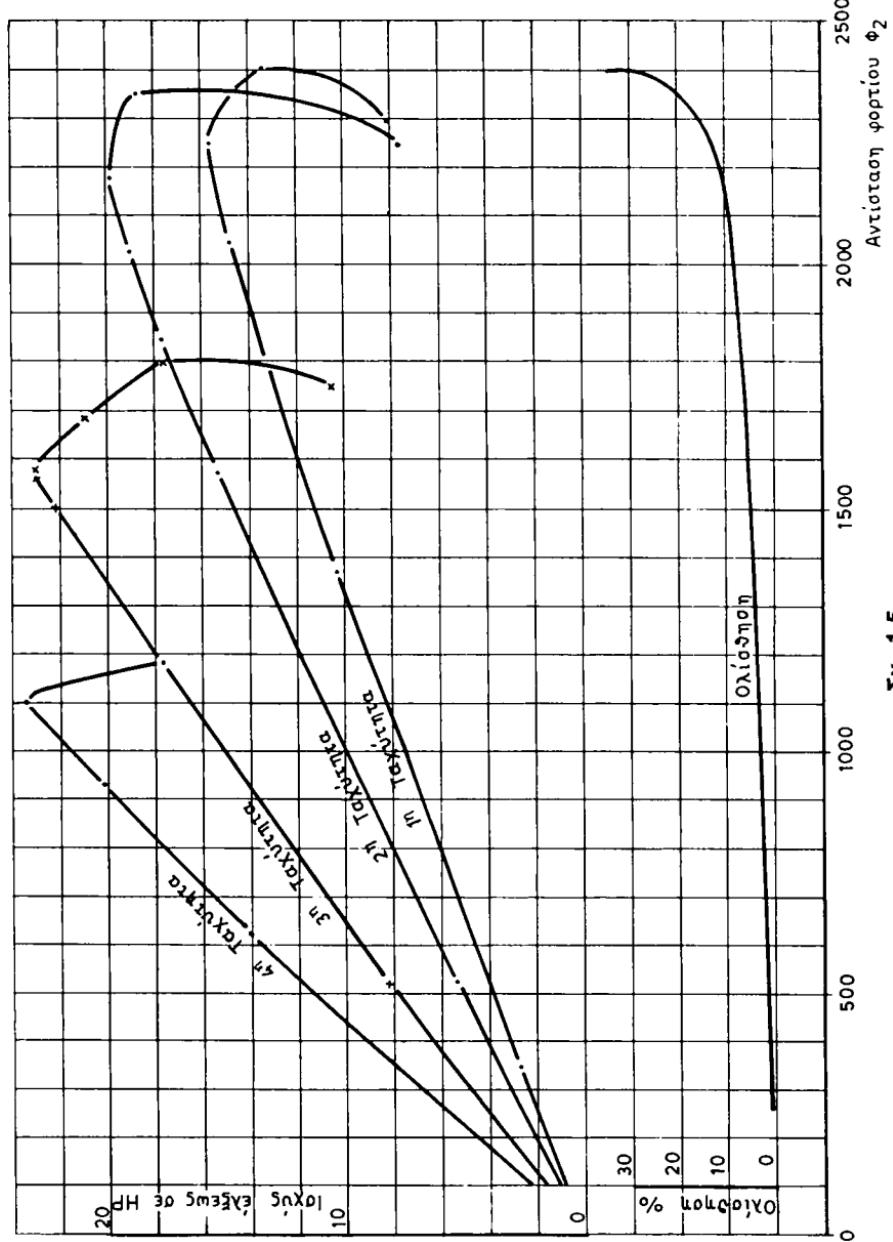
όπου: u η ταχύτητα προωθήσεως του ελκυστήρα. $N_{\text{ελ}}$ η ισχύς έλξεως.

Την ισχύ έλξεως μπορούμε επομένως να την υπολογίσουμε βάσει της ανωτέρω σχέσεως, αν μετρήσουμε την εκάστοτε ταχύτητα προωθήσεως του ελκυστήρα και, με δυναμόμετρο, την αντίστοιχη δύναμη έλξεως, η οποία είναι ίση και αντίθετης φοράς προς την αντίσταση έλξεως (τη συνιστώσα Φ_2 του φορτίου).

Η ισχύς έλξεως αυξάνεται με την αύξηση της αντιστάσεως Φ_2 αλλά μέχρι ενός ορίου, πέρα του οποίου η αύξηση της αντιστάσεως προκαλεί τόσο μεγάλη μείωση της ταχύτητας προωθήσεως (λόγω αυξήσεως της ολισθήσεως, ή λόγω μειώσεως των στροφών του κινητήρα ή του τυχόν μετατροπέα ροπής), ώστε να μειώνεται πλέον η ισχύς έλξεως. Εμφανίζεται έτσι ένα μέγιστο της ισχύος έλξεως για μια ορισμένη τιμή της αντιστάσεως Φ_2 . Το μέγιστο αυτό της ισχύος, καθώς και η τιμή της Φ_2 στην οποία αντιστοιχεί, μεταβάλλονται με τη μεταβολή της σχέσεως μεταδόσεως μεταξύ κινητήρα και κινητήριων τροχών, δηλαδή με την αλλαγή θέσεως του μοχλού του κιβωτίου ταχυτήτων.

Συνήθως για τις μεγάλες σχέσεις πολλαπλασιασμού ροπής του κιβωτίου ταχυτήτων (μικρής ταχύτητας) [παράγρ. 2.3 (Ε)], όπου η ροπή στους κινητήριους τροχούς είναι πολύ μεγαλύτερη από τη ροπή που φορτίζει τον κινητήρα, η ελάττωση της ισχύος με την αύξηση της Φ_2 οφείλεται στην αύξηση της ολισθήσεως (η Φ_2 φθάνει σε τιμές, που συνεπάγονται μεγάλη ολίσθηση και αντίστοιχη μείωση της ταχύτητας του ελκυστήρα, πριν αρχίσει σημαντική μείωση στροφών). Για τις μικρές όμως σχέσεις πολλαπλασιασμού (μεγάλες ταχύτητες), όπου η ροπή του φορτίου του κινητήρα αντιπροσωπεύει μεγαλύτερο ποσοστό της ροπής στους κινητήριους τροχούς, ο κινητήρας φορτώνεται περισσότερο για την ίδια τιμή της Φ_2 . Έτσι αρχίζει η μείωση των στροφών του κινητήρα, άρα και της ταχύτητας του ελκυστήρα σε βαθμό, ώστε να μειωθεί η ισχύς έλξεως, πριν η Φ_2 φθάσει σε τιμές που συνεπάγονται μεγάλες ολισθήσεις.

Το σχήμα 1.5 δείχνει ένα παράδειγμα καμπυλών της ισχύος έλξεως σε συνάρτηση με την Φ_2 για τις διάφορες βαθμίδες του κιβωτίου ταχυτήτων. Για τις ταχύτητες 1η και 2η η πτώση της ισχύος με την αύξηση της Φ_2 πέρα της τιμής που αντιστοιχεί στην $N_{\mu\gamma}$, οφείλεται σε ελάττωση της ταχύτητας λόγω αυξήσεως της ολισθήσεως, ενώ για τις ταχύτητες 3η και 4η σε ελάττωση της ταχύτητας λόγω πτώσεως στροφών του κινητήρα.



Το ανώτερο όριο της συνιστώσας Φ_2 του φορτίου, που μπορεί να αντιμετωπίσει ο ελκυστήρας (όπου και σταματά η καμπύλη), στην πρώτη περίπτωση καθορίζεται από την τιμή $\Phi_{μεγ}$, για την οποία η ολίσθηση φθάνει το μέγιστο ανεκτό όριο, στη δεύτερη δε από την τιμή, για την οποία η ροπή του φορτίου του κινητήρα φθάνει το μέγιστο ανεκτό όριό της (έναρξη καπνίσματος).

Παράδειγμα.

Έστω τροχοφόρος ελκυστήρας βάρους 8 t με 2 κινητήριους και με 2 παρασυρόμενους τροχούς, ο οποίος έλκει φορτίο με συνιστώσα $\Phi_2 = 4 t$ επί εδάφους κλίσεως $\varphi = 5^\circ$ με επιτάχυνση $0,5 \text{ m/sec}^2$.

Δεχόμεθα συντελεστή τριβής κυλίσεως $f = f_k = f_o = 0,06$ για όλους τους τροχούς και συντελεστή έλξεως $\varepsilon_{τροχ} = 0,75$.

Ακτίνα κινητηρίων τροχών: $r_k = 0,8 \text{ m}$.

Ζητείται η απαιτούμενη δύναμη και ροπή προωθήσεως (F και M αντιστοίχως), η οριακή δύναμη $F_{μεγ}$ η αντιστοιχούσα στη μέγιστη επιτρεπόμενη ολίσθηση, η ισχύς έλξεως $N_{ελξ}$ και η απαιτούμενη ισχύς κινητήρα $N_{κιν}$ για ταχύτητα $u = 10 \text{ km/h}$.

(Δεν υπολογίζομε ροπές $M_{δκ}$ και $M_{δo}$, οι οποίες είναι σχετικά μικρές).

Λύση:

Από τη σχέση (7) (παράγρ. 1.3) προκύπτει:

$$-F = B \cdot \eta \mu \varphi + \Phi_2 + P + \frac{2 P' k \cdot l_k}{r_k} + \frac{2 P' o \cdot l_o}{r_o}.$$

Στην περίπτωσή μας:

$$B \cdot \eta \mu \varphi = 8.000 \times 0,087 = 696 \text{ kp}$$

$$\Phi_2 = 4.000 \text{ kp}$$

$$P = \frac{8.000}{9,81} \times 0,5 = 407 \text{ kp}$$

(επειδή έχομε επιτάχυνση, η P διευθύνεται προς τα πίσω, και σύμφωνα με την παραδοχή της σχέσεως (7), θεωρείται θετική).

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει:

$$\frac{2 P' k \cdot l_k}{r_k} + \frac{2 P' o \cdot l_o}{r_o} = 2 P' k \cdot f_k + 2 P' o \cdot f_o = 2 (P' k + P' o) f$$

Από τη συνθήκη ισορροπίας του ελκυστήρα (της αναφερόμενης στις κάθετες προς το έδαφος συνιστώσες των ασκουμένων επ' αυτού δυνάμεων) έχουμε:

$$2(P'_k + P'_o) = B \cdot \text{συνφ.}$$

Άρα:

$$\frac{2P'_k \cdot I_k}{r_k} + \frac{2P'_o \cdot I_o}{r_o} = B \cdot \text{συνφ.} \cdot f = 8.000 \times 0,996 \times 0,06 = 478 \text{ kp}$$

$$\text{και } -F = 696 + 4.000 + 407 + 478 = 5581 \text{ kp.}$$

Σύμφωνα προς τη σχέση (12):

$$F_{\mu\gamma} = \epsilon_{\text{τροχ.}} \cdot B_k \cdot \text{συνφ.}$$

Και αν θεωρήσουμε ότι οι κινητήριοι τροχοί υποβαστάζουν τα 0,70 του όλου βάρους B του ελκυστήρα, έχουμε:

$$F_{\mu\gamma} = 0,75 \times 0,70 \times 8.000 \times 0,996 = 4.183 \text{ kp}$$

Επομένως η απαιτούμενη F υπερβαίνει το όριο $F_{\mu\gamma}$, για το οποίο παρουσιάζεται η μέγιστη ανεκτή ολίσθηση, οπότε η έλξη του φορτίου των 4 t κάτω από τις δεδομένες συνθήκες συνεπάγεται απαράδεκτη ολίσθηση.

Εάν όμως ήταν κινητήριοι και οι 4 τροχοί, τότε θα είχαμε:

$$F_{\mu\gamma} = 0,75 \times 8.000 \times 0,996 = 5.976 \text{ kp} > F$$

Η απαιτούμενη F είναι τώρα μικρότερη από το όριο $F_{\mu\gamma}$. Επομένως, όταν και οι 4 τροχοί είναι κινητήριοι, η έλξη του φορτίου των 4 t, κάτω από τις δεδομένες συνθήκες, είναι δυνατή, χωρίς η ολίσθηση να υπερβεί τα ανεκτά όρια.

Η απαιτούμενη κινητήρια ροπή στους τροχούς (σχέση 8) είναι:

$$M = F \cdot r_k = 5.581 \times 0,8 = 4.456 \text{ kpm.}$$

Η ισχύς έλξεως για ταχύτητα $u = 10 \text{ km/h}$ (σχέση 13) είναι:

$$N_{\text{ελξ.}} = \Phi_2 \cdot u = \frac{4.000 \times 10.000}{3.600 \times 75} = 148 \text{ HP}$$

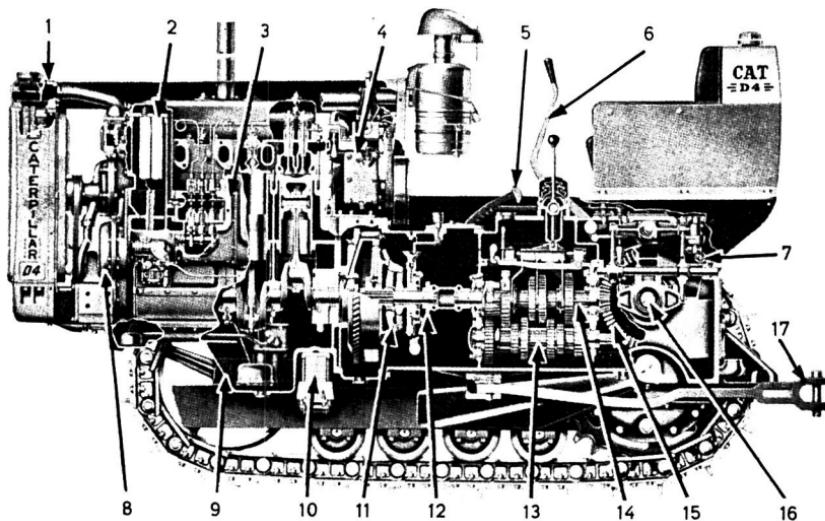
και η απαιτούμενη ισχύς κινητήρα για ολικό βαθμό αποδόσεως $\eta = 0,7$ (παράγρ. 2.2):

$$N_{\text{κιν.}} = \frac{148}{0,70} = 211 \text{ HP.}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Τα κύρια μέρη ενός ελκυστήρα είναι: το πλαίσιο (σασσί), ο κινητήρας, το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως από τον κινητήρα στους κινητήριους τροχούς, το σύστημα διευθύνσεως, το σύστημα κυλίσεως (ελαστικοί τροχοί, ή ερπύστριες), το σύστημα πεδήσεως και η διάταξη έλξεως (σχ. 2).



Σχ. 2.

1. Ψυγείο κινητήρα.
2. Στοιχεία φύλτρων πετρελαίου.
3. Αντλία πετρελαίου.
4. Βενζινοκινητήρας εκκινήσεως.
5. Πεντάλ φρένων.
6. Μοχλός χειρισμού συμπλέκτη διευθύνσεως.
7. Ενδιάμεσος μηχανισμός για τον έλεγχο των συμπλεκτών διευθύνσεως.
8. Κάλυμμα γραναζιών κινητήρα.
9. Ελαιολεκάνη.
10. Ελατήριο αναρτήσεως σκάφους.
11. Συμπλέκτης κεντρικός.
12. Πέδη του άξονα εξόδου του συμπλέκτη.
13. Άξονας εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων.
14. Άξονας εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων.
15. Κορώνα.
16. Άξονας κορώνας.
17. Διάταξη έλξεως.

2.1 Πλαίσιο (σασσί).

Είναι η φέρουσα κατασκευή, στην οποία εδράζονται: ο κινητήρας, οι διάφοροι μηχανισμοί του ελκυστήρα, το κάθισμα του οδηγού, το χειριστήριο, το τυχόν κουβούκλιο κλπ., τα οποία σαν σύνολο συγκροτούν το σκάφος του ελκυστήρα. Στηρίζεται επί του συστήματος κυλίσεως με διάφορα συστήματα αναρτήσεως [παράγρ. 2.5 (2)]. Αποτελείται από δοκούς και άλλα μεταλλικά τεμάχια συναρμολογημένα με συγκολλήσεις και κοχλίες.

Το κάθισμα του οδηγού έχει ελαστική έδραση, ώστε να μη μεταβιβάζονται σ' αυτό οι τυχόν κρούσεις και οι δονήσεις του σκάφους, που είναι επιζήμιες για την υγεία, γιατί προκαλούν, εκτός των άλλων και οργανικές βλάβες στη σπονδυλική στήλη του οδηγού. Το σύστημα της εδράσεως αυτής πρέπει να είναι κατάλληλα μελετημένο και κατασκευασμένο, ώστε να αποκλείεται το ενδεχόμενο συντονισμού του με άλλα ελαστικά συστήματα του ελκυστήρα, η δε ιδιοσυχνότητά του να βρίσκεται έξω από την περιοχή συχνοτήτων των δονήσεων λειτουργίας του ελκυστήρα, εάν είναι δυνατόν για όλες τις ταχύτητες πορείας.

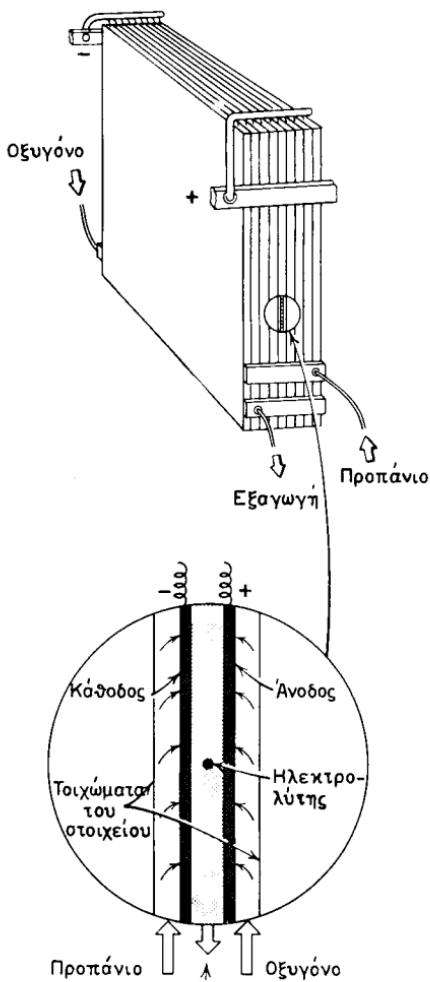
2.2 Κινητήρας.

Ο κινητήρας είναι κατά κανόνα εσωτερικής καύσεως (κινητήρας Ντήζελ ή βενζινοκινητήρας).

Σε στοές μεταλλείων, όπου δεν πρέπει να δαπανάται το πολύτιμο οξυγόνο και τα καυσαέρια πρέπει να αποφεύγονται, χρησιμοποιούνται αεροκινητήρες, όταν υπάρχει δίκτυο πεπιεσμένου αέρα, ή ηλεκτροκινητήρες, όταν υπάρχει ευχέρεια τροφοδοτήσεώς τους με ηλεκτρικό ρεύμα.

Έχουν εμφανισθεί και πειραματικοί τύποι ελκυστήρων κινουμένων με αεριοστρόβιλους, που έχουν το πλεονέκτημα του μικρού όγκου ανά μονάδα αποδιδόμενης ισχύος.

Ενδιαφέρουσα εξέλιξη στους ελκυστήρες και γενικά στα οχήματα αποτελεί η ηλεκτροκίνησή τους με ηλεκτροκινητήρες, που τροφοδοτούνται από ειδικά ηλεκτροχημικά στοιχεία με καύσιμο (fuel cells) (σχ. 2.2a). Τα στοιχεία αυτά μετατρέπουν το χημικό δυναμικό μεταξύ ενός οξειδωτικού και ενός αναγωγικού υλικού, π.χ. μεταξύ οξυγόνου και υδρογόνου ή προπανίου, σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράγουν συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια, όταν τροφοδοτούνται συνεχώς με τα χημικώς ενεργά υλικά. Δεν χρειάζονται επομένως επαναφόρτιση όπως οι συσσωρευτές. Τα αέρια



Σχ. 2.2α.
Ηλεκτροχημικό στοιχείο προπανίου - οξυγόνου.

εξαγωγής τους είναι γενικώς αβλαβή (κατά το πλείστον υδρατμοί και όταν το καύσιμο περιέχει άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα).

Ο βαθμός αποδόσεως του συγκροτήματος στοιχείου και ηλεκτροκινητήρα είναι σημαντικά ανώτερος από το βαθμό αποδόσεως των κινητήρων εσωτερικής καύσεως. Τέλος παρουσιάζουν όλα τα πλεονεκτήματα της ηλεκτρικής κινήσεως (παράγρ. 5.6).

Οι κινητήρες εσωτερικής καύσεως έχουν το πλεονέκτημα της αυτονομίας (δεν εξαρτώνται από δίκτυα, ο ανεφοδιασμός τους σε καύσιμα είναι εύκολος κ.λπ.). Δεν έχουν όμως την ικανότητα να προσαρμόζουν την κινητήρια ροπή τους στη ροπή της αντιστάσεως που αντιμετωπίζουν, στο λεγόμενο **φορτίο** τους, όταν αυτό μεταβάλλεται σε μεγάλα όρια.

Δηλαδή, εάν π.χ. το φορτίο τους αυξηθεί και προκαλέσει μείωση των στροφών τους, η κινητήρια ροπή τους αυξάνεται και αντιμετωπίζει την αύξηση του φορτίου χωρίς μείωση του βαθμού αποδόσεως και χωρίς ανωμαλία λειτουργίας, **μόνο** για περιορισμένη περιοχή ροπών. Όταν, για οιονδήποτε λόγο, π.χ. λόγω απότομης αυξήσεως της αντιστάσεως προωθήσεως, το φορτίο τους υπερβεί το ανώτερο όριο της περιοχής αυτής, ο κινητήρας αρχίζει να καπνίζει εργαζόμενος με μειωμένο βαθμό αποδόσεως, μπορεί να υπερφορτώνεται, ενώ για ακόμη μεγαλύτερα φορτία σταματά εντελώς.

Όταν μειώνεται το φορτίο κάτω από την εν λόγω περιοχή ροπών, μειώνεται αντίστοιχα και η κινητήρια ροπή, προσαρμοζόμενη στη μείωση του φορτίου, αλλά και ο βαθμός αποδόσεως του κινητήρα μειώνεται σημαντικά, με αποτέλεσμα την αυξημένη κατανάλωση καυσίμου ανά μονάδα αποδιδόμενου έργου.

Οι κινητήρες εσωτερικής καύσεως εργάζονται λοιπόν ικανοποιητικά και με καλό βαθμό αποδόσεως μόνο για μικρή περιοχή φορτίων, τη λεγόμενη **ευνοϊκή περιοχή** λειτουργίας τους. Δεν είναι επομένως κατάλληλοι για κυμαίνομενα φορτία, όπως είναι τα φορτία των χωματουργικών μηχανημάτων, όπου ο κινητήρας φορτώνεται και εκφορτώνεται συχνά κατά τις συμπλέξεις και αποσυμπλέξεις των διαφόρων μηχανισμών των μηχανημάτων αυτών. Το μειονέκτημα όμως αυτό περιορίζεται σημαντικά με τη χρήση των κιβωτίων ταχυτήτων [παράγρ. 2.3 (Ε)] ή, ακόμη περισσότερο, με τους μετατροπείς ροπής [παράγρ. 2.3 (Δ)], που μεταβάλλουν τη μεταβιβαζόμενη από τον κινητήρα ροπή, ανάλογα με το φορτίο.

Οι κινητήρες εσωτερικής καύσεως παρουσιάζουν δύο μειονεκτήματα: α) Δεν μπορούν να αναπτύξουν ροπές αυξημένες σε σχέση με τις ροπές της ευνοϊκής περιοχής, στην οποία λειτουργούν. β) Παρουσιάζουν ατελή καύση, και επομένως μειωμένη ροπή κατά την εκκίνηση, λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας των θαλάμων καύσεως. Γι' αυτό δεν θέτομε σε κίνηση τους κινητήρες αυτούς φορτωμένους, γιατί τότε θα έπρεπε, εκτός της ροπής

προς υπερνίκηση του φορτίου, να αναπτύξουν και πρόσθετη ροπή προς επιτάχυνση όλων των μαζών που παρασύρουν σε κίνηση, ακριβώς τη στιγμή που η κινητήρια ροπή τους είναι μειωμένη. Εκτός τούτου η εκκίνηση με φορτίο συνεπάγεται αυξημένες τριβές, πριν αρχίσει η κανονική κυκλοφορία του ελαίου (λαδιού) λιπάνσεως (παράγρ. 3.3).

Γι' αυτό αποσυμπλέκομε το φορτίο τους κατά την εκκίνηση, και μόνο όταν οι στροφές τους πλησιάσουν στην περιοχή κανονικής λειτουργίας τους, τους φορτώνομε.

Οι πάνω σε ελκυστήρες κινητήρες εσωτερικής καύσεως δεν εργάζονται κατά την αντίστροφη φορά περιστροφής. Έτσι καθίσταται απαραίτητη η παρεμβολή διατάξεων αναστροφής, όταν χρειάζεται να αναστρέψουμε την πορεία του ελκυστήρα ή την κίνηση ενός μηχανισμού.

Μεταξύ των κινητήρων εσωτερικής καύσεως, οικονομικότεροι στη λειτουργία τους από απόψεως δαπάνης καυσίμου είναι οι πετρελαιοκινητήρες Diesel, γιατί, αφ' ενός μεν χρησιμοποιούν φθηνότερο καύσιμο, αφ' ετέρου δε ξοδεύουν λιγότερη ποσότητα καυσίμου ανά ωριαίο ίππο παρεχόμενης ενέργειας. Γι' αυτό και προτιμώνται σε μεγάλα μηχανήματα, όπου η κατανάλωση καυσίμου είναι μεγάλη και η οικονομία σε καύσιμο γίνεται αισθητή.

Είναι ακριβότεροι από τους βενζινοκινητήρες της ίδιας ισχύος, αλλά λόγω του μικρότερου αριθμού στροφών τους έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Η αποθήκευση του καυσίμου τους είναι ασφαλέστερη, επειδή το πετρέλαιο αναφλέγεται δυσκολότερα από τη βενζίνη. Έχουν όμως δαπανηρότερη συντήρηση και χρειάζονται περισσότερο ειδικευμένο προσωπικό. Γενικά πάντως είναι οικονομικότεροι από τους βενζινοκινητήρες, οι οποίοι γι' αυτό έχουν περιορισθεί στις μικρές μονάδες και στα αυτοκίνητα ως ελαφρότεροι.

Σε μεγάλα υψόμετρα, όπου ο αέρας είναι αραιότερος, καθώς και σε ψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, η μέγιστη διατίθεμενη ισχύς των κινητήρων εσωτερικής καύσεως μειώνεται και η κατανάλωση καυσίμου ανά αποδίδομενο ωριαίο ίππο (ειδική κατανάλωση) αυξάνει. Τούτο συμβαίνει, γιατί αναρροφάται μικρότερο βάρος αέρα ανά κύκλο λειτουργίας, που δεν επαρκεί για την τέλεια καύση του εισερχόμενου καυσίμου, με αποτέλεσμα ένα μέρος του καυσίμου αυτού να μένει άκαυστο και αναξιοποίητο.

Ο πίνακας 2.2.1 δίνει τη διατίθεμη μέγιστη ισχύ τετράχρονου κινητήρα εσωτερικής καύσεως σε διάφορα υψόμετρα, ως

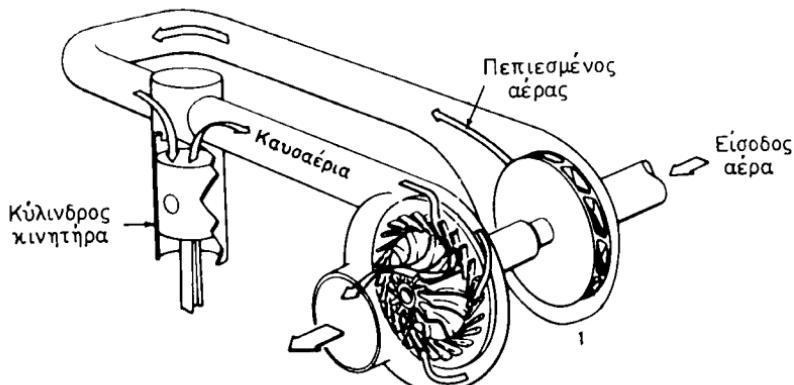
ποσοστό της διατιθέμενης ισχύος σε υψόμετρο 0 και θερμοκρασία 15°C .

Γι' αυτό σε μηχανήματα που προορίζονται να εργασθούν σε ορεινές περιοχές προβλέπονται συστήματα υπερπληρώσεως των κυλίνδρων του κινητήρα με τη βοήθεια αεροσυμπιεστή, ο οποίος στέλνει στο σωλήνα εισαγωγής αέρα υπό πίεση μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2.1.

Υψόμετρο σε m	Θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$							
	42	32	21	15	10	4	- 6	- 18
0	95,4	97,1	99,1	100,0	100,8	101,8	103,9	106,2
305	92,0	93,7	95,5	96,4	97,4	98,4	100,3	102,5
610	88,7	90,4	92,1	93,0	93,8	94,8	96,8	98,8
915	85,5	87,2	88,8	89,6	90,3	91,4	93,3	95,2
1220	82,5	84,0	85,6	86,5	87,3	88,2	89,9	91,8
1525	79,5	80,9	82,5	83,3	84,2	84,9	86,7	88,5
1830	76,5	78,1	79,5	80,3	81,1	82,0	83,6	85,3
2135	73,8	75,2	76,7	77,5	78,2	79,0	80,6	82,3
2440	71,2	72,5	73,9	74,6	75,4	76,2	77,6	79,3

Στο παράδειγμα του σχήματος 2.2β ο φυγοκεντρικός αεροσυμπιεστής 1 λαμβάνει κίνηση από αεριοστρόβιλο 2, ο οποίος



Σχ. 2.2β.

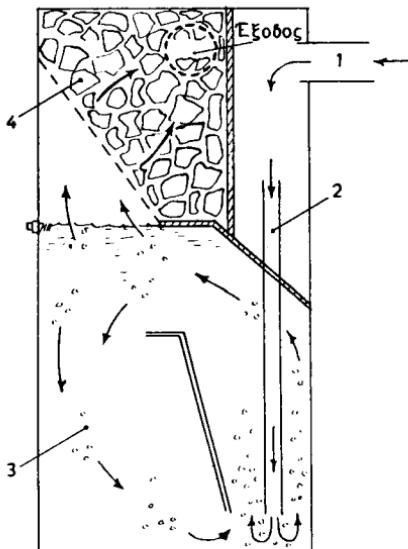
τίθεται σε περιστροφή από τα εξερχόμενα καυσαέρια του κινητήρα (σύστημα turbocharger).

Υπερπλήρωση με συνδυασμό αεριοστροβίλου και αεροσυμπιεστή εφαρμόζεται και σε συνήθη υψόμετρα για την αύξηση της ισχύος ανά μονάδα όγκου των κινητήρων. Η αξιοποίηση των καυσαερίων στον αεριοστρόβιλο αυξάνει το θερμικό βαθμό απόδοσεως του κινητήρα.

Τα καυσαέρια των μηχανών εσωτερικής καύσεως είναι επικίνδυνα για την υγεία, γιατί περιέχουν ερεθιστικές και τοξικές ουσίες πολύ βλαβερές για τον οργανισμό του ανθρώπου (μονοξείδιο του άνθρακα, διάφορους υδρογονάνθρακες, αλδεϋδες, οξείδια του αζώτου κλπ.). Μερικές μάλιστα από αυτές είναι καρκινογόνες. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι τα καυσαέρια είναι ο υπ' αριθμόν 1 ύπουλος εχθρός των ανθρώπων των πόλεων. Η ποσότητα των παραγομένων καυσαερίων εξαρτάται από τη σύνθεση του προς καύση μίγματος καυσίμου και αέρα, υπάρχει δε μια ευνοϊκή σύνθεση, για την οποία η ποσότητα αυτή γίνεται ελάχιστη.

Μία μέθοδος καθαρισμού των καυσαερίων είναι να τα διοχετεύουμε εντός ύδατος, όπου διαλύονται πολλές από τις δηλητηριώδεις ουσίες τους σχηματίζοντας οξέα, και κατόπιν να εξουδετερώνομε τα προκύπτοντα οξέα με τη βοήθεια αλκαλίων.

Το σχήμα 2.2γ παριστάνει ένα παλαιότερο τύπο συσκευής καθαρισμού.



Σχ. 2.2γ.

Τα καυσαέρια που εισέρχονται από την είσοδο 1, διέρχονται από το στενό κατακόρυφο σωλήνα 2, από όπου εξέρχονται με μεγάλη ταχύτητα και φθάνουν στο θάλαμο 3, ο οποίος είναι κατά το ήμισυ πλήρης ύδατος· εκεί διασκορπίζονται, σχηματίζουν φυσαλλίδες και αναμιγνύονται πλήρως με το νερό. Κατόπιν το μίγμα με τα σχηματιζόμενα οξέα εισέρχεται με ορμή στο στρώμα 4 του αλκαλικού υλικού, όπου γίνεται η εξουδετέρωση των οξέων.

Στην έξοδο της συσκευής η διατομή διόδου στενεύει (σχηματίζεται σωλήνας Venturi) και λόγω της δημιουργούμενης υποπίεσεως εισέρχεται από μία τρύπα αέρας, που αναμιγνύεται με τις τοξικές ουσίες που τυχόν έχουν απομείνει και τις αραιώνει, πριν εξέλθουν στην ατμόσφαιρα.

Η συσκευή τοποθετείται σε ένα κιβώτιο, συνήθως στο πίσω μέρος του ελκυστήρα. Μια βαλβίδα μη επιστροφής δεν επιτρέπει ενδεχόμενη είσοδο ύδατος από τη συσκευή στον κινητήρα.

Μια άλλη μέθοδος συνιστάται στην πλήρη καύση, παρουσία αέρα, του μονοξειδίου του άνθρακα και των υδρογονανθράκων των καυσαερίων με τη βοήθεια καταλυτών, οι οποίοι παρεμβάλλονται στη διαδρομή των καυσαερίων προς την έξοδο.

Κάπνισμα του κινητήρα παρατηρείται, όταν δεν γίνεται πλήρης καύση του καυσίμου και παραμένει άνθρακας υπό μορφή αιθάλης.

Στους μεγάλους ελκυστήρες εφαρμόζεται και η ντηζελοηλεκτρική κίνηση, δηλαδή ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως κινεί γεννήτρια για την τροφοδότηση χωριστών ηλεκτρικών κινητήρων, οι οποίοι θέτουν σε κίνηση τον ελκυστήρα και τις εξαρτήσεις του.

Έτσι η ροπή του φορτίου δεν μεταβιβάζεται κατ' ευθείαν στον πετρελαιοκινητήρα, αλλά μεσολαβεί ο ηλεκτροκινητήρας και η γεννήτρια, που μπορεί να ρυθμίσθούν κατάλληλα, ώστε η ροπή η οποία φορτίζει τον πετρελαιοκινητήρα, να βρίσκεται στην περιορισμένη ευνοϊκή περιοχή λειτουργίας του.

Πλεονέκτημα του ντηζελοηλεκτρικού συστήματος είναι: οι εύκολοι και γρήγοροι χειρισμοί, η εύκολη αναστροφή της φοράς κινήσεως και η ευχέρεια ρυθμίσεως στροφών των ηλεκτροκινητήρων, η απαλλαγή από πολλά μηχανικά συστήματα μεταδόσεως κινήσεως με συμπλέκτες, αλυσίδες κλπ., η διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια για τυχόν έκτακτες ανάγκες, π.χ. για ηλεκτροσυγκολλήσεις κλπ. (παράγρ. 5.6).

Στους πολύ μεγάλους ελκυστήρες για βαριά χωματουργικά μηχανήματα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και δύο κινητήρες (σχ. 2.4ιζ.).

Η συνολική ισχύς των δύο κινητήρων φθάνει τότε τους 400 έως 450 PS. Σε τροχοφόρους ελκυστήρες η ισχύς φθάνει τους 750 PS.

Στους ελκυστήρες με κινητήρες εσωτερικής καύσεως, ο αυτόματος ρυθμιστής στροφών του κινητήρα είναι τις περισσότερες φορές ρυθμιστής **μεταβλητής περιοχής στροφών**.

Ο ρυθμιστής στροφών αυξάνει την παροχή του καυσίμου όταν, με την αύξηση του φορτίου, μειώνονται οι στροφές, και αντιστρόφως, μειώνει την παροχή του καυσίμου, όταν με τη μείωση του φορτίου, αυξάνονται οι στροφές. Επομένως προσαρμόζει (μέσα σε ορισμένα όρια) τη ροπή του κινητήρα στη ροπή του φορτίου και εξασφαλίζει συσχέτιση μεταξύ φορτίου και στροφών τέτοια, ώστε οι στροφές να κυμαίνονται σε μία στενή περιοχή ακόμη και για μεγάλες διακυμάνσεις φορτίου.

Η συσχέτιση φορτίου-στροφών εκφράζεται με τη χαρακτηριστική καμπύλη κινητήριας ροπής-στροφών ή φορτίου-στροφών του κινητήρα (η κινητήρια ροπή είναι ίση και αντίθετου σημείου με το φορτίο μετά την αποκατάσταση σταθερών στροφών).

Τη συσχέτιση αυτή μπορεί να την αλλάξει ο χειριστής με το ρυθμιστή μεταβλητής περιοχής στροφών και να μεταφέρει προς μεγαλύτερες ή μικρότερες τιμές την κινητήρια ροπή για τις ίδιες στροφές, ή τις στροφές για το ίδιο φορτίο, άρα και την περιοχή στροφών για την ίδια περιοχή φορτίων. Τούτο επιτυγχάνεται ως εξής: εάν ο ρυθμιστής είναι φυγοκεντρικός, αλλάζομε με το μοχλό ελέγχου του καυσίμου (γκαζιού) την τάση του ελατηρίου του ρυθμιστή εάν ο ρυθμιστής είναι πνευματικός (λειτουργεί με υποπίεση του αναρροφούμενου αέρα), αλλάζομε τη διατομή διόδου του αέρα, που αναρροφάται από τον κινητήρα μέσω του σωλήνα Venturi, με αποτέλεσμα να μεταβληθεί και η υποπίεση στην αναρρόφηση για τις ίδιες στροφές του κινητήρα.

Έτσι, για τον ίδιο αριθμό στροφών μπορούμε να πετύχομε μεγαλύτερη ή μικρότερη παροχή καυσίμου, για την ίδια δε παροχή καυσίμου μεγαλύτερο ή μικρότερο αριθμό στροφών.

Οι ρυθμιστές μεταβλητής περιοχής στροφών διαφέρουν από τους ρυθμιστές μέγιστου, όπου ο ρόλος του ρυθμιστή έγκειται μόνο στο να εμποδίζει την αύξηση των στροφών πέραν ενός ορισμένου ανώτατου ορίου. Διαφέρουν επίσης και από τους ρυθμιστές μέγιστου-ελάχιστου, οι οποίοι περιορίζουν απλώς τη διακύμανση των στροφών μεταξύ δύο ορισμένων ορίων (ενός ανώτατου και ενός κατώτατου), τα οποία ρυθμίζονται από το χειριστή.

Με το ρυθμιστή μεταβλητής περιοχής στροφών ή ρυθμιστή μεταβλητών στροφών μπορούμε, χάρη στην αλλαγή της συσχετίσεως ροπής-στροφών που επιτρέπει, να μεταβάλλομε εντός ορισμένων ορίων τις στροφές του κινητήρα, άρα και των κινητηρίων τροχών, χωρίς να χρειασθεί να αλλάξουμε τη σχέση μεταδόσεως στο κιβώτιο ταχυτήτων [παράγρ. 2.3 (Ε)].

Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται οι συχνοί χειρισμοί του μοχλού ταχυτήτων, κατά τους οποίους, στα κιβώτια ταχυτήτων με μετάθεση γραναζών ή με οδοντωτούς συμπλέκτες [παράγρ. 2.3 Ε (2) και (4)] απαιτείται και προηγούμενη αποσύμπλεξη του κυρίου συμπλέκτη. Επίσης περιορίζεται η φθορά του συμπλέκτη και του μηχανισμού αλλαγής ταχυτήτων.

Ο ρυθμιστής μεταβλητών στροφών είναι απαραίτητος σε περιπτώσεις, όπου η προσαρμογή της ροπής του κινητήρα στη ροπή του φορτίου πρέπει να γίνει υπό ορισμένη επιθυμητή ταχύτητα προωθήσεως του ελκυστήρα, η οποία δεν επιτυγχάνεται για το δεδομένο φορτίο με το βαθμιδωτό κιβώτιο ταχυτήτων. Έτσι, όταν π.χ. έχομε μικρές αντιστάσεις προωθήσεως και θέλομε να προχωρεί ο ελκυστήρας με μικρή ταχύτητα (είτε λόγω της φύσεως της εργασίας, είτε λόγω ανώμαλου εδάφους), και δεν είναι δυνατόν, λόγω του μειωμένου φορτίου και επομένως των αυξημένων στροφών του κινητήρα να επιτύχομε μείωση της ταχύτητας προωθήσεως στον επιθυμητό βαθμό, τότε, με το ρυθμιστή μεταβλητών στροφών επιτυγχάνομε μείωση των στροφών του κινητήρα για το ίδιο φορτίο και επομένως και μείωση της ταχύτητας προωθήσεως του ελκυστήρα. Στην περίπτωση αυτή, δεν συμφέρει να χρησιμοποιήσουμε προς μείωση της ταχύτητας προωθήσεως τον υποπολλαπλασιασμό στροφών του κιβωτίου ταχυτήτων (να βάλουμε π.χ. πρώτη ταχύτητα) [παράγρ. 2.3 (Ε)], γιατί ο κινητήρας θα φορτιζόταν με υποπολλαπλασιασμένη ροπή, με αποτέλεσμα την απομάκρυνση από την ευνοϊκή περιοχή λειτουργίας του, άρα μείωση του βαθμού αποδόσεως του. Εκτός από αυτό δε, λόγω του υποπολλαπλασιασμού της ήδη μικρής ροπής του φορτίου, θα έχομε και αύξηση των στροφών στον κινητήρα, άρα μεγαλύτερη φθορά κλπ.

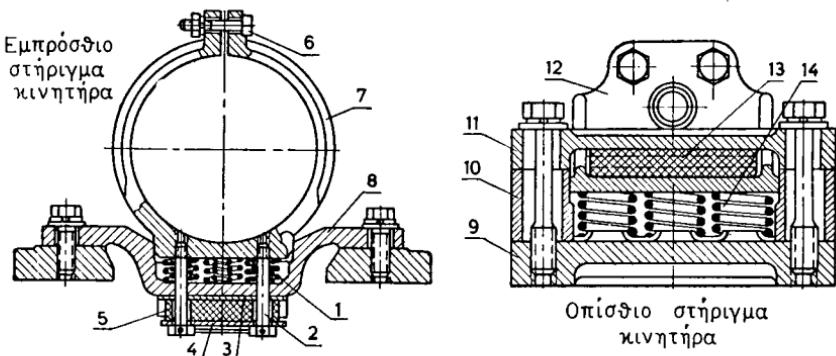
Τέλος, ο ρυθμιστής μεταβλητών στροφών μας επιτρέπει να ρυθμίζουμε τον αριθμό στροφών του κινητήρα στην τιμή, για την οποία έχομε τον καλύτερο βαθμό αποδόσεως, τη μικρότερη δηλαδή κατανάλωση καυσίμου για το εκάστοτε φορτίο.

Η ισχύς που φθάνει στους κινητήριους τροχούς N , είναι μικρότερη από την ισχύ του κινητήρα $N_{\text{κιν}}$ λόγω των απωλειών στο παρεμβαλλόμενο σύστημα μεταδόσεως κινήσεως, η δε ισχύς έλξεως $N_{\text{έλξ}}$ (παράγρ. 1.5) είναι ακόμη μικρότερη (φθάνει τα 60% έως 70% της ισχύος του κινητήρα σε τροχοφόρους ελκυστήρες με 2 κινητήριους τροχούς και τα 75% έως 80% σε ερπυστριοφόρους).

Ο κινητήρας εδράζεται πάνω στο πλαίσιο του ελκυστήρα με ελαστικά στηρίγματα, ώστε να μην υφίσταται τις κρούσεις, που τυχόν μεταβιβάζονται στο πλαίσιο από το σύστημα κυλίσεως (σχ. 2.2δ).

Οι κινητήρες ελκυστήρων είναι βαρύτεροι και ανθεκτικότεροι από τους κινητήρες αυτοκινήτων της ίδιας ισχύος και εργάζονται με μικρότερο αριθμό στροφών ανά λεπτό, γιατί αντιμετωπίζουν δυσμενέστερες φορτίσεις. Η μέγιστη ισχύς την οποία μπορεί να αναπτύξουν εργαζόμενοι επί 12ωρο χωρίς να καπνίζουν (rated horsepower), φθάνει τα 85% έως 90% περίπου της μέγιστης ισχύος, την οποία μπορούν να αναπτύξουν χωρίς κάπνισμα σε διακεκομμένη λειτουργία (maximum horsepower).

Στο στάδιο πειραματισμών βρίσκεται η χρήση κινητήρων εσωτερικής καύσεως με αντιθέτως κινούμενα ελεύθερα (χωρίς διωστήρα και στρόφαλο) έμβολα (free piston engines), όπου τα παραγόμενα καυσαέρια διαθέτουν μέρος της ενέργειάς τους για



Σχ. 2.2δ.

1 και 14. Ελατήρια. 2. Κοχλίες. 3 και 4. Πλάκες. 5 και 13. Ελαστικά στηρίγματα. 6. Κοχλίες. 7. Κολλάρο. 8 και 9. Βάσεις. 10. Σώμα οπισθίου στηρίγματος. 11. Κάλυμμα. 12. Συνδετικό τεμάχιο.

να κινήσουν εμβολοφόρο αεροσυμπιεστή υπερπληρώσεως, και το υπόλοιπο για να κινήσουν, μέσω αεριοστρόβιλου, τον άξονα του κινητήρα.

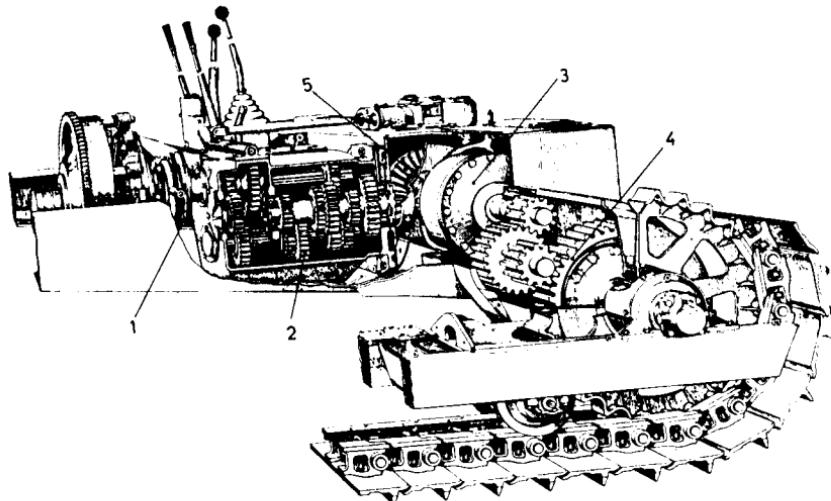
Επίσης δοκιμάζονται και κινητήρες εσωτερικής καύσεως με περιστρεφόμενα έμβολα.

2.3 Σύστημα μεταδόσεως κινήσεως από τον κινητήρα στους κινητήριους τροχούς.

Στο σύστημα αυτό, συνήθως μηχανικό, υπάγονται ο κεντρικός συμπλέκτης, ο υδραυλικός σύνδεσμος ή ο μετατροπέας ροπής, το κιβώτιο ταχυτήτων και το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως από το κιβώτιο ταχυτήτων στους τροχούς (σχ. 2.3α).

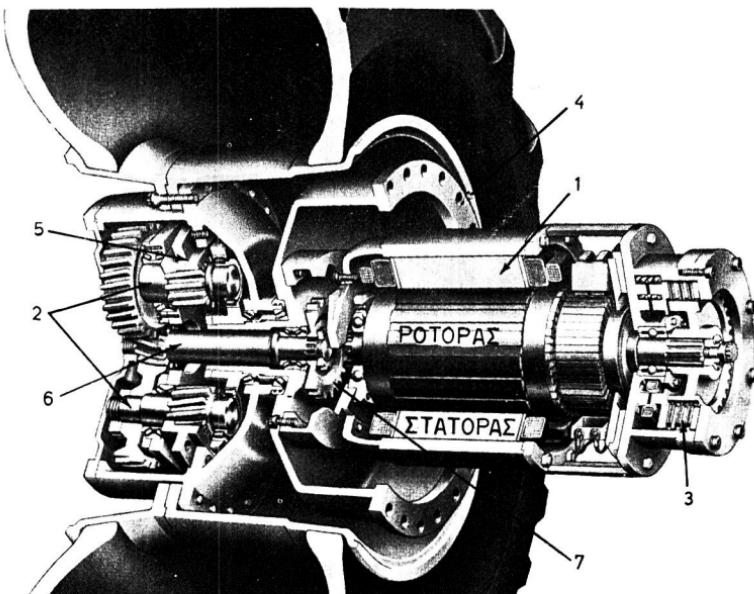
Στους μεγάλους ντηζελοηλεκτρικούς τύπους έχομε ηλεκτρική μετάδοση κινήσεως με την ηλεκτρογεννήτρια και τους επί μέρους ηλεκτρικούς κινητήρες.

Το σχήμα 2.3β δείχνει τη μετάδοση κινήσεως στον τροχό ενός ντηζελοηλεκτρικού ελκυστήρα με τη βοήθεια του ιδιαίτερου ηλεκτροκινητήρα συνεχούς ρεύματος 1 και του πλανητικού μειωτήρα στροφών 2.



Σχ. 2.3α.

1. Κεντρικός συμπλέκτης.
2. Κιβώτιο ταχυτήτων.
3. Συμπλέκτης διευθύνσεως.
4. Τελικός μειωτήρας στροφών.
5. Ζεύγος πινιόν - κορώνας.



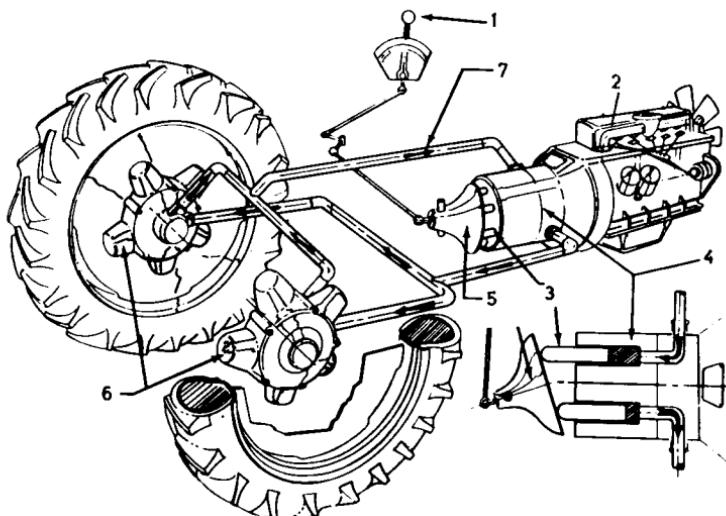
Σχ. 2.3β.

1. Ηλεκτροκινητήρας συνεχούς. 2. Πλανητικός μειωτήρας στροφών. 3. Δισκόφρενο. 4. Φλάντζα συνδέσεως. 5. Δακτύλιος. 6. Άξονας. 7. Μειωτήρας στροφών.

Σε περιορισμένη κλίμακα συναντάται και το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως με υδραυλικούς κινητήρες (σχ. 2.3γ). Στην περίπτωση αυτή ο κεντρικός κινητήρας θέτει σε κίνηση αντλία, η οποία τροφοδοτεί με υγρό (συνήθως ορυκτέλαιο υπό πίεση) τους υδραυλικούς κινητήρες, που δίνουν κίνηση στους τροχούς. Έχουν δοκιμασθεί με επιτυχία πάνω στους τροχούς εμβολοφόροι υδραυλικοί κινητήρες ακτινικοί με περιφερόμενα έμβολα [παράγρ. 5.5 (B, 3.a)].

Το σύστημα αυτό παρουσιάζει όλα τα πλεονεκτήματα της υδραυλικής μεταδόσεως κινήσεως (παράγρ. 5.5), αλλά είναι σχετικά δαπανηρό λόγω της απαιτούμενης ακρίβειας κατασκευής.

Υπάρχει και ο ημιυδραυλικός τύπος με ένα υδραυλικό κινητήρα, από τον οποίο η κίνηση μεταδίδεται στους τροχούς με μηχανικό σύστημα μεταδόσεως.



Σχ. 2.3γ.

1. Μοχλός χειρισμού. 2. Κεντρικός κινητήρας. 3. Έμβολα αντλίας. 4. Αντλία τροφοδοτήσεως των υδραυλικών κινητήρων. 5. Κεκλιμένη πλάκα ρυθμίσεως παροχής. 6. Υδραυλικοί κινητήρες. 7. Σωληνώσεις.

A. Κεντρικός ή κύριος συμπλέκτης (main clutch, Schaltkupplung, embrayage central).

Όπως και στα αυτοκίνητα, ο κύριος συμπλέκτης επιτρέπει να διακόπτουμε ή να αποκαθιστούμε, όταν θέλομε, τη μετάδοση κινήσεως από τον κινητήρα στον κεντρικό άξονα κινήσεως, από τον οποίο λαμβάνουν συνήθως κίνηση, μέσω των αντιστοίχων συστημάτων μεταδόσεως και συμπλεκτών, οι διάφοροι μηχανισμοί του ελκυστήρα (σύστημα πορείας, εξαρτήσεις κλπ.).

Χάρη στο συμπλέκτη, ο κινητήρας δεν δέχεται ολόκληρο το φορτίο του, μόλις ξεκινήσει, αλλά φορτίζεται σιγά-σιγά.

Αυτό έχει μεγάλη σημασία για τους κινητήρες εσωτερικής καύσεως, που δεν διαθέτουν αρκετά περιθώρια αυξήσεως της κινητήριας ροπής τους, ώστε να μπορούν να αντιμετωπίζουν συχρόνως τη ροπή του φορτίου κανονικής λειτουργίας τους και τη ροπή εκκινήσεως (παράγρ. 2.2).

Οι κεντρικοί συμπλέκτες είναι συνήθως συμπλέκτες τριβής και σπάνια υδραυλικοί [παράγρ. 2.3 (B)].

Κεντρικοί συμπλέκτες τριβής.

Είναι οι συνηθέστεροι. Στηρίζονται στην αρχή της μεταδόσεως κινήσεως δια τριβής, όπως και οι συμπλέκτες τριβής των αυτοκινήτων. Η μεταβίβαση δηλαδή της ροπής γίνεται χάρη στις δυνάμεις τριβής, οι οποίες ασκούνται μεταξύ επιφανειών κινουμένων κατ' ευθείαν από τον κινητήρα, και άλλων, ακινήτων, οι οποίες εφάπτονται με τις πρώτες και στις οποίες θέλομε να μεταδοθεί η περιστροφική κίνηση.

Οι δυνάμεις τριβής προκαλούν αντίστοιχη ροπή τριβής, η οποία υπερνικά τη ροπή του φορτίου και παρασύρει σε περιστροφική κίνηση όλο το σύστημα το συνδεδεμένο με τις αρχικά ακίνητες επιφάνειες τριβής. Όσο μεγαλύτερες είναι οι διατιθέμενες δυνάμεις τριβής, τόσο μεγαλύτερη ροπή μπορεί να μεταβιβάσει ο συμπλέκτης.

Η μέγιστη διατιθέμενη ροπή τριβής είναι ανάλογη: Προς την κάθετη προς τις σε επαφή επιφάνειες δύναμη, η οποία πιέζει τις επιφάνειες αυτές μεταξύ τους, και προς το συντελεστή τριβής ολισθήσεως μεταξύ των επιφανειών αυτών (παράγρ. 1.4, συντελεστής ή).

Οι συμπλέκτες των μεγάλων ελκυστήρων, που μεταβιβάζουν ισχυρές ροπές, έχουν μεγάλες επιφάνειες τριβής, έχουν δηλαδή μεγάλες διαμέτρους ή μεγάλο αριθμό δίσκων. Έτσι επιτυγχάνεται ώστε, για την ίδια ανά μονάδα επιφάνειας δύναμη (πίεση) μεταξύ των δίσκων (η οποία δεν μπορεί να υπερβεί ορισμένα όρια για λόγους αντοχής), να εξασφαλίζεται μεγάλη κάθετη δύναμη στην όλη επιφάνεια, άρα και μεγάλη ροπή τριβής.

Οι συμπλέκτες τριβής κατά τη σύμπλεξή τους ολισθαίνουν, δηλαδή οι κινητήριες επιφάνειες τριβής τους περιστρέφονται ολισθαίνοντας επί των παρασυρόμενων, έως ότου οι στροφές του εξερχόμενου από αυτές άξονα (παρασυρόμενου ή άξονα εξόδου), εξισωθούν με τις στροφές του εισερχόμενου άξονα (κινητήριου ή άξονα εισόδου).

Επίσης ολισθαίνουν και παύουν να παρασύρουν τον άξονα εξόδου, όταν το φορτίο στον άξονα αυτό υπερβεί τη μέγιστη διατιθέμενη ροπή τριβής, και εξασφαλίζουν έτσι αποσύμπλεξη του κινητήρα από το σύστημα μεταδόσεως, και επομένως προστασία του από τα αυξημένα φορτία, τα οποία οι κινητήρες εσωτερικής καύσεως δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν χωρίς ανωμαλία (παράγρ. 2.2).

α) Συνηθισμένοι τύποι κεντρικών συμπλεκτών.

Συνήθως σε τροχοφόρους και μερικές φορές σε ερπυστριοφόρους ελκυστήρες ο συμπλέκτης είναι όμοιος με του αυτοκινήτου, τηρείται δηλαδή μονίμως συμπλεγμένος με τη βοήθεια ελατηρίων και αποσυμπλέκεται μόνον όταν ενεργήσουμε επί του αντίστοιχου μοχλού.

Σε πολλούς τύπους υπάρχει θέση σταθεροποιήσεως του μοχλού κατά την αποσύμπλεξη, η δε σύμπλεξη γίνεται μόνο με επαναφορά του μοχλού στη θέση συμπλέξεως (χωρίς ελατήρια αυτόματης επανασυμπλέξεως). Ο οδηγός μπορεί τότε να αφήνει αποσυμπλεγμένο τον κύριο συμπλέκτη, με τον κινητήρα σε λειτουργία, χωρίς να απασχολείται για να διατηρήσει την αποσύμπλεξη.

Με το σύστημα αυτό, όταν φθαρούν λίγο οι επιφάνειες τριβής του συμπλέκτη, μειώνεται η μεταξύ των επιφανειών αυτών ασκούμενη κάθετη δύναμη, οπότε η διατιθέμενη ροπή τριβής γίνεται ανεπαρκής, με αποτέλεσμα να μη παρασύρεται κανονικά σε περιστροφή ο άξονας εξόδου και να ολισθαίνει συνεχώς ο συμπλέκτης, πράγμα που επιταχύνει την περαιτέρω φθορά.

Την ολίσθηση αυτή μπορούμε να την εξουδετερώσουμε με τη λεγόμενη **ρύθμιση** του συμπλέκτη, την ελάττωση δηλαδή των διακένων μεταξύ των επιφανειών τριβής, έως ότου αποκατασταθεί η αρχική ροπή τριβής.

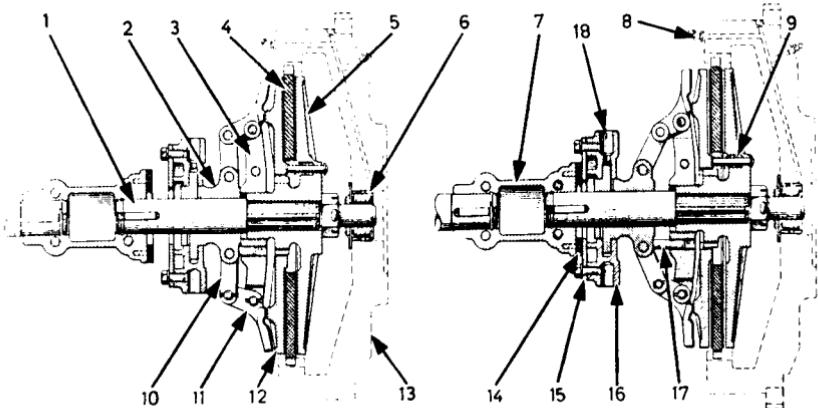
Συνηθισμένος τύπος συμπλέκτη τριβής είναι ο ξηρός συμπλέκτης με δίσκους και με επενδύσεις τριβής.

Το σχήμα 2.3δ δείχνει παράδειγμα μονοδίσκου ξηρού συμπλέκτη μικρού ερπυστριοφόρου ελκυστήρα.

Με το συμπλέκτη αυτό μεταβιβάζεται η ροπή από το σφόνδυλο του κινητήρα 13 στον άξονα εξόδου 1, που δίνει την κίνηση στο κιβώτιο ταχυτήτων. Το ένα άκρο του άξονα 1 στηρίζεται με το ρουλεμάν 6 στο σφόνδυλο και το άλλο συνδέεται με το σύνδεσμο 7 με τον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων.

Ο δίσκος 4, που έχει επενδύσεις τριβής και από τις δύο πλευρές, έχει περιφερειακή εξωτερική οδόντωση, που εισέρχεται σε αντίστοιχη εσωτερική οδόντωση του σφονδύλου. Έτσι μπορεί να περιστρέφεται μαζί με το σφόνδυλο και συγχρόνως να κάνει μικρές αξονικές μετακινήσεις.

Η κυκλική πλάκα πιέσεως 5 εισέρχεται σε ένα πολύσφηνο του άξονα και περιστρέφεται μαζί του. Η άλλη πλάκα πιέσεως 12 έχει εσω-



Σχ. 2.3δ.

1. Άξονας. 2. Περιλαίμιο. 3. Περικόχλιο. 4. Δίσκος. 5 και 12. Πλάκα πιέσεως. 6. Ρουλεμάν. 7. Σύνδεσμος. 8. Γρασαδόρος. 9. Ελατήρια. 10 και 11. Μοχλίσκοι. 13. Σφόνδυλος. 14. Επιφάνεια πιεδήσεως. 15. Πλάκα. 16. Δακτύλιος. 17. Πείρος. 18. Οπή.

τερική οδόντωση που εισέρχεται σε αντίστοιχη εξωτερική οδόντωση της πλήμνης της κυκλικής πλάκας 5 και έχει επίσης τη δυνατότητα να κάνει μικρές αξονικές μετακινήσεις. Στις οπές 18 του δακτυλίου 16, που δεν περιστρέφεται, αλλά μπορεί να κινείται κατά μήκος του άξονα 1, καταλήγει ο μηχανισμός χειρισμού του συμπλέκτη, που αρχίζει από το χειρομοχλό.

Πριν γίνει η σύμπλεξη, στρέφεται μόνο ο σφόνδυλος και ο δίσκος 4.

Κατά τη σύμπλεξη, η κίνηση του μοχλού χειρισμού μεταφέρεται, με το σύστημα μοχλών, στο μη περιστρεφόμενο δακτύλιο 16, που ωθείται τότε προς τα δεξιά παρασύροντας και το περιλαίμιο 2. Το περιλαίμιο αυτό ωθεί με τη σειρά του, μέσω των μοχλίσκων 11 (κοκοράκια), την πλάκα 12 και το στρεφόμενο δίσκο τριβής 4 και αναγκάζει το δίσκο να πιεσθεί με δύναμη επάνω στην πλάκα 5. Έτσι σφίγγεται ο περιστρεφόμενος δίσκος τριβής 4 μεταξύ των δύο αρχικά ακινήτων πλακών πιέσεως 5 και 12 και, επειδή δεν μπορεί λόγω της ισχυρής τριβής να ολισθήσει μεταξύ των πλακών αυτών, τις παρασύρει σε περιστροφική κίνηση και μαζί με αυτές και τον άξονα 1.

Όταν θέλουμε να αποσυμπλέξουμε, κινούμε το μοχλό αντίθετα. Τότε ο δακτύλιος 16, μαζί με το περιλαίμιο 2, επανέρχεται προς τα αριστερά, οι μοχλίσκοι 11 παύουν να πιέζουν την πλάκα 12 και ο δίσκος 4 αποχωρίζεται από τις πλάκες πιέσεως. Τα ελατήρια 9, που είχαν συσπειρωθεί κατά τη σύμπλεξη, εκτείνονται τώρα και βοηθούν την αποσύμπλεξη, απομακρύνοντας την πλάκα 12 από το δίσκο 4.

Με τις συνεχείς συμπλέξεις και αποσυμπλέξεις και επενδύσεις του δίσκου τριβής 4, λόγω της αναπόφευκτης κατά τους χειρισμούς αυτούς ολισθήσεως, φθείρονται σιγά - σιγά και λεπταίνουν. Έτσι είναι ενδεχόμενο ένας μεταχειρισμένος δίσκος, λόγω του ελαττώμενου πάχους του, να μην πιέζεται επαρκώς μεταξύ των πλακών πιέσεως, όταν ο μοχλός βρίσκεται στη θέση συμπλέξεως. Τότε δεν επιτυγχάνεται η σύμπλεξη, και έχομε συνεχή ολισθηση του δίσκου ως προς τις πλάκες, με αποτέλεσμα τη θέρμανση και την ταχεία περαιτέρω φθορά των επενδύσεών του.

Για να έχομε σύμπλεξη και στην περίπτωση μερικής φθοράς του δίσκου, ρυθμίζομε το συμπλέκτη, αποκαθιστούμε δηλαδή στην αρχική τους (προ της φθοράς) τιμή περίπου τα διάκενα, που υπάρχουν μεταξύ των πλακών και του δίσκου του συμπλέκτη στη θέση αποσυμπλέξεως.

Γι' αυτό φέρομε το μοχλό χειρισμού στη θέση αποσυμπλέξεως, και, στρέφοντας το περικόχλιο 3, ωθούμε την πλάκα 12 προς το δίσκο τριβής 4, έως ότου αποκατασταθούν περίπου τα προ της φθοράς διάκενα.

'Όταν οι επενδύσεις του δίσκου φθαρούν τόσο πολύ, ώστε παρά τη ρύθμιση, να μην μπορούμε να επιτύχομε σύμπλεξη, τις αντικαθιστούμε.

Επειδή η αλλαγή ταχύτητας στο παράδειγμά μας γίνεται με μετάθεση γραναζιών [παράγρ. 2.3 (Ε)], υπάρχει σύστημα που φρενάρει τον άξονα εξόδου του συμπλέκτη αμέσως μετά την αποσύμπλεξη, ώστε ο άξονας αυτός να παύει να περιστρέφεται, μόλις αποσυμπλέξομε, και η μετάθεση των γραναζιών του κιβωτίου ταχυτήτων να γίνεται σε στάση.

Το φρενάρισμα επιτυγχάνεται ως εξής:

Με την επάνοδο προς τα αριστερά του δακτυλίου 16 (θέση αποσυμπλέξεως), η οπίσθια πλάκα 15 του δακτυλίου αυτού έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια 14 του συνδέσμου 7, που στρέφεται μαζί με τον άξονα εξόδου 1. Έτσι μετά την αποσύμπλεξη, η επιφάνεια 14, που εξακολουθεί να περιστρέφεται με τον άξονα 1 λόγω αδράνειας, ολισθαίνει επάνω στην μη περιστρεφόμενη επιφάνεια 15 και φρενάρεται από την αντίσταση τριβής. Με το φρενάρισμα αυτό σταματάει η περιστροφή του άξονα 1 σχεδόν αμέσως μετά την αποσύμπλεξη. Μαζί με τον άξονα 1 παύουν να περιστρέφονται και τα γρανάζια του κιβωτίου ταχυτήτων. Έτσι, όταν μετά την αποσύμπλεξη θέλομε να αλλάξουμε ταχύτητα, τα γρανάζια αυτά έχουν ήδη σταματήσει να περιστρέφονται και δεν κινδυνεύουν τα δόντια τους κατά τους χειρισμούς αλλαγής ταχύτητας [παράγρ. 2.3 (Ε)].

Στους ξηρούς συμπλέκτες δεν παρεμβάλλεται υγρό μεταξύ των επιφανειών, όπου ασκείται η τριβή. Οι δίσκοι τους έχουν επενδύσεις από υλικό με μεγάλο συντελεστή τριβής ολισθήσεως, π.χ. από συμπιεσμένο ειδικό υλικό με βάση τον αμίαντο (φερροντό κλπ.), ή από συσσωματωμένη μεταλλική σκόνη που παρουσιάζει, εκτός από αυξημένο συντελεστή τριβής, αντοχή στη

φθορά και καλή θερμική αγωγιμότητα, χάρη στην οποία απάγεται εύκολα η παραγόμενη κατά τις ολισθήσεις θερμότητα τριβής.

Σε μεγάλους ελκυστήρες, όπου μεταβιβάζονται μεγαλύτερες ροπές από τον κινητήρα στο σύστημα πορείας, χρησιμοποιούνται πολύδισκοι συμπλέκτες προς αύξηση της επιφάνειας τριβής.

Στους ξηρούς συμπλέκτες προσέχομε να μην εισχωρήσει υγρό, π.χ. λιπαντικό λάδι, από τυχόν διαφυγές γειτονικών χώρων και καταστήσει ολισθηρές τις επιφάνειες τριβής, οπότε θα έχομε σημαντικά μειωμένη δύναμη τριβής. Γι' αυτό και στεγανοποιείται το κιβώτιο του συμπλέκτη με λιποπροφυλακτήρες στις θέσεις, όπου περνούν οι άξονες.

Το μειονέκτημα των ξηρών συμπλεκτών είναι ότι θερμαίνονται κατά τους επανειλημμένους χειρισμούς, επειδή παρουσιάζεται αναπόφευκτα κάποια ολίσθηση μεταξύ των επιφανειών τριβής σε κάθε σύμπλεξη και αποσύμπλεξη. Η θέρμανση επιταχύνει τη φθορά των επενδύσεων των δίσκων τριβής.

Το μειονέκτημα αυτό αντιμετωπίζεται με τη χρήση συμπλεκτών, στους οποίους κυκλοφορεί υγρό ψύξεως (συνήθως ορυκτέλαιο). Στους συμπλέκτες αυτούς οι επιφάνειες τριβής είναι μεταλλικές (π.χ. και οι δύο από χάλυβα ή από συσσωματωμένη μεταλλική σκόνη ή από χυτοσίδηρο, ή η μια από χάλυβα και η άλλη από μπρούντζο κλπ.), με ειδικά αυλάκια για την κυκλοφορία του υγρού, και μεταβιβάζουν ροπή μόνο όταν υπάρχει το υγρό μεταξύ τους. Το υγρό στέλνεται με αντλία, συνήθως γραναζωτή, και εκτός από τις επιφάνειες τριβής μπορεί να κυκλοφορεί και σε άλλα μέρη, π.χ. στα έδρανα του συμπλέκτη, στο τυχόν σύστημα έμμεσου χειρισμού κλπ.

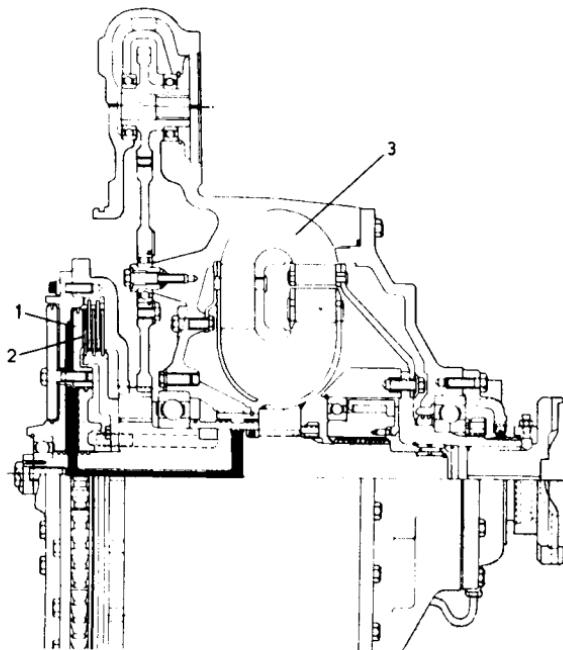
Ο συντελεστής τριβής στους συμπλέκτες αυτούς, εξ' αιτίας της παρεμβολής του υγρού, είναι πολύ χαμηλότερος παρά στους συμπλέκτες ξηρού τύπου. Χρειάζονται επομένως, για να αναπτύξουν την ίδια δύναμη τριβής, μεγάλυτερη κάθετη δύναμη, άρα μεγαλύτερη τριβόμενη επιφάνεια. Γι' αυτό κατασκευάζονται συνήθως με περισσότερους δίσκους.

Χάρη στην παρεμβολή του υγρού, δεν μεταβιβάζονται απότομα οι δυνάμεις και έχομε βαθμιαία και σχετικά αθόρυβη σύμπλεξη και αποσύμπλεξη. Η αποσύμπλεξη όμως δεν είναι τέλεια γιατί το υγρό, εξ' αιτίας της ισχυρής προσφύσεώς του στις επιφάνειες τριβής, εξακολουθεί να μεταβιβάζει μια μικρή ροπή και μετά την αποσύμπλεξη. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε σύστημα, που

φρενάρει αμέσως μετά την αποσύμπλεξη τον άξονα εξόδου του συμπλέκτη και προτιμούμε στους συμπλέκτες αυτούς τα λεπτόρευστα ορυκτέλαια, που παρουσιάζουν μικρότερη πρόσφυση.

Σε μεγάλα τρακτέρ με βαρείς και δύσκολους στο χειρισμό συμπλέκτες χρησιμοποιείται το λεγόμενο **έμμεσο σύστημα χειρισμού**, όπου η κίνηση του μοχλού χειρισμού μεταβιβάζεται στον συμπλέκτη μέσω **σερβομηχανισμού**, δηλαδή μηχανισμού κινούμενου με τη βοήθεια ενός ενδιάμεσου φορέα ενεργείας, π.χ. υγρού, ή αέρα υπό πίεση, ηλεκτρικού ρεύματος σε ντηζελοηλεκτρικούς ελκυστήρες, ή με τη βοήθεια υποπιέσεως. Ο χειριστής στην περίπτωση αυτή καταβάλλει ασήμαντη δύναμη για τη σύμπλεξη και αποσύμπλεξη, γιατί δεν κάνει τίποτε άλλο παρά να ελέγχει τη λειτουργία του μηχανισμού αυτού.

Σε μερικούς συμπλέκτες (modulated clutch) η ώθηση των δίσκων τριβής κατά τη σύμπλεξη επιτυγχάνεται κατ' ευθείαν με την υδραυλική πίεση που δημιουργείται από μια αντλία υγρού, και η κάθετη δύναμη, άρα και η μέγιστη διατιθέμενη ροπή τριβής, ρυθμίζεται με αλλαγή της πιέσεως του υγρού (σχ. 2.3ε).



Σχ. 2.3ε.

1. Δίοδος υγρού. 2. Δίσκοι συμπλέκτη. 3. Μετατροπέας ροπής.

β) Κεντρικοί συμπλέκτες που εξασφαλίζουν αναστροφή της πορείας.

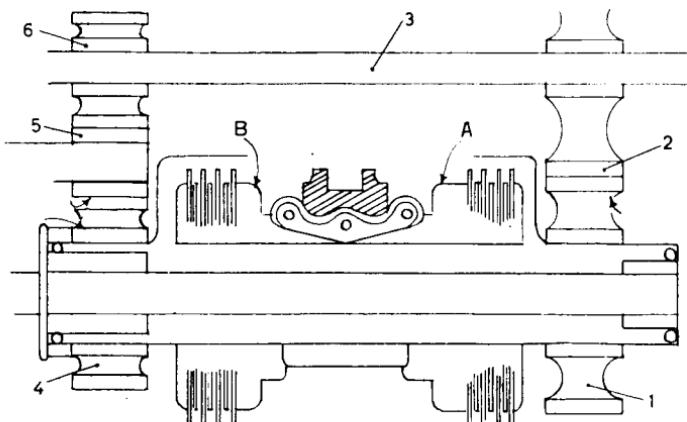
Σε μερικούς τύπους ελκυστήρων, όπου χρειάζεται ταχεία αναστροφή της πορείας, η αλλαγή της φοράς κινήσεως εξασφαλίζεται με αναστροφή της φοράς περιστροφής του άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων. Τούτο επιτυγχάνεται με δύο συμπλέκτες όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3στ.

Τους δύο συμπλέκτες τους χειριζόμαστε με τον ίδιο μοχλό, το μοχλό ελέγχου της φοράς κινήσεως.

Φέροντας το μοχλό αυτό στη θέση συμπλέξεως του συμπλέκτη Α σφηνώνομε στον άξονα του κινητήρα το γρανάζι 1, οπότε η κίνηση μεταδίδεται μέσω του ζεύγους των γραναζιών 1-2 στον άξονα εισόδου 3 του κιβωτίου ταχυτήτων.

Φέροντας το μοχλό στη θέση συμπλέξεως του συμπλέκτη Β, σφηνώνομε στον άξονα του κινητήρα το γρανάζι 4, το οποίο μεταδίδει την κίνηση στον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων μέσω των γραναζιών 4-5 και 5-6. Μεσολαβεί δηλαδή στην περίπτωση αυτή ένα γρανάζι επί πλέον, οπότε η κίνηση του άξονα 3 αντιστρέφεται. Στην ουδέτερη θέση του μοχλού χειρισμού έχομε αποσύμπλεξη και των δύο συμπλεκτών και το κιβώτιο ταχυτήτων απομονώνεται από τον κινητήρα.

Με το σύστημα αυτό έχομε όπισθεν για όλες τις ταχύτητες ή δε αναστροφή της πορείας χωρίς αλλαγή ταχύτητας γίνεται με απλή μετάθεση του μοχλού των συμπλεκτών αναστροφής. Έτσι



Σχ. 2.3στ.

εξασφαλίζεται ταχεία αλλαγή της φοράς κινήσεως, πράγμα που αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα, γιατί εξοικονομείται χρόνος στα μηχανήματα, όπου έχουμε συχνή αλλαγή της φοράς κινήσεως, όπως π.χ. στους φορτωτές. Η ταχεία αναστροφή συντελεί στην ασφάλεια εργασίας για μηχανήματα που εργάζονται σε απόκρημνα μέρη ή κάτω από ασταθή πρανή (προωθητήρες, εκσκαφείς κλπ.).

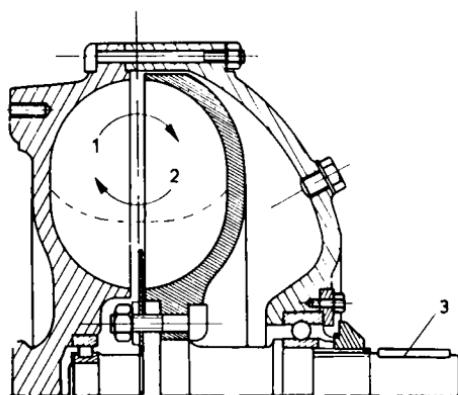
B. Υδραυλικοί σύνδεσμοι (fluid coupling, hydraulische Kupplung, coupleurs hydrauliques).

Η μεταβίβαση ροπής από τον κινητήρα στο σύστημα μεταδόσεως κινήσεως γίνεται και με υδραυλικό σύνδεσμο. Ο σύνδεσμος αυτός είναι συνδυασμός αντλίας και στροβίλου (υδροδυναμικό ζεύγος).

Από τον άξονα του κινητήρα λαμβάνει κίνηση μια φυγόκεντρη αντλία 1 (σχ. 2.3ζ).

Το υγρό (συνήθως ορυκτέλαιο), το οποίο εξέρχεται από την αντλία αυτή με κάποια πίεση, αναγκάζει το στρόβιλο 2 να περιστρέψεται κατά την ίδια φορά με την αντλία· ο άξονας του στροβίλου αποτελεί τον άξονα εξόδου 3 του συνδέσμου. Εξερχόμενο το υγρό από το στρόβιλο επιστρέφει στην αντλία για να αρχίσει νέο κύκλο λειτουργίας κ.ο.κ.

Η παρεμβολή του υγρού στους συνδέσμους αυτούς επιτρέ-



Σχ. 2.3ζ.

Άνω ήμισυ υδραυλικού συνδέσμου.

πει στον άξονα εξόδου τους να περιστρέφεται με διαφορετικό αριθμό στροφών από τον άξονα εισόδου.

Η ροπή που μεταβιβάζεται από την αντλία στο στρόβιλο είναι η ίδια με την κινητήρια ροπή που ασκείται από τον κινητήρα στην αντλία και εξαρτάται από τη λεγόμενη **ολίσθηση** του υδροδυναμικού ζεύγους, την ποσότητα του κυκλοφορούντος υγρού και τον αριθμό των στροφών της αντλίας.

Ολίσθηση ή βαθμό ολισθήσεως ονομάζομε το πηλίκο που βρίσκομε εάν διαιρέσομε τη διαφορά στροφών αντλίας - στροβίλου με τις στροφές της αντλίας. Δηλαδή αν π.χ. η αντλία έχει 100 στροφές και ο στρόβιλος 90, η ολίσθηση θα είναι $\frac{100 - 90}{100} = 0,10$ ή 10%.

Όταν η ολίσθηση είναι μικρή, όταν δηλαδή οι στροφές του στροβίλου είναι σχεδόν ίσες με τις στροφές της αντλίας, η μεταβιβαζόμενη ροπή είναι ελάχιστη. Όταν η ολίσθηση αυξάνει, όταν δηλαδή ο στρόβιλος επιβραδύνεται σε σχέση με την αντλία η μεταβιβαζόμενη ροπή αυξάνει, και όταν ο στρόβιλος σταματήσει, οπότε έχομε τη μέγιστη ολίσθηση (ίση με τη μονάδα ή 100%), η μεταβιβαζόμενη ροπή φθάνει στη μέγιστη τιμή της. Η μεταβιβαζόμενη ροπή αυξάνει επίσης με την ποσότητα του κυκλοφορούντος υγρού και με το τετράγωνο του αριθμού στροφών της αντλίας. Η σταθερότητα στροφών (μόνιμη λειτουργία) αποκαθίσταται, όταν επιτευχθούν, ο αριθμός στροφών του άξονα εισόδου (κινητήρα και αντλίας) και ο βαθμός ολισθήσεως που απαιτούνται, ώστε η ροπή που ασκείται από τον κινητήρα, η ροπή που μεταβιβάζεται στο στρόβιλο και η ροπή του φορτίου στον άξονα του στροβίλου (ανθιστάμενη ροπή) να είναι ίσες. Έτσι, όταν π.χ. η ροπή του φορτίου στον άξονα του στροβίλου αυξηθεί, οι στροφές του κινητήρα μειώνονται, ενώ συγχρόνως η ολίσθηση αυξάνει, έως ότου, τόσο η ροπή του κινητήρα όσο και η μεταβιβαζόμενη στο στρόβιλο ροπή, εξισωθούν με την αυξημένη ροπή του φορτίου.

Το φορτίο για το οποίο επιτυγχάνεται η ισότητα των ανωτέρω ροπών υπό βαθμό ολισθήσεως 100% (με σταμάτημα του στροβίλου), ισούται με τη μέγιστη ροπή $M_{μεγ}$, η οποία είναι δυνατόν να μεταβιβασθεί μέσω του υδραυλικού συνδέσμου.

Αν η αντίσταση προωθήσεως αυξηθεί τόσο, ώστε το φορτίο στον άξονα του στροβίλου να υπερβεί το $M_{μεγ}$, τότε ο στρόβιλος σταματάει και μαζί του όλο το σύστημα πορείας του ελκυστήρα,

που λαμβάνει κίνηση από τον άξονα εξόδου του υδραυλικού συνδέσμου, ενώ ο κινητήρας εξακολουθεί να δουλεύει με φορτίο ίσο προς το $M_{μεγ}$. Έτσι έχομε ένα είδος αυτόματης αποσυμπλέξεως του άξονα εξόδου και συνδέσμου από τον κινητήρα, όταν εμφανίζονται φορτία πέρα του ορίου $M_{μεγ}$, τα οποία θα μπορούσαν να υπερφορτώσουν και να σταματήσουν τον κινητήρα.

Η ροπή που μεταβιβάζει ο υδραυλικός σύνδεσμος, όπως είδαμε, εξαρτάται και από τις στροφές της αντλίας, άρα και του κινητήρα. Όταν ξεκινάει ο κινητήρας, η ροπή είναι ασήμαντη και μεγαλώνει όσο αυξάνουν οι στροφές του κινητήρα (είναι ανάλογη προς το τετράγωνο των στροφών αυτών). Έτσι η μεταβίβαση της ροπής γίνεται βαθμιαίως και η ροπή, που φορτίζει τον κινητήρα κατά την εκκίνησή του, είναι πολύ μικρότερη από το φορτίο κανονικής λειτουργίας, πράγμα που αποτελεί πλεονέκτημα, όταν έχομε κινητήρες εσωτερικής καύσεως (παράγρ. 2.2), η δε εκκίνηση του άξονα εξόδου είναι δυνατή, μόνον όταν το φορτίο του δεν υπερβαίνει τη ροπή $M_{μεγ}$.

Χάρη στην ελαστικότητα της συνδέσεως μεταξύ των αξόνων εισόδου και εξόδου, η οποία οφείλεται στη μεσολάβηση του υγρού επιτυγχάνεται κάποια απόσβεση κρούσεων ή δονήσεων που μεταδίδονται από το σύστημα πορείας, πριν φθάσουν στον κινητήρα.

Η μόνιμη όμως ολίσθηση γίνεται αιτία πρόσθετης απώλειας ενέργειας, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου. Γι' αυτό μερικοί τύποι είναι εφοδιασμένοι με διάταξη, μέσω της οποίας θέτομε εκτός λειτουργίας τον υδραυλικό σύνδεσμο και παρεμβάλλομε μηχανικό συμπλέκτη, όταν δεν παρουσιάζονται κρούσεις.

Η απώλεια ενέργειας συνοδεύεται με απόδοση θερμότητας, που ανεβάζει τη θερμοκρασία του υγρού. Γι' αυτό στους υδραυλικούς συνδέσμους προβλέπονται συνήθως πτερύγια αυξήσεως της εξωτερικής τους επιφάνειας, ώστε να ψύχονται καλύτερα από τον εξωτερικό αέρα.

Ο βαθμός αποδόσεως των υδραυλικών συνδέσμων ισούται με το λόγο των στροφών του άξονα εξόδου προς τις στροφές του άξονα εισόδου ή τη διαφορά του βαθμού ολισθήσεως από τη μονάδα. Συνήθως οι υδραυλικοί σύνδεσμοι εργάζονται με ολίσθηση 2% έως 3% οπότε ο βαθμός αποδόσεώς του ανέρχεται σε 97% έως 98%.

Ρύθμιση της ολισθήσεως για τον εντοπισμό της εντός των ανωτέρω ορίων μπορούμε να επιτύχομε, εάν αλλάξομε την ποσότητα του κυκλοφορούντος υγρού, ή τη συσχέτιση ροπής -

στροφών του κινητήρα δια του ρυθμιστή μεταβλητών στροφών (παράγρ. 2.2).

Μερικές φορές εκτός του υδραυλικού συνδέσμου χρησιμοποιείται και συμπλέκτης τριβής, ο οποίος επιτρέπει να απαλλάσσεται ο κινητήρας τελείως από το φορτίο του σε περίπτωση δύσκολης εκκινήσεως, π.χ. σε περίπτωση ψύχους. Ο συμπλέκτης τριβής τοποθετείται τότε κατά κανόνα μεταξύ του υδραυλικού συνδέσμου και του κιβωτίου ταχυτήτων.

Τον υδραυλικό σύνδεσμο μπορούμε να τον χρησιμοποιήσουμε και ως συμπλέκτη αφαιρώντας το υγρό του, όταν θέλομε να κάνουμε αποσύμπλεξη· κατά τη σύμπλεξη τον γεμίζουμε ξανά. Υπάρχουν και αυτόματα συστήματα, που αδειάζουν το σύνδεσμο με το σταμάτημα του κινητήρα και τον γεμίζουν πάλι με κάποια καθηστέρηση, όταν επαναρχίζει να λειτουργεί ο κινητήρας, ώστε η σύμπλεξη να αρχίζει αφού ο κινητήρας έχει πάρει αρκετές στροφές. Στους συμπλέκτες αυτούς δεν υπάρχουν φθειρόμενα μέρη και δεν χρειάζονται ρυθμίσεις.

Οι υδραυλικοί σύνδεσμοι δεν συναντώνται συχνά σε χωματουργικά μηχανήματα. Συνηθέστεροι είναι οι μετατροπείς ροπής [παράγρ. 2.3 (Δ)].

Γ. Πλανητικοί συμπλέκτες ρυθμιζόμενης ροπής εξόδου (Variable speed coupling).

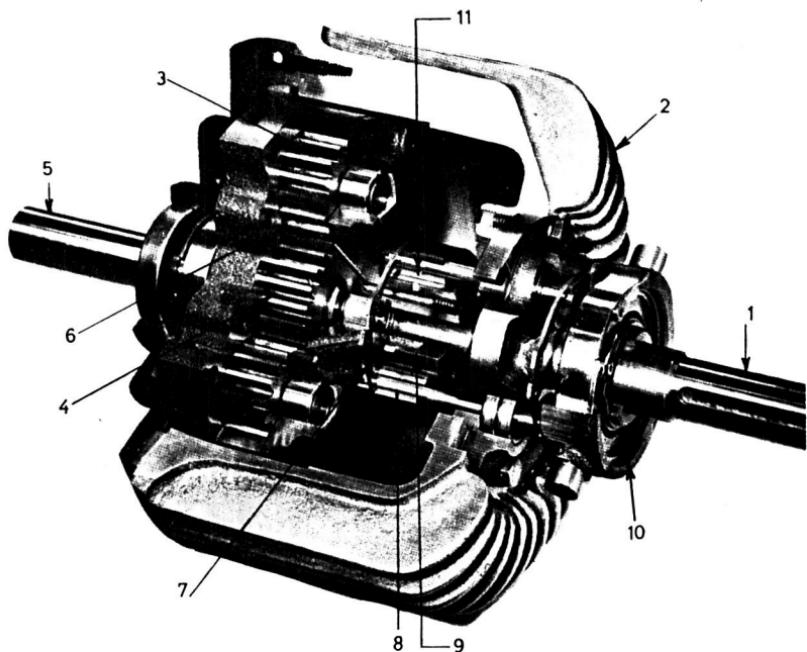
Ένας τύπος συμπλέκτη με δυνατότητα λεπτομερειακής ρυθμίσεως της ροπής εξόδου, από την οποία εξαρτάται η ταχύτητα προωθήσεως του ελκυστήρα, είναι ο πλανητικός υδραυλικός συμπλέκτης (σχ. 2.3η).

Στον τύπο αυτό μαζί με τον άξονα εισόδου 1 περιστρέφεται ένα κιβώτιο 2, που έχει τους άξονες τριών πλανητών 3, κλεισμένων μέσα σε στεγανά διαμερίσματα εντός του κιβωτίου.

Η οδόντωση των πλανητών αυτών εμπλέκεται στην οδόντωση ενός κεντρικού γραναζιού (ηλίου) 4, επίσης στεγανά κλεισμένου και σφηνωμένου στον άξονα εξόδου 5, που είναι ομοκεντρικός με το κιβώτιο 2.

Το κιβώτιο περιέχει ποσότητα ορυκτελαίου έτσι, ώστε όταν περιστρέφεται με την κανονική του ταχύτητα, το λάδι να ωθείται λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως προς τα τοιχώματα και να αφήνει στην κεντρική περιοχή του κιβωτίου έναν κυλινδρικό όγκο γεμάτο αέρα.

Κάθε πλανήτης, όταν κυλιέται γύρω από το κεντρικό γρανάζι, αποτελεί μαζί με αυτό μια γραναζωτή αντλία [παράγρ. 5.5 (Α.1)]. Η αντλία αυτή βρίσκεται κλεισμένη στο στεγανό της διαμέρισμα και έχει θυρίδα εξαγωγής και δύο οπές αναρροφήσεως, από τις οποίες η μια αναρροφά από τη ζώνη αέρα και η άλλη από τη ζώνη λαδιού του κιβωτίου.



Σχ. 2.3η.

Πλανητικός υδραυλικός συμπλέκτης: 1. Άξονας εισόδου. 2. Κιβώτιο. 3. Πλανήτες. 4. Ήλιος. 5. Άξονας εξόδου. 6. Είσοδος λαδιού. 7. Στόμιο εξόδου. 8. Βαλβίδα. 9. Έδρα βαλβίδας. 10. Κολλάρο μεταθέσεως ρυθμιστικής βαλβίδας. 11. Είσοδος αέρα.

Το άνοιγμα των οπών αναρροφήσεως από τη ζώνη αέρα, καθώς και το άνοιγμα των θυρίδων εξαγωγής των τριών αυτλιών, μπορούμε να τα αυξομειώνουμε με μια ρυθμιστική βαλβίδα, ενώ οι οπές αναρροφήσεως από τη ζώνη του λαδιού είναι μόνιμα ανοικτές.

Με την περιστροφή του άξονα εισόδου και του κιβωτίου παρασύρονται σε περιφορά περί τον άξονα του κιβωτίου και του ήλιου οι άξονες των τριών πλανητών.

Όταν η ρυθμιστική βαλβίδα αφήνει τελείως ανοικτές τις οπές, που αναρροφά από τη ζώνη αέρα καθώς και τις θυρίδες εξαγωγής, τότε εισέρχεται στα στεγανά διαμερίσματα του συγκροτήματος πλανητών - ήλιου αέρας, ο οποίος δεν εμποδίζει την περιστροφή των πλανητών περί τον άξονά τους. Έτσι οι πλανήτες, με την περιστροφή του κιβωτίου, αρχίζουν να στρέφονται περί τον άξονά τους κυλιόμενοι περί τον ήλιο, χωρίς να τον παρασύρουν σε περιστροφή, ενώ συγχρόνως το συγκρότημα λειτουργεί ως τριπλή γραναζωτή αυτλία, η οποία αναρροφά και

καταθλίβει αέρα. Τότε δεν μεταβιβάζεται ροπή στον άξονα εξόδου και έχομε αποσύμπλεξη.

Όταν με τη ρυθμιστική βαλβίδα κλείσουμε τις οπές αναρροφήσεως από τη ζώνη αέρα και τις θυρίδες εξαγωγής, ενώ οι πλανήτες εξακολουθούν ακόμα να κυλιώνται γύρω από τον ήλιο και το συγκρότημα να λειτουργεί ως αντλία, αρχίζει να αναρροφάται λάδι, το οποίο, επειδή δεν βρίσκει διέξοδο από τις θυρίδες εξαγωγής παραμένει στο χώρο των τριών αντλιών, όπου αυξάνεται η πίεσή του και δημιουργείται αντίσταση στην περαιτέρω περιστροφή των πλανητών περί τον άξονά τους. Τότε παύει η κύλιση των πλανητών και ο ήλιος παρασύρεται σε περιστροφή μαζί με το κιβώτιο των πλανητών, σαν να ήταν ένα σώμα με τους πλανήτες και τον άξονα εισόδου, ενώ η πίεση του λαδιού παύει να ανέρχεται, γιατί το συγκρότημα πλανητών - ηλίου δεν λειτουργεί πια ως αντλία, εφ' όσον οι πλανήτες δεν περιστρέφονται περί τον άξονά τους. Στην περίπτωση αυτή έχομε πλήρη σύμπλεξη.

Για τις ενδιάμεσες θέσεις της ρυθμιστικής βαλβίδας ο βαθμός συμπλέξεως, και επομένως η ροπή εξόδου, εξαρτάται από τη θέση της βαλβίδας αυτής.

Επομένως, μετακινώντας τη ρυθμιστική βαλβίδα, μπορούμε να αλλάζουμε τη ροπή εξόδου, άρα και την ταχύτητα του ελκυστήρα για το ίδιο φορτίο.

Οι συμπλέκτες αυτοί είναι κατάλληλοι σε περιπτώσεις όπου απαιτείται δυνατότητα λεπτομερειακής ρυθμίσεως της ταχύτητας προωθήσεως, όπως π.χ. σε ελκυστήρες με εξάρτηση αυλακωτήρα, όπου η ταχύτητα προωθήσεως πρέπει να ρυθμίζεται ανάλογα προς την εκάστοτε ταχύτητα των κάδων, η οποία μεταβάλλεται με τα διάφορα είδη εδαφών.

Με το συνδυασμένο χειρισμό ενός συμπλέκτη αυτού του είδους και κιβωτίου ταχυτήτων μπορούμε να επιτύχουμε όλες τις μεταξύ των βαθμίδων του κιβωτίου ταχυτήτων ενδιάμεσες ταχύτητες (συνεχής ρύθμιση ταχύτητας).

Για να μην αυξάνεται υπερβολικά η θερμοκρασία του λαδιού προβλέπονται πτερύγια αυξήσεως της εξωτερικής επιφάνειας του κιβωτίου, και για μεγαλύτερες ισχύες, πλήρες σύστημα ψύξεως.

Δ. Μετατροπέας ροπής (torque converter, Drehmoment - waandler, convertisseur de couple).

Αν σε ένα υδραυλικό σύνδεσμο εξαναγκάσομε το υγρό μετά την έξοδό του από το στρόβιλο, να διέλθει από ένα ακίνητο τροχό (στάτορα) με πτερύγια κατάλληλης μορφής, εκτρέποντας τη διεύθυνση ροής, τότε η ροπή στον άξονα του στροβίλου (ροπή εξόδου) μπορεί να γίνει μεγαλύτερη ή μικρότερη από τη ροπή στον άξονα της αντλίας (ροπή εισόδου).

Το συνδυασμό αυτό υδροδυναμικού ζεύγους και πτερυγιοφόρου στάτορα, που παρουσιάζει στον άξονα εξόδου ροπή διαφορετική από τη ροπή στον άξονα εισόδου ονομάζομε **μετατροπέα ροπής**. Το σχήμα 2.3θ παριστάνει σχηματικά ένα μετατροπέα ροπής.

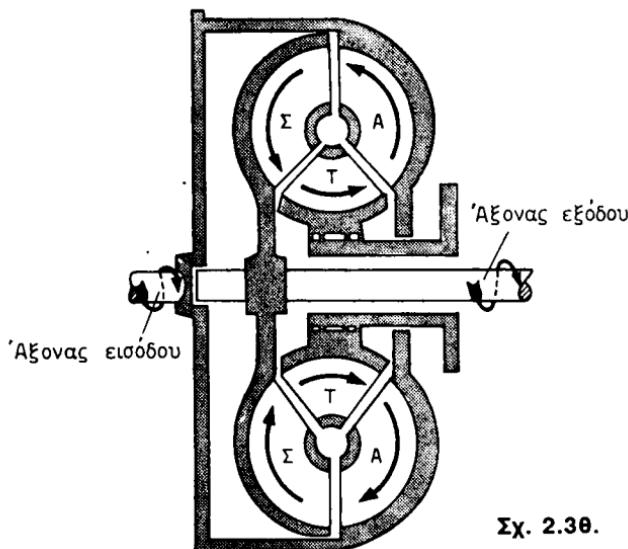
Το υγρό που φεύγει από την αντλία A, έρχεται στο στρόβιλο Σ και κατόπιν στο στάτορα T, από όπου επιστρέφει πάλι στην αντλία για να αρχίσει νέο κύκλο λειτουργίας.

Στο σχήμα 2.3ι παριστάνεται η αξονική τομή ενός μετατροπέα ροπής.

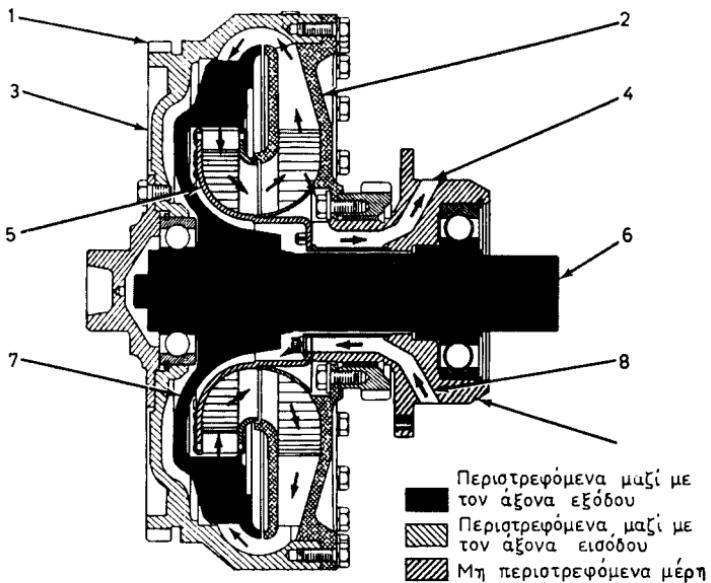
Εξ αιτίας της αλλαγής διευθύνσεως (εκτροπής) της ροής κατά τη διέλευση του υγρού δια των πτερυγίων του στάτορα, η ταχύτητα εισόδου στην αντλία διαφέρει από την ταχύτητα εξόδου από το στρόβιλο με αποτέλεσμα να μεταβιβάζεται στον άξονα του στροβίλου (άξονα εξόδου) ροπή διαφορετική από τη ροπή που ασκείται στον άξονα της αντλίας (άξονα εισόδου).

Η σχέση μεταξύ ροπής στον άξονα εξόδου και ροπής στον άξονα εισόδου εξαρτάται από την ολίσθηση μεταξύ των δύο αξόνων [παράγρ. 2.3 (B)].

Στις μεγάλες ολισθήσεις, δηλαδή όταν ο στρόβιλος στρέφεται αργά σε σχέση με την αντλία (οπότε η διαφορά ταχύτητας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου από το στρόβιλο υγρού είναι μεγάλη), η ροπή εξόδου γίνεται πολύ μεγαλύτερη από τη ροπή εισόδου, έχομε δηλαδή μεγάλο βαθμό πολλαπλασιασμού



Σχ. 2.3θ.



Σχ. 2.3ι.

1. Κινητήριο γρανάζι. 2. Πτερωτή αντλίας. 3. Κιβώτιο στρεφόμενο μαζί με την αντλία. 4. Θυρίδα εξόδου του υγρού. 5. Στάτορας. 6. Άξονας εξόδου. 7. Στρόβιλος. 8. Θυρίδα εισόδου.

της εισερχόμενης ροπής. Αντίθετα όσο ελαττώνεται η ολίσθηση, όσο δηλαδή οι στροφές του στροβίλου πλησιάζουν στις στροφές της αντλίας, ο βαθμός πολλαπλασιασμού της ροπής ελαττώνεται.

Έτσι, ενδεχόμενη αύξηση της αντιστάσεως προωθήσεως και επομένως και της ροπής του φορτίου στον άξονα εξόδου, η οποία συνεπάγεται πτώση των στροφών του άξονα αυτού (επομένως, αύξηση της ολισθήσεως), αντιμετωπίζεται με αντίστοιχη αύξηση της κινητήριας ροπής στον άξονα εξόδου, χωρίς αισθητή αλλαγή της ροπής στον άξονα εισόδου, η οποία αποτελεί και το φορτίο του κινητήρα.

Αντίθετα σε περίπτωση ελαττώσεως του φορτίου στον άξονα εξόδου, οπότε ο αριθμός στροφών του άξονα αυτού αυξάνεται και η ολίσθηση ελαττώνεται, ελαττώνεται αντίστοιχα και η κινητήρια ροπή στον άξονα εξόδου, ενώ η ροπή που φορτίζει τον άξονα εισόδου, επομένως και τον κινητήρα, δεν μεταβάλλεται σε μεγάλα όρια. Αυτό αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα για τους κινητήρες εσωτερικής καύσεως, οι οποίοι, όπως είδαμε (παράγρ. 2.2), δεν επιδέχονται μεγάλες διακυμάνσεις φορτίου και εργάζο-

νται ομαλά και με καλό βαθμό αποδόσεως σε μικρή μόνο περιοχή ροπών.

Αν παρεμβάλομε λοιπόν ένα μετατροπιέα ροπής μεταξύ κινητήρα και ενός φορτιζόμενου άξονα μπορούμε να επιτύχουμε μικρές διακυμάνσεις φορτίου στον κινητήρα, για μεγάλες διακυμάνσεις ροπής στο φορτιζόμενο άξονα. Τούτο επιτρέπει στον κινητήρα, γι' οποιαδήποτε τιμή της ροπής στον άξονα εξόδου, να εργάζεται χωρίς αισθητή απομάκρυνση του φορτίου του από την **ευνοϊκή** ροπή, η οποία εξασφαλίζει ομαλή λειτουργία και βέλτιστο βαθμό αποδόσεως, και να μην υπερφορτώνεται ούτε να σταματάει από ανεπάρκεια ροπής σε περίπτωση μεγάλη αυξήσεως του φορτίου του ελκυστήρα. Ο μετατροπέας ροπής δηλαδή μπορεί να θεωρηθεί ως κιβώτιο ταχυτήτων με άπειρες σχέσεις πολλαπλασιασμού που, ανάλογα με το εκάστοτε φορτίο εξόδου, εκλέγει αυτόματα την κατάλληλη, **ευνοϊκή**, σχέση πολλαπλασιασμού [παράγρ. 2.3 (Ε)].

Η ομαλή λειτουργία του κινητήρα (αποφυγή υπερφορτώσεως κλπ.), η οποία εξασφαλίζεται με τον μετατροπέα ροπής, αυξάνει τη διάρκεια ζωής του.

Επίσης χάρη στον πολλαπλασιασμό της ροπής μπορούμε, με τον ίδιο κινητήρα να επιτύχουμε μεγαλύτερες δυνάμεις έλξεως και να αντιμετωπίσουμε μεγαλύτερα φορτία.

'Όταν το φορτίο στον άξονα εξόδου γίνει τόσο μεγάλο ώστε να μην είναι δυνατόν να αντιμετωπισθεί, ακόμη και με το μεγαλύτερο πολλαπλασιασμό ροπής που διαθέτει ο μετατροπέας, σταματά ο άξονας εξόδου, ενώ ο κινητήρας εξακολουθεί να εργάζεται χωρίς αισθητή αλλαγή των στροφών του. Έχουμε δηλαδή ένα είδος αυτόματης αποσυμπλέξεως, όπως και στην περίπτωση του υδραυλικού συνδέσμου. Επίσης, όπως και στον υδραυλικό σύνδεσμο δεν έχουμε μεταβίβαση κρούσεων, το μηχάνημα εργάζεται ηρεμότερα και η ζωή των διαφόρων μερών του παρατείνεται.

Ο μετατροπέας ροπής είναι ιδιαίτερα χρήσιμος, όταν υπάρχουν κυμαινόμενα φορτία, οπότε απαιτείται αντίστοιχη προσαρμογή της κινητήριας ροπής. Γι' αυτό χρησιμοποιείται συνήθως σε ελκυστήρες, που αντιμετωπίζουν κυμαινόμενες αντιστάσεις κατά την εργασία (ελκυστήρες των προωθητήρων, αποξεστήρων, αυλακωτήρων κλπ.).

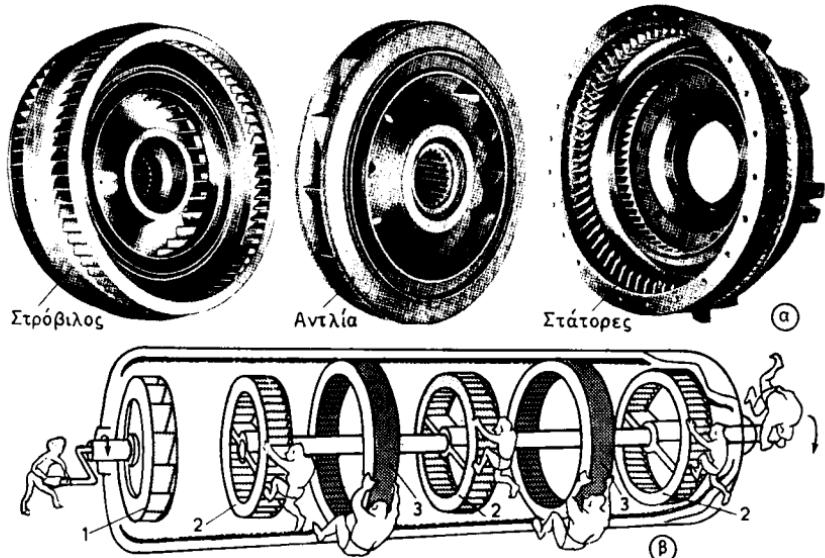
Εξ' αιτίας της τριβής ολισθήσεως του υγρού ο μετατροπέας ροπής θερμαίνεται κατά τη λειτουργία του και ένα ποσό ενέργειας καταναλίσκεται υπό μορφή θερμότητας. Για να μην

αυξάνεται υπερβολικά η θερμοκρασία του, προβλέπεται σύστημα ψύξεως.

Ο μετατροπέας ροπής εργάζεται με καλό βαθμό αποδόσεως και θερμαίνεται λιγότερο, για μια ορισμένη περιοχή στροφών του άξονα του στροβίλου (επομένως και για ορισμένα φορτία). Πρέπει λοιπόν και κρατάμε το φορτίο του άξονα αυτού εντός των αντιστοίχων ορίων. Γι' αυτό δεν επαρκεί συνήθως ο μετατροπέας όταν χρειάζεται προσαρμογή της ροπής με καλό βαθμό αποδόσεως σε μεγάλα όρια.

Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιείται εκτός από το μετατροπέα ροπής και κιβώτιο ταχυτήτων. Τότε ο οδηγός έχει τη δυνατότητα, ανάλογα με το φορτίο που αντιμετωπίζει να χρησιμοποιεί την εκάστοτε καταλληλότερη σχέση μεταδόσεως του κιβωτίου ταχυτήτων έτσι, ώστε ο αριθμός στροφών στον άξονα εξόδου του μετατροπέα να βρίσκεται στην περιοχή του καλού βαθμού αποδόσεως.

Υπάρχουν και πολυβάθμιοι μετατροπείς ροπής, που εξασφαλίζουν μεγαλύτερο πολλαπλασιασμό της ροπής. Σ' αυτούς το υγρό που φεύγει από τον πρώτο στάτορα, οδηγείται στο δεύτερο στρόβιλο, κατόπιν σε δεύτερο στάτορα κ.ο.κ. [σχ. 2.3ια(β)].



Σχ. 2.3ια.

Πολυβάθμιος μετατροπέας ροπής. 1. Αντλία. 2. Στρόβιλος. 3. Στάτορες.

Η περιοχή εργασίας με υψηλό βαθμό αποδόσεως στους μετατροπείς αυτούς είναι ακόμη στενότερη παρά στους μοναβάθμιους μετατροπείς.

Η θερμοκρασία του υγρού στους μετατροπείς που λειτουργούν με ορυκτέλαιο, κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 80° C έως 110° C περίπου κατά τη λειτουργία. Σε ψηλότερες θερμοκρασίες το ορυκτέλαιο αλλοιώνεται, δημιουργείται δε και πρόβλημα στεγανότητας του κυκλώματος λαδιού.

Η πίεση με την οποία η αντλία στέλνει υγρό στο στρόβιλο είναι συνήθως 2 έως 6 ατμόσφαιρες περίπου. Το υγρό είναι συνήθως ορυκτέλαιο και σπανιότερα πετρέλαιο.

Για να περιορίζεται η ταχύτητα του άξονα εξόδου στα επιθυμητά όρια, προβλέπεται, εκτός του ρυθμιστή στροφών του κινητήρα, και ρυθμιστής στροφών του άξονα εξόδου. Ο ρυθμιστής αυτός, όταν αυξάνονται υπερβολικά οι στροφές του άξονα εξόδου, μειώνει κατάλληλα την παροχή καυσίμου στον κινητήρα και αντίστροφα.

Ο μετατροπέας ροπής τοποθετείται συνήθως:

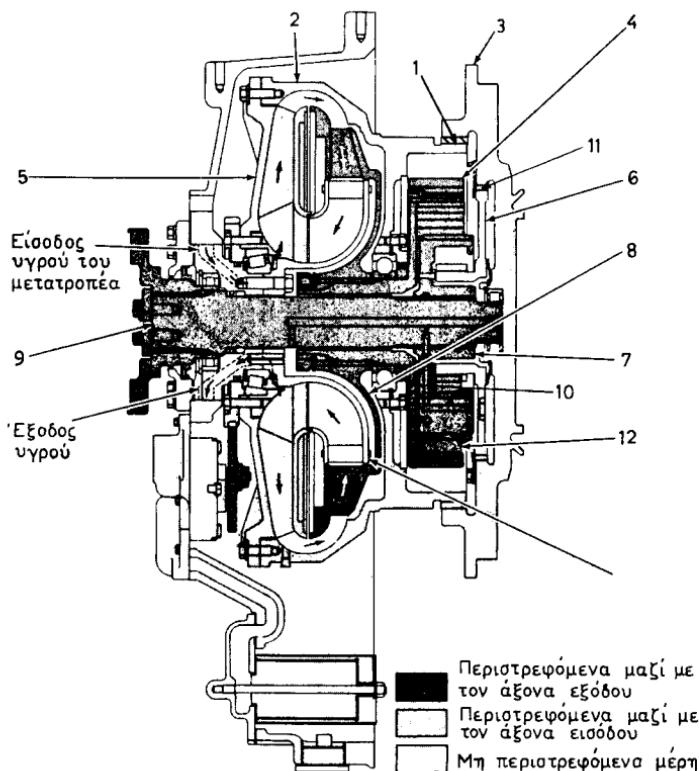
- Είτε μεταξύ κεντρικού συμπλέκτη και κιβωτίου ταχυτήτων, οπότε είναι δυνατόν να απομονώνεται από τον κινητήρα, ώστε να μη δείχνει να λειτουργεί και να μη θερμαίνεται, όταν ο κινητήρας εργάζεται χωρίς φορτίο.
- Είτε προ του κεντρικού συμπλέκτη, ώστε να μπορούμε να τον απομονώσουμε από το κιβώτιο ταχυτήτων και να έχομε μικρότερη αδράνεια στο σύστημα (κιβώτιο ταχυτήτων κλπ.), που παίρνει κίνηση από την έξοδο του συμπλέκτη και εξακολουθεί να περιστρέφεται λόγω αδράνειας μετά την αποσύμπλεξη.

Στην περίπτωση αυτή όμως ο συμπλέκτης είναι βαρύτερος γιατί μεταφέρει την πολλαπλασιασμένη ροπή εξόδου του μετατροπέα.

Πολλές φορές λείπει ο κεντρικός συμπλέκτης και η κίνηση μεταβιβάζεται από τον κινητήρα μέσω του μετατροπέα ροπής σε κιβώτιο ταχυτήτων έμμεσου χειρισμού, όπου η αλλαγή ταχύτητας γίνεται με συμπλέκτες τριβής ελεγχόμενους με πεπιεσμένο αέρα ή υγρό, οι οποίοι θέτουν σε λειτουργία τους εκάστοτε κατάλληλους συνδυασμούς γραναζιών [παράγρ. 2.3 (Ε, 3β)]. Επειδή όπως είδαμε στο μετατροπέα ροπής καταναλίσκεται ενέργεια, σε μερικούς τύπους ελκυστήρων υπάρχει διάταξη, με την οποία θέτομε εκτός λειτουργίας το μετατροπέα ροπής συνδέοντας σταθερά τον άξονα εισόδου με τον άξονα εξόδου του, όταν δεν υπάρχουν κυμαινόμενα φορτία και κρούσεις (lock - up clutch).

Επίσης υπάρχουν αυτόματα συστήματα, που θέτουν εκτός λειτουργίας το μετατροπέα ροπής σε περιπτώσεις υπερταχύνσεως του άξονα εξόδου, π.χ. σε κατήφορο. Τα συστήματα αυτά επιτυγχάνουν σύμπλεξη των αξόνων εισόδου και εξόδου, μόλις ο άξονας εξόδου αρχίσει να στρέφεται γρηγορότερα από τον άξονα εισόδου του μετατροπέα. Έτσι, μαζί με τον άξονα εξόδου παρασύρεται και ο άξονας εισόδου με την αντλία και τον κινητήρα, ο οποίος λειτουργεί με μειωμένο καύσιμο (λόγω επεμβάσεως του ρυθμιστή στροφών κατά την υπερτάχυνση) και ενεργεί κατά τη φάση συμπιέσεως ως πέδη.

Σε μερικούς τύπους, για να έχομε συνδυασμό των πλεονεκτημάτων τόσο του μετατροπέα ροπής, όσο και του μηχανικού συστήματος, η μετάδοση της κινήσεως στο κιβώτιο ταχυτήτων γίνεται μέσω δύο κλάδων, στον ένα εκ των οποίων υπάρχει μετατροπέας ροπής. Έχομε έτσι ένα διαιρέτη ροπής, όπως δείχνει το σχήμα 2.3ιβ.



Σχ. 2.3ιβ.
Διαιρέτης ροπής ελκυστήρα.

Μέρος της ροπής του κινητήρα μεταβιβάζεται μέσω της οδοντώσεως 1, της στεφάνης του σφονδύλου 3, στο κιβώτιο 2, το οποίο περιστρέφεται μαζί με την πτερωτή 5 της αντλίας του μετατροπέα ροπής, ενώ η πτερωτή 8 του στροβίλου του μετατροπέα στρέφεται μαζί με τη στεφάνη 4, που έχει εσωτερική οδόντωση.

Η στεφάνη 4 παρασύρει σε περιφορά γύρω από το κεντρικό γρανάζι 7 (ήλιο) τους πλανήτες 12, και μαζί τους σε περιστροφή ολόκληρο το φορέα 10 των αξόνων των πλανητών, ο οποίος είναι σφηνωμένος στον άξονα εξόδου 9.

Το υπόλοιπο μέρος της ροπής του κινητήρα μεταβιβάζεται μέσω της οδοντώσεως 11 του σφονδύλου, στο γρανάζι 6, που στρέφεται μαζί με το γρανάζι - ήλιο 7 και από το γρανάζι - ήλιο μέσω των πλανητών στο φορέα 10 για να καταλήξει πάλι στον άξονα εξόδου 9.

Έτσι τόσο η ροπή που μεταφέρεται κατ' ευθείαν από το πλανητικό σύστημα, όσο και η ροπή μέσω του μετατροπέα, μεταβιβάζονται σε ένα κοινό άξονα, που συνδέεται με τον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων. Μερικοί τύποι διαιρετών ροπής είναι εφοδιασμένοι με αυτόματο σύστημα, συνήθως υδραυλικό, το οποίο, όταν το φορτίο ελαττωθεί και οι στροφές αυξηθούν πέρα ενός ορίου, θέτει σε ενέργεια ένα συμπλέκτη, ο οποίος συνδέει σταθερά τον άξονα εισόδου με τον άξονα εξόδου του μετατροπέα ροπής. Έτσι ο μετατροπέας τίθεται εκτός λειτουργίας στα χαμηλά φορτία, όπου δεν μας είναι απαραίτητος, και η ροπή μεταβιβάζεται ολόκληρη μέσω του μηχανικού συστήματος.

E. Κιβώτιο ταχυτήτων.

1) Γενικά.

Όπως το αυτοκίνητο έτσι και οι ελκυστήρες έχουν να αντιμετωπίσουν διάφορες αντιστάσεις προωθήσεως στις διάφορες συνθήκες πορείας και εργασίας.

Έτσι, όταν π.χ. ο ελκυστήρας ανεβαίνει ένα ανήφορο ή επιταχύνεται ή όταν η εξάρτησή του ή το τυχόν ελκόμενο μηχάνημα βρίσκεται σε φάση εργασίας, η απαιτούμενη δύναμη προωθήσεως είναι πολύ μεγαλύτερη, παρά όταν ο ελκυστήρας τρέχει π.χ. στο δρόμο με ανασηκωμένες τις εξαρτήσεις.

Για να μπορεί η κινητήρια ροπή που εφαρμόζεται στους τροχούς του ελκυστήρα να αυξομειώνεται ανάλογα με τις εκάστοτε αντιστάσεις, χωρίς να αλλάζει αισθητά η ροπή που φορτίζει τον κινητήρα, χρησιμοποιούνται τα κιβώτια ταχυτήτων.

Τα κιβώτια αυτά επιτρέπουν να εκλέγομε ορισμένες κατάλληλες σχέσεις πολλαπλασιασμού μεταξύ της ροπής στρέψεως στον άξονα του κινητήρα και της ροπής στον άξονα των κινητη-

ρίων τροχών. Έτσι είναι δυνατόν να αντιμετωπισθεί χωρίς ανωμαλία στη λειτουργία του κινητήρα (υπερφόρτωση, μείωση του βαθμού αποδόσεως, σταμάτημα κλπ.) η ροπή της αιτιστάσεως πρωθήσεως $F \cdot r_k$ (ανθιστάμενη ροπή) (βλ. σχέση 8, παράγρ. 1.3), η οποία είναι κατά κανόνα μεγαλύτερη από τη μέγιστη διαθέσιμη ροπή στον άξονα του κινητήρα.

Σε κάθε θέση του μοχλού ταχυτήτων αντιστοιχεί και μια ορισμένη σχέση πολλαπλασιασμού (σχέση μεταδόσεως).

Για να διατηρείται η ροπή που φορτίζει τον κινητήρα σε ορισμένη τιμή, π.χ. στην ευνοϊκότερη τιμή από απόψεως ομαλής λειτουργίας και καλού βαθμού αποδόσεως (ευνοϊκό φορτίο), πρέπει η σχέση του πολλαπλασιασμού για κάθε ανθιστάμενη ροπή να ισούται με το πηλίκο της ανθιστάμενης ροπής δια του ευνοϊκού φορτίου του κινητήρα (ευνοϊκή σχέση πολλαπλασιασμού). Επειδή όμως στα κιβώτια ταχυτήτων ο αριθμός των σχέσεων πολλαπλασιασμού είναι περιορισμένος, αυτό επιτυγχάνεται μόνο όταν οι τιμές τις ανθιστάμενης ροπής είναι ίσες προς το γινόμενο του ευνοϊκού φορτίου του κινητήρα επί μια εκ των σχέσεων πολλαπλασιασμού του κιβωτίου. Σε κάθε σχέση πολλαπλασιασμού, δηλαδή σε κάθε θέση του μοχλού ταχυτήτων, αντιστοιχεί επομένως μια τιμή **ευνοϊκή** της ανθιστάμενης ροπής και αντίστροφα. Για όλες τις άλλες τιμές της ανθιστάμενης ροπής η αντίστοιχη ροπή στον κινητήρα παρουσιάζει απόκλιση από το «ευνοϊκό» φορτίο του κινητήρα.

Η απόκλιση όμως αυτή είναι μειωμένη σε σχέση με την απόκλιση της ροπής από την αντίστοιχη **ευνοϊκή τιμή** της. Προκύπτει δε από τη διαίρεση της αποκλίσεως της ανθιστάμενης ροπής με την εκλεγόμενη σχέση πολλαπλασιασμού.

Έτσι τα κιβώτια ταχυτήτων εξασφαλίζουν προσαρμογή της κινητήριας ροπής των τροχών προς την ανθιστάμενη, με διατήρηση του ευνοϊκού φορτίου του κινητήρα για τις ευνοϊκές τιμές, και με μειωμένη απόκλιση από το ευνοϊκό φορτίο του κινητήρα για τις άλλες τιμές της ανθιστάμενης ροπής.

Ο κινητήρας εργάζεται επομένως με το ευνοϊκό φορτίο του, όταν η ανθιστάμενη ροπή στους τροχούς λαμβάνει ορισμένες μόνο τιμές (τις ευνοϊκές), εκ των οποίων κάθε μια αντιστοιχεί σε μια από τις σχέσεις πολλαπλασιασμού (τις βαθμίδες) του κιβωτίου. Η προσαρμογή δηλαδή της κινητήριας ροπής προς την ανθιστάμενη ροπή μπορεί να γίνει με την **ευνοϊκή** για τον κινητήρα σχέση πολλαπλασιασμού, μόνο για ορισμένες τιμές της ανθιστά-

μενης ροπής στους τροχούς (βαθμιδωτή προσαρμογή). Αντίθετα στο μετατροπέα ροπής η προσαρμογή αυτή επιτυγχάνεται περίπου για οιανδήποτε τιμή της ανθιστάμενης ροπής (εντός της περιοχής λειτουργίας του μετατροπέα) και μάλιστα αυτόματα [συνεχής αυτόματος προσαρμογή, παράγρ. 2.3 (Δ)].

Για να έχουμε όσο το δυνατόν μικρότερη απόκλιση από την ευνοϊκή ροπή του κινητήρα, εκλέγομε για κάθε ανθιστάμενη ροπή, τη σχέση πολλαπλασιασμού του κιβωτίου που αντιστοιχεί στην πλησιέστερη ευνοϊκή τιμή της ροπής αυτής.

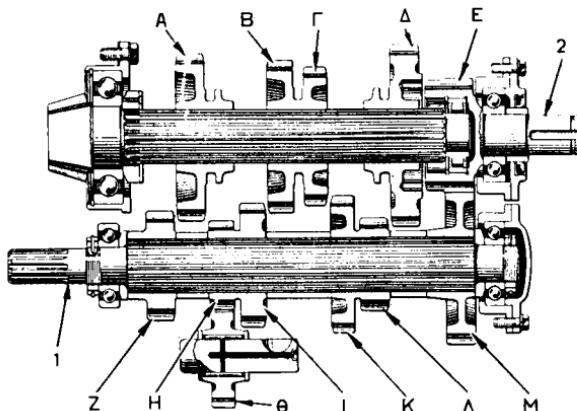
Ο πολλαπλασιασμός ροπής στο κιβώτιο ταχυτήτων συνοδεύεται με ελάττωση στροφών στον άξονα εξόδου του κιβωτίου, άρα και στους τροχούς. Έτσι στις μεγάλες σχέσεις πολλαπλασιασμού της ροπής, αντιστοιχούν, όπως στα αυτοκίνητα, μικρές ταχύτητες πορείας και αντιστρόφων.

Τα κιβώτια ταχυτήτων τοποθετούνται μεταξύ του κύριου συμπλέκτη και του υπόλοιπου μηχανισμού μεταδόσεως κινήσεως στους τροχούς.

Διακρίνομε κιβώτια με μεταθετά γρανάζια και κιβώτια με μόνιμη εμπλοκή των γραναζιών.

2) Κιβώτια ταχυτήτων με μεταθετά γρανάζια.

Το σχήμα 2.3ιγ δείχνει ένα κιβώτιο του είδους αυτού. Ο άξονας εισόδου 1 λαμβάνει την κίνηση από το συμπλέκτη και ο άξονας εξόδου 2 τη μεταβιβάζει στο περαιτέρω σύστημα μεταδόσεως κινήσεως στους τροχούς.



Σχ. 2.3ιγ.

Το γρανάζι Μ βρίσκεται σε μόνιμη εμπλοκή με το Ε, το οποίο μπορεί να περιστρέφεται ανεξάρτητα από τον άξονά του (τρελό).

Επίσης το γρανάζι Η βρίσκεται σε μόνιμη εμπλοκή με το γρανάζι Θ της όπισθεν. Τα γρανάζια Α, Β, Γ, Δ είναι μεταθετά κατά μήκος του άξονα 2 και μπορούμε με μεταφορά τους στην κατάλληλη κάθε φορά θέση, να επιτύχομε 5 ταχύτητες εμπρός και μια όπισθεν. Δηλαδή έχουμε:

- 1η ταχύτητα, όταν εμπλέκομε τα γρανάζια Λ-Δ
- 2η » » » » Z-A
- 3η » » » » I-B
- 4η » » » » K-G
- 5η » » » » E-D (εσωτερική οδόντωση του Δ με τμήμα της εξωτερικής οδοντώσεως Ε).
- Όπισθεν ταχύτητα, όταν εμπλέκομε τα γρανάζια Θ-A, οπότε κατά τη μετάδοση της κινήσεως από τον άξονα 1 στον άξονα 2 μεσολαβεί ένα γρανάζι επί πλέον, το Θ. Το γρανάζι αυτό βρίσκεται σε κατάλληλη θέση, ώστε το Α να μπορεί, μετατιθέμενο, να εμπλέκεται μαζί του. (Στο σχήμα δεν έχει την πραγματική του θέση).

Στην ουδέτερη θέση κανένα από τα παραπάνω ζεύγη γραναζιών (σχ. 2.3ιγ) δεν βρίσκεται σε εμπλοκή και η κίνηση δεν μεταδίδεται στον άξονα εξόδου.

Στα κιβώτια αυτά, πριν αλλάξιμε ταχύτητα, αποσυμπλέκομε τον κύριο συμπλέκτη, ώστε να παύσουν να λαμβάνουν κίνηση οι άξονες του κιβωτίου ταχυτήτων, και περιμένομε να επιβραδύνθούν ή και να σταματήσουν τελείως να περιστρέφονται οι άξονες αυτοί (στους ερπυστριοφόρους το σταμάτημα είναι απαραίτητο). Αυτό γίνεται για να πραγματοποιηθεί κατά το δυνατόν σε στάση, τόσο η διακοπή συνεργασίας των γραναζιών της παλαιάς ταχύτητας, όσο και η εμπλοκή των γραναζιών της νέας ταχύτητας.

Έτσι δεν κινδυνεύουν τα δόντια των γραναζιών να σπάσουν από τις αυξημένες καταπονήσεις και κρούσεις, που θα προέκυπταν αν η εμπλοκή ή η απεμπλοκή γινόταν εν κινήσει.

Εάν θέλομε σε τροχοφόρους ελκυστήρες ο χειρισμός της αλλαγής ταχύτητας μετά την αποσύμπλεξη να γίνεται χωρίς να σταματήσει τελείως ο ελκυστήρας, δηλαδή με περιστρεφόμενα τα γρανάζια του κιβωτίου ταχυτήτων, διακρίνομε δύο περιπτώσεις:

α) Τη μετάβαση από μικρότερη σε μεγαλύτερη ταχύτητα.

Στην περίπτωση αυτή αποσυμπλέκουμε τον κύριο συμπλέκτη και τοποθετούμε το μοχλό επιλογής ταχύτητας στην ουδέτερη θέση (νεκρό σημείο). κατόπιν περιμένουμε λίγο για να μειωθούν οι στροφές του άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων και μεταθέτουμε τα γρανάζια στη θέση της νέας ταχύτητας.

Αν χρειασθεί, συντομεύουμε το διάστημα της αναμονής με μείωση του καυσίμου του κινητήρα και προσωρινή επανασύμπλεξη του κύριου συμπλέκτη για να φρεναρισθεί ο άξονας εισόδου του κιβωτίου παρασύροντας τις περιστρεφόμενες μάζες του κινητήρα και αντιμετωπίζοντας αντίθετη ροπή κατά τη φάση συμπιέσεως του κινητήρα.

Αυτό γίνεται για να μπορέσουν τα νέα γρανάζια, που θα συνεργασθούν, να αποκτήσουν εν συνεχείᾳ πριν από την εμπλοκή τους μια σχέση στροφών, που πλησιάζει την επιδιωκόμενη στην νέα ταχύτητα σχέση (δηλαδή να έχει λιγότερες στροφές το κινητήριο γρανάζι για τις ίδιες στροφές του παρασυρόμενου γραναζιού).

β) Τη μετάβαση από μεγαλύτερη σε μικρότερη ταχύτητα.

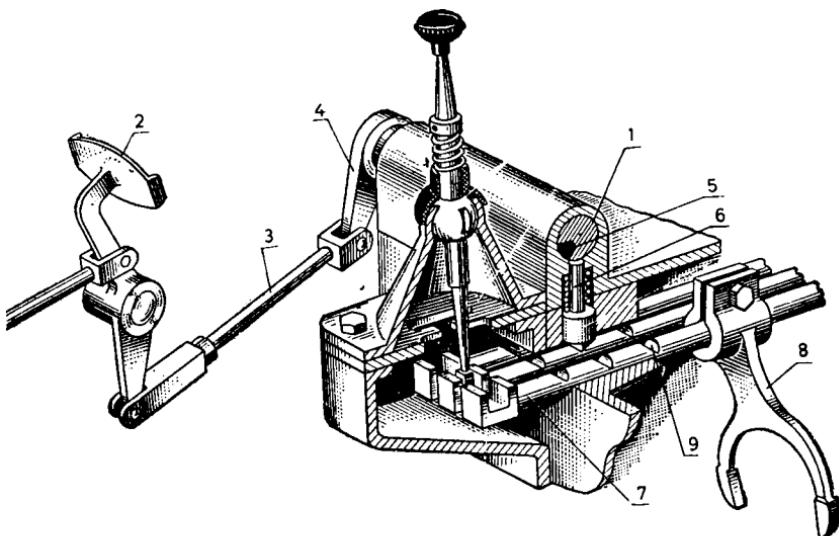
Τότε αντίστροφα, μετά την αποσύμπλεξη του κύριου συμπλέκτη και την τοποθέτηση του μοχλού επιλογής στο νεκρό σημείο, αυξάνουμε τις στροφές του άξονα εισόδου, αυξάνοντας την παροχή καυσίμου στον κινητήρα και επανασυμπλέκοντας τον κύριο συμπλέκτη, και κατόπιν, αφού αποσυμπλέξουμε, μεταθέτουμε τα γρανάζια στη νέα ταχύτητα.

Για να είναι εξασφαλισμένη η αποσύμπλεξη κατά το χειρισμό αλλαγής ταχύτητας, υπάρχει στα κιβώτια αυτά σύστημα που ελέγχεται από το μοχλό του συμπλέκτη και εμποδίζει τη μετάθεση οιουδήποτε γραναζιού, όταν ο συμπλέκτης είναι συμπλεγμένος.

Παράδειγμα τέτοιου συστήματος δείχνει το σχήμα 2.3ιδ.

Ο αξονίσκος 1 συνδέεται με τους μοχλούς 3 και 4 με το πεντάλ χειρισμού του συμπλέκτη 2 και φέρει το αυλάκι 5. Τα μικρά έμβολα ωθούμενα από τα ελατήριά τους, εισέρχονται στις εγκοπές 9 των αντιστοίχων ωστηρίων ολισθήσεως 7, στα οποία είναι περασμένες οι περόνες μεταθέσεως γραναζιών 8. Όταν μετά το χειρισμό επιλογής μιας ταχύτητας συμπλέκουμε τον κύριο συμπλέκτη, ο αξονίσκος 1, στρεφόμενος, σταθεροποιεί τα έμβολαίδια 6 εντός των εγκοπών των ωστηρίων 7 και εμποδίζει έτσι τη μετάθεση των ωστηρίων αυτών.

Κατά την αποσύμπλεξη του κύριου συμπλέκτη ο αξονίσκος 1 στρέ-



Σχ. 2.3ιδ.

φεται αντίθετα και το αυλάκι του λαμβάνει θέση, η οποία επιτρέπει στα μικρά έμβολα να κινηθούν προς τα επάνω. Τότε, αν κινήσομε με το μοχλό ταχυτήτων ένα από τα ωστήρια 7, για αλλαγή ταχύτητας, μεταβιβάζεται στο αντίστοιχο μικρό έμβολο, λόγω κλίσεως των τοιχωμάτων των εγκοπών 9, μια δύναμη προς τα επάνω που υπερνικά την τάση του ελατηρίου του, και το εξαγει από την εγκοπή του ωστηρίου. Έτσι το ωστήριο είναι πια ελεύθερο να μετατεθεί.

Σε πολλά κιβώτια ταχυτήτων υπάρχει και μηχανισμός, ο οποίος όταν μετακινηθεί το ωστήριο μεταθέσεως ενός γραναζιού, σταθεροποιεί τα ωστήρια όλων των άλλων μεταθετών γραναζιών στην ουδέτερη θέση. Έτσι δεν μπορούμε να βάλομε δύο διαφορετικές ταχύτητες συγχρόνως.

3) Κιβώτια ταχυτήτων με γρανάζια μόνιμης εμπλοκής.

Στα κιβώτια αυτά δεν μεταθέτομε γρανάζια. Τα ζεύγη των γραναζιών βρίσκονται σε συνεχή εμπλοκή, ακόμη και όταν δεν μεταφέρουν ροπή. Η έκλογή των ταχυτήτων γίνεται με συμπλέκτες με τους οποίους επιτυγχάνεται η μετάδοση κινήσεως μέσω των εκάστοτε καταλλήλων συνδυασμών γραναζιών, απλών ή πλανητικών. Τα γρανάζια μόνιμης εμπλοκής, δεδομένου ότι δεν σύρονται το ένα επί του άλλου κατά την αξονική διεύθυνση, είναι δυνατόν να κατασκευασθούν με ελικοειδή οδόντωση, η οποία και

προτιμάται, γιατί εξασφαλίζει ομαλότερη συνεργασία μεταξύ των οδόντων (η εφαρμογή της δυνάμεως σε κάθε ζεύγος οδόντων γίνεται βαθμιαία και διαρκεί περισσότερο).

Οι συμπλέκτες που ελέγχουν τα κιβώτια αυτά, είναι δυνατόν να είναι οδοντωτοί ή συμπλέκτες τριβής.

α) Κιβώτια ταχυτήτων με γρανάζια μόνιμης εμπλοκής και οδοντωτούς συμπλέκτες.

Στα κιβώτια αυτά, τα γρανάζια που μεταφέρουν τη ροπή για την εκάστοτε ταχύτητα, σφηνώνονται στον άξονά τους με οδοντωτούς συμπλέκτες, οι οποίοι αποτελούνται από μεταθετά (ολισθαίνοντα αξονικά) και αμετάθετα οδοντωτά δακτυλίδια.

Τα μεταθετά δακτυλίδια έχουν εσωτερική οδόντωση.

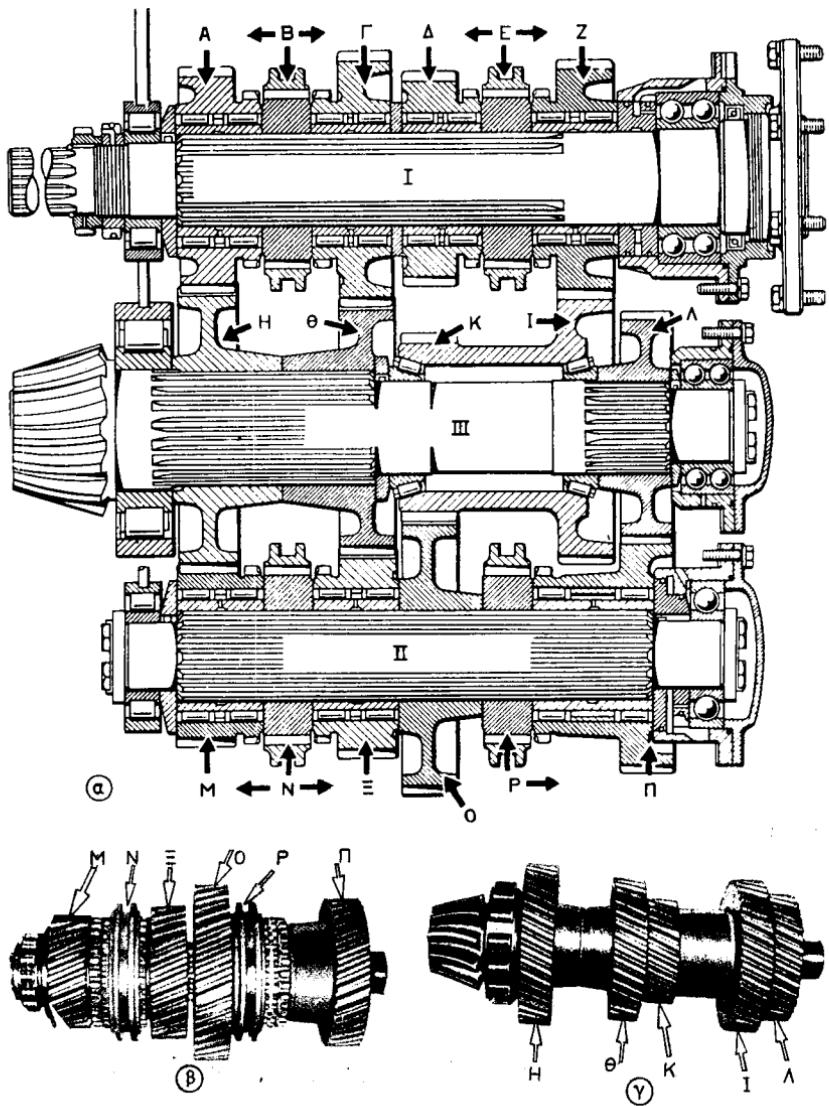
Τα αμετάθετα είναι σφηνωμένα στους άξονες του κιβωτίου και έχουν εξωτερική οδόντωση που ταιριάζει με την εσωτερική των μεταθετών. Τα γρανάζια έχουν στην πλήμνη τους εξωτερική οδόντωση που ταιριάζει επίσης με την εσωτερική των μεταθετών δακτυλιδιών. Για να σφηνώσομε στον άξονά του ένα γρανάζι κατά το χειρισμό αλλαγής ταχύτητας, μεταθέτομε το αντίστοιχο μεταθετό δακτυλίδι έτσι ώστε η εσωτερική του οδόντωση να εμπλακεί σεν μέρει με το αντίστοιχο αμετάθετο δακτυλίδι και εν μέρει με την πλήμνη του γραναζιού που θέλομε να σφηνώσομε. (Τα αμετάθετα δακτυλίδια έχουν διάμετρο ίση με τη διάμετρο της πλήμνης του προς σφήνωση γραναζιού).

Στο παράδειγμα του σχήματος 2.3ιε το κιβώτιο ταχυτήτων έχει 3 άξονες: τον άξονα εισόδου I, τον ενδιάμεσο άξονα II [σχ. 2.3ιε (β)] και τον άξονα εξόδου III [σχ. 2.3ιε (γ)]. Ο ενδιάμεσος άξονας είναι τοποθετημένος έτσι ώστε τα γρανάζια του να μπορούν να συνεργάζονται με τα εκάστοτε εκλεγόμενα γρανάζια των άλλων δύο αξόνων. (Στο σχήμα χάρη σαφήνειας του σχεδίου δεν έχει τοποθετηθεί στην πραγματική του θέση).

Στον άξονα εισόδου είναι περασμένα ελεύθερα (μέσω ρουλεμάν) το γρανάζι Δ και τα γρανάζια Α, Γ, και Ζ, τα οποία βρίσκονται σε μόνιμη εμπλοκή με τα γρανάζια Η, Θ και Ι του άξονα εξόδου αντίστοιχα.

Το μεταθετό δακτυλίδι B, όταν ωθείται προς τα δεξιά, σφηνώνει στον άξονά του το γρανάζι Γ, και, όταν ωθείται προς τα αριστερά, το γρανάζι Α. Το μεταθετό δακτυλίδι E κατά τον ίδιο τρόπο σφηνώνει άλλοτε το γρανάζι Ζ και άλλοτε το Δ.

Στον ενδιάμεσο άξονα II είναι περασμένα ελεύθερα (μέσω ρουλεμάν) τα γρανάζια Μ, Ξ, Π, τα οποία συνεργάζονται με τα γρανάζια Η, Θ, και Λ του άξονα εξόδου αντίστοιχα. Επίσης στον άξονα αυτόν είναι σφη-



Σχ. 2.3ιε.

νωμένο το γρανάζι Ο, της όπισθεν, που συνεργάζεται μόνιμα με το γρανάζι Δ. Ο ενδιάμεσος ΙΙ είναι έτσι τοποθετημένος, ώστε η οδότωση του γραναζιού Ο να εμπλέκεται στις οδοντώσεις των γραναζιών Κ και Δ συγχρόνως.

Τα μεταθετά δακτυλίδια Ν και Ρ σφηνώνουν στον άξονά τους το

μεν πρώτο άλλοτε το γρανάζι Ξ και άλλοτε το Μ, το δε δεύτερο το γρανάζι Π.

Από τους συνδυασμούς των γραναζιών αυτών προκύπτουν 5 ταχύτητες εμπρός και 3 όπισθεν.

Για να βάλομε την **πρώτη** ταχύτητα σφηνώνομε στον άξονά τους το γρανάζι Ζ μέσω του δακτυλιδιού Ε, και το γρανάζι Μ μέσω του δακτυλιδιού Ν, οπότε η κίνηση από τον άξονα εισόδου Ι μεταδίδεται μέσω των γραναζιών Ζ - Ι, Κ - Ο, Μ - Η στον άξονα εξόδου ΙΙΙ.

Στη **δεύτερη** ταχύτητα σφηνώνομε μέσω των δακτυλιδιών Ε και Ν τα γρανάζια Ζ και Ξ αντιστοίχως. Η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των γραναζιών Ζ - Ι, Κ - Ο, Ξ - Θ.

Στην **τρίτη** ταχύτητα σφηνώνομε μέσω των δακτυλιδιών Ε και Ρ τα γρανάζια Ζ και Π αντιστοίχως. Η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των γραναζιών Ζ - Ι, Κ - Ο, Π - Λ.

Στην **τέταρτη** ταχύτητα σφηνώνομε μέσω του δακτυλιδιού Β το γρανάζι Α. Η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των γραναζιών Α - Η.

Στην **πέμπτη** ταχύτητα σφηνώνομε μέσω του δακτυλιδιού Β το γρανάζι Γ. Η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των γραναζιών Γ - Θ.

Στην **πρώτη** ταχύτητα **όπισθεν** σφηνώνομε μέσω των δακτυλιδιών Ε και Ν τα γρανάζια Δ και Μ αντιστοίχως. Η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των γραναζιών Δ - Ο και Μ - Η.

Στη **δεύτερη** ταχύτητα **όπισθεν** σφηνώνομε μέσω των δακτυλιδιών Ε και Ν τα γρανάζια Δ και Ξ αντιστοίχως. Η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των γραναζιών Δ - Ο και Ξ - Θ.

Στην **τρίτη** ταχύτητα **όπισθεν** σφηνώνομε μέσω των δακτυλιδιών Ε και Ρ τα γρανάζια Δ και Π αντιστοίχως. Η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των γραναζιών Δ - Ο και Π - Λ.

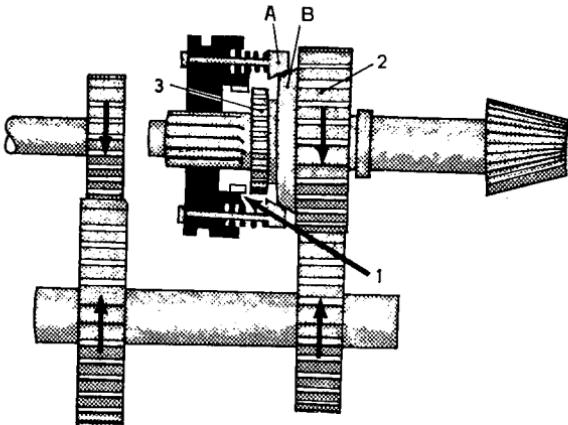
Όπως βλέπομε, σε όλες τις ταχύτητες **όπισθεν** η μετάδοση κινήσεως επιτυγχάνεται με δύο ζεύγη γραναζιών, ενώ στις ταχύτητες **εμπρός** με ένα ή τρία.

Τα γρανάζια έχουν ελικοειδή οδόντωση.

Όπως και στα κιβώτια με μετάθεση γραναζιών, πριν από κάθε χειρισμό αλλαγής ταχύτητας πρέπει να αποσυμπλέκομε τον κύριο συμπλέκτη για να μην κινδυνεύουν να σπάσουν τα δόντια των οδοντωτών συμπλεκτών και της πλήμνης των γραναζιών.

Στα κιβώτια αυτά η εμπλοκή των οδοντώσεων, όταν τα γρανάζια δεν είναι τελείως σταματημένα, γίνεται ομαλότερη παρά στα κιβώτια με μετάθεση γραναζιών, επειδή τα εμπλεκόμενα δόντια βρίσκονται σε μικρότερη απόσταση από τους περιστρεφόμενους άξονες (σε ακτίνα πλήμνης γραναζιών) και εξ' αιτίας αυτού έχουν μικρότερη περιφερειακή ταχύτητα.

Το σχήμα 2.3ιστ δείχνει κιβώτιο με γρανάζια μόνιμης εμπλοκής, εφοδιασμένο με σύστημα συγχρονισμού, με το οποίο επι-



Σχ. 2.3ιστ.

τυγχάνεται μείωση της διαφοράς ταχυτήτων μεταξύ των εμπλεκομένων οδοντώσεων. Τούτο γίνεται με τη βοήθεια των κωνικών επιφανειών τριβής A και B, οι οποίες έρχονται σε επαφή και συμβάλλουν στη μείωση της διαφοράς ταχυτήτων πριν την εμπλοκή των οδοντώσεων του μεταθετού δακτυλιδιού 1 και της πλήμνης 3 του γραναζιού 2, που θέλομε να σφηνώσουμε στον άξονά του.

β) Κιβώτια ταχυτήτων με γρανάζια μόνιμης εμπλοκής και συμπλέκτες τριβής.

Τελειότερο είναι το σύστημα με γρανάζια μόνιμης εμπλοκής όπου η μετάδοση της ροπής στο συνδυασμό γραναζιών που αντιστοιχεί στην εκάστοτε ταχύτητα, γίνεται με συμπλέκτες τριβής, συνήθως πολύδισκους, απλούς ή συνδυασμένους με πλανητικά συστήματα. Η μετάβαση από τη μια ταχύτητα στην άλλη γίνεται τότε χωρίς την παρεμβολή οδόντων, πράγμα που επιτρέπει να αλλάζομε ταχύτητα και κατά την πορεία, δηλαδή χωρίς αποσύμπλεξη από τον κινητήρα (power shift). Τα κιβώτια αυτά συνοδεύονται κατά κανόνα με μετατροπέα ροπής, ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση κρούσεων στον κινητήρα κατά τις ταχείες συμπλέξεις και αποσυμπλέξεις των συμπλεκτών. Ο κεντρικός συμπλέκτης δεν είναι τότε απαραίτητος.

Όταν δεν υπάρχει κεντρικός συμπλέκτης, πρέπει να μειώνομε τις στροφές του κινητήρα πριν από κάθε αλλαγή ταχύτητας. Έτσι

οι κινητήριες και οι παρασυρόμενες επιφάνειες τριβής των δίσκων δεν θα έχουν μεγάλη διαφορά ταχύτητας και η μεταβίβαση της ροπής θα γίνεται ομαλά, χωρίς να δημιουργούνται κρούσεις. Οι κρούσεις αυτές θα καταπονούσαν το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως και περισσότερο ή λιγότερο (ανάλογα προς την απόσβεση που επιτυγχάνεται με το μετατροπέα ροπής) τον κινητήρα.

Όταν υπάρχει και συμπλέκτης εκτός του μετατροπέα ροπής η μείωση αυτή των στροφών πριν από κάθε αλλαγή ταχύτητας δεν είναι απαραίτητη γιατί γίνεται αποσύμπλεξη από τον κινητήρα, οπότε οι στροφές του άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων μειώνονται αναγκαστικά.

Στα κιβώτια αυτά χρησιμοποιείται συνήθως το έμμεσο σύστημα χειρισμού [παράγρ. 2.3 (Α.1α)], όπου μεσολαβεί π.χ. η πίεση ενός υγρού, ή του πεπιεσμένου αέρα, προκειμένου να πολλαπλασιασθεί η δύναμη του χειριστή. Δηλαδή ο χειριστής απλώς καθορίζει, μέσω ενός διανομέα, ποιο δρόμο θα ακολουθήσει το υγρό ή ο πεπιεσμένος αέρας που θέτει σε κίνηση το μηχανισμό συμπλέξεως και αποσυμπλέξεως του εκάστοτε κατάλληλου συνδυασμού γραναζιών.

Παραδείγματα.

- 1) **Επιλογή ταχυτήτων δια σφηνώσεως στον άξονά τους των εκάστοτε γραναζιών που μεταφέρουν τη ροπή.**

Τους συνδυασμούς ενός κιβωτίου ταχυτήτων, αυτού του είδους, όπου οι χειρισμοί γίνονται με πεπιεσμένο αέρα, δείχνει το σχήμα 2.3ι.

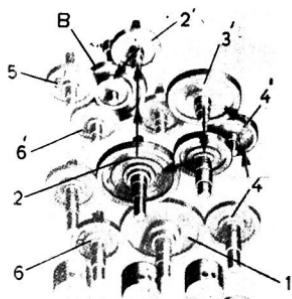
Ο πεπιεσμένος αέρας ενεργεί στους πολύδισκους συμπλέκτες τριβής, μέσω των οποίων σφηνώνονται στον άξονά τους τα γρανάζια του αντίστοιχου στην εκάστοτε επιθυμητή ταχύτητα συνδυασμού.

Τα ζεύγη των γραναζιών βρίσκονται σε μόνιμη εμπλοκή. Το γρανάζι εισόδου 4' περιστρέφεται μαζί με τον άξονα του κινητήρα. Το γρανάζι 3', το οποίο λαμβάνει κίνηση από το 4', είναι σφηνωμένο στον άξονά του, ο οποίος περιστρέφεται μονίμως μαζί με τα γρανάζια 3' και 4'.

Τα γρανάζια 1, 2, 3, 4, 5, 6, που αποτελούν τη λεγόμενη εξωτερική ομάδα, είναι τρελά, δηλαδή ελεύθερα να στρέφονται περί τον άξονά τους.

Η πλήμνη όμως καθενός από αυτά προεκτεινόμενη, εισέρχεται στο κιβώτιο του αντίστοιχου συμπλέκτη [σχ. 2.3ιη (α) και (β)], στον οποίο σφηνώνεται μέσω πολύσφηνου. Στο κιβώτιο του συμπλέκτη υπάρχει εσωτερική οδόντωση, κατά μήκος της οποίας μπορεί να ολισθαίνουν οι μισοί δίσκοι τριβής [σχ. 2.3ιη (α)], που έχουν αντίστοιχη εξωτερική οδόντωση.

Τα γρανάζια 1', 2', 3', 4', 5', 6', που αποτελούν την εσωτερική ομάδα, είναι σφηνωμένα στους άξονές τους.



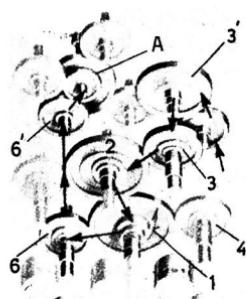
1η ταχύτητα εμπρός

Ⓐ



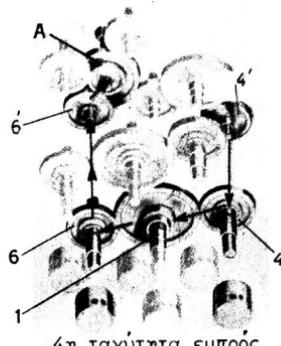
2η ταχύτητα εμπρός

Ⓑ



3η ταχύτητα εμπρός

Ⓒ



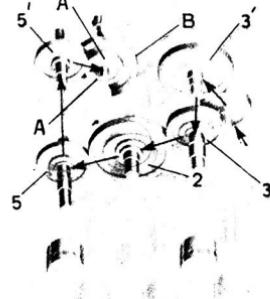
4η ταχύτητα εμπρός

Ⓓ



1η ταχύτητα όπισθεν

Ⓔ



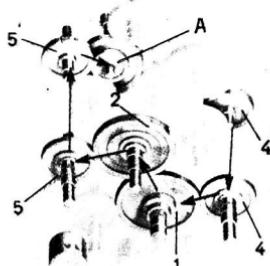
3η ταχύτητα όπισθεν

Ⓕ



2η ταχύτητα όπισθεν

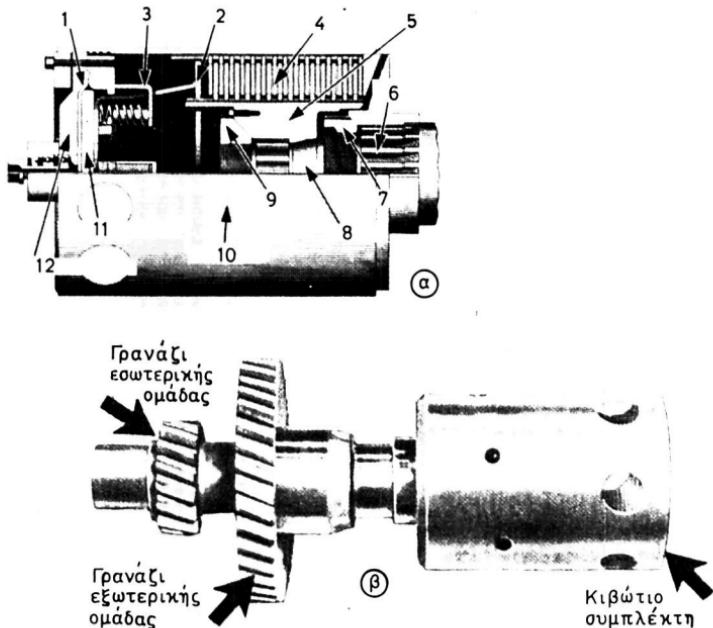
Ⓖ



4η ταχύτητα όπισθεν

Ⓗ

Σχ. 2.3ιζ.



Σχ. 2.3Ιη.

1. Μεμβράνη. 2. Πλάκα πιέσεως. 3. Συγκρατητής. 4. Δίσκοι συμπλέκτη.
5. Πλήμνη. 6. Πολύσφηνο γραναζιού εξωτερικής ομάδας. 7. Περικόχλιο.
8. Άξονας. 9. Περικόχλιο. 10. Κιβώτιο. 11. Πλάκα. 12. Κάλυμμα
συμπλέκτη.

Κάθε ένας από τους άξονες των γραναζιών 1', 2', 3', 4', 5', 6' περνά μέσα στην πλήμνη και επομένως είναι κοινός με τον άξονα ενός γραναζιού της εξωτερικής ομάδας αντίστοιχως (ο άξονας του γραναζιού 1' με τον άξονα του 1, του 2' με του 2, του 3' με του 3, του 4' με του 4, του 5' με του 5 και του 6' με του 6). Το άκρο των αξόνων αυτών σφηνώνεται σε μια πλήμνη [σχ. 2.3ια (a)] μέσα στο κιβώτιο του αντίστοιχου συμπλέκτη. Η πλήμνη έχει εξωτερικό πολύσφηνο, πάνω στο οποίο μπορεί να ολισθαίνουν οι άλλοι μισοί δίσκοι τριβής, που έχουν αντίστοιχη εσωτερική οδόντωση. Κάθε δίσκο τριβής της πρώτης κατηγορίας (με εξωτερική οδόντωση) ακολουθεί ένας δίσκος δεύτερης κατηγορίας (με εσωτερική οδόντωση). Έτσι κάθε φορά που συμπλέκομε ένα συμπλέκτη, οπότε σφίγγονται μεταξύ τους οι δίσκοι της πρώτης και δεύτερης κατηγορίας, η πλήμνη ενός γραναζιού της εξωτερικής ομάδας (που στρέφεται μαζί με το κιβώτιο του συμπλέκτη) γίνεται ένα σώμα με την πλήμνη [σχ. 2.3ιη (a)], επομένως και με τον άξονα του αντίστοιχου γραναζιού της εσωτερικής ομάδας, που είναι ο ίδιος με του γραναζιού της εξωτε-

ρικής ομάδας, ή με άλλα λόγια, σφηνώνεται στον άξονά του το γρανάζι της εξωτερικής ομάδας.

Για να επιτύχουμε ορισμένη ταχύτητα αρκεί να συμπλέξουμε δύο κατάλληλους συμπλέκτες.

Στο σχήμα 2.3ιζ φαίνεται ποιες δυάδες συμπλεκτών πρέπει να συμπλέξουμε κάθε φορά, για να επιτύχουμε την εκάστοτε επιθυμητή ταχύτητα.

Έτσι για να έχουμε π.χ. την πρώτη ταχύτητα, αρκεί να συμπλέξουμε τους συμπλέκτες που σφηνώνουν στον άξονά τους τα γρανάζια 3 και 2 [σχ. 2.3ιζ (α)]. Τότε το γρανάζι 3 παρασύρεται από τον άξονά του, που στρέφεται μονίμως μαζί με το γρανάζι 3'. Από το 3 η κίνηση μεταδίδεται στο γρανάζι 2.

Μέσω του συμπλέκτη του το γρανάζι 2 βάζει σε περιστροφή τον άξονά του και μαζί με αυτόν το σφηνωμένο εσωτερικό γρανάζι 2', που μεταδίδει τελικά την κίνηση στο γρανάζι B, το σφηνωμένο στον άξονα εξόδου.

Για τη δεύτερη ταχύτητα αρκεί να συμπλέξουμε τους συμπλέκτες σφηνώσεως των γραναζιών 4 και 2, οπότε η κίνηση από το μονίμως περιστρεφόμενο άξονα του γραναζιού 4' μεταδίδεται μέσω των γραναζιών 4, 1, 2, 2' στο γρανάζι B του άξονα εξόδου [σχ. 2.3ιζ (β)].

Για την τρίτη ταχύτητα, συμπλέκουμε τους συμπλέκτες των 3 και 6 – η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των 3', 3, 2, 1, 6, 6' και A (το A παρασύρει σε κίνηση τον άξονα εξόδου [σχ. 2.3ιζ (γ)].

Για την τέταρτη ταχύτητα, συμπλέκουμε τους συμπλέκτες των 4 και 6 – η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των 4', 4, 1, 6, 6' και A [σχ. 2.3ιζ (δ)].

Για την πρώτη ταχύτητα όπισθεν, συμπλέκουμε τους συμπλέκτες των 3, και 1 – η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των 3', 3, 2, 1, 1' και B [σχ. 2.3ιζ (στ)].

Για τη δεύτερη ταχύτητα όπισθεν, συμπλέκουμε τους συμπλέκτες των 4 και 1 – η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω των 4', 4, 1, 1' και B [σχ. 2.3ιζ (ζ)].

Για την τρίτη ταχύτητα όπισθεν, συμπλέκουμε τους συμπλέκτες των 3 και 5 – η μετάδοση κινήσεως γίνεται μέσω 3', 3, 2, 5, 5' και A [σχ. 2.3ιζ (η)].

Στην όπισθεν, έχουμε άλλοτε ένα γρανάζι λιγότερο και άλλοτε ένα γρανάζι επί πλέον από την αντίστοιχη ταχύτητα εμπρός.

Η σύμπλεξη γίνεται όταν διαβιβασθεί πεπιεσμένος αέρας στο κιβώτιο του εκάστοτε συμπλέκτη. Ο αέρας πιέζει μια μεμβράνη που ωθεί τους δίσκους τριβής πρός σύμπλεξη μέσω της πλάκας πιέσεως (σχ. 2.3ιη).

Με το μοχλό επιλογής ταχυτήτων ανοίγομε στον πεπιεσμένο αέρα

το δρόμο προς τη δυάδα εκείνη των συμπλεκτών, που αντιστοιχεί στην εκάστοτε επιθυμητή ταχύτητα.

Το σχήμα 2.3ιθ δείχνει τομή και το σχήμα 2.3κ την εξωτερική εμφάνιση του κιβωτίου ταχυτήτων που περιγράψαμε.

2) Επιλογή ταχυτήτων δια πεδήσεως της στεφάνης πλανητικών συστημάτων.

Τα σχήματα 2.3κγ, κδ, κε, κστ και κζ δείχνουν τον τρόπο λειτουργίας του κιβωτίου ταχυτήτων, που λαμβάνει κίνηση από το διαιρέτη ροπής του σχήματος 2.3ιβ.

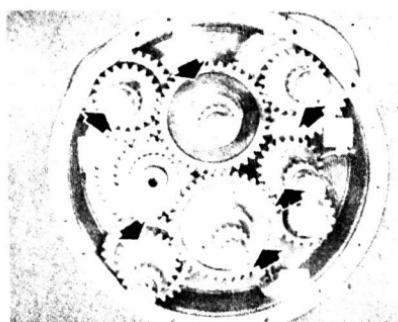
Το κιβώτιο αυτό αποτελείται από μια σειρά πλανητικών συστημάτων I, II, III, IV, V, τα οποία μεταβιβάζουν την κίνηση από τον άξονα εισόδου 17 στον άξονα εξόδου 26 μέσω του αντίστοιχου στην εκάστοτε ταχύτητα συνδυασμού γρανάζιών. Τα δύο γρανάζια-ήλιοι 19 και 21 του άξονα εισόδου μεταδίδουν την κίνηση στις ομάδες πλανητών 15 και 28 αντιστοίχως. Οι άξονες των πλανητών των ομάδων αυτών καθώς και των ομάδων 27 και 13 βρίσκονται πάνω στο φορέα 29, που παρασύρεται σε περιστροφή, όταν περιφέρεται μια από τις ανωτέρω ομάδες πλανητών. Κατά την περιφορά των πλανητών 27 μεταβιβάζεται ροπή στο γρανάζι-ήλιο 23 του άξονα εξόδου.

Οι άξονες των πλανητών των ομάδων 24, 25 και 10 βρίσκονται πάνω στο φορέα 12, που παρασύρεται σε περιστροφή, όταν περιφέρεται μια από τις ομάδες των πλανητών αυτών.

Κατά την περιφορά των πλανητών 24 μεταβιβάζεται ροπή στο γρανάζι - ήλιο 18 του άξονα εξόδου.

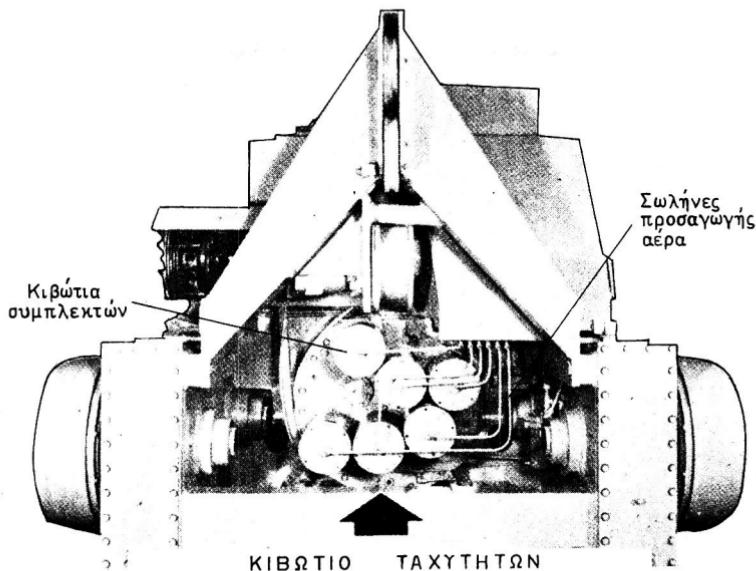
Η επιλογή του εκάστοτε καταλλήλου συνδυασμού γρανάζιών γίνεται με δύο από τους πέντε συμπλέκτες τριβής 9, 7, 5, 4 και 3, οι οποίοι ακινητοποιούν αντίστοιχες στεφάνες των πλανητικών συστημάτων.

Οι συμπλέκτες αυτοί (σχ. 2.3κα και 2.3κβ) αποτελούνται από τους δίσκους τριβής 5 με εσωτερική οδόντωση, οι οποίοι μπορούν να ολισθαί-

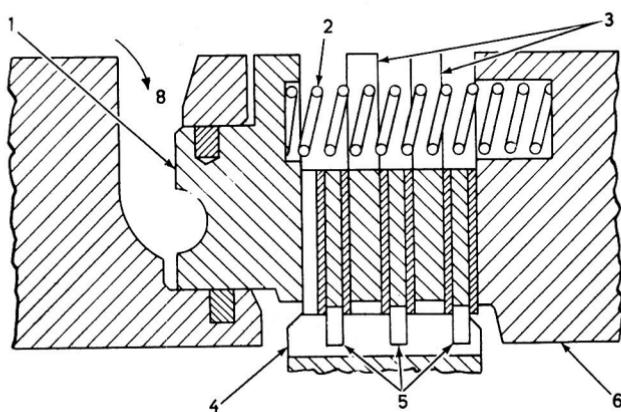


Σχ. 2.3ιθ.

Άξονες με τις ομάδες γρανάζιών (εσωτερική και εξωτερική).



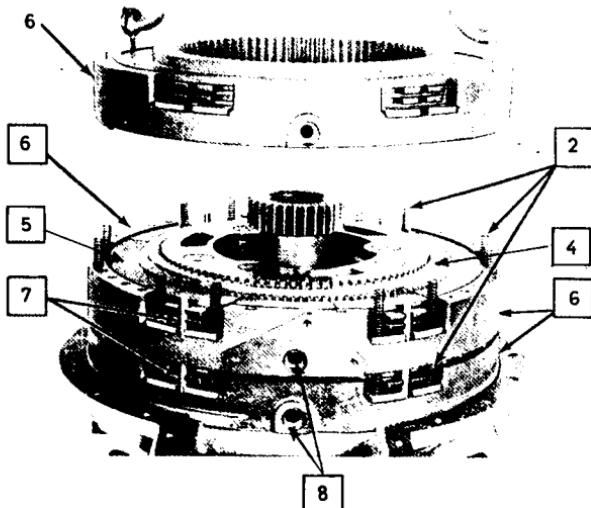
Σχ. 2.3κ.



Σχ. 2.3κα.

νουν πάνω σε αντίστοιχη εξωτερική οδόντωση της στεφάνης 4 του πλανητικού συστήματος και από τις πλάκες 3, που περνούν μέσα στους πείρους 7 του σταθερού εξωτερικού τοιχώματος 6 του κιβωτίου κατά τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η αξονική ολίσθησή τους, όχι όμως και η περιστροφή τους.

Η σύμπλεξη γίνεται με έμμεσο χειρισμό μέσω υδραυλικού συστήματος. Το λάδι, μέσω του οποίου γίνεται ο έμμεσος χειρισμός, εισέρχεται



Σχ. 2.3κβ.

από τη δίοδο 8 και ωθεί το έμβολο 1 του συμπλέκτη το οποίο πιέζει τους δίσκους τριβής πάνω στις μη περιστρεφόμενες πλάκες και φρενάρει την περιστροφή της στεφάνης 4. Όταν πάψει να ενεργεί η πίεση του λαδιού, το ελατήριο 2 επαναφέρει το έμβολο στη θέση αποσυμπλέξεως και η στεφάνη ελευθερώνεται.

Με τους συμπλέκτες 9 και 7 (σχ. 2.3κγ) των συστημάτων I και II εκλέγομε τη φορά της κινήσεως (συμπλέκτες καθορισμού φοράς) και με τους συμπλέκτες 5, 4 και 3 των συστημάτων III, IV και V τις ταχύτητες (συμπλέκτες επιλογής).

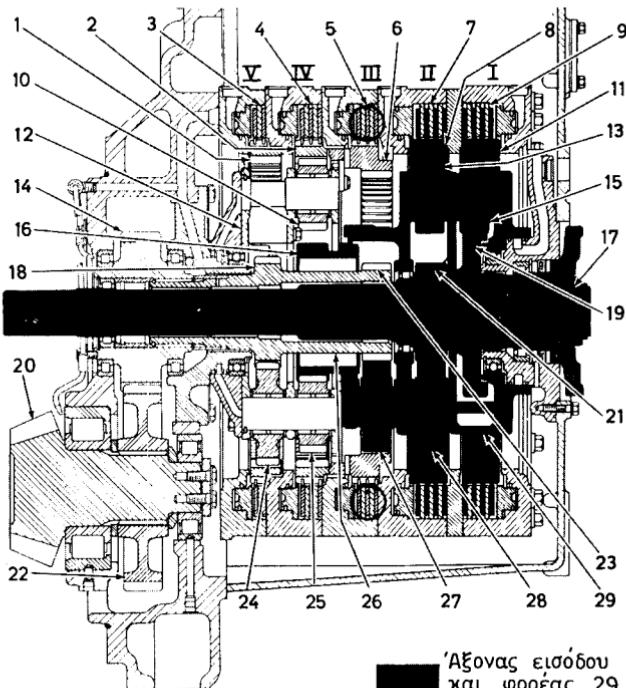
Σε κάθε θέση του μοχλού ταχυτήτων αντιστοιχεί ορισμένη θέση των συρτών των δύο διανομέων, που ελέγχουν τη ροή του λαδιού προς τους συμπλέκτες καθορισμού φοράς και επιλογής αντιστοίχως.

Η διαδικασία της μεταδόσεως κινήσεως μέσω του κιβωτίου ταχυτήτων γίνεται ως εξής:

Ουδέτερη θέση (σχ. 2.3κγ).

Συμπλέκομε το συμπλέκτη 5 του πλανητικού συστήματος III, οπότε ακινητοποιείται η έχουσα εσωτερική οδόντωση στεφάνη 6 και μαζί της ολόκληρος ο φορέας 12 των πλανητών των συστημάτων IV και V, με τον οποίο είναι μονίμως συνδεδεμένη. Έτσι δεν μεταφέρεται ροπή από τους πλανήτες 24 στο γρανάζι 18 του άξονα εξόδου 26.

Η ροπή από τον άξονα εισόδου 17 μεταβιβάζεται στα γρανάζια -



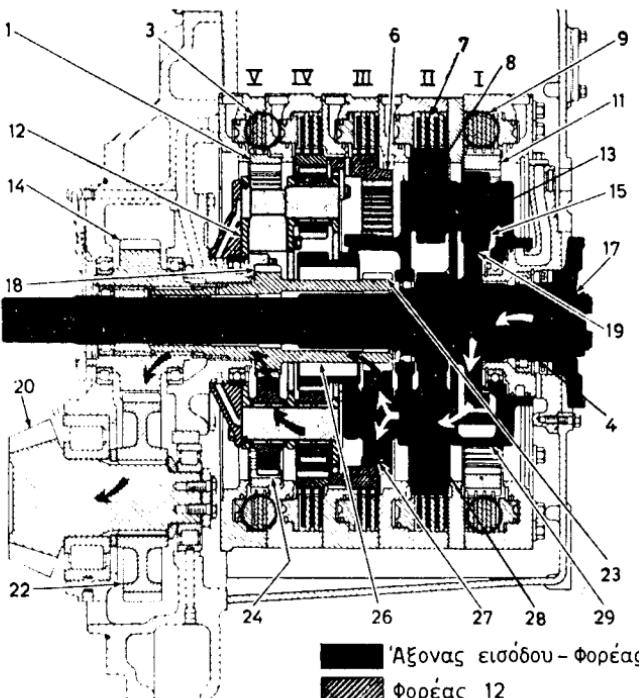
Σχ. 2.3κγ.
Ουδέτερη θέση.

ήλιους 19 και 21, που είναι σφηνωμένα στον άξονα αυτόν. Τα γρανάζια αυτά παρασύρουν σε απλή περιστροφή περί τον άξονά τους τους πλανήτες των ομάδων 15 και 28-13, αντιστοίχως χωρίς να τους αναγκάζουν σε περιφορά, γιατί οι στεφάνες 11 και 8, που εμπλέκονται στις οδοντώσεις των πλανητών αυτών, είναι ελεύθερες και επιτρέπουν την περιστροφή αυτή. Έτσι ο φορέας 29 με τους άξονες των πλανητών 27 δεν περιστρέφεται και δεν μεταβιβάζεται ροπή από τους πλανήτες αυτούς στο γρανάζι 23 του άξονα εξόδου.

Επομένως ο άξονας εξόδου δεν δέχεται ροπή ούτε από το σύστημα γραναζιών 24-18, ούτε από το σύστημα 27-33.

1η ταχύτητα εμπρός (σχ. 2.3κδ).

Συμπλέκομε τους συμπλέκτες 9 και 3 των συστημάτων 1 και V, οπότε ακινητοποιούνται οι στεφάνες με την εσωτερική οδόντωση 11 και 1 αντιστοίχως. Τότε η ροπή από τον άξονα εισόδου μεταβιβάζεται μέσω του γραναζιού-ήλιου 19 στους πλανήτες 15, οι οποίοι, λόγω ακινησίας της στεφάνης 11, αρχίζουν να περιφέρονται γύρω από το γρανάζι 19 κατά την ίδια φορά με τον άξονα εισόδου 17, δηλαδή κατά την ορθή



Σχ. 2.3κδ.
1η ταχύτητα εμπρός.

φορά, κυλιόμενοι στην εσωτερική οδόντωση της ακινητης στεφάνης 11. Απλή περιστροφή των πλανητών 15 περί τον άξονά τους δεν είναι τώρα δυνατή, γιατί η στεφάνη που εμπλέκεται στην οδόντωσή τους μένει ακίνητη και τα δόντια των πλανητών, που έρχονται σε επαφή με τη στεφάνη αυτή, έχουν μηδενική ταχύτητα. Έτσι η μεταβιβαζόμενη στους πλανήτες ροπή προκαλεί αναγκαστικά κύλισή τους επί της στεφάνης. Οι πλανήτες 15 περιφερόμενοι παρασύρουν σε περιστροφή ολόκληρο το φορέα 29 πάνω στον οποίο είναι στερεωμένοι οι άξονές τους, και σε περιφορά τους πλανήτες 27, που οι άξονές τους είναι επίσης στερεωμένοι στο φορέα αυτό. Οι πλανήτες 27 αναγκάζουν και το γρανάζι-ήλιο 23, που μεταφέρει την κίνηση στον άξονα εξόδου, και στη στεφάνη 6 να περιστρέφονται κατά την ορθή φορά. Μαζί με τη στεφάνη 6 – η οποία είναι μόνιμα συνδεδεμένη με το φορέα 12 – περιστρέφεται ολόκληρος ο φορέας 12 και παρασύρει σε περιφορά τους πλανήτες 24.

Οι πλανήτες αυτοί, κυλιόμενοι στην εσωτερική οδόντωση της ακίνητης στεφάνης 1, αναγκάζουν το γρανάζι-ήλιο 18, που μεταφέρει την κίνηση στον άξονα εξόδου, να περιστραφεί κατά την ορθή φορά.

Έτσι η ροπή μεταβιβάζεται στον άξονα εξόδου μέσω και των δύο συστημάτων των γραναζιών 24-18, και 27-23.

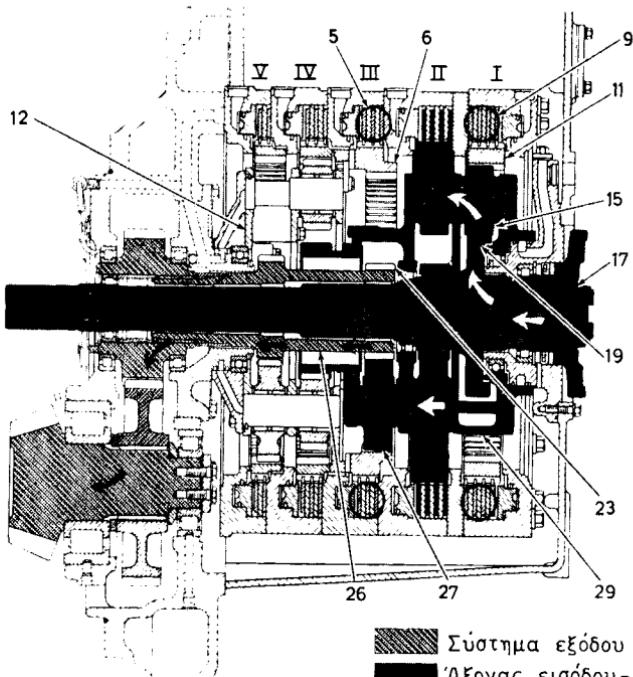
Από τον άξονα εισόδου 26 η κίνηση μεταδίδεται μέσω του ζεύγους μετωπικών γραναζιών 14-22 στο κωνικό γρανάζι 20, που βάζει σε κίνηση το περαιτέρω σύστημα μεταδόσεως κινήσεως στους τροχούς.

1η ταχύτητα όπισθεν.

Συμπλέκομε τους συμπλέκτες 7 και 3 των συστημάτων II και V, οπότε ακινητοποιούνται οι στεφάνες με την εσωτερική οδόντωση 8 και 1 αντιστοίχως. Τότε η ροπή από τον άξονα εισόδου 17 μεταβιβάζεται, μέσω του γραναζιού-ήλιου 21, στους πλανήτες 28 και μέσω αυτών στους πλανήτες 13, που παρεμβάλλονται εμπλεκόμενοι μεταξύ των πλανητών 28 και της στεφάνης 8. Οι πλανήτες αυτοί αρχίζουν τότε να περιφέρονται κατά φορά αντίθετη προς τη φορά περιστροφής του άξονα εισόδου, δηλαδή κατά την ανάστροφη φορά, κυλιόμενοι στην εσωτερική οδόντωση της ακίνητης στεφάνης 8. Περιφερόμενοι οι πλανήτες 13 παρασύρουν σε περιστροφή κατά την ανάστροφη φορά ολόκληρο το φορέα 29 και σε περιφορά επίσης κατά την ανάστροφη φορά τους πλανήτες 27.

Η περαιτέρω διαδικασία είναι η ίδια όπως και στην περίπτωση της πρώτης ταχύτητας εμπρός, με τη διαφορά ότι όλα τα περιστρεφόμενα και περιφερόμενα μέρη κινούνται κατά την ανάστροφη φορά.

2η ταχύτητας εμπρός (σχ. 2.3κε).



Σχ. 2.3κε.

2η ταχύτητα εμπρός.

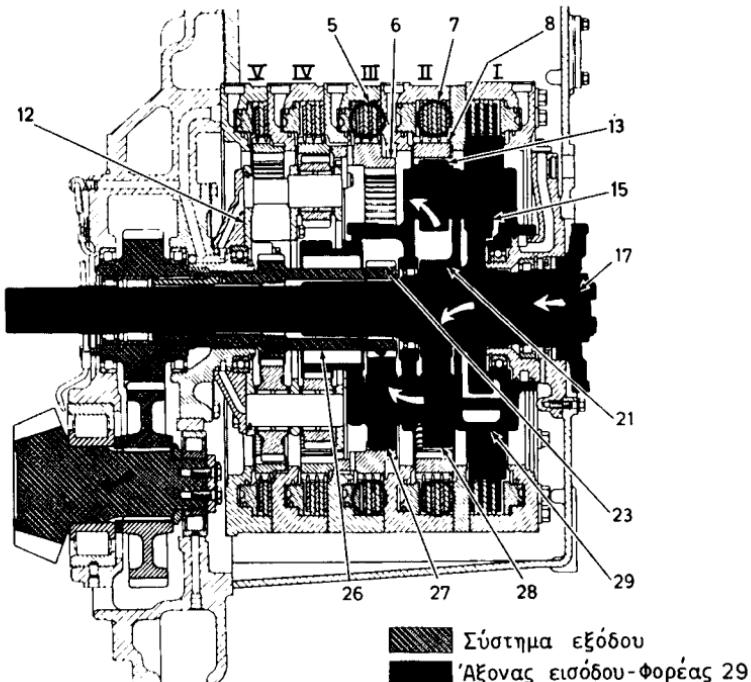
Συμπλέκομε τους συμπλέκτες 9 και 5 των συστημάτων I και III, οπότε ακινητοποιούνται οι στεφάνες με την εσωτερική οδόντωση 11 και 6 αντιστοίχως. Η ροπή μεταβιβάζεται από τον άξονα εισόδου 17 στο φορέα 29 και μέσω των πλανητών 27 στο γρανάζι 23 του άξονα εξόδου, ακριβώς όπως και στην περίπτωση της 1ης ταχύτητας εμπρός. Επειδή όμως η στεφάνη 6 είναι ακίνητη, ο φορέας 12 παραμένει επίσης ακίνητος και δεν έχουμε μεταβίβαση ροπής μέσω του γραναζιού 18. Έτσι η μεταβίβαση ροπής είναι μικρότερη παρά στην περίπτωση της 1ης ταχύτητας.

2η ταχύτητα όπισθεν (σχ. 2.3κστ).

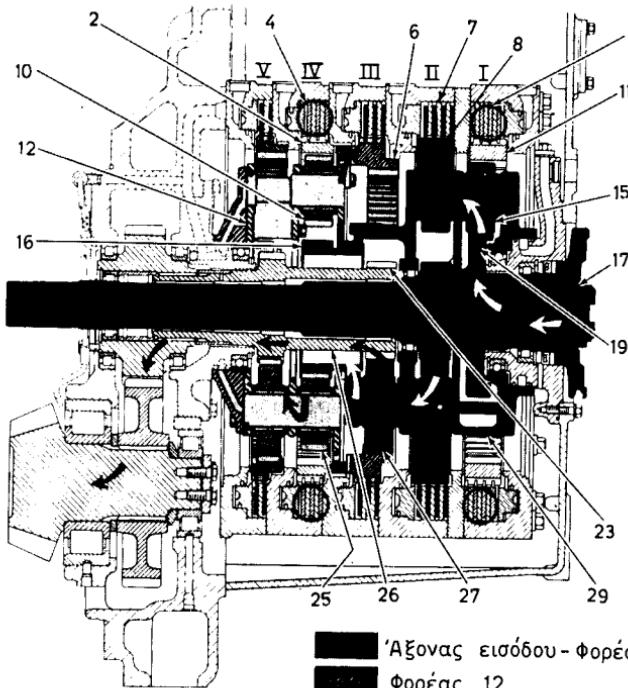
Συμπλέκομε τους συμπλέκτες 7 και 5 των συστημάτων II και III, οπότε ακινητοποιούνται οι στεφάνες 8 και 6 αντιστοίχως. Η ροπή μεταβιβάζεται τότε στο φορέα 29, όπως και στην περίπτωση της πρώτης ταχύτητας όπισθεν, και μέσω των πλανητών 27 στο γρανάζι 23 του άξονα εξόδου, όπως και στην περίπτωση της δεύτερης εμπρός, αλλά και την ανάστροφη φορά.

3η ταχύτητα εμπρός (σχ. 2.3κζ).

Συμπλέκομε τους συμπλέκτες 9 και 4 των συστημάτων I και IV,



Σχ. 2.3κστ.
2a ταχύτητα όπισθεν.



Σχ. 2.3κζ.
3η ταχύτητα εμπρός.

οπότε ακινητοποιούνται οι στεφάνες με την εσωτερική οδόντωση 11 και 2 αντιστοίχως, και η ροπή μεταβιβάζεται, όπως και στην περίπτωση της 1ης ταχύτητας εμπρός, στο φορέα 29, μαζί με τον οποίο περιστρέφεται το γρανάζι-ήλιος 16. Από το γρανάζι 16, μέσω των πλανητών 25, μεταβιβάζεται ροπή και στους πλανήτες 10, οι οποίοι παρεμβάλλονται εμπλεκόμενοι μεταξύ των πλανητών 25 και της στεφάνης 2. Τότε επειδή η στεφάνη αυτή δεν μπορεί να περιστραφεί, ασκείται στους άξονες των πλανητών 10 ροπή, η οποία προκαλεί κύλιση των πλανητών αυτών, πάνω στην εσωτερική οδόντωση της ακίνητης στεφάνης 2 και περιστροφή ολόκληρου του φορέα 12 και της στεφάνης 6, κατά την ανάστροφη οφρά. Από τη στεφάνη 6 μέσω των πλανητών 27, η ροπή μεταβιβάζεται στο γρανάζι 23 του άξονα εξόδου κατά την ορθή φορά.

3η ταχύτητα όπισθεν.

Συμπλέκομε τους συμπλέκτες 7 και 4 των συστημάτων II και IV, οπότε ακινητοποιούνται οι στεφάνες 8 και 2 αντιστοίχως.

Η κίνηση μεταδίδεται στο φορέα 29 κατά την ανάστροφη φορά,

όπως και στην περίπτωση της 1ης ταχύτητας όπισθεν. Η περαιτέρω διαδικασία γίνεται όπως και στην περίπτωση της 3ης ταχύτητας εμπρός, αλλά με αντίθετη φορά περιστροφής.

Το υδραυλικό σύστημα για τον έμμεσο χειρισμό των συμπλεκτών φαίνεται στα σχήματα 2.3κη έως 2.3λε. Τα κύρια μέρη του είναι η αντλία λαδιού, οι διανομείς 1 και 5, η ρυθμιστική βαλβίδα 7, η βαλβίδα καθυστερήσεως 8 και η βαλβίδα ασφαλείας 6.

Με το διανομέα 1 ελέγχεται η ροή του λαδιού προς τους συμπλέκτες επιλογής και με τον διανομέα 5 η ροή προς τους συμπλέκτες καθορισμού φοράς.

Η βαλβίδα ρυθμίσεως 7 επιτρέπει, μέσω της διόδου 15, επιστροφή του λαδιού στο χώρο αναρροφήσεως, όταν η πίεση του φθάσει στο όριο για το οποίο έχει ρυθμισθεί το ελατήριο της βαλβίδας. Η διαφορική βαλβίδα καθυστερήσεως 8, επιτρέπει την είσοδο λαδιού στο διανομέα 5 των συμπλεκτών καθορισμού φοράς, μόνο μετά τη σύμπλεξη των συμπλεκτών επιλογής ταχύτητας έτσι, ώστε η σύμπλεξη αυτή να γίνεται, πριν αρχίσει η μεταβίβαση ροπής από τον κινητήρα μέσω του συμπλέκτη καθορισμού φοράς.

Η βαλβίδα ασφαλείας 6 επαναφέρει το μοχλό χειρισμού στην ουδέτερη θέση, όταν η πίεση του λαδιού κατέλθει κάτω από ένα όριο και παραμείνει χαμηλή επί 15 δευτερόλεπτα περίπου. Έτσι, όταν το μηχάνημα δεν λειτουργεί και δεν υπάρχει πίεση στο υδραυλικό σύστημα, ο μοχλός βρίσκεται πάντοτε στην ουδέτερη θέση. Αυτό αποκλείει την εκκίνηση του κινητήρα με συμπλεγμένους τους συμπλέκτες του κιβωτίου ταχυτήτων, δηλαδή υπό φορτίο.

Τα σχήματα 2.3κη και 2.3λβ δείχνουν την πορεία του λαδιού για δύο θέσεις του μοχλού χειρισμού, δηλαδή για την ουδέτερη θέση και τη θέση της 1ης ταχύτητας εμπρός αντιστοίχως.

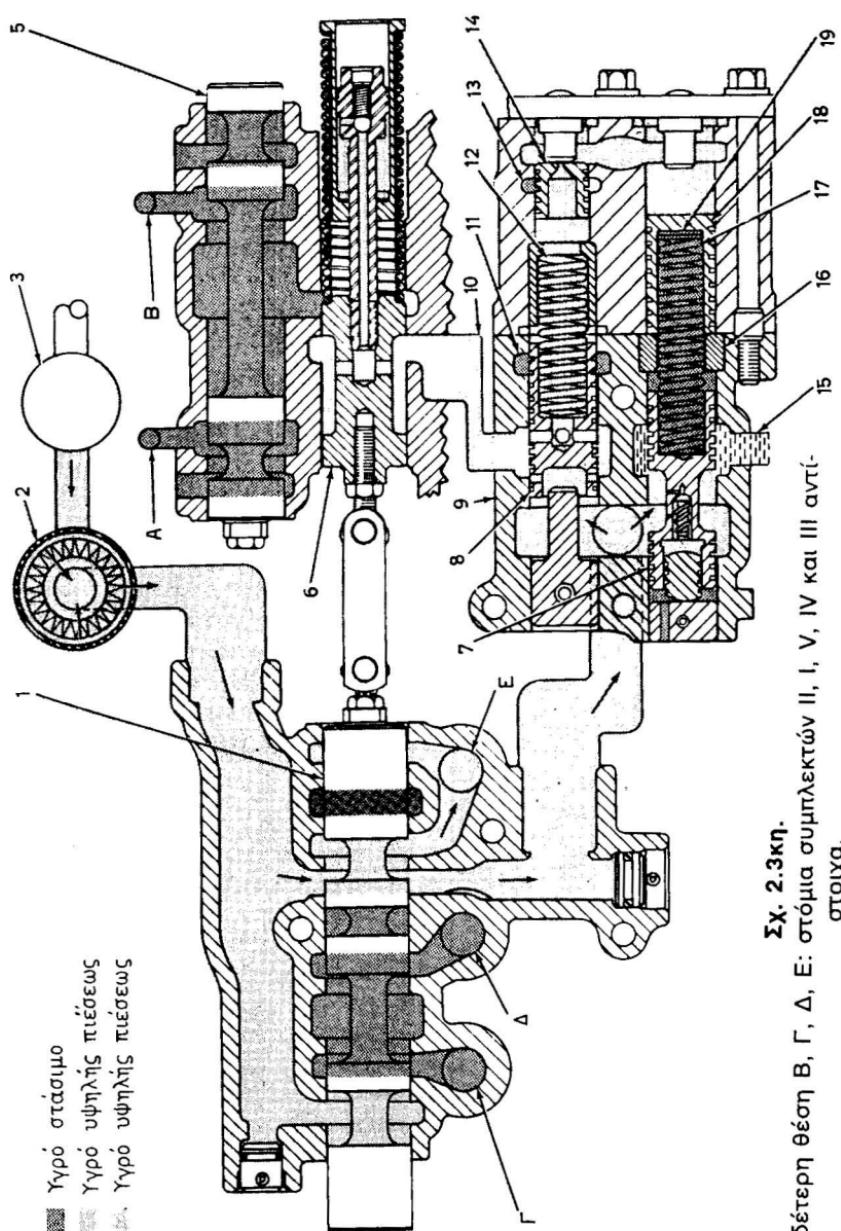
Ουδέτερη θέση (σχ. 2.3κη, κθ, λ και λα).

Όταν τεθεί σε λειτουργία ο κινητήρας, η αντλία 3 (σχ. 2.3κη) αναρροφάει λάδι από τη λεκάνη του κιβωτίου ταχυτήτων και το στέλνει μέσω του φίλτρου 2 στο διανομέα επιλογής 1.

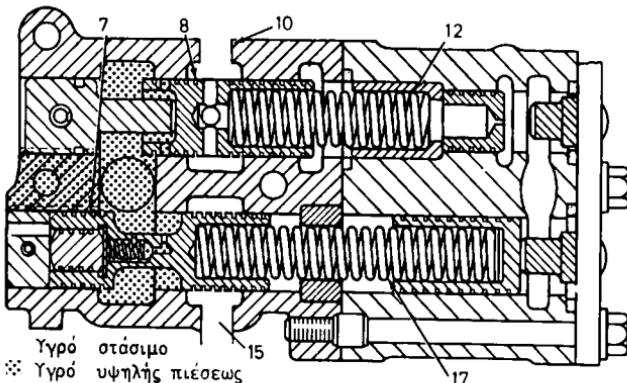
Ο σύρτης του διανομέα αυτού, ο οποίος ελέγχεται από το μοχλό ταχυτήτων, βρίσκεται στην ουδέτερη θέση κατά την εκκίνηση του κινητήρα. Τότε το λάδι οδηγείται αφ' ενός μεν στο συμπλέκτη του πλανητικού συστήματος III (σχ. 2.3κγ) του κιβωτίου ταχυτήτων, μέσω του οχετού E, αφ' ετέρου δε στις βαλβίδες 7 και 8. Οι βαλβίδες αυτές στην αρχή, επειδή η πίεση του εισερχόμενου λαδιού είναι πολύ χαμηλή, παραμένουν κλειστές κάτω από την επίδραση των ελατηρίων τους. Έτσι το λάδι δεν μπορεί να περάσει ούτε στον οχετό επιστροφής 15, ούτε στον οχετό 10, ο οποίος οδηγεί προς τη βαλβίδα ασφαλείας 6 (σχ. 2.3κθ).

Η βαλβίδα ασφαλείας είναι επίσης κλειστή και δεν επιτρέπει τη ροή λαδιού προς το διανομέα 5 των συμπλεκτών καθορισμού φοράς.

Όταν ο χώρος του συμπλέκτη του συστήματος III γεμίσει με λάδι,



Σχ. 2.3κη.
Α, Ουδέτερη θέση Β, Γ, Δ, Ε: στόμα συμπλεκτών II, I, V, IV και III αντι-
στοιχα.



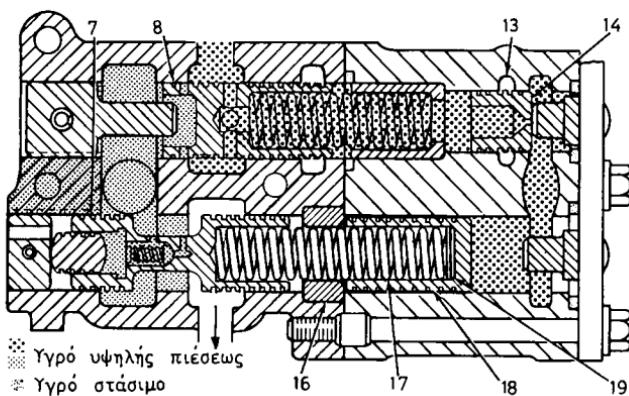
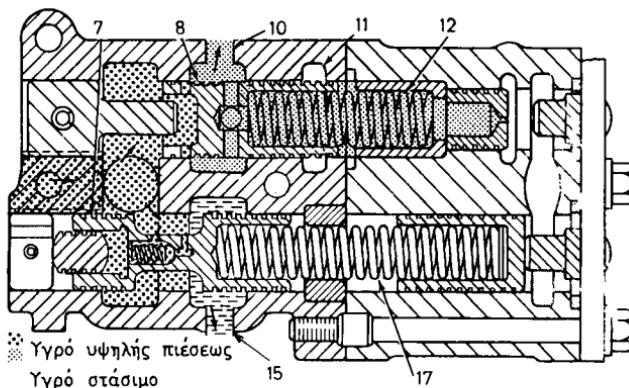
Σχ. 2.3κθ.

η πίεση του λαδιού στην είσοδο των βαλβίδων 7 και 8 αρχίζει να ανεβαίνει. Τότε η βαλβίδα 8 ωθείται προς τα δεξιά και το λάδι οδηγείται μέσω των μικρών οπών της βαλβίδας αυτής στον οχετό 10, ενώ ο οχετός 11 της επιστροφής κλείνει. Από τον οχετό 10 το λάδι φθάνει στο χώρο της βαλβίδας ασφαλείας 6, όπου παραμένει, γιατί δεν βρίσκει διέξοδο προς το διανομέα 5.

Έτσι η πίεση εξακολουθεί να ανεβαίνει, εφ' όσον η αντλία παρέχει συνεχώς λάδι, η τάση του ελατηρίου υπερνικάται και η βαλβίδα 7 ανοίγει. Τότε αρχίζει να επιστρέφει λάδι στο χώρο αναρροφήσεως της αντλίας μέσω του οχετού 15 (σχ. 2.3λ), ενώ ποσότητα λαδιού, δια μέσου της βαλβίδας 8, φθάνει στη βαλβίδα 14, την ωθεί προς τα δεξιά και κλείνει την έξοδο 13 (σχ. 2.3λα). Από μια μικρή οπή της βαλβίδας 14 διέρχεται τότε λάδι στον προ του εμβόλου 18 χώρο και ωθεί το έμβολο αυτό προς τα αριστερά (συμπιεζόμενο του ελατηρίου 17), μέχρι να τερματισθεί η διαδρομή του στο εμπόδιο 16.

Τότε παύει η ροή του λαδιού μέσω των βαλβίδων 8 και 14 και το λάδι το οποίο συνεχίζει να καταθλίβεται από την αντλία μέσω του διανομέα 1 στο κιβώτιο 9, οδηγείται στην επιστροφή μέσω της βαλβίδας 7. Η βαλβίδα αυτή μένει πια ανοικτή σε μια θέση ισορροπίας, στην οποία η τάση του ελατηρίου της εξισώνεται με την υδραυλική δύναμη, που ασκείται από αριστερά από το λάδι που εισέρχεται.

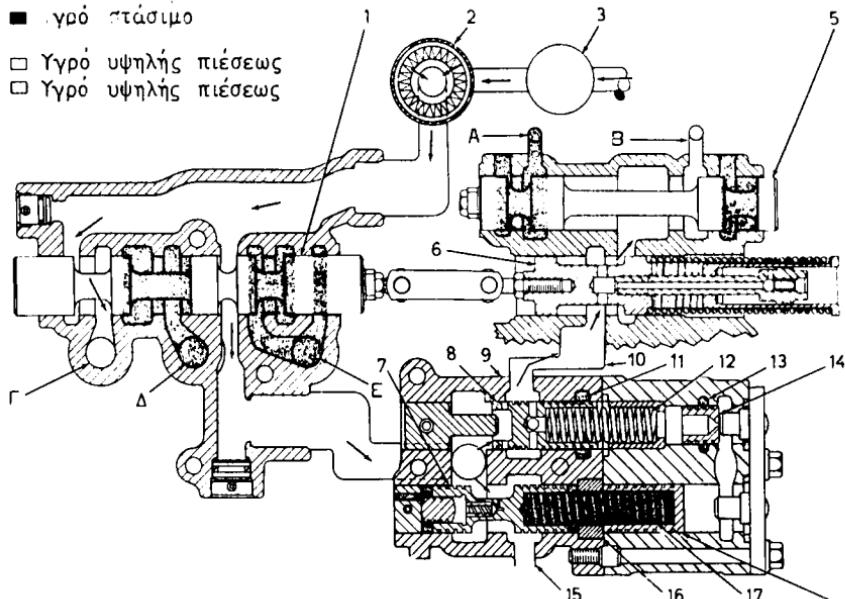
Στη θέση αυτή η βαλβίδα σταθεροποιείται όσο χρόνο ο μοχλός επιλογής ταχυτήτων εξακολουθεί να βρίσκεται στην ουδέτερη θέση με την αντλία σε λειτουργία και μόνο ο συμπλέκτης επιλογής του συστήματος III παραμένει συμπλεγμένος. Η πίεση στην είσοδο της βαλβίδας 7, για την οποία αποκαθίσταται η μόνιμη αυτή κατάσταση, καθορίζεται από την αρχική τάση του ελατηρίου 17. Μπορούμε επομένως να ρυθμίζομε την πίεση αυτή αλλάζοντας την αρχική τάση του ελατηρίου με προσθα-



φαίρεση των προσθηκών 19, οι οποίες παρεμβάλλονται μεταξύ του εμβόλου 18 και του ελατηρίου 17. Η τιμή της πιέσεως στο παράδειγμά μας είναι περίπου 20 έως 25 at.

Θέση πρώτης ταχύτητας εμπρός (σχ. 2.3 λβ, λγ, λδ).

Όταν φέρομε το μοχλό χειρισμού στη θέση μιας ταχύτητας, π.χ. της πρώτης εμπρός, ο σύρτης του διανομέα 1 και η βαλβίδα ασφαλείας 6 (σχ. 2.3λβ) μετακινούνται προς τα δεξιά και ανοίγει η θυρίδα εισόδου του συμπλέκτη του πλανητικού συστήματος V του κιβωτίου ταχυτήτων (σχ. 2.3κδ). Τότε το λάδι, το οποίο έρχεται από την αντλία 3 οδηγείται στο συμπλέκτη αυτό μέσω του στομίου Γ, ενώ ο συμπλέκτης του συστήματος III αδειάζει μέσω των θυρίδων επιστροφής του διανομέα. Συγχρόνως μέρος του λαδιού οδηγείται στις βαλβίδες 7 και 8.



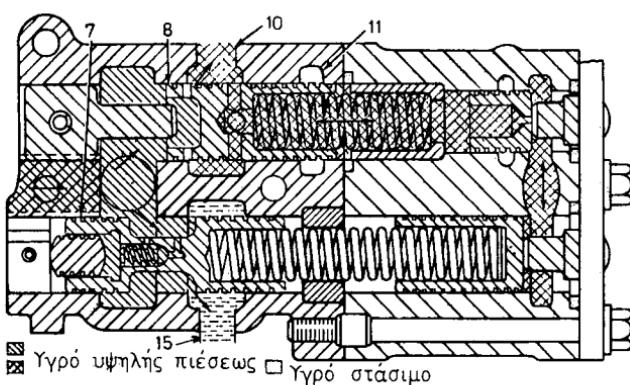
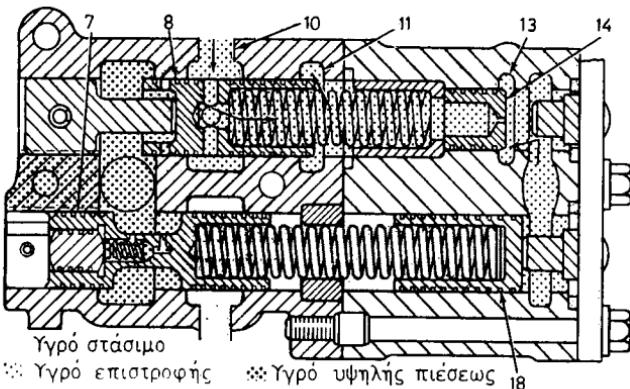
Σχ. 2.3λβ.
Θέση πρώτης ταχύτητας εμπρός.

Επειδή κατά το χειρισμό της αλλαγής ταχύτητας η πίεση εισόδου στο διανομέα 1 και στις βαλβίδες 7 και 8 ελαττώνεται προσωρινά, ώσπου να γεμίσει ο χώρος του συμπλέκτη V (σχ. 2.3κδ), οι βαλβίδες 7 και 8 ωθούνται από τα ελατήριά τους προς τα αριστερά και το έμβολο 18 προς τα δεξιά. Με την κίνηση της βαλβίδας 8 προς τα αριστερά το λάδι του οχετού 10 αρχίζει να αδειάζει από τη δίοδο επιστροφής 11.

Η βαλβίδα 14 μετατίθεται επίσης προς τα αριστερά ωθούμενη από το λάδι που εκτοπίζεται από το έμβολο 18, και επιτρέπει στο λάδι αυτό να εξέλθει από τη θυρίδα επιστροφής 13 (σχ. 2.3λγ).

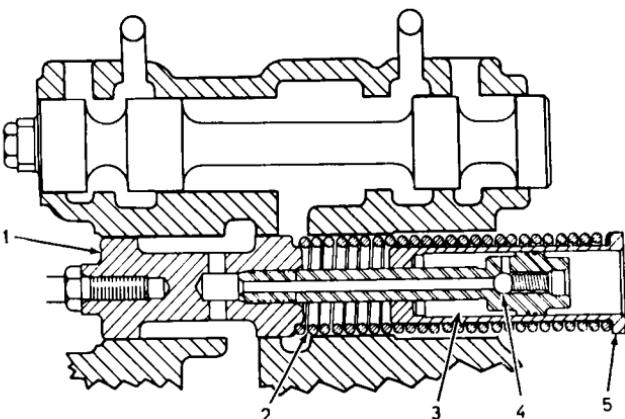
Όταν ο χώρος του συμπλέκτη του συστήματος V γεμίσει, η πίεση του λαδιού στην είσοδο των βαλβίδων 7 και 8 αρχίζει να ανεβαίνει, η βαλβίδα 8 ωθείται προς τα δεξιά, κλείνει τη δίοδο επιστροφής 11 και ανοίγει τη δίοδο 10 προς τη βαλβίδα ασφάλειας 6 (σχ. 2.3λβ και 2.3λδ). Το λάδι μέσω της βαλβίδας ασφάλειας αρχίζει τώρα να εισέρχεται στο διανομέα 5, του οποίου η είσοδος είναι τώρα ανοικτή, για να οδηγηθεί, μέσω του οχετού B, στο συμπλέκτη καθορισμού φοράς του συστήματος I (σχ. 2.3κδ).

Όλη αυτή η διαδικασία, καθώς και οι μεγάλες αντιστάσεις, τις οποίες πρέπει να υπερνικήσει το λάδι για να περάσει από τις στενές οπές της βαλβίδας 8 προς τον οχετό 10, επιβραδύνουν τη ροή του προς το



διανομέα 5. Έτσι ο συμπλέκτης καθορισμού φοράς συμπλέκεται με καθυστέρη σε σχέση με το συμπλέκτη επιλογής. Εν τω μεταξύ, λόγω των μεγάλων αντιστάσεων ροπής στον κλάδο που οδηγεί στη βαλβίδα 6 και το διανομέα 5, αυξάνει η πίεση πριν από τις βαλβίδες 8 και 7 και η βαλβίδα 7 ανοίγει ελευθερώνοντας την έξοδο 15.

Όταν γεμίσει ο χώρος του συμπλέκτη του συστήματος 1, η πίεση πριν από τις βαλβίδες 7 και 8 αυξάνει ακόμη περισσότερο, η βαλβίδα 14 προχωρεί προς τα δεξιά και κλείνει τον οχετό επιστροφής 13. Το λάδι τότε μέσω της μικρής οπής της βαλβίδας 14 φθάνει στο χώρο πριν από το έμβιολο 18 και ωθεί το έμβιολο αυτό προς τα αριστερά. Όταν το έμβιολο σταματήσει στο εμπόδιο 16, όπως και στην περίπτωση της ουδέτερης θέσεως, το λάδι το οποίο έρχεται στο κιβώτιο 9 από το διανομέα



Σχ. 2.3λε.

1, επιστρέφει μέσω της βαλβίδας 7, η οποία μένει πια ανοικτή σε μια θέση ισορροπίας, όπου σταθεροποιείται, εφ' όσον ο μοχλός ταχυτήτων εξακολουθεί να βρίσκεται στη θέση της 1ης ταχύτητας εμπρός, ενώ οι συμπλέκτες των συστημάτων V και I παραμένουν συμπλεγμένοι.

'Όσον αφορά στη λειτουργία της βαλβίδας ασφαλείας 6, όταν στο σύστημα βρίσκεται σε ενέργεια, οπότε η πίεση του λαδιού που φθάνει έως το θάλαμο 3 (σχ. 2.3λε) είναι αρκετά μεγάλη, το κουδούνι 5 οθείται προς τα αριστερά, ενώ το ελατήριο 2 συμπιέζεται, χωρίς να μετακινηθεί το στέλεχος της βαλβίδας.

'Όταν το σύστημα βρίσκεται σε αδράνεια, π.χ. όταν δεν εργάζεται η αντλία, οπότε η πίεση στο θάλαμο 3 ελαττώνεται, το ελατήριο 2 υπερνικά την πίεση αυτή και ωθεί το κουδούνι 5 προς το σταθερό τοίχωμα του κιβωτίου, ενώ το λάδι από το θάλαμο 3 επιστρέφει δια του κοίλου στελέχους της βαλβίδας.

'Όταν το κουδούνι 5 ακουμπήσει στο τοίχωμα του κιβωτίου, το ελατήριο 2 δεν μπορεί να ωθήσει πια το κουδούνι προς τα δεξιά και ωθεί τη βαλβίδα 1 προς τα αριστερά και μαζί της το σύρτη του διανομέα επιλογής ταχυτήτων. Έτσι επαναφέρει το μοχλό ταχυτήτων στην ουδέτερη θέση.

Η σφαιρική βαλβίδα 4 δημιουργεί πρόσθετη αντίσταση στην έξοδο του λαδιού από το θάλαμο 3 και επιβραδύνει την ελάττωση της πιέσεως στο θάλαμο αυτό, επομένως και τη δράση του ελατηρίου 2, σε περίπτωση ελατώσεως της πιέσεως; στην είσοδο της βαλβίδας 6. Έτσι η επιστροφή του μοχλού ταχυτήτων στην ουδέτερη θέση γίνεται με κάποια καθυστέρηση (15'' περίπου) και δεν λαμβάνει χώρα κάθε φορά, που παρουσιάζεται στιγμιαία πτώση πιέσεως στο υδραυλικό σύστημα, όπως π.χ. κατά τους χειρισμούς αλλαγής ταχύτητας.

ΣΤ. Σύστημα μεταδόσεως της κινήσεως από το κιβώτιο ταχυτήτων στους τροχούς.

1) Γενικά.

Οι άξονες του κιβωτίου ταχυτήτων είναι συνήθως παράλληλοι προς τη γραμμή πορείας, η δε κίνηση πρέπει να μεταδοθεί σε άξονα κάθετο προς τη γραμμή αυτή, για να μεταβιβασθεί τελικά στους τροχούς. Γι' αυτό μεσολαβεί, όπως και στα αυτοκίνητα, μετά το κιβώτιο ταχυτήτων, ένα ζεύγος κωνικών γραναζιών (πινιόν - κορώνα), δια του οποίου γίνεται μετάδοση της κινήσεως σε κάθετο άξονα και συγχρόνως πολλαπλασιασμός της ροπής. Το περαιτέρω σύστημα μεταβιβάσεως της κινήσεως στους τροχούς ποικίλλει ανάλογα με το είδος και τον προορισμό του ελκυστήρα.

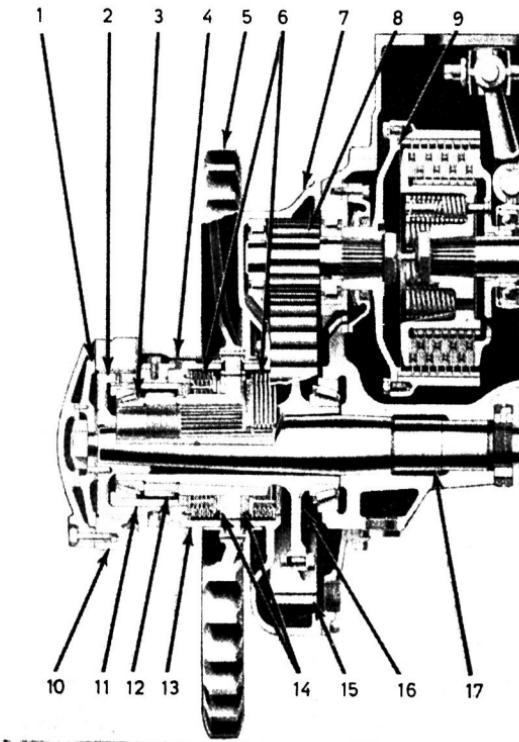
Σε πολλούς τροχοφόρους ελκυστήρες το σύστημα μεταδόσεως μοιάζει με των αυτοκινήτων. Δηλαδή από το ζεύγος των κωνικών γραναζιών η κίνηση μεταδίδεται στο διαφορικό και τέλος στους τροχούς μέσω ενός τελικού μειωτήρα στροφών, όπως θα δούμε πιο κάτω.

Σε πολλούς μεγάλους τροχοφόρους ελκυστήρες και κατά κανόνα στους ερπυστριοφόρους το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως στους τροχούς συνδυάζεται με το σύστημα διευθύνσεως (παράγρ. 2.4).

Επειδή η τελική ροπή, η οποία απαιτείται στους κινητήριους τροχούς είναι μεγάλη, γίνεται ένας τελικός πολλαπλασιασμός ροπής με τη βοήθεια των τελικών μειωτήρων στροφών. Έτσι καταπονούνται σε μικρότερες ροπές και μπορούν επομένως να κατασκευάζονται με μικρότερες διαστάσεις στα ενδιάμεσα τμήματα του συστήματος μεταδόσεως κινήσεως (διαφορικό, συμπλέκτες διευθύνσεως, τυχόν πλανητικά συστήματα κλπ.). Οι τελικοί μειωτήρες στροφών είναι συνήθως ζεύγη μετωπικών γραναζιών με μεγάλη σχέση μεταδόσεως, ή πλανητικά συστήματα, τα οποία μεταδίδουν αυξημένη ροπή στους άξονες των κινητηρίων τροχών (σχ. 2.3λστ, 2.3α).

Το σχήμα 2.3λζ δείχνει σύστημα μεταδόσεως κινήσεως στους τροχούς έλκυστήρα σε 4 κινητηρίους τροχούς.

Από τον πετρελαιοκινητήρα 1 η κίνηση μεταδίδεται μέσω του μετατροπέα ροπής 3, του κιβωτίου ταχυτήτων 4, των κωνικών γραναζιών (πινιόν - κορώνα) 5 και των συμπλεκτών διευθύνσεως

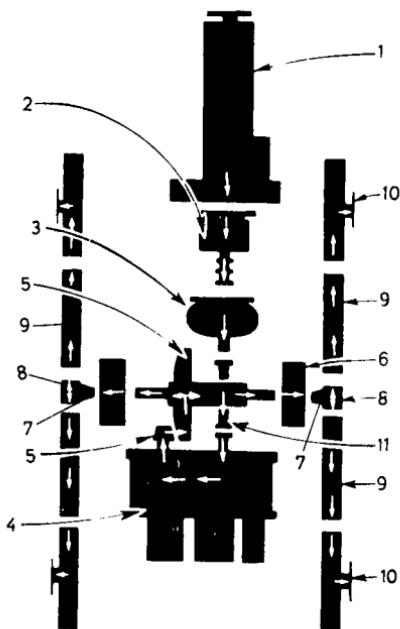
**Σχ. 2.3λστ.**

1 και 2. Συγκρατητήρες. 3. Ρουλεμάν. 4. Κάλυμμα. 5. Οπίσθιος τροχός. 6. Λιποπροφυλακτήρες. 7. Κιβώτιο τελικού μειωτήρα. 8 και 15. Ζεύγος μετωπικών γραναζιών μειωτήρα. 9. Φλάντζα. 10. Στήριγμα. 11. Θήκη. 12. Περικόχλιο. 13. Ρυθμιστικό περικόχλιο. 14. Ροδέλα. 16. Πλήμνη γραναζιού του τελικού μειωτήρα. 17. Άξονας οπισθίου τροχού.

6 στα δύο ημιαξόνια 7, τα οποία τη μεταφέρουν μέσω των γραναζιών 8, 9 και 10, που αποτελούν μειωτήρα στροφών στους εμπρόσθιους και οπίσθιους τροχούς αντιστοίχως. (Η γεννήτρια 2 κινούμενη από τον πετρελαιοκινητήρα, παρέχει ρεύμα σε ηλεκτροκινητήρες για την κίνηση της εξαρτήσεως του ελκυστήρα (π.χ. μαχαιριού προωθητήρα).

2) Διαφορικό.

Ανάλογα με τον τύπο του συστήματος διευθύνσεως, το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως από το κιβώτιο ταχυτήτων στους



Σχ. 2.3λζ.

1. Πετρελαιοκινητήρας. 2. Γεννήτρια. 3. Μετατροπέας ροπής. 4. Κιβώτιο ταχυτήτων. 5. Πινιόν - κορώνα. 6. Συμπλέκτες διευθύνσεως. 7. Ημιαξόνια. 8, 9 και 10. Γρανάζια μεταδόσεως. 11. Άξονας εισόδου κιβωτίου ταχυτήτων.

τροχούς μπορεί να περιλαμβάνει διαφορικό ή όχι (περί διαφορικού βλ. Αυτοκίνητο, Τόμος Α', εκδόσεως Ιδρύματος Ευγενίδου).

Επειδή οι ελκυστήρες κινούνται συνήθως σε εδάφη με ανομοιόμορφη επιφάνεια και η αντίσταση κυλίσεως, καθώς και η πρόσφυση, μπορεί να διαφέρει από τροχό σε τροχό, το διαφορικό, ενώ είναι χρήσιμο για τις αλλαγές διευθύνσεως, αποτελεί μειονέκτημα για την ευθύγραμμη πορεία. Πράγματι, όταν κατά την ευθύγραμμη πορεία ο δεξιός π.χ. κινητήριος τροχός τύχει να πέσει σε έδαφος, όπου η αντίσταση προωθήσεως, παρουσιάζεται μικρότερη, τότε οι δορυφόροι του διαφορικού, λόγω της διαφοράς των ανθισταμένων ροπών στους δύο τροχούς, αρχίζουν να περιστρέφονται· έτσι προκαλείται αύξηση των στροφών του τροχού που αντιμετωπίζει τη μικρότερη αντίσταση, δηλαδή του δεξιού, και μείωση των στροφών του αριστερού. Εφ' όσον δε εξακολουθεί να υπάρχει διαφορά στην αντίσταση προωθήσεως

των δύο τροχών, αυξάνουν διαρκώς οι στροφές των δορυφόρων με αποτέλεσμα ο δεξιός τροχός να στρέφεται διαρκώς ταχύτητερα και ο αριστερός να επιβραδύνεται. Αποτέλεσμα αυτής της διαφοράς ταχύτητας των τροχών είναι να εκτρέπεται ο ελκυστήρας από την ευθύγραμμη πορεία του, κάθε φορά που παρουσιάζεται διαφορά αντιστάσεως προωθήσεως στους τροχούς των δύο πλευρών του.

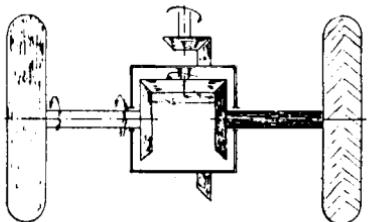
Αν ο τροχός της μιας πλευράς βρεθεί πάνω σε ολισθηρό έδαφος και αρχίσει να ολισθαίνει λόγω της ελαπτωμένης προσφύσεως (να στρέφεται δηλαδή επί τόπου, χωρίς να προχωρεί, παράγρ. 1.4), τότε συμβαίνει το εξής: επειδή η ανθιστάμενη στην περιστροφή του τροχού αυτού ροπή είναι μικρότερη από του απέναντι τροχού, οι δορυφόροι θα αρχίζουν να περιστρέφονται έτσι, ώστε να αυξάνονται οι στροφές του ολισθαίνοντος τροχού και να μειώνονται του απέναντι. Αυτό θα συνεχισθεί, έως ότου ο ολισθαίνων τροχός αποκτήσει αριθμό στροφών διπλάσιο από τις στροφές του κιβωτίου του διαφορικού, οπότε ο απέναντι τροχός θα πάψει να περιστρέφεται (σχ. 2.3λη). Αποτέλεσμα αυτού θα είναι να σταματήσει ο ελκυστήρας επί τόπου.

Πράγματι, στο απλό διαφορικό ο μέσος όρος των γωνιακών ταχυτήτων ω_1 και ω_2 των δυο ημιαξονίων ισούται με τη γωνιακή ταχύτητα ω_k του κιβωτίου του διαφορικού, δηλαδή

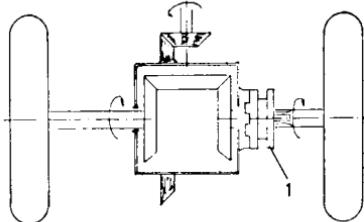
$$\omega_k = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \quad (14)$$

Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι, όταν το ένα από τα δυο ημιαξόνια π.χ. το 1, περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα $\omega_1 = 2\omega_k$, δηλαδή διπλάσια από του κιβωτίου του διαφορικού, τότε το άλλο θα έχει ταχύτητα $\omega_2 = 0$, θα πάψει δηλαδή να περιστρέφεται.

Τα μειονεκτήματα αυτά του διαφορικού μπορούμε να τα αντιμετωπίσουμε με διάφορους τρόπους. Ένας τρόπος είναι να ελέγχονται χωριστά τα φρένα των απέναντι τροχών. Τότε μπορούμε, φρενάροντας κατάλληλα τον τροχό, ο οποίος πάει να πάρει τις πολλές στροφές, να αυξήσουμε την αντίσταση προωθήσεώς του όσο χρειάζεται για να εξισωθεί με την αντίσταση του απέναντι τροχού και να σταματήσει έτσι η δράση του διαφορικού. Ο τρόπος αυτός όμως συνεπάγεται απώλεια ενέργειας λόγω τρι-



Σχ. 2.3λη.



Σχ. 2.3λθ.

βής στα φρένα, και, όταν τον εφαρμόζομε συχνά, προκαλεί ταχεία φθορά των επενδύσεων τριβής.

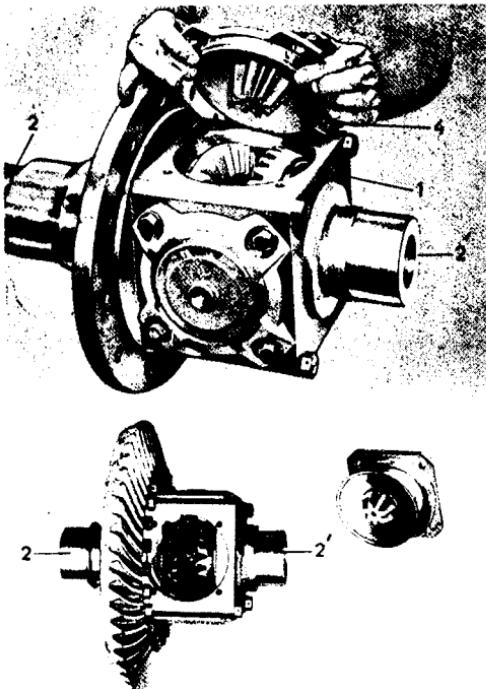
Σε πολλούς τύπους ελκυστήρων προβλέπεται διάταξη αναστολής της λειτουργίας του διαφορικού για τις περιπτώσεις, όπου τα ανωτέρω μειονεκτήματα γίνονται αισθητά. Η αναστολή μπορεί να πραγματοποιείται είτε με επέμβαση του οδηγού, είτε και αυτομάτως.

Μια διάταξη που λειτουργεί με επέμβαση του οδηγού δείχνει το σχήμα 2.3λθ, όπου, όταν θέλομε να αναστείλομε τη λειτουργία του διαφορικού, μεταθέτομε τον οδοντωτό δακτύλιο 1, ο οποίος είναι σφηνωμένος στο ένα ημιαξόνιο, φέροντας τις οδοντώσεις του σε εμπλοκή με αντίστοιχες οδοντώσεις του περιστρεφόμενου κιβωτίου του διαφορικού. Με τον τρόπο αυτό συνδέεται το ένα ημιαξόνιο με το κιβώτιο του διαφορικού και περιστρέφεται μαζί του, οι δορυφόροι παύουν να περιστρέφονται και τα δύο ημιαξόνια στρέφονται μαζί, σαν να μην υπήρχε διαφορικό. Κατά τις αλλαγές διευθύνσεως αποσυμπλέκομε το δακτύλιο 1, ώστε το διαφορικό να λειτουργεί ελεύθερα.

Η μετάθεση του δακτυλίου 1 προς εμπλοκή γίνεται συνήθως με σύστημα μοχλών ή με σερβομηχανισμό [υδραυλικό κλπ., παράγ. 2.3 (Α, 1α)], το οποίο θέτομε σε ενέργεια με ένα πεντάλ. Όταν αφήσομε το πεντάλ, ο μηχανισμός του δακτυλίου 1 επιστρέφει με τη βοήθεια ελατηρίων στη θέση αποκαταστάσεως της λειτουργίας του διαφορικού.

Το σχήμα 2.3μ δείχνει τύπο αυτομάτως αναστελλόμενου διαφορικού, που χρησιμοποιείται στον ελκυστήρα ημιρυμουλκούμενου αποξεστήρα.

Το διαφορικό αυτό, όταν το άθροισμα των ανθισταμένων ροπών στους τροχούς των δύο ημιαξονίων βρίσκεται εντός των συνήθων ορίων, όπως συμβαίνει π.χ. κατά τις αλλαγές διευθύν-



Σχ. 2.3μ.

σεως, λειτουργεί κανονικά. Όταν όμως ο ένας τροχός αρχίσει να ολισθαίνει, τότε μειώνεται το άθροισμα των ανθισταμένων ροπών στους τροχούς, λόγω της σημαντικής μειώσεως της ανθιστάμενης ροπής στον ολισθαίνοντα τροχό. Εξ αιτίας της μειώσεως αυτής, η οποία συνεπάγεται μεώση της ροπής που ανθίσταται στην περιστροφή ολόκληρου του κιβωτίου 1 του διαφορικού, του περιστρεφόμενου γύρω από τον άξονα 2-2', αυξάνονται οι στροφές του κιβωτίου 1.

Με την αύξηση των στροφών του κιβωτίου 1 αυξάνεται και η φυγόκεντρος δύναμη, που ασκείται στους δορυφόρους και τείνει να τους απομακρύνει από τον άξονα 2-2'. Τότε οι δορυφόροι, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να ολισθαίνουν κατά μήκος του άξονά τους, ωθούνται προς τα δακτυλίδια τριβής 4 του κιβωτίου, όπου φρενάρονται και σταματούν να περιστρέφονται. Με το σταμάτημα της περιστροφής των δορυφόρων σταματάει και η λειτουργία του διαφορικού, γιατί οι μη περιστρεφόμενοι δορυφόροι αποτελούν πια ένα είδος σφήνας, η οποία αναγκάζει τους δεξιούς

και αριστερούς πλανήτες να περιστρέφονται συγχρόνως σαν ένα σώμα, όπως θα συνέβαινε αν δεν υπήρχε διαφορικό.

Έτσι ο τροχός που παρουσίασε την ολίσθηση, αρχίζει να προχωρεί μαζί με τον κανονικά κυλιόμενο της απέναντι πλευρές και παύει να ολισθαίνει. Όταν το άθροισμα των ανθισταμένων ροπών στους τροχούς των δύο ημιαξονίων αποκατασταθεί, οι στροφές του κιβωτίου του διαφορικού μειώνονται και οι δορυφόροι, λόγω μειώσεως της φυγόκεντρης δυνάμεως, επανέρχονται στη θέση όπου είναι ελεύθεροι να περιστρέφονται και έτσι αποκαθίσταται η λειτουργία του διαφορικού.

2.4 Σύστημα διευθύνσεως.

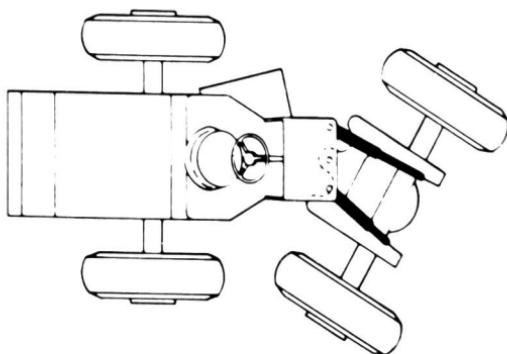
1) Γενικά.

Σε πολλούς τροχοφόρους ελκυστήρες η αλλαγή διευθύνσεως γίνεται με στροφή των εμπροσθίων (οδηγητηρίων) τροχών γύρω από κατακόρυφο άξονα, όπως και στα αυτοκίνητα, με τη διαφορά ότι εδώ προβλέπεται δυνατότητα μεγαλύτερης εκτροπής των οδηγητηρίων τροχών, ώστε να επιτυχάνονται περισσότερο κλειστές στροφές (στροφές μικρότερης ακτίνας καμπυλότητας).

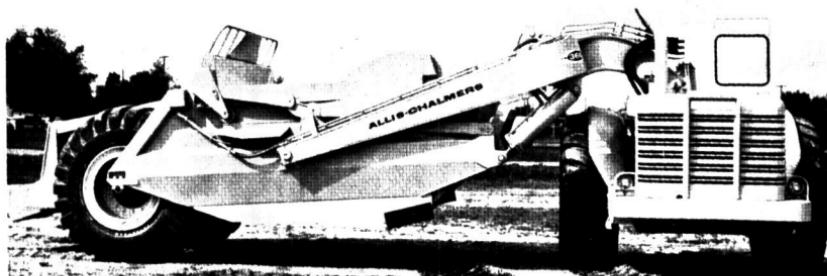
Σε ελκυστήρες όπου ο χειρισμός των δεξιών και αριστερών φρένων μπορεί να γίνει χωριστά, και είναι εφοδιασμένοι με διαφορικό, για να επιτύχομε περισσότερο κλειστές στροφές, ή για να διευκολύνομε τις στροφές, όταν έχομε μεγάλα φορτία, εφαρμόζομε και το χωριστό φρενάρισμα δεξιών και αριστερών κινητηρίων τροχών (πατάμε δηλαδή το δεξιό φρένο, όταν στρέφομε δεξιά και το αριστερό, όταν στρέφομε αριστερά).

Σε μεγάλους τροχοφόρους ελκυστήρες ο χειρισμός του μηχανισμού διευθύνσεως γίνεται έμμεσα [παράγρ. 2.3 (Α, 1α)] συνήθως μέσω υδραυλικού συστήματος ή πεπιεσμένου αέρα, που θέτει σε κίνηση το σύστημα των μοχλών, μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η στροφή των οδηγητηρίων τροχών.

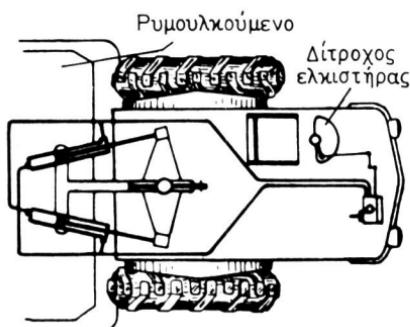
Υπάρχουν και τύποι, όπου η αλλαγή διευθύνσεως γίνεται με στροφή του εμπρόσθιου μέρους του ελκυστήρα (σχ. 2.4α) ή ολόκληρου του δίτροχου ελκυστήρα σε περίπτωση ημιρυμουλκών ελκυστήρων, με τη βοήθεια υδραυλικής δυνάμεως (σχ. 2.4β και 2.4γ) ή ηλεκτροκινητήρα σε περίπτωση ντηζελοηλεκτρικής κινήσεως.



Σχ. 2.4α.



Σχ. 2.4β.



Σχ. 2.4γ.

Στο παράδειγμα του σχήματος 2.4γ η υδραυλική δύναμη ασκείται με δύο υδραυλικούς κυλίνδρους. Οι κύλινδροι αυτοί είναι στερεωμένοι πάνω στο ρυμουλκούμενο και τα έτι:βολά τους πάνω στον τροχό ελκυστήρα. Για να επιτύχομε στροφή του δίτροχου ελκυστήρα στέλνομε υγρό στους δύο κυλίνδρους έτσι, ώστε όταν το έμβολο του ενός αθείται προς τα εμπρός, το έμβολο του άλλου να έλκεται προς τα πίσω. Έτσι δημιουργείται ροπή, η οποία αναγκάζει τον ελκυστήρα να στραφεί.

Σε ορισμένους τύπους ελκυστήρων ειδικών χρήσεων, με το σύστημα διευθύνσεως στρέφομε κατ' εκλογή τους δύο εμπρόσθιους, τους δύο οπίσθιους ή και τους 4 τροχούς.

Με τη συνεργασία και των 4 τροχών κατά τις αλλαγές διευθύνσεως επιτυγχάνομε στροφές με μικρότερη ακτίνα καμπυλότητας και διευκολύνονται οι στροφές, όταν έχουμε μεγάλα φορτία, ή όταν θέλομε να υπερνικήσουμε αντίθετες πλευρικές δυνάμεις.

Η ασκούμενη υπό του εδάφους αντίδραση P' _o πάνω στους οδηγητήριους τροχούς, πρέπει να είναι επαρκής, ώστε να υπάρχει ένα ελάχιστο πιέσεως μεταξύ τροχών και εδάφους άπαραίτητο για την ακρίβεια ελέγχου της οδηγήσεως. Γιατί μια χαλαρή επαφή μεταξύ τροχών και εδάφους (ανεπαρκής P' _o) συνεπάγεται αβεβαιότητα ως προς την πιστή ανταπόκριση του συστήματος διευθύνσεως στους χειρισμούς του οδηγού (ελαφρό τιμόνι).

Σε ερπυστριοφόρους κυρίως ελκυστήρες, όπου οι εμπρόσθιοι τροχοί είναι εγκλωβισμένοι στις ερπύστριες και δεν είναι εύκολη η ανεξάρτητη στροφή τους περί κατακόρυφο άξονα, χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα συστήματα.

Τα συστήματα αυτά βασίζονται στην ανεξάρτητη ρύθμιση της κινητήριας ροπής των δεξιών και αριστερών τροχών αντιστοίχως (στους ερπυστριοφόρους, κινητήριοι τροχοί είναι κατά κάνονα οι πίσω τροχοί, οι οποίοι έχουν προεξοχές, που παρασύρουν σε κίνηση τις ερπύστριες) [παράγρ. 2.5 (2)].

Οι κυριότερες κατηγορίες που τα κατατάσσομε είναι:

- Σύστημα διευθύνσεως με χωριστούς συμπλέκτες και χωριστό χειρισμό φρένων για τους δεξιούς και αριστερούς κινητήριους τροχούς αντιστοίχως.
- Συστήματα διευθύνσεως με διάφορους συνδυασμούς γραναζιών και χωριστό χειρισμό φρένων.

Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται:

- a) Συστήματα με διαφορικό (μονοβάθμιο ή διβάθμιο) και χωριστό χειρισμό φρένων).

β) Συστήματα με πλανητικό σύστημα γραναζιών (μονοβάθμιο ή διβάθμιο) και χωριστό χειρισμό φρένων.

- Μικτά συστήματα διευθύνσεως, τα οποία χρησιμοποιούν χωριστούς συμπλέκτες σε συνδυασμό με διαφορικά ή με πλανητικά συστήματα γραναζιών και χωριστό χειρισμό φρένων.
- Ειδικά συστήματα για μεγάλες ταχύτητες.
- Συστήματα διευθύνσεως με ανεξάρτητη κίνηση στις δύο πλευρές του συστήματος κυλίσεως.

2) Συστήματα διευθύνσεως με χωριστούς συμπλέκτες και χωριστό χειρισμό φρένων.

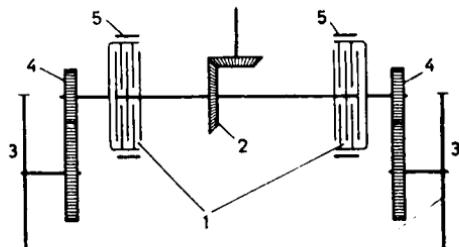
Είναι τα συνηθέστερα. Συναντώνται κυρίως σε ερπυστριοφόρους και σε μερικούς μεγάλους τροχοφόρους ελκυστήρες.

Σ' αυτά η κινητήρια ροπή μεταβιβάζεται στους δεξιούς και αριστερούς τροχούς με χωριστούς συμπλέκτες, τους οποίους χειριζόμαστε με χωριστούς μοχλούς. Επίσης χωριστός είναι και ο χειρισμός των φρένων των δεξιών και αριστερών τροχών.

Ένα σύστημα διευθύνσεως αυτού του είδους παριστάνει το σχήμα 2.4δ, όπου οι χωριστοί συμπλέκτες 1, οι λεγόμενοι συμπλέκτες διευθύνσεως, παίρνουν κίνηση από την κορώνα 2 του κωνικού ζεύγους μεταδόσεως και τη μεταδίδουν στους κινητήριους τροχούς 3 μέσω των τελικών μειωτήρων στροφών 4. Τα φρένα 5 εφαρμόζονται στα ημιαξόνια, τα οποία παρασύρονται σε κίνηση από τους συμπλέκτες.

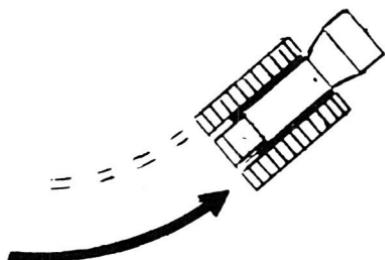
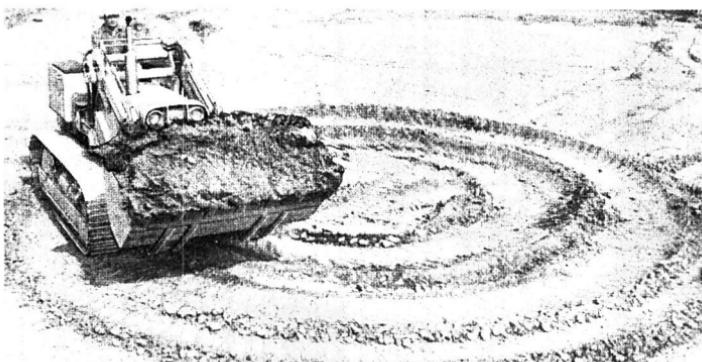
Στην ευθύγραμμη πορεία και οι δύο σύμπλέκτες είναι συμπλεγμένοι και τα αντίστοιχα φρένα χαλαρωμένα. Οι ροπές οι οποίες μεταβιβάζονται τότε στα δύο ημιαξόνια, είναι ίσες και οι τροχοί κινούνται με την ίδια ταχύτητα.

Όταν θέλομε να στρέψουμε τον ελκυστήρα π.χ. αριστερά, αποσυμπλέκομε τον αριστερό συμπλέκτη, οπότε παύει να παίρνει



Σχ. 2.4δ.

κίνηση ο αριστερός κινητήριος τροχός, ενώ ολόκληρη η κινητήρια ροπή μεταβιβάζεται στο δεξιό τροχό. Τότε ο αριστερός κινητήριος τροχός (και μαζί του η αριστερή ερπύστρια σε περίπτωση ερπυστριοφόρου ελκυστήρα), που εξακολουθεί να κυλιέται λόγω αδράνειας, επιβραδύνεται και ο ελκυστήρας αρχίζει να στρέφεται προς τα αριστερά (σχ. 2.4ε).

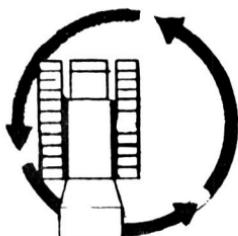
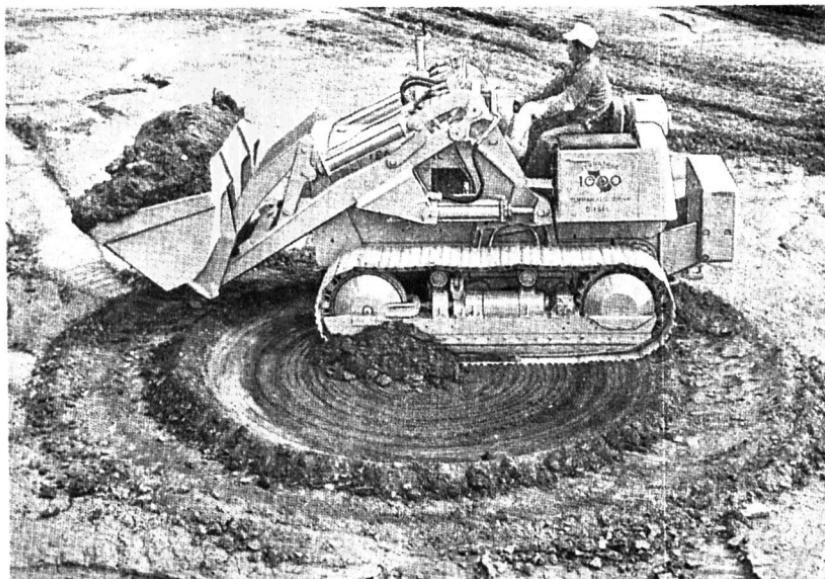


Σχ. 2.4ε.

Αν φρενάρομε λίγο τον αποσυμπλεγμένο αριστερό τροχό, τον επιβραδύνομε ακόμη περισσότερο και η στροφή γίνεται περισσότερο κλειστή. Αν φρενάρομε έτσι, ώστε να ακινητοποιηθεί ο αριστερός τροχός, ο ελκυστήρας αρχίζει να στρέφεται γύρω από τον τροχό αυτό (ή γύρω από ένα σημείο της αντίστοιχης ερπύστριας σε περίπτωση ερπυστριοφόρου ελκυστήρα). Επιτυγχάνομε τότε την περισσότερο κλειστή στροφή, που μπορεί να πραγματοποιήσει ο ελκυστήρας ή όπως λέμε τη στροφή με τη μικρότερη δυνατή ακτίνα καμπυλότητας (σχ. 2.4στ).

Όταν θέλομε να στρέψουμε τον ελκυστήρα δεξιά, πραγματοποιούμε τους ίδιους χειρισμούς στο δεξιό συμπλέκτη και στο δεξιό φρένο.

Όταν όμως ο ελκυστήρας τρέχει σε κατήφορο, οπότε η



Σχ. 2.4στ.

προώθησή του οφείλεται κυρίως στην ενέργεια του βάρους του (ο μοχλός ελέγχου του καυσίμου βρίσκεται στη θέση χαμηλής παροχής - ρελαντί), η μεταβίβαση της ροπής γίνεται αντιστρόφως, δηλαδή από τους τροχούς στο κιβώτιο ταχυτήτων και στον άξονα του κινητήρα. Ο κινητήρας, όταν λόγω της επιταχύνσεως στον κατήφορο, αποκτήσει ταχύτητα πέρα ενός ορίου, τροφοδοτείται με ακόμη λιγότερο καύσιμο λόγω επεμβάσεως του ρυθμιστή των στροφών του και ενεργεί πια σαν πέδη κατά τη φάση συμπιέσεως [(παράγρ. 2.3 (Δ))]. Τότε ο τροχός, τον οποίο αποσυμπλέκομε, περιστρέφεται ταχύτερα, γιατί παύει να παρασύρει σε κίνηση ολόκληρο το σύστημα μεταδόσεως με την αδράνεια και τις τριβές του και δεν υφίσταται πια τη ροπή πεδήσεως από τον κινητήρα κατά τη συμπίεση. Γι' αυτό, όταν θέλουμε να κάνουμε στροφή κάτω από τις συνθήκες αυτές, χειριζόμασθε ανάποδα

τους συμπλέκτες, δηλαδή για να στρέψουμε π.χ. δεξιά, αποσυμπλέκομε τον αριστερό συμπλέκτη, οπότε αυξάνονται οι στροφές και η ταχύτητα πορείας του αριστερού τροχού.

Αντίθετο χειρισμό, τόσο των συμπλεκτών διευθύνσεως όσο και των φρένων κάνομε κατά τις στροφές με την όπισθεν.

Απλό φρενάρισμα του ενός τροχού χωρίς αποσύμπλεξη του δεν μπορεί να προκαλέσει αλλαγή διευθύνσεως. Προκαλεί μόνο επιβράδυνση της πορείας του ελκυστήρα, γιατί στην περίπτωση αυτή τα ημιαξόνια των δύο τροχών συνδεόμενα μέσω των συμπλεκτών αποτελούν ένα σώμα.

Με το σύστημα των χωριστών συμπλεκτών διευθύνσεως έχομε μείωση της ικανότητας έλξεως κατά τις αλλαγές διευθύνσεως, γιατί η ροπή του κινητήρα μεταφέρεται σε ένα μόνο κινητήριο τροχό. Έτσι ο τροχός αυτός, ενώ διαθέτει το ήμισυ της $F_{μεγ}$ (βλ. σχέση 10) του ελκυστήρα έχει να αντιμετωπίσει ολόκληρη την αντίσταση προωθήσεως F (παράγρ. 1.4), με αποτέλεσμα να αρχίσει να ολισθαίνει σε περιπτώσεις μεγάλων φορτίων, ιδίως όταν το έδαφος είναι ολισθηρό ή λασπώδες, οπότε μειώνεται και η $F_{μεγ}$ λόγω ελαττωμένης προφύσεως.

Στις περιπτώσεις αυτές, κατά το χειρισμό της αλλαγής διευθύνσεως, προσπαθούμε να μειώσουμε το φορτίο, π.χ. με μικρή οπισθοχώρηση του ελκυστήρα σε περίπτωση ωθούμενου φορτίου.

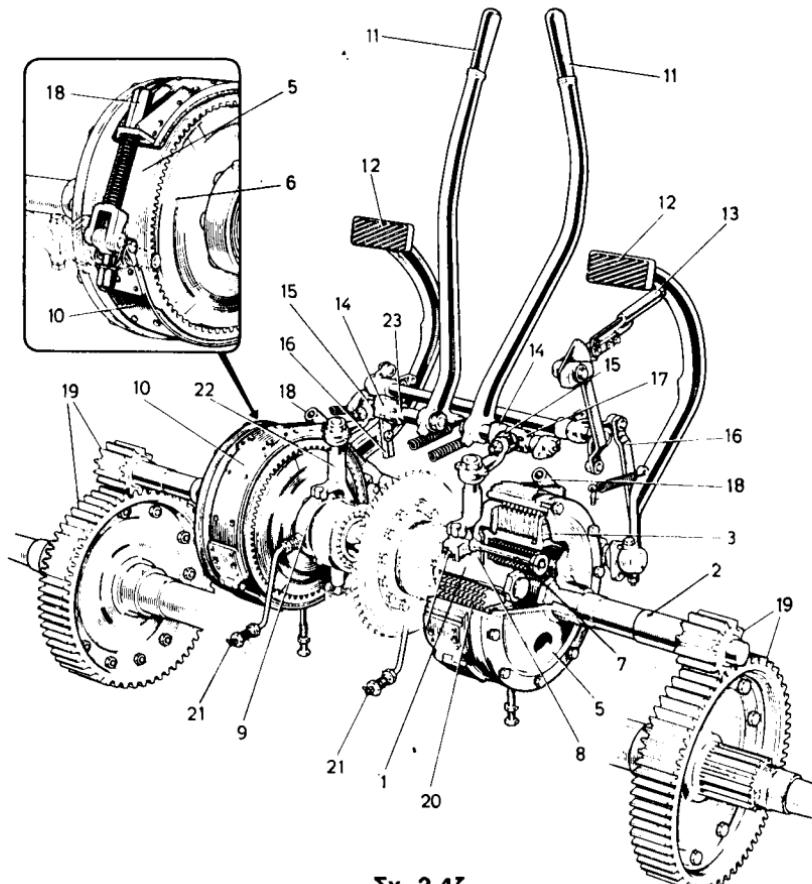
Κατά την αλλαγή διευθύνσεως των ερπιστριοφόρων ελκυστήρων όταν το έδαφος είναι πολύ μαλακό, οι ερπύστριες το ανασκάπτουν, και η μεν κινητήρια ερπύστρια, η οποία αντιμετωπίζει μόνη της το φορτίο, έχει, όπως είδαμε, τάση να ολισθήσει, η δε επιβραδυνόμενη υπό του φρένου ωθεί το χώμα προς τη πλευρά της στροφής στο εμπρός μέρος και προς την αντίθετη πλευρά στο πίσω, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνονται οι στροφές και να υφίστανται υπερβολική καταπόνηση οι ερπύστριες. Ο χειρισμός της αλλαγής διευθύνσεως πρέπει να γίνεται τότε κατά διαλείμματα, ώστε να υπάρχει δυνατότητα παρακάμψεως των σχηματιζομένων σωρών του χώματος.

Με το σύστημα των συμπλεκτών διευθύνσεως, όταν φρέναρομε μέχρι ακινητοποιήσεως τον ένα τροχό, μπορούμε να επιτύχουμε πολύ κλειστές στροφές.

Οι συμπλέκτες διευθύνσεως είναι συνήθως πολύδισκοι, γιατί η ροπή την οποία μεταφέρουν είναι μεγάλη, δεδομένου ότι έχει προηγηθεί πολλαπλασιασμός της ροπής του κινητήρα στο απέναντι σύστημα μεταδόσεως.

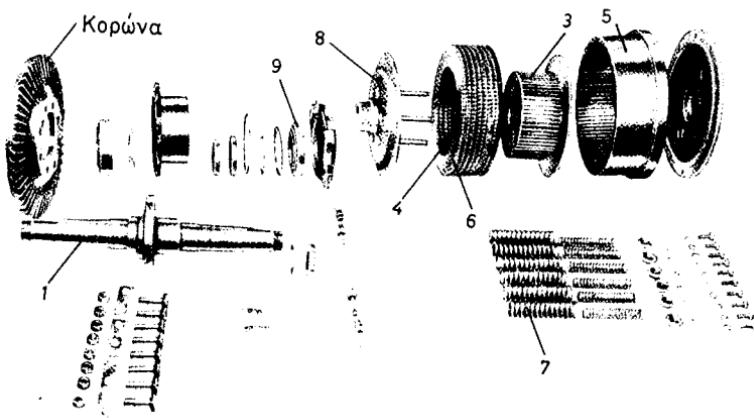
Παράδειγμα συστήματος με συμπλέκτες διευθύνσεως, δίνει το σχήμα 2.4ζ (βλ. και σχήμα 2.4η).

Στον άξονα 1 της κορώνας είναι σφηνωμένες οι δύο πλήμνες 3, οι οποίες έχουν οδόντωση σε όλο το μήκος της εξωτερικής τους επιφάνειας. Κατά μήκος της οδοντώσεως αυτής μπορούν να ολισθαίνουν οι



Σχ. 2.4ζ.

1. Άξονας κορώνας. 2. Ήμιαξόνια. 3. Πλήμνη. 4. Κινητήριοι δίσκοι τριβής (σχ. 2.4η). 5. Τύμπανο. 6. Παρασυρόμενοι δίσκοι τριβής. 7. Ελατήρια. 8. Πλάκα πιέσεως. 9. Ρουλεμάν. 10. Φρένο. 11. Χειρομοχλοί συμπλεκτών διευθύνσεως. 12. Πεντάλ φρένων. 13. Χειρομοχλός για το σύγχρονο χειρισμό των φρένων. 14, 15 και 22. Σύστημα μοχλών χειρισμού συμπλεκτών. 16. Μοχλοί μηχανισμού φρένων. 17. Περικόχλιο ρυθμίσεως συμπλεκτών. 18. Περικόχλιο ρυθμίσεως φρένων. 19. Τελικός μειωτήρας. 20. Δίσκοι τριβής. 21. Γρασαδόροι ρουλεμάν. 23. Περικόχλιο ρυθμίσεως συμπλεκτών διευθύνσεως.



Σχ. 2.4η.
Αποσυναρμολογημένος συμπλέκτης διευθύνσεως.

κινητήριοι δίσκοι τριβής 4, οι οποίοι έχουν αντίστοιχη εσωτερική οδόντωση.

Στο ημιαξόνιο 2, το οποίο μεταφέρει την κίνηση στους τροχούς, είναι σφηνωμένο το τύμπανο 5. Η εσωτερική επιφάνεια του τυμπάνου αυτού έχει καθ' όλο το μήκος της οδόντωση, η οποία εμπλέκεται στην εξωτερική οδόντωση των παρασυρομένων σε κίνηση δίσκων τριβής 6. Οι δίσκοι αυτοί μπορούν να μετακινούνται αξονικά ολισθαίνοντας κατά μήκος της οδοντώσεως του τυμπάνου 5.

Η πλάκα 8, η οποία είναι σφηνωμένη στον κινητήριο άξονα, πιέζεται μέσω των ελατήριών 7 προς τους δίσκους και τους σφίγγει μεταξύ τους με αρκετή δύναμη, ώστε να δημιουργηθεί η τριβή, η οποία χρειάζεται για να παρασυρθούν σε κίνηση οι δίσκοι 6. Χάρη στα ελατήρια 7, οι συμπλέκτες είναι μόνιμα συμπλεγμένοι, εφ' όσον δεν επεμβαίνει ο οδηγός.

Κατά το χειρισμό αποσυμπλέξεως του ενός συμπλέκτη, ένα σύστημα μοχλών έλκει μέσω του ωστικού ρουλεμάν 9 την πλάκα 8 προς τα μέσα και την απομακρύνει από τους δίσκους τριβής αναγκάζοντας τα ελατήρια 7 να συσπειρωθούν. Τότε παύει να ασκείται πίεση μεταξύ των δίσκων τριβής και τα ημιαξόνια 2 δεν παρασύρονται σε κίνηση.

Το φρένο 10 είναι μια ταινία, η οποία σφίγγεται επάνω στο εξωτερικό τύμπανο 5, όταν πατήσουμε τον αντίστοιχο ποδομοχλό.

Στις θέσεις εισόδου του κινητήριου άξονα 1 και των ημιαξονίων 2 στα κιβώτια των συμπλεκτών παρεμβάλλονται λιποπροφυλακτήρες, οι οποίοι εμποδίζουν το λιπαντικό από τα γειτονικά κιβώτια (πινιόν-κορώνας και τελικών μειωτήρων στροφών), να εισχωρήσει στους συμπλέκτες και να καταστήσει ολισθηρές τις επιφάνειες τριβής των δίσκων τους.

Ο χειρισμός αποσυμπλέξεως των συμπλεκτών διευθύνσεως γίνεται συνήθως με δύο χειρομοχλούς (ένα για κάθε συμπλέκτη).

Μερικές φορές χρησιμοποιείται και τιμόνι το οποίο, όταν στρέφεται δεξιά ή αριστερά, αποσυμπλέκει με κατάλληλο μηχανισμό τον ένα ή τον άλλο συμπλέκτη αντιστοίχως.

Τα φρένα ελέγχονται συνήθως με δύο ποδομοχλούς.

Όταν πατάμε τον ένα από αυτούς, το αντίστοιχο φρένο σφίγγεται και όταν τον αφήνουμε, το φρένο επανέρχεται με τη βοήθεια ελατηρίων στη θέση χαλαρώσεως.

Σε μερικούς τύπους, μικρών κυρίως ελκυστήρων, ο χειρισμός των συμπλεκτών και των φρένων της ίδιας πλευράς γίνεται με κοινό μοχλό. Στην περίπτωση αυτή με την κίνηση του μοχλού γίνεται πρώτα η αποσύμπλεξη και κατόπιν, εφ' όσον συνεχίζεται η κίνηση του μοχλού, το φρενάρισμα.

Με το σύστημα όμως αυτό, όταν φρενάρομε, οι συμπλέκτες είναι πάντοτε αποσυμπλεγμένοι και το φρενάρισμα, π.χ. στον κατήφορο, δεν ενισχύεται από την επιβράδυνση που προκαλείται όταν παρασύρεται σε κίνηση το σύστημα μεταδόσεως και ο κινητήρας.

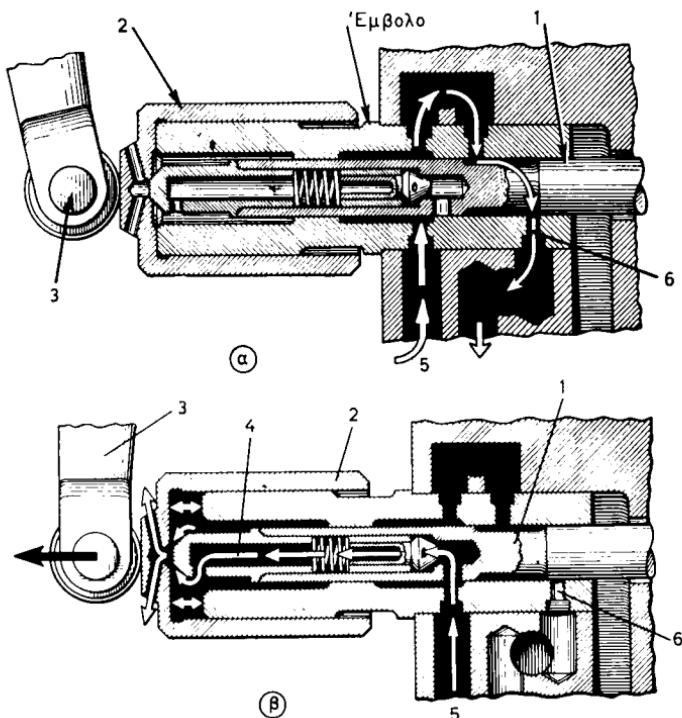
Σε μεγάλους ελκυστήρες, όπου οι μεταβιβαζόμενες από τους συμπλέκτες διευθύνσεως ροπές είναι ισχυρές και οι δίσκοι τριβής πιέζονται μεταξύ τους με μεγάλη κάθετη δύναμη [παράγρ. 2.3 (Α, 1)], θα χρειαζόταν πολύ μεγάλη προσπάθεια εκ μέρους του οδηγού για να επιτύχει την αποσύμπλεξη. Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζεται και εδώ ο έμμεσος χειρισμός [παράγρ. 2.3 (Α, 1α)].

Σε ντηζελοηλεκτρικούς ελκυστήρες ο έμμεσος χειρισμός γίνεται συνήθως μέσω ηλεκτρομαγνητών, οι οποίοι ενεργούν είτε κατ' ευθείαν επί μηχανικού συστήματος, που ελέγχει τη σύμπλεξη και αποσύμπλεξη, είτε επί του διανομέα ενός παρεμβαλλόμενου υδραυλικού ή πνευματικού (δια πεπιεσμένου αέρα) συστήματος (ηλεκτροϋδραυλικός ή ηλεκτροπνευματικός χειρισμός).

Το σχήμα 2.4θ δείχνει τον τρόπο διανομής του ορυκτελαίου σε υδραυλικό σύστημα έμμεσου χειρισμού.

Ο χειριστής επενεργεί μέσω συστήματος μοχλών στον κυλινδρικό σύρτη 1.

Όταν έχομε σύμπλεξη, ο σύρτης 1 βρίσκεται στη θέση του σχήματος 2.4θ (a). Τότε το λάδι που έρχεται από μια γραναζωτή αντλία διέρχεται από τις διόδους, τις οποίες δείχνουν τα βέλη και επιστρέφει στο δοχείο αναρροφήσεως της αντλίας.



Σχ. 2.4θ.

Όταν φέρομε το μοχλό χειρίσμού στη θέση αποσυμπλέξωσης, ο σύρτης 1 έρχεται στη θέση του σχήματος 2.4θ (β) και κλείνει την έξοδο 6 του λαδιού, ενώ συγχρόνως φέρει σε επικοινωνία την εσωτερική δίοδο 4 με το στόμιο εισόδου 5 του λαδιού. Τότε το λάδι εισέρχεται στη δίοδο 4, και, επειδή δεν βρίσκει άλλη διέξοδο, ωθεί τον κύλινδρο 2, ο οποίος παρασύρει τον τροχίσκο 3 προς τα αριστερά. Η κίνηση του τροχίσκου 3 μεταβιβάζεται στο σύστημα μοχλών, το οποίο μεταθέτει τους δίσκους τριβής προς τη θέση αποσυμπλέξωσης.

3) Συστήματα διευθύνσεως με διάφορους συνδυασμούς γραναζιών και χωριστό χειρίσμο φρένων.

Στα συστήματα αυτά μπορούμε με τη βοήθεια φρένων, να ελέγχουμε χωριστά τη ροπή, η οποία μεταβιβάζεται στα ημιαξόνια των δεξιών και αριστερών κινητηρίων τροχών αντιστοίχως.

Τα συνηθέστερα συστήματα του είδους αυτού είναι τα συστήματα με διαφορικό και χωριστό χειρισμό φρένων και τα συστήματα με πλανητικά γρανάζια και χωριστό χειρισμό φρένων.

α) Συστήματα διευθύνσεως με διαφορικό και χωριστό χειρισμό φρένων.

Ένα σύστημα αυτού του είδους φαίνεται στο σχήμα 2.4i. Τα φρένα 1 εφαρμόζονται στα ημιαξόνια, τα οποία εξέρχονται από το διαφορικό.

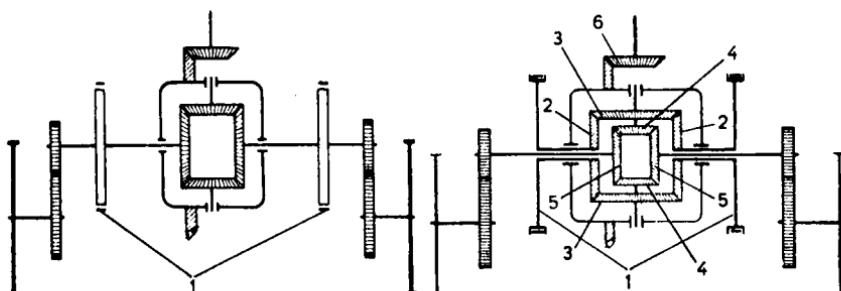
Κατά την ευθύγραμμη πορεία τα φρένα είναι χαλαρωμένα και η κίνηση μεταδίδεται στους τροχούς από τους άξονες εξόδου του διαφορικού.

Όταν θέλομε να κάνουμε στροφή π.χ. προς τα δεξιά, σφίγγομε το δεξιό φρένο, οπότε οι στροφές του δεξιού κινητήριου τροχού μειώνονται, ενώ συγχρόνως αυξάνουν οι στροφές του αριστερού χάρη στο διαφορικό.

Με το σύστημα αυτό αποφεύγονται οι συμπλέκτες και δεν χρειάζεται να αλλάξουμε τρόπο χειρισμού, όταν τρέχομε στον κατήφορο. Η ικανότητα έλξεως κατά τη διάρκεια της στροφής δεν μειώνεται, όπως στην περίπτωση των χωριστών συμπλεκτών, γιατί δεν μειώνεται ο αριθμός των κινητηρίων τροχών [παράγρ. 1.4 και 2.5 (1)].

Η ροπή όμως που μεταβιβάζεται στον ελεύθερο τροχό, του οποίου οι στροφές αυξάνονται όσο μειώνονται οι στροφές του φρεναρισμένου, μειώνεται ακριβώς τότε που χρειάζεται να είναι αυξημένη για να υπερνικήσει τις αντιστάσεις αλλαγής διευθύνσεως. Γι' αυτό πριν από την αλλαγή διευθύνσεως αναγκαζόμαστε πολλές φορές να μετακινήσουμε το μοχλό ταχυτήτων προς μεγαλύτερες σχέσεις πολλαπλασιασμού της ροπής [παράγρ. 2.3 (Ε)].

Σε πολλούς τύπους, για να γίνονται οι στροφές ομαλότερα και να μη φθάνομε στην πλήρη ακινητοποίηση του ενός τροχού, το διαφορικό κατασκευάζεται διβάθμιο (σχ. 2.4ia).



Σχ. 2.4i.

Σχ. 2.4ia.

Στην περίπτωση αυτή τα φρένα εφαρμόζονται στα τύμπανα 1, που αποτελούν ένα σώμα με την πλήμνη των πλανητών 2 της πρώτης βαθμίδας, ενώ τα ημιαξόνια των τροχών είναι σφηνωμένα στους πλανήτες 5 της δεύτερης βαθμίδας. Οι δορυφόροι 3 και 4 και των δύο βαθμίδων έχουν κοινό άξονα. Με το φρενάρισμα του ενός από τα τύμπανα 1, π.χ. του δεξιού, επιβραδύνεται ο αντίστοιχος πλανήτης 2 και αρχίζουν να στρέφονται οι δορυφόροι 3 και μαζί τους οι 4, με αποτέλεσμα το μεν δεξιό ημιαξόνιο να παίρνει λιγότερες στροφές, το δε αριστερό περισσότερες.

Στα διαφορικά αυτά, και όταν ακόμη ακινητοποιήσουμε με το φρένο, τον ένα από τους πλανήτες 2, ο αντίστοιχος κινητήριος τροχός δεν σταματάει, αλλά εξακολουθεί να περιστρέφεται με λιγότερες στροφές, υπό την προϋπόθεση το γινόμενο των σχέσεων μεταδόσεως στις δύο βαθμίδες του διαφορικού, δηλαδή το $(a_2/a_3) \cdot (a_4/a_5)$ να είναι διάφορο της μονάδας $(a_2, a_3, a_4$ και a_5 είναι αντίστοιχως οι ακτίνες των γρανάζιών 2, 3, 4, και 5).

Πράγματι οι γωνιακές ταχύτητες ω , του ημιαξονίου που επιταχύνεται, και ω_2 του ημιαξονίου που επιβραδύνεται, συνδέονται με τη γωνιακή ταχύτητα ω_K του κιβωτίου του διαφορικού με τις σχέσεις:

$$\omega_1 = \omega_K \left(1 + \frac{a_2}{a_3} \cdot \frac{a_4}{a_5} \right) \quad (15)$$

$$\omega_2 = \omega_K \left(1 - \frac{a_2}{a_3} \cdot \frac{a_4}{a_5} \right) \quad (16)$$

Δηλαδή το ω_2 δεν μηδενίζεται παρά μόνον, όταν $\omega_K = 0$, δηλαδή όταν σταματήσει να περιστρέφεται η κορώνα 6 με το κιβώτιο.

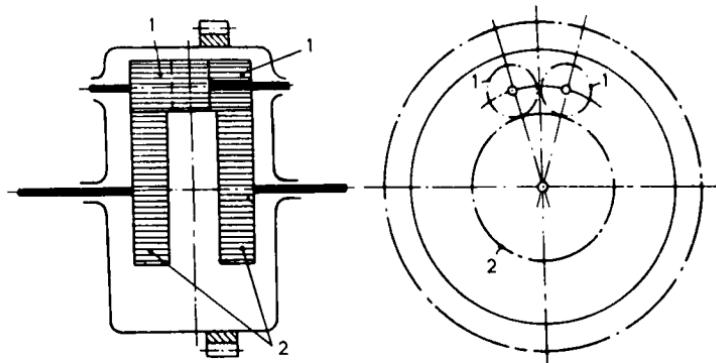
Επομένως με το διβάθμιο διαφορικό οι στροφές με την ελάχιστη δυνατή ακτίνα καμπυλότητας γίνονται ομαλότερα παρά με το μονοβάθμιο και αποφεύγεται η πολύ κλειστή στροφή, που καταστρέφει την επιπεδότητα του εδάφους, ιδίως όταν το τελευταίο είναι μαλακό.

Πολλά διαφορικά κατασκευάζονται με μετωπικά γρανάζια αντί κωνικών.

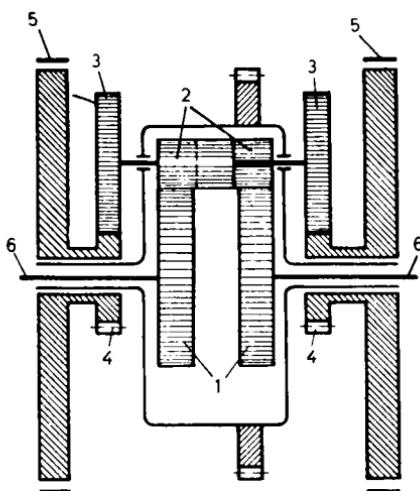
Το σχήμα 2.4ιβ δείχνει διαφορικό, όπου τα γρανάζια, που μπλέκονται και μεταξύ τους και με τα γρανάζια 2 των αντίστοιχων ημιαξονίων, εκτελούν χρέι διαφορικών.

Δηλαδή, τα ημιαξόνια περιστρέφονται με τον ίδιο αριθμό στροφών, τα γρανάζια 1 δεν στρέφονται περί τον άξονά τους, αλλά απλώς συνδέονται μεταξύ τους τα γρανάζια 2. Όταν όμως το ένα ημιαξόνιο για οποιονδήποτε λόγο επιβραδύνεται, τα γρανάζια 1 αρχίζουν να περιστρέφονται με αποτέλεσμα να επιταχύνεται το απέναντι ημιαξόνιο, όπως ακριβώς συμβαίνει και στα διαφορικά με τα κωνικά γρανάζια.

Ένα διαφορικό με μετωπικά γρανάζια και ενδιάμεση σχέση μεταδόσεως δείχνει το σχήμα 2.4ιγ.



Σχ. 2.4ιβ.



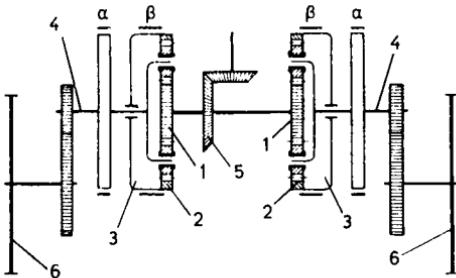
Σχ. 2.4ιγ.

1. Πλανήτες. 2. Δορυφόροι. 3 και 4. Γρανάζια ενδιάμεσης μεταδόσεως. 5. Φρένα. 6. Ημιαξόνια.

β) Συστήματα διευθύνσεως με πλανητικά γρανάζια και χωριστό χειρισμό φρένων.

Η σχηματική παράσταση 2.4ιδ δείχνει ένα σύστημα διευθύνσεως αυτού του είδους.

Στην ευθύγραμμη πορεία αφήνομε χαλαρά τα φρένα α και σφίγγομε τα φρένα β. Τότε η κίνηση μεταδίδεται από την κορώνα στα γρα-



Σχ. 2.4ιδ.

νάζια ήλιους 1, που εξαναγκάζουν τους πλανήτες 2 να κυλούν στην εσωτερική οδόντωση των φρεναρισμένων στεφανών 3.

Οι άξονες των κυλιομένων πλανητών παρασύρουν σε περιστροφή τα ημιαξόνια 4. Η σχέση των διαμέτρων των γραναζίων του πλανητικού συστήματος επιτρέπει να επιτυχάνεται μείωση στροφών στα ημιαξόνια 4.

Όταν θέλομε να κάνουμε στροφή π.χ. προς τα δεξιά, σφίγγομε μερικώς το δεξιό φρένο α, οπότε το δεξιό ημιαξόνιο επιβραδύνεται.

Όταν θέλομε περισσότερο κλειστή τη στροφή, σφίγγομε το φρένο α μέχρι ακινητοποίησεως του δεξιού ημιαξονίου και αφήνομε χαλαρό το φρένο β της δεξιάς πλευράς. Τότε, μαζί με το δεξιό ημιαξόνιο 4, ακινητοποιείται και ο δεξιός τροχός, ενώ ο αριστερός εξακολουθεί να προχωρεί πραγματοποιώντας τη στροφή του ελκυστήρα. Οι άξονες των δεξιών πλανητών ακινητοποιούνται και αυτοί μαζί με το αντίστοιχο ημιαξόνιο, ενώ το δεξιό γρανάζι-ήλιος 1, που εξακολουθεί να περιστρέφεται αναγκάζει τους πλανήτες 2 και τις στεφάνες 3 να περιστρέφονται απλώς γύρω από τους άξονές τους, χωρίς να μεταφέρεται ροπή στον τροχό 6.

Το σύστημα αυτό, χάρη στη μείωση στροφών που εξασφαλίζει με την παρεμβολή των γραναζίων του πλανητικού συστήματος μεταξύ κορώνας 5 και ημιαξονίων 4, επιτρέπει μικρότερη τελική σχέση μεταδόσεως, επομένως μικρότερες διαστάσεις στον τελικό μειωτήρα στροφών.

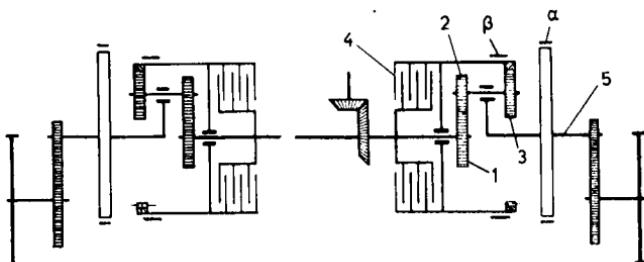
Ο χειρισμός δεν αλλάζει στον κατήφορο.

4) Μικτά συστήματα διευθύνσεως.

Το σχήμα 2.4ιε δείχνει ένα σύστημα, που αποτελεί συνδυασμό διβαθμίου συστήματος πλανητικών γραναζίων με συμπλέκτες διευθύνσεως και χωριστά φρένα.

— Στην ευθύγραμμη πορεία διακρίνομε 2 περιπτώσεις που αντιστοιχούν σε δύο ταχύτητες:

α) Όταν συμπλέξομε τους συμπλέκτες και χαλαρώσομε τα φρένα α και β, τα τύμπανα 4, στα οποία η κίνηση μεταδίδεται μέσω των συμπλεκτών, καθώς και τα γρανάζια 1, περιστρέφονται με τις στροφές της



Σχ. 2.4ιε.

κορώνας. Οι πλανήτες 2 και 3 δεν περιστρέφονται τότε περί τον άξονά τους, αλλά περί τον άξονα της κορώνας, σαν να ήταν ένα σώμα με το τύμπανο 4 και παρασύρουν τα ημιαξόνια 5 του τελικού μειωτήρα σε περιστροφή, επίσης με τις στροφές της κορώνας.

β) Όταν αποσυμπλέξουμε και τους δύο συμπλέκτες και σφίξουμε τα φρένα β, χαλαρώνοντας συγχρόνως τα φρένα α, οι πλανήτες 2 περιφέρονται κυλώντας στην οδόντωση των γραναζιών 1 και οι πλανήτες 3 στην εσωτερική οδόντωση της στεφάνης των τυμπάνων 4, ενώ οι κοινοί άξονες των πλανητών αυτών περιστρέφονται γύρω από τον άξονα της κορώνας παρασύροντας και τα ημιαξόνια 5. Λόγω της παρεμβολής των γραναζιών του πλανητικού συστήματος έχουμε ελαττωμένες στροφές στα ημιαξόνια 5 και στους κινητήριους τροχούς 6, άρα μικρότερη ταχύτητα του ελκυστήρα.

- 'Όταν θέλουμε να επιτύχουμε κλειστή στροφή προς τη μια πλευρά αποσυμπλέκομε το συμπλέκτη της πλευράς αυτής και αφήνουμε χαλαρωμένο το φρένο β του τυμπάνου του, ενώ συγχρόνως σφίγγομε το φρένο α.

Τότε δεν μεταβιβάζεται ροπή στην πλευρά αυτή ούτε μέσω του συμπλέκτη, ούτε μέσω του άξονα των πλανητών 2 και 3, οι οποίοι λόγω του ότι η στεφάνη 4 περιστρέφεται ελεύθερα, δεν κυλούν για να παρασύρουν σε περιστροφή τον άξονα 5, αλλά περιστρέφονται απλώς περί τον άξονά τους.

Επί πλέον δε, επιβραδύνεται το ημιαξόνιο 5 της πλευράς αυτής με το φρένο α.

Διακρίνουμε τότε, αναλόγως του χειρισμού στο σύστημα μεταδόσεως του απέναντι τροχού, δύο περιπτώσεις, που αντιστοιχούν στις δύο ταχύτητες της ευθύγραμμης πορείας που αναφέραμε:

α) Όταν συμπλέξουμε το συμπλέκτη του απέναντι τροχού και ελεύθερώσουμε τα αντίστοιχα φρένα α και β, το απέναντι ημιαξόνιο 5 θα στρέφεται με τις στροφές της κορώνας και ο αντίστοιχος τροχός θα παρασύρεται αρκετά γρήγορα, ώστε η στροφή να γίνει πολύ κλειστή (με μικρή ακτίνα καμπυλότητας).

β) Όταν αποσυμπλέξουμε τον απέναντι συμπλέκτη και σφίξουμε το φρένο β του τυμπάνου του με χαλαρωμένο το φρένο α, η κίνηση μετα-

δίδεται στο αντίστοιχο ημιαξόνιο 5 μέσω του πλανητικού συστήματος. Έχομε τότε μείωση των στροφών του ημιαξονίου αυτού και του αντίστοιχου τροχού, οπότε η στροφή γίνεται λιγότερο κλειστή (με μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας).

- ‘Όταν θέλουμε ανοικτή στροφή, αποσυμπλέκομε το συμπλέκτη, αφήνομε χαλαρό το φρένο α και σφίγγομε το φρένο β της πλευράς, προς το μέρος της οποίας θέλουμε να γίνει η στροφή, ενώ συμπλέκομε το συμπλέκτη και αφήνομε χαλαρά τα φρένα α και β της απέναντι πλευράς. Τότε ο κινητήριος τροχός της πρώτης πλευράς, που λαμβάνει κίνηση μέσω του πλανητικού συστήματος, προχωρεί με μικρότερη ταχύτητα από τον απέναντι, ο οποίος παίρνει κίνηση κατ’ ευθείαν από το συμπλέκτη, και η στροφή γίνεται με μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας παρά στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις.

5) Ειδικά συστήματα διευθύνσεως για μεγάλες ταχύτητες.

Κατά την αλλαγή διευθύνσεως του ελκυστήρα καταναλίσκεται πρόσθετη ισχύς, που φορτώνει τον κινητήρα. Η ισχύς αυτή μεγαλώνει με την αύξηση της ταχύτητας πορείας και με την ελάττωση της ακτίνας καμπυλότητας της τροχιάς του ελκυστήρα κατά τη στροφή.

Μεταξύ των συστημάτων διευθύνσεως, που εξετάσαμε, για τις ίδιες υπόλοιπες συνθήκες, το μικρότερο ποσοστό πρόσθετης ισχύος καταναλίσκουν τα πλανητικά συστήματα με χωριστό χειρισμό φρένων, και το μεγαλύτερο τα συστήματα με μονοβάθμιο διαφορικό και χωριστό χειρισμό φρένων. Τα άλλα δύο συστήματα, δηλαδή τα συστήματα με διβάθμιο διαφορικό και τα συστήματα με συμπλέκτες διευθύνσεως κατέχουν ενδιάμεση θέση.

Επειδή η απαιτούμενη πρόσθετη ισχύς αυξάνει με την ταχύτητα του ελκυστήρα, δεν μπορούμε με τα ανωτέρω συστήματα να υπερβούμε ορισμένες ταχύτητες, γιατί θα έχομε υπερφόρτωση του κινητήρα.

Για τις περιπτώσεις αυτές για να μειώσουμε την απαιτούμενη πρόσθετη ισχύ προβλέπονται ειδικά συστήματα διευθύνσεως για μεγάλες ταχύτητες, που αποτελούνται από κατάλληλους συνδυασμούς διαφορικών, πλανητικών συστημάτων, χωριστών συμπλεκτών και χωριστών φρένων, με τα οποία επιτυγχάνεται αυτομάτως μείωση της ταχύτητας κατά τις αιλαγές διευθύνσεως ή αύξηση της ελάχιστης δυνατής ακτίνας καμπυλότητας κατά τη μετάβαση σε μεγαλύτερες ταχύτητες του κιβωτίου ταχυτήτων.

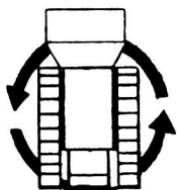
6) Συστήματα διευθύνσεως με ανεξάρτητη κίνηση στις δύο ερπύστριες.

Σε μερικούς, τέλος, ερπυστριοφόρους ελκυστήρες έχομε εξ' ολοκλήρου ανεξάρτητο σύστημα μεταδόσεως κινήσεως για κάθε ερπύστρια (χωριστό κιβώτιο ταχυτήτων κλπ.).

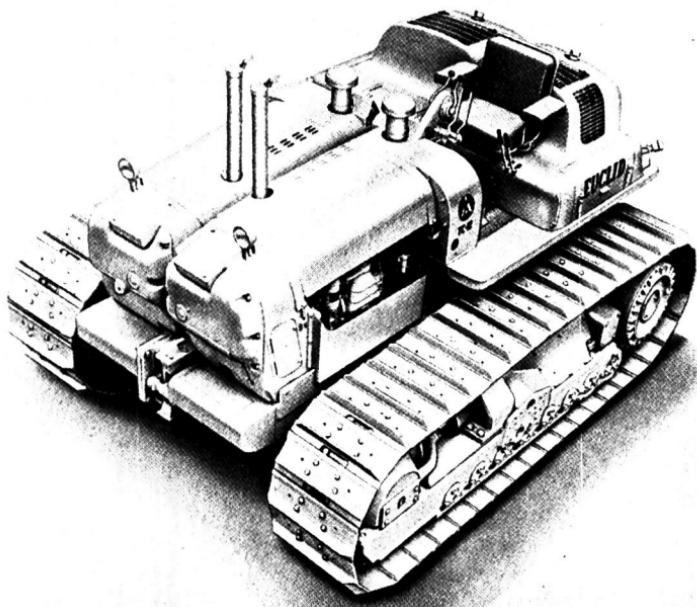
Μπορούμε έτσι να θέτομε σε κίνηση χωριστά τις δύο ερπύστριες με τις εκάστοτε κατάλληλες ταχύτητες, προκειμένου να επιτύχομε στροφές περισσότερο ή λιγότερο ανοικτές (σχ. 2.4ε)· επίσης να απομονώνομε από την κίνηση και να φρενάρομε τη μια μόνο ερπύστρια για να επιτύχομε κλειστές στροφές (σχ. 2.4στ) ή να δίνομε ταχύτητα προς τα εμπρός στην μια ερπύστρια και προς τα πίσω στην άλλη, όταν θέλομε να επιτύχομε στροφές επί τόπου, χωρίς να προχωρεί ο ελκυστήρας (σχ. 2.4ιστ).

Υπάρχουν και ελκυστήρες με δύο κινητήρες, ο καθένας από τους οποίους δίνει χωριστή κίνηση σε μια ερπύστρια.

Στον ελκυστήρα του σχήματος 2.4ιζ η κίνηση μεταδίδεται σε κάθε ερπύστρια από τον αντίστοιχο κινητήρα μέσω ιδιαίτερου μετατροπέα ροπής και συστήματος μεταδόσεως κινήσεως.



Σχ. 2.4ιστ.



Σχ. 2.4ιζ.

2.5 Σύστημα κυλίσεως.

Όπως είδαμε, το σύστημα κυλίσεως μπορεί να είναι με τροχούς ή με ερπύστριες.

1) Σύστημα κυλίσεως με τροχούς.

Αποτελείται συνήθως από τέσσερις τροχούς (σχ. 1.1α), επάνω στους οποίους στηρίζεται το σκάφος του ελκυστήρα. Οι δύο από τους τροχούς αυτούς, κατά κανόνα οι οπίσθιοι, είναι κινητήριοι. Σε πολλούς όμως τύπους ελκυστήρων λαμβάνουν κίνηση και οι τέσσερις τροχοί προκειμένου να εξασφαλισθεί μεγαλύτερη ικανότητα έλξεως $\Phi_{2\mu\text{ey}}$, η οποία αυξάνει με τον αριθμό των κινητηρίων τροχών.

Πράγματι, με την αύξηση του αριθμού των κινητηρίων τροχών, για τη μέγιστη ανεκτή τιμή της αντιστάσεως προωθήσεως $F_{1\mu\text{ey}}$ του κάθε κινητήριου τροχού (παράγρ. 1.4), αυξάνει και το γινόμενο $F_{\mu\text{ey}} \cdot z$, δηλαδή η μέγιστη ανεκτή αντίσταση προωθήσεως $F_{\mu\text{ey}}$ του ελκυστήρα [βλ. σχέση (10)]. Επομένως αυξάνει και η $\Phi_{2\mu\text{ey}}$, γιατί, όπως φαίνεται από τη σχέση (7), αύξηση της τιμής της F σημαίνει αύξηση της Φ_2 , όταν οι υπόλοιποι όροι της σχέσεως μένουν οι ίδιοι.

Χάρη στη μεγαλύτερη αυτή ικανότητα έλξεως οι ελκυστήρες με τέσσερις κινητήριους τροχούς μπορούν να εργάζονται και σε ολισθηρά εδάφη (λασπώδη, αμμώδη κλπ.) με φορτία, τα οποία, λόγω της μειωμένης προσφύσεως στα εδάφη αυτά, θα μπορούσαν να προκαλέσουν ολίσθηση, εάν είχαμε μόνο δύο κινητήριους τροχούς.

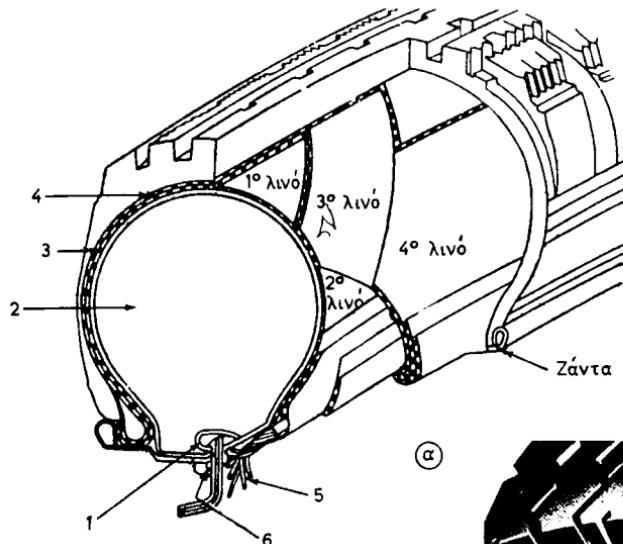
Σε πολλούς τύπους προβλέπεται διάταξη, που επιτρέπει να μεταδίδομε κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς, όταν αντιμετωπίζουμε μεγάλες αντιστάσεις έλξεως και να διακόπτομε τη μετάδοση κινήσεως στους τροχούς αυτούς, όταν δεν χρειάζεται ισχυρή έλξη.

Για την έλξη ημιρυμουλκουμένων μηχανημάτων χρησιμοποιούνται ελκυστήρες με δύο μόνο τροχούς, προφανώς κινητήριους (σχ. 2.4β και 2.4γ). Στην περίπτωση αυτή μέρος του βάρους του ημιρυμουλκούμενου στηρίζεται στους τροχούς του ελκυστήρα με αποτέλεσμα την αύξηση του φορτίου τους και της αντιδράσεως P' άρα και της ικανότητας έλξεως (παράγρ. 1.4).

Χρησιμοποιούνται κατά κανόνα ελαστικοί τροχοί, οι οποίοι, χάρη στην ελαστικότητά τους απορροφούν τις κρούσεις και επί πλέον αντέχουν στη φθορά.

Ατσάλινοι τροχοί, οι οποίοι εκτός της ελλείψεως ελαστικότητας και των άλλων μειονεκτημάτων τους παρουσιάζουν και αυξημένη ροπή τριβής κυλίσεως σε σύγκριση με τους ελαστικούς, δεν μεταχειρίζονται πια παρά σε μερικούς τύπους γεωργικών ελκυστήρων.

Για να αντέχουν τα ελαστικά στα βάρη που στηρίζουν καθώς και στην πίεση του αέρα των αεροθαλάμων, ενισχύονται με τα λεγόμενα λινά (plies, plis), δηλαδή με αλλεπάλληλες στρώσεις



- Σχ. 2.5α.**
1. Πισθιμένας ζάντας.
 2. Αεροθάλαμος.
 - 3 και 4. Στρώσεις ελαστικού.
 5. Δέσμη χαλυβδίνων συρμάτων.
 6. Βαλβίδα αέρα.



από χονδρό ύφασμα, Rayon ή Nylon, που παρεμβάλλονται μεταξύ στρώσεων ελαστικού, καθώς και με δέσμες από χαλύβδινα σύρματα που παρεμβάλλονται στα χείλη του επισώτρου.

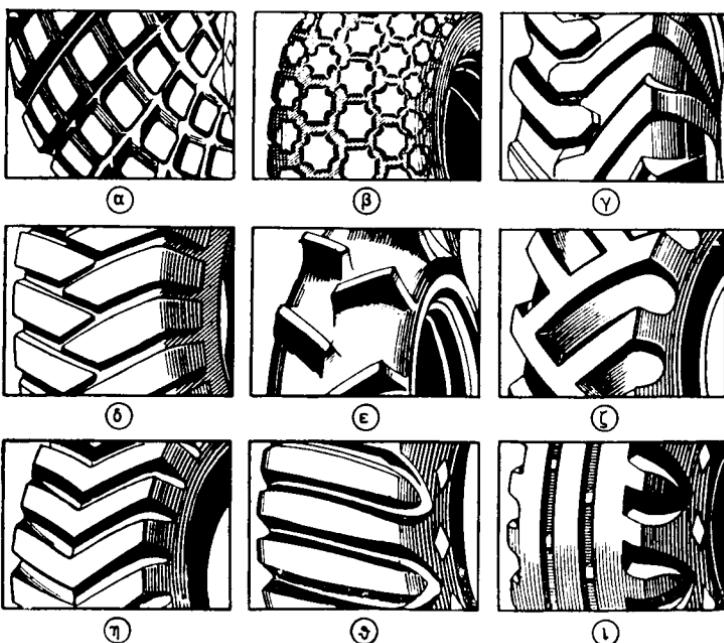
Το σχήμα 2.5 α(α) δείχνει την τομή ενός ελαστικού τροχού ελκυστήρα με 4 λινά και το σχήμα 2.5α(β) τη διάταξη των λινών.

Τα επίστρωτα (tyres, Reifen, bandages ή pneus) ιδίως των κινητηρίων τροχών που πρέπει να έχουν μεγάλη πρόσφυση, κατασκευάζονται με ανώμαλη επιφάνεια (τρακτερωτά), για να αγκιστρώνονται καλύτερα στο έδαφος (παράγρ. 1.4).

Το σχήμα 2.5β δείχνει μερικούς τύπους τρακτερωτών επισώτρων.

Τα επίσωτρα (γ), (δ), (ε) και (ζ), χάρη στη μεγάλη πρόσφυση που εξασφαλίζουν, χρησιμοποιούνται όπου χρειάζονται ισχυρές δυνάμεις έλξεως, καθώς και σε υγρά ή αργιλώδη εδάφη. Αυτοκαθαρίζονται από τυχόν ιλύν (λάσπες) κατά την περιστροφή τους.

Οι τύποι (η) και (θ) παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση στη φθορά, χωρίς να υστερούν σε πρόσφυση. Χρησιμοποιούνται για σκληρά εδάφη.



Σχ. 2.5β.

Τα επίσωτρα (α) και (β) αντέχουν σε μεγάλα βάρη και επιτρέπουν αρκετά ισχυρές δυνάμεις έλξεως. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε μη κινητήριους τροχούς (π.χ. σε ρυμουλκούμενους αποξεστήρες). Είναι κατάλληλα για μαλακά εδάφη, όπου χάρη στη μεγάλη επιφάνεια επαφής τους με το έδαφος, δεν βυθίζονται εύκολα, καθώς και για χαλαρά εδάφη (αμμώδη, χαλικώδη κλπ.).

Οι δίδυμοι τροχοί (σχ. 2.5γ), κατάλληλοι για μεγάλα φορτία, ευνοούν την ευστάθεια του ελκυστήρα λόγω του μικρού ύψους τους, που συμβάλλει στο να είναι χαμηλά το κέντρο βάρος του ελκυστήρα, και προσφέρονται για εργασίες στις ακραίες ζώνες των αναχωμάτων. Όμως αυξάνουν το πλάτος του ελκυστήρα και τον καθιστούν περισσότερο δυσκίνητο, και εκτός από αυτό είναι δυνατόν να εισχωρήσουν λίθοι στο διάκενο μεταξύ των δύο διδύμων τροχών, πράγμα που συντελεί στην ταχεία καταστροφή τους. Επίσης, κατά την πορεία σε ανώμαλα εδάφη ή σε ακραίες ζώνες καθώς και όταν υπάρχει διαφορά πιέσεως στους αεροθαλάμους τους ή μικρή διαφορά διαμέτρων, ο ένας από τους δύο δίδυμους τροχούς υπερφορτίζεται. Κατά τις αλλαγές διευθύνσεως ο εξωτερικός τροχός κάθε ζεύγους διδύμων αναγκάζεται να διανύει μεγαλύτερη απόσταση από τον αντίστοιχο εσωτερικό, με αποτέλεσμα να ολισθαίνει (γλιστράει) και να φθείρεται γρηγορότερα. Με τη φθορά μικραίνει και η διάμετρος του τροχού αυτού, άρα και η δύναμη με την οποία πιέζεται στο έδαφος, με συνέπεια την αύξηση της ολισθήσεως και της φθοράς του. Γι' αυτό, όταν η διαφορά διαμέτρων των τροχών ενός ζεύγους υπερβεί ένα ανώτατο επιτρεπόμενο όριο, αλλάζομε τις θέσεις των



Σχ. 2.5γ.

τροχών, ώστε οι εξωτερικοί να γίνουν εσωτερικοί και αντιστρόφως. Λόγω των μειονεκτημάτων αυτών υπάρχει τάση εκτοπίσεως των διδύμων από τους μεγάλους τροχούς με αεροθαλάμους χαμηλής πιέσεως.

Στους μη κινητήριους οδηγητήριους τροχούς, όπου για την ακρίβεια του ελέγχου οδηγήσεως [παράγρ. 2.4 (1)] και προς αποφυγή ολισθήσεως κατά τις στροφές χρειάζεται κάποια πρόσφυση, αρκούμεθα συνήθως σε απλούστερα σχήματα με περιφερειακά αυλάκια. Ο τύπος (ι) του σχήματος 2.5β δείχνει επίσωτρο οδηγητήριου τροχού κατάλληλο για σκληρά εδάφη (π.χ. για λατομεία), λόγω της αντοχής του στη φθορά.

Η κατανομή του βάρους στους τροχοφόρους ελκυστήρες πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε μεγάλο μέρος του βάρους τους να φέρεται από τους κινητήριους τροχούς, προς αύξηση των αντιδράσεων P' , άρα και της ικανότητας έλξεως (παράγρ. 1.4).

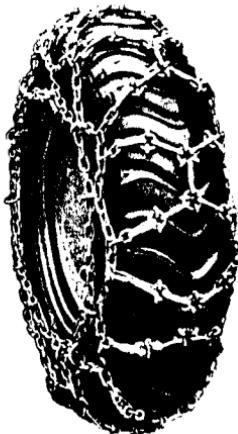
Το μεγάλο βάρος όμως όταν είναι συγκεντρωμένο σε μικρή επιφάνεια επαφής με το έδαφος, ασκεί μεγάλη πίεση (δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας) επί του εδάφους και συνεπάγεται τον κίνδυνο υποχωρήσεως αυτού, ιδίως όταν είναι μαλακό.

Γι' αυτό οι κινητήριοι τροχοί κατασκευάζονται μεγάλοι, ώστε να είναι βαρείς και να συμβάλλουν στην αύξηση του P' και με αυξημένο πλάτος, ώστε να εξασφαλίζεται μεγάλη επιφάνεια επαφής μεταξύ τροχών και εδάφους. Με την αύξηση της επιφάνειας επαφής μειώνεται η πίεση επί του εδάφους, η ονομαζόμενη **ειδική πίεση**, η οποία προς αποφυγή υποχωρήσεως του εδάφους, δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένα όρια, χαρακτηριστικά για κάθε είδος εδάφους.

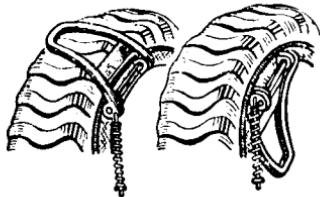
Εκτός της μειώσεως της ειδικής πιέσεως, η μεγάλη επιφάνεια επαφής συμβάλλει και στη μείωση της ολισθήσεως των τροχών (αυξάνουν τα E_k και I) (παράγρ. 1.4).

Δεν μπορούμε όμως να αυξήσουμε υπερβολικά τις διαστάσεις των κινητηρίων τροχών, γιατί δημιουργούνται προβλήματα ευστάθειας (υψηλό κέντρο βάρους), δύκου και δαπανών κατασκευής, δυσχέρεια στις αλλαγές διευθύνσεως κλπ.

Όταν το έδαφος είναι πολύ ολισθηρό, όπως π.χ. όταν είναι στρωμένο με πάγο ή χιόνια, προσπαθούμε με διάφορα μέσα να εξασφαλίσουμε όσο το δυνατόν καλύτερη αγκύστρωση των τροχών πάνω σ' αυτό. Γι' αυτό χρησιμοποιούνται ειδικές αλυσίδες, απλές ή με προεξοχές, που περιβάλλουν τους τροχούς (σχ. 2.5δ), ειδικά αρθρωτά τεμάχια σε σχήμα αναβολέα (σχ. 2.5ε) κλπ.



Σχ. 2.5δ.



Σχ. 2.5ε.

Για να αυξήσουμε το βάρος, που σηκώνεται από τους κινητήριους τροχούς προσθέτομε πολλές φορές αντίβαρα στις πλήμνες τους (ζάντες), εισάγομε στους αεροθαλάμους τους υγρό (συνήθως νερό ή κατά προτίμηση υδατικό διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου, που έχει μεγαλύτερο ειδικό βάρος και δεν παγώνει εύκολα τον χειμώνα), ή ρίχνομε σκόνη βαρέων ορυκτών μέσα στους αεροθαλάμους. Το έρμα αυτό ενισχύει εξ άλλου και την ευστάθεια του ελκυστήρα, γιατί βρίσκεται χαμηλά και κατεβάζει το κέντρο βάρους του (παράγρ. 3.1). Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις, όπως π.χ. σε ελκυστήρες με εξάρτηση γερανού, φορτωτού κλπ. ερματίζομε χάρη ευστάθειας και τους μη κινητήριους τροχούς.

Η πίεση στους αεροθαλάμους των τροχών των ελκυστήρων είναι σχετικά χαμηλή (συνήθως 1 ως 2 ατύ για εργασία στον αγρό και ως 6 ατύ περίπου για πορεία πάνω σε δρόμους).

Η χαμηλή πίεση αεροθαλάμων εξασφαλίζει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής μεταξύ τροχών και εδάφους, άρα μικρότερη ολίσθηση και μεγαλύτερη ικανότητα έλξεως. Γι' αυτό πολλές φορές όταν χρειάζεται να αυξήσουμε την ικανότητα έλξεως, αφαιρούμε λίγο αέρα από τους αεροθαλάμους.

Επίσης η χαμηλή πίεση επιτρέπει να παραμορφώνονται ευκολότερα τα ελαστικά και να μη μεταβιβάζουν στον ελκυστήρα τις τυχόν κρούσεις, που παρουσιάζονται κατά την πορεία.

Έτσι φθάνομε σε πολύ χαμηλές πιέσεις (0,8 ατύ για ανώμαλα εδάφη και 2,5 ατύ για δρόμους).

2) Σύστημα κυλίσεως με ερπύστριες.

Ο ελκυστήρας εδράζεται από τις δύο πλευρές του πάνω σε δύο κλειστές αλυσίδες (ερπύστριες) (σχ. 1.1β), που περιβάλλουν τους τροχούς του. Κάθε ερπύστρια λαμβάνει κίνηση από τον αντίστοιχο κινητήριο τροχό και κυλίεται παρασύροντας τον ελκυστήρα. (Λέγονται ερπύστριες, γιατί η κίνησή τους θυμίζει την κίνηση του ερπετού).

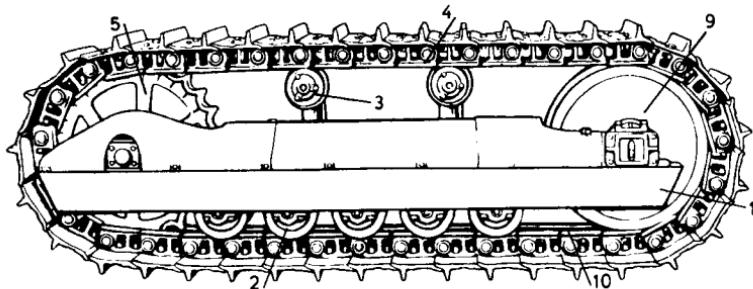
Συνηθισμένο τύπο συστήματος κυλίσεως με ερπύστριες δείχνουν τα σχήματα 2.5στ και 2.5ζ.

Οι τροχοί της κάθε πλευράς στηρίζονται σε ένα **πλαίσιο φορείο** 1 [σχ. 2.5στ και 2.5ζ (a)]. Στο κάτω μέρος του φορείου αυτού υπάρχει μια σειρά από τροχίσκους, τα **κάτω ράουλα** 2, που μπορούν να περιστρέφονται «τρελά» γύρω από σταθερούς άξονες. Τα ράουλα αυτά κυλούν σε ένα είδος σιδηροτροχιών 10, που σχηματίζονται στην εσωτερική επιφάνεια των ερπυστριών 4, που σειρές των **στοιχείων** τους 3. Στα κάτω ράουλα και στους τροχούς στηρίζεται το βάρος του ελκυστήρα.

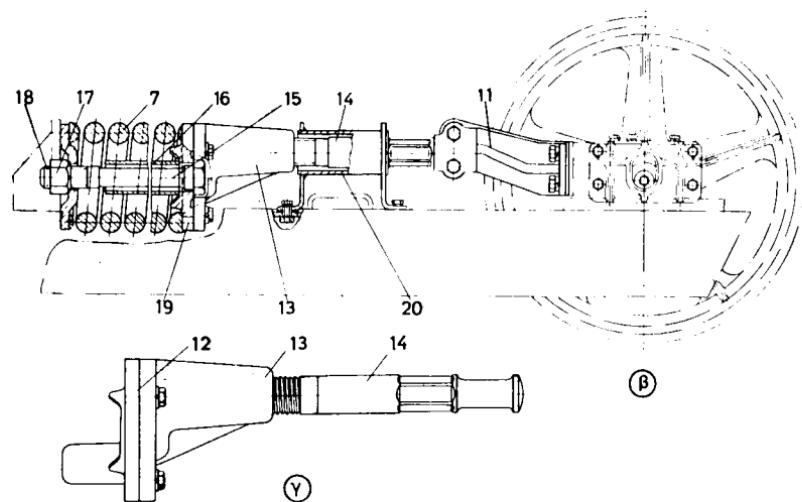
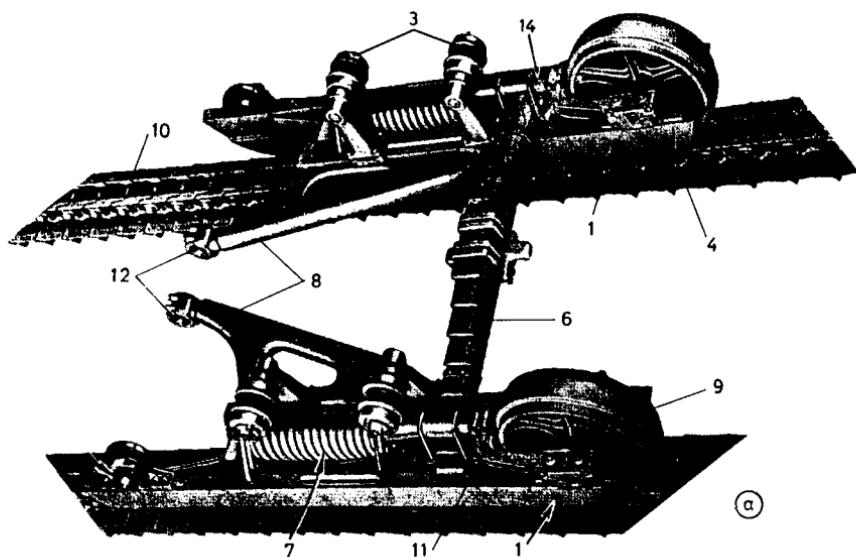
Στο επάνω μέρος του φορείου υπάρχουν συνήθως (εκτός εάν οι ερπύστριες είναι πολύ κοντές) οδηγοί τροχίσκοι (άνω ράουλα) 3.

Τα **άνω ράουλα** δεν αφήνουν τον άνω κλάδο των ερπυστριών να κρέμεται λόγω τους βάρους του και να ταλαντεύεται κατά την πορεία, οπότε θα προκαλείτο ταχεία φθορά των μερών του συστήματος κυλίσεως.

Τα ράουλα έχουν φλάντζες, που δεν επιτρέπουν στις ερπύστριες να εκτρέπονται δεξιά και αριστερά. Είναι σκληρά επιφανειακά και εδράζονται στους ακίνητους άξονές τους με δακτυλίδια τριβής ή με ρουλεμάν. Σε μερικούς νεώτερους τύπους



Σχ. 2.5στ.



Σχ. 2.5ζ.

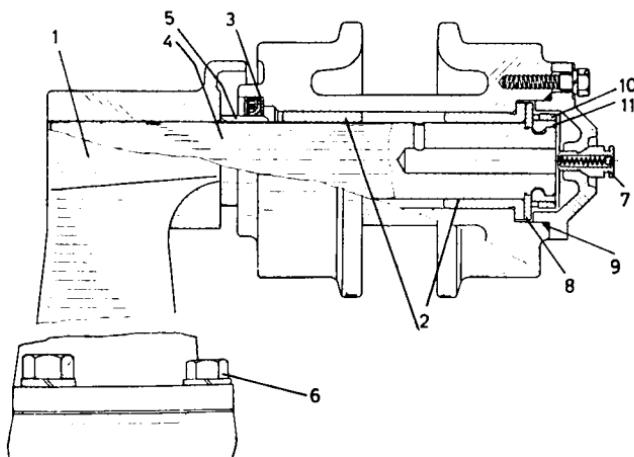
1. Πλαισιο - φορείο. 3. Άνω ράουλα. 4. Στοιχεία. 6. Ελατήριο αναρτήσεως. 7. Ελατήριο αποσβέσεως. 8. Βραχίονες. 9. Εμπρόσθιος τροχός. 10. Τροχίες κυλίσεως ραούλων. 11. Δίχαλο. 12. Έδρανα. 13. Περικόχλιο. 14. Ρυθμιστικός κοχλίας. 15. Άξονας ελατηρίου. 16. Δακτύλιος. 17. Περικόχλιο. 18. Πείρος ασφαλίσεως. 19. Στήριγμα. 20. Στήριγμα ρυθμιστικού κοχλίας.

ελκυστήρων κατασκευάζονται τελείως στεγανά, με λιποπροφυλακτήρες από δύο μεταλλικούς δακτυλίους ανθεκτικούς στη φθορά (ένα στον άξονα και ένα στην πλήμνη), που πιέζονται μεταξύ τους με ελατήρια. Οι λιποπροφυλακτήρες αυτοί δεν εγιτρέπουν να εισέλθει καθόλου χώμα στο ράουλο (μεταξύ άξονα και πλήμνης), ούτε να διαφύγει το λιπαντικό των επιφανειών τριβής. Έτσι εξασφαλίζεται λίπανση διαρκείας (το λιπαντικό αντικαθίσταται μόνο σε περίπτωση αποσυναρμολογήσεως) σε αντίθεση προς τα παλαιότερα ράουλα με τους δερμάτινους ή ελαστικούς κλπ. λιποπροφυλακτήρες, που χρειάζονταν λίπανση από 1 - 4 φορές το οκτάωρο, αναλόγως του είδους του εδάφους (4 φορές σε εδάφη με σκληρούς κόκκους, που προκαλούν φθορά στις επιφάνειες τριβής).

Τα σχήματα 2.5η και 2.5θ δείχνουν σε τομή αντιστοίχως άνω και κάτω ράουλα με δακτυλίδια τριβής και τα σχήματα 2.5ι και 2.5ια άνω και κάτω ράουλα με ρουλεμάν.

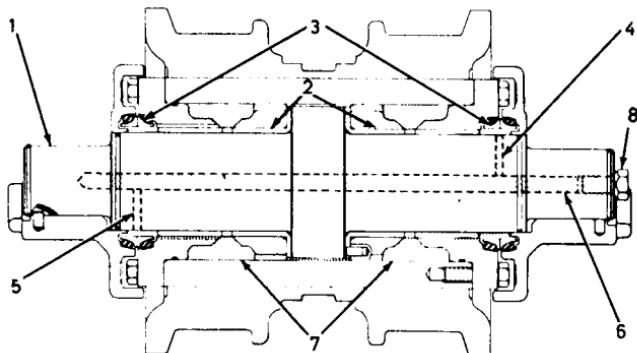
Η κίνηση μεταβιβάζεται από τους τελικούς μειωτήρες στροφών στους οπίσθιους τροχούς.

Στο παράδειγμα του σχήματος 2.5ζ (α) δεν περιστρέφονται οι άξονες των οπισθίων τροχών, αλλά οι πλήμνες με τη στεφάνη τους, ενώ οι άξονες στηρίζονται πάνω στα έδρανα 12, των βρα-



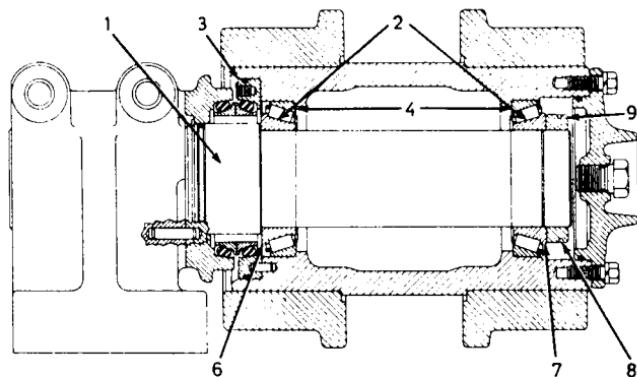
Σχ. 2.5η.

1. Έδρανο. 2. Δακτύλιοι τριβής. 3 και 9. Λιποπροφυλακτήρες. 4. Άξονας. 5. Θάλαμος λιποπροφυλακτήρα. 6. Περικόχλιο. 7. Είσοδος λιπαντικού. 8. Ροδέλα. 10. Δακτύλιος. 11. Ημιδακτύλιος.



Σχ. 2.50.

1. Άξονας. 2. Δακτύλιοι τριβής. 3. Λιποπροφυλακτήρες. 4, 5 και 6. Δίοδοι λιπαντικού. 7. Θάλαμοι λιπάνσεως. 8. Γρασαδόρος.

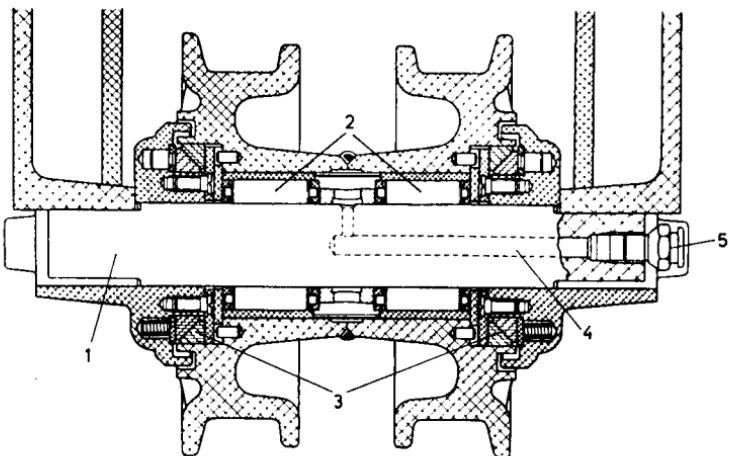


Σχ. 2.51.

1. Άξονας. 2. Ρουλεμάν. 3. Στήριγμα λιποπροφυλακτήρα. 4. Επιφάνειες κυλίσεως. 5. Περικόχλιο. 6. Λιποπροφυλακτήρας. 7. Κώνος του ρουλεμάν. 8. Δακτύλιος ασφαλίσεως.

χιόνων 8 των φορείων, μέσω δακτυλίων τριβής (κουσινέτων) έτσι, ώστε να είναι δυνατή η ταλάντωση των φορείων γύρω από τους άξονες αυτούς.

Στο εμπρόσθιο μέρος τα δύο φορεία συνδέονται μεταξύ τους με το ελατήριο 6 (σούστα) από χαλύβδινα ελάσματα, πάνω στο οποίο εδράζεται το σκάφος του ελκυστήρα. Χάρη στην ελατηριωτή αυτή ανάρτηση, το κάθε φορείο με την αντίστοιχη ερπύστρια μπορεί να ταλαντεύεται ανεξάρτητα από το άλλο και από



Σχ. 2.5ια.

1. Άξονας. 2. Ρουλεμάν. 3. Λιποπροφυλακτήρες. 4. Δίοδος λιπαντικού.
5. Γρασαδόρος.

το σκάφος, γύρω από τον άξονα του οπίσθιου τροχού. Έτσι, όταν π.χ. η μια ερπύστρια συναντά προεξοχή του εδάφους, υπάρχει η ευχέρεια να ανασηκώνεται, χωρίς η άλλη να χάνει την επαφή της με το έδαφος, ή το σκάφος να παίρνει ανεπιθύμητη και καμιά φορά επικίνδυνη κλίση (παράγρ. 3.1).

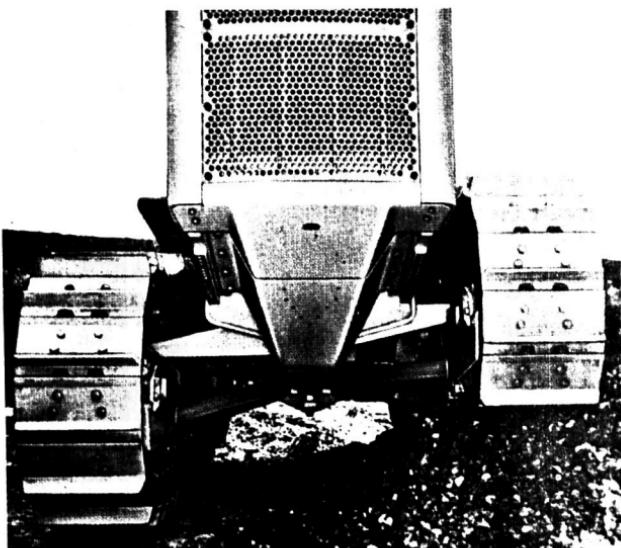
Με τον τρόπο αυτό το βάρος μοιράζεται πάντοτε και στις δύο ερπύστριες και δεν υπάρχει φόβος να εντοπισθεί επί μειωμένης επιφάνειας εδράσεως, με κίνδυνο να αυξηθεί σε μη ανεκτά δρια η ειδική πίεση. Επίσης τυχόν, κατακόρυφες κρούσεις στους εμπρόσθιους τροχούς προκαλούν παραμόρφωση του ελατηρίου 6, χωρίς να μεταβιβάζονται στο σκάφος του ελκυστήρα.

Το σχήμα 2.5ιβ δείχνει ελκυστήρα με ανάρτηση τους ως άνω τύπου σε θέση υπερυψώσεως της μιας ερπύστριας.

Σε ορισμένους τύπους μεγάλων ελκυστήρων τα δύο φορεία συνδέονται στο εμπρόσθιο μέρος τους με δοκό που βρίσκεται πάνω σε ελαστικά έδρανα.

Ένα άλλο σύστημα αναρτήσεως των φορείων, που επιτρέπει να ταλαντεύεται η μια ερπύστρια ανεξάρτητα από την άλλη, είναι και το σύστημα αναρτήσεως με άξονες στρέψεως [σχ. 2.5ιγ (α) εμπρόσθια όψη, (β) οπίσθια όψη].

Τα φορεία κρέμονται μέσω των μπράτσων 1 από τους άξονες στρέ-



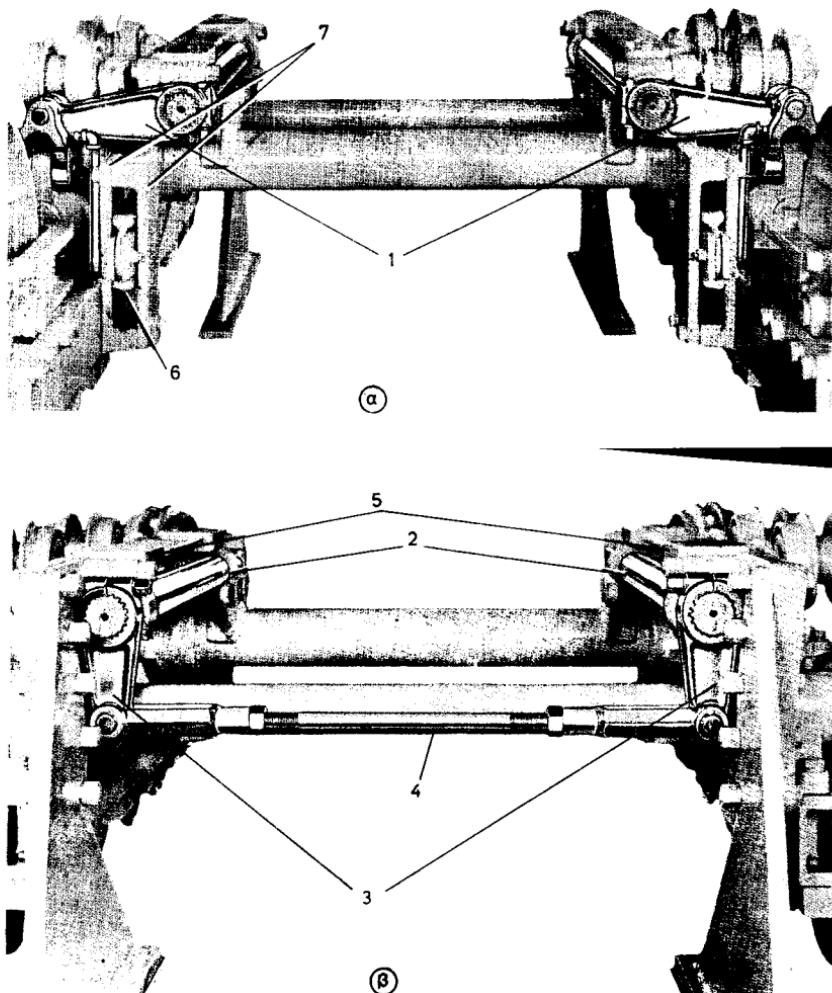
Σχ. 2.5ιβ.

στρέψεως 2, που εδράζονται στο σκάφος με δυνατότητα περιστροφής και συνδέονται μεταξύ τους από το οπίσθιο μέρος μέσω των μπράτσων 3 και της ρυθμιστικής ράβδου 4. Οι άξονες αυτοί είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα με μεγάλη ελαστικότητα σε στρέψη.

Όταν μια ερπύστρια συναντήσει εμπόδιο, που τείνει να την ανυψώσει, π.χ. μια προεξοχή του εδάφους, ο αντίστοιχος άξονας 2 υφίσταται ροπή, η οποία τείνει να τον στρέψει κατά τη φορά που αντιστοιχεί στην ανύψωση της ερπύστριας.

Η ροπή αυτή μεταβιβάζεται μέσω του μηχανισμού των μπράτσων 3 και της ράβδου 4 στον απέναντι άξονα 2 και τείνει να τον στρέψει κατά τη φορά, που συνεπάγεται κάθοδο της αντίστοιχης ερπύστριας. Η ερπύστρια αυτή ωθείται τότε προς τα κάτω και πιέζεται προς το έδαφος, το οποίο ασκεί ανάλογη αντίδραση προς εξισορρόπηση της μεταβιβαζόμενης ροπής. Η αντίδραση ασκεί στον αντίστοιχο άξονα 2 ροπή ίση και αντίθετου σημείου προς τη μεταβιβαζόμενη από την πρώτη ερπύστρια. Ομοίως στον άξονα 2 της πρώτης ερπύστριας ασκούνται αφ' ενός μεν η ροπή, που τείνει να την ανυψώσει λόγω της προεξοχής, αφ' ετέρου δε η μεταβιβαζόμενη από τη δεύτερη ερπύστρια ροπή εξ αντιδράσεως του εδάφους.

Οι δύο ροπές όταν εφαρμόζονται αντίστοιχα στα άκρα των αξόνων 2, προκαλούν παραμόρφωση σε στρέψη των αξόνων αυτών αρκετά σημαντική, λόγω της ελαστικότητας του υλικού τους. Χάρη στην παραμόρφωση αυτή η πρώτη ερπύστρια μπορεί να ανασηκώνεται, χωρίς να



Σχ. 2.5ιγ.

1 και 3. Μπράτσα. 2. Άξονες στρέψεως. 4. Ρυθμιστική ράβδος. 5. Στηρίγματα. 6. Βραχίόνας φορείου. 7. Οδηγοί πλάκες.

μεταβιβάζεται καταπόνηση στο σκάφος, ενώ η απέναντι ερπύστρια όχι μόνο δεν χάνει την επαφή της με το έδαφος, αλλά και πιέζεται περισσότερο προς τα κάτω· αυτό δε έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται και η αντίστοιχη κάθετη αντίδραση Ρ', πράγμα που επιδρά ευνοϊκά στην ικανότητα έλξεως του ελκυστήρα (παράγρ. 1.4).

Έτσι οι ερπύστριες έχουν τη δυνατότητα ανεξαρτήτως η μια από την άλλη και από το σκάφος, να παρακολουθούν τις ανωμαλίες του εδάφους και μάλιστα χωρίς να μεταβιβάζουν στο σκάφος τις καταπονήσεις και κρούσεις, που υφίστανται κατά την πορεία.

Σε ελκυστήρες που τρέχουν σε μεγάλες σχετικά ταχύτητες συναντάται και η πλήρως ελαστική ανάρτηση των κάτω τροχίσκων (κάτω ραούλων).

Στην περίπτωση αυτή οι άξονες των κάτω τροχίσκων συνδέονται με τα φορεία έτσι, ώστε να μπορούν να μετακινούνται ελαστικά ως προς αυτά, είτε ο καθένας χωριστά είτε ανά ταλαντευόμενα ζεύγη. Έτσι η ερπύστρια παρακολουθεί τις ανωμαλίες της διαδρομής και βρίσκεται σε συνεχή επαφή με το έδαφος και το σκάφος διατηρείται σχεδόν οριζόντιο, όταν η ερπύστρια υπερπηδά εμπόδια. Επίσης οι τυχόν κρούσεις στα ράουλα δεν μεταβιβάζονται στο σκάφος, πράγμα που επιτρέπει αύξηση της ταχύτητας πορείας.

Το σχήμα 2.5ιδ (α) δείχνει ένα τρόπο ερπύστριας με ελαστικώς ανηρτημένα κάτω ράουλα ταλαντευόμενα κατά ζεύγη, και το σχήμα 2.5ιδ (β) ένα ταλαντευόμενο ζεύγος.

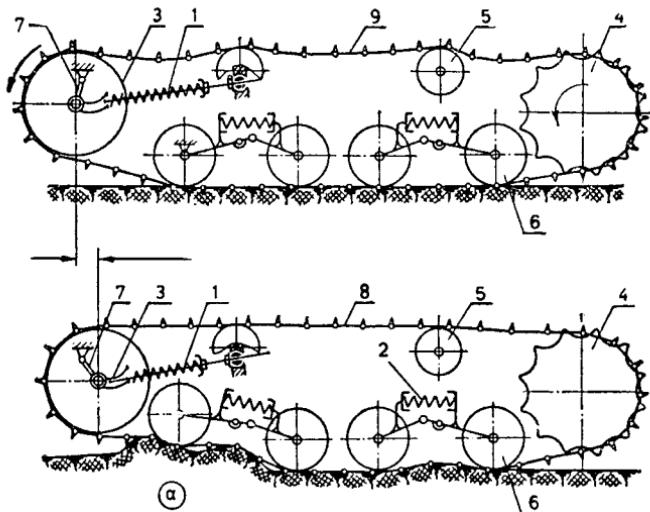
Οι άξονες 5 και 2 [σχ. 2.5ιδ (β)] που έχουν τα ράουλα εδράζονται με ρουλεμάν στους βραχίονες 6 και 3 αντιστοίχως. Ο βραχίονας 6 με το ράουλο 11 μπορεί να ταλαντεύεται γύρω από τον άξονα 4, που είναι στερεωμένος στο πλαίσιο του φορείου. Στο βραχίονα 3 είναι σφηνωμένος ο στροφέας 1, που μπορεί να περιστρέφεται μέσα στα δακτυλίδια τριβής 7 του βραχίονα 6. Έτσι το ράουλο 17 είναι ελεύθερο να ταλαντεύεται περί τον άξονα του στροφέα 1.

Το ελατήριο 8 παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο βραχιόνων. Σε κάθε ανωμαλία του εδάφους τα ράουλα έχουν τη δυνατότητα να ανασηκώνονται ή να κατέρχονται, χωρίς να επηρεάζουν την κίνηση του σκάφους.

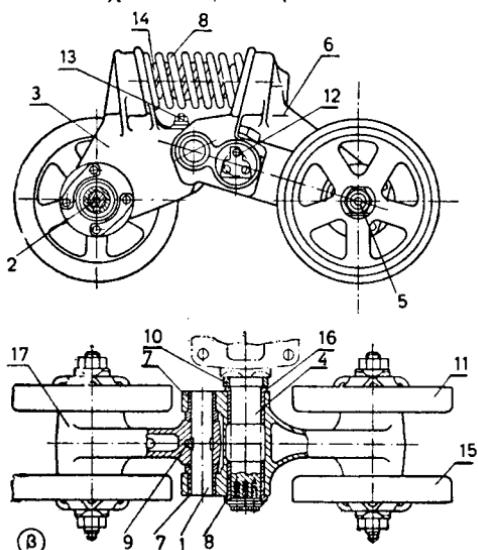
Οι οπίσθιοι τροχοί 5 (σχ. 2.5στ), που είναι και κινητήριοι, έχουν οδοντώσεις σκληρές για να αντέχουν στη φθορά. Οι οδοντώσεις αυτές εισέρχονται σε αντίστοιχα κενά των στοιχείων των ερπυστριών και ωθούν ένα προς ένα τα στοιχεία αυτά προς τα εμπρός παρασύροντας ολόκληρη την ερπύστρια.

Οι εμπρόσθιοι τροχοί 9 (σχ. 2.5στ και 2.5ζ) έχουν λεία επιφάνεια και εδράζονται στις τροχιές 10, που σχηματίζουν οι δύο σειρές των στοιχείων κάθε ερπύστριας. Η επιφάνεια επαφής τους με τις τροχιές σκληρύνεται, ώστε να αντέχει στη φθορά.

Στρέφονται γύρω από σταθερούς άξονες με λιπαινόμενα δακτυλίδια ή ρουλεμάν. Σε νεώτερους τύπους χρησιμοποιούνται για τη στεγανοποίηση του θαλάμου λιπάνσεως, όπως και στα ράουλα, ειδικοί λιποπροφυλακτήρες, που εξασφαλίζουν λίπανση διάρκειας.



1 και 2. Ελατήρια. 3. Εμπρόσθιος τροχός. 4. Οπίσθιος τροχός. 5. Άνω ράουλο. 6. Κάτω ράουλο. 7. Βραχίονας στηρίξεως εμπρόσθιου τροχού. 8. Ερπύστρια.



1. Στροφέας. 2 και 5. Άξονες. 3 και 6. Βραχίονες. 4. Άξονας. 7. Δακτυλίδια τριβής. 8. Ελατήριο. 9. Σφήνα. 10 και 16. Δακτυλίδια. 11 και 17. Ράουλα. 12. Κάλυμμα άξονα. 13. Περικόχλιο. 14. Εσωτερικό ελατήριο. 15. Φλάντζα.

Σχ. 2.51δ.

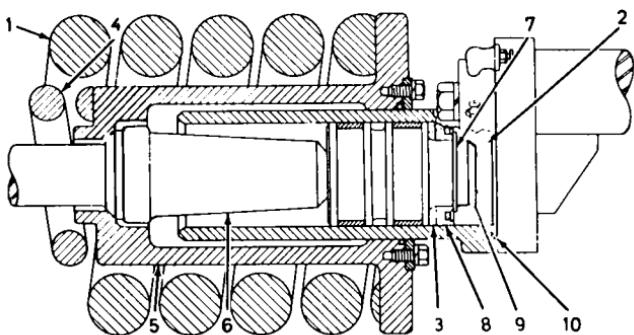
Οι άξονες των εμπροσθίων τροχών στερεώνονται με έδρανα στα φορεία. Τα έδρανα αυτά μπορούν να ολισθαίνουν επάνω σε ολισθητήρες των φορείων που συνδέονται στο οπίσθιο μέρος τους μέσω του διχάλου 11, με ένα ισχυρό ελατήριο αποσβέσεως 7. Όταν παρουσιάζεται υπερβολική αντίσταση προωθήσεως, όπως π.χ. κατά την πρόσκρουση σε σκληρό εμπόδιο, το ελατήριο αυτό συσπειρώνεται και αντιμετωπίζει την αυξημένη αντίσταση. Έτσι δεν καταπονούνται τα υπόλοιπα μέρη του ελκυστήρα.

Υπάρχει διάταξη, που επιτρέπει να μεταθέτομε τους εμπρόσθιους τροχούς ελαφρώς προς τα εμπρός ή προς τα πίσω, προκειμένου να τανύσομε (τεντώσομε) περισσότερο ή λιγότερο τις ερπύστριες (παράγρ. 3.5).

Η μετάθεση αυτή στο παράδειγμα του σχήματος 2.5ζ γίνεται με τους ρυθμιστικούς κοχλίες 14, οι οποίοι συνδέονται με τα δίχαλα 11 και μπορούν να προχωρούν ή να υποχωρούν μέσα στα σταθερά περικόχλια 13. Στρέφοντας κατάλληλα τους κοχλίες αυτούς μεταθέτομε τα δίχαλα με τους εμπρόσθιους τροχούς προς τα εμπρός ή προς τα πίσω.

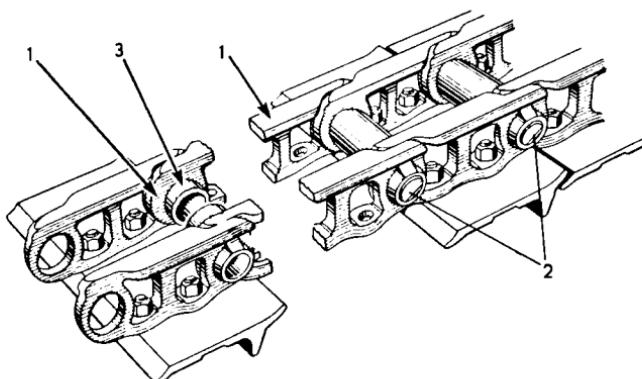
Πολλές φορές αντί κοχλίου χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της τανύσεως των ερπυστριών υδραυλική διάταξη, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.5ιε.

Όταν θέλομε να τεντώσομε περισσότερο την ερπύστρια, "πρεσάρομε" περισσότερο γράσο στο θαλαμίσκο 2. Η πίεση αυξάνεται τότε μέσα στο θαλαμίσκο και το χιτώνιο 3, που συνδέεται



Σχ. 2.5ιε.

1. Ελατήριο αποσβέσεως.
2. Θαλαμίσκος λιπαντικού.
3. Χιτώνιο.
4. Εσωτερικό ελατήριο.
5. Οδηγός.
6. Κοχλίας.
7. Δακτύλιος.
8. Λιποπροφυλακτήρας.
9. Έμβολο.
10. Δακτύλιος στεγανότητας.



Σχ. 2.5ιστ.

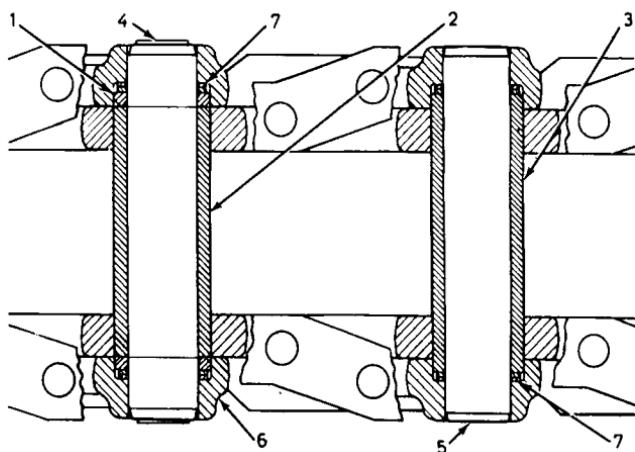
με το δίχαλο του εμπρόσθιου τροχού και έχει τη δυνατότητα να ολισθαίνει εντός του πυρήνα του ελατηρίου αποσβέσεως 1, ώθειται προς τα εμπρός παρασύροντας το δίχαλο και τον εμπρόσθιο τροχό.

Αντιθέτως, προκειμένου να χαλαρώσουμε την ερπύστρια, αφήνομε να διαφύγει γράσο από το θαλαμίσκο 2 μέσω της οπής εξαερισμού.

Στο παράδειγμα των σχημάτων 2.5στ και 2.5ζ οι ερπύστριες αποτελούνται από δύο σειρές στοιχείων 4, που συνδέονται μεταξύ τους με **πείρους**. Οι πείροι 2 (σχ. 2.5ιστ) περιβάλλονται από δακτυλίδια τριβής 3, μέσα στα οποία μπορούν να στρέφονται ελεύθερα. Τα στοιχεία 1 έχουν συνήθως δύο τρύπες (οπές). Στην μια από αυτές εισέρχεται ένας πείρος με σφικτή συναρμογή και στην άλλη ένα δακτυλίδι επίσης με σφικτή συναρμογή, που αποσυναρμολογείται μόνο με πρέσα. Ο πείρος κάθε στοιχείου εισέρχεται στο δακτυλίδι του γειτονικού του στοιχείου και έτσι σχηματίζεται η αλυσίδα (σχ. 2.5ιστ).

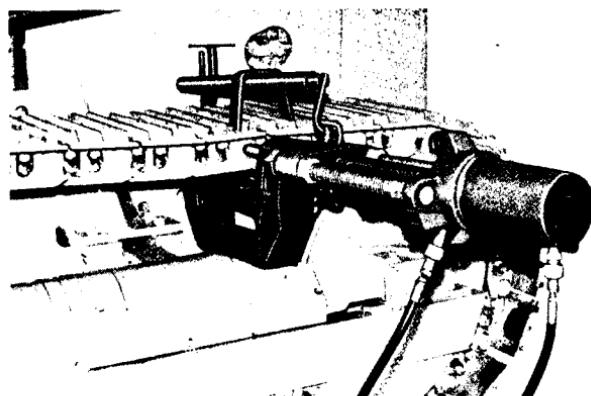
Ένας από τους πείρους της ερπύστριας, ο **πείρος αποσυναρμολογήσεως** (master pin), είναι τοποθετημένος έτσι, ώστε να αποχωρίζεται εύκολα με κτύπημα σφυριού, με εξολκέα ή με υδραυλικό εργαλείο, όταν θέλομε να ανοίξουμε την ερπύστρια προς αποσυναρμολόγηση.

Στον τύπο του σχήματος 2.5ιζ ο κύριος πείρος αφαιρείται με υδραυλικό εργαλείο (σχ. 2.5ιη). Στον τύπο του σχήματος 2.5ιθ αφαιρούμε με κτυπήματα τα δύο κωνικά πώματα 1 και 2 διανοίξεως του κύριου πείρου 3, οπότε ο πείρος αυτός, επανερχόμενος



Σχ. 2.5ιζ.

1. Ροδέλες. 2. Δακτυλίδι πείρου αποσυναρμολογήσεως. 3. Δακτυλίδι πείρου κοινού. 4. Πείρος αποσυναρμολογήσεως. 5. Πείρος κοινός. 6. Στοιχείο. 7. Δακτύλιοι στεγανότητας.



Σχ. 2.5ιη.



Σχ. 2.5ιθ.

λόγω ελαστικότητας σε μικρότερη διάμετρο, απελευθερώνεται εύκολα (κτυπούμε τον πείρο γύρω από τα πώματα).

Το δακτυλίδι 2 (σχ. 2.5ιζ) του πείρου αποσυναρμολογήσεως δεν εξέχει από το στοιχείο του όπως τα άλλα, π.χ. το 3, και οι δύο ροδέλες 1 που μπορούν να αφαιρούνται επιτρέπουν να αποχωρισθούν τα στοιχεία που βρίσκονται σε επαφή μόλις αφαιρεθεί ο κύριος πείρος, και έτσι να ανοίξει η ερπύστρια.

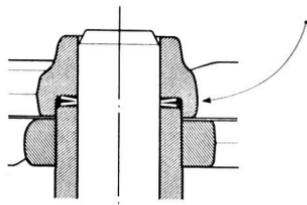
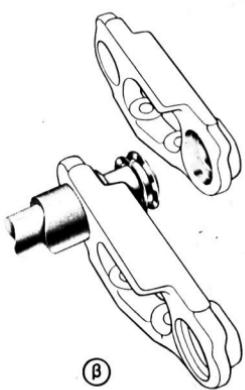
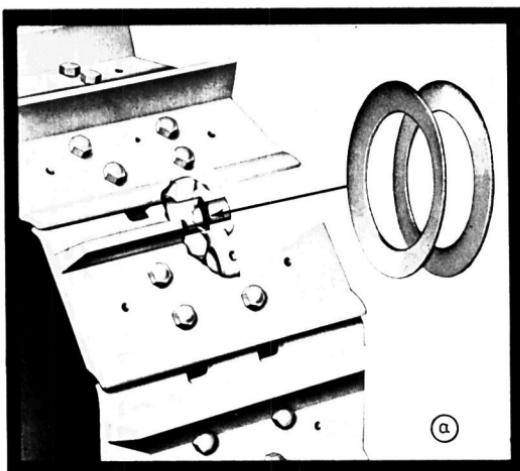
Επειδή η επιφάνεια του πείρου είναι σκληρή και εύθραυστη, υπάρχει φόβος να σπάσει ο πείρος σε περίπτωση εξαγωγής του με κτύπημα και να εκσφενδονισθούν θραύσματα. Γι' αυτό ο τεχνίτης πρέπει να προστατεύει τα μάτια του κατά την εργασία αυτή.

Συνήθως ο αριθμός οδόντων των οπισθίων τροχών είναι περιττός και ο αριθμός των στοιχείων της ερπύστριας άρτιος ή αντιστρόφως, ώστε η φθορά να καταμερίζεται ομοιόμορφα.

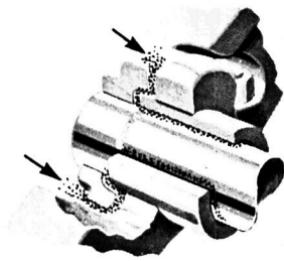
Τόσο τα στοιχεία, όσο και οι πείροι και τα δακτυλίδια τους είναι από χάλυβα υψηλής αντοχής ή από ειδικό χάλυβα (χρωμιομολυβδαινιούχο, μαγγανιούχο κλπ.). Η επιφάνεια τριβής τους σκληρύνεται με βαφή ή ενανθράκωση για να αποκτήσει αντοχή στη φθορά, ενώ το υπόλοιπο μέρος τους μένει μαλακότερο για να εξασφαλίζεται μεγαλύτερη αντοχή στις καταπονήσεις και κρούσεις.

Μερικοί κατασκευαστές παρεμβάλλουν μεταξύ της μετωπικής επιφάνειας των δακτυλιδιών και της αντίστοιχης πατούρας των στοιχείων [σχ. 2.5κ (α), (β) και (γ)] μεταλλικούς κολουροκωνικούς δακτυλίους με μεγάλη ελαστικότητα (από χάλυβα ελατηρίων) και αντοχή στη φθορά. Οι δακτύλιοι αυτοί, πιεζόμενοι μεταξύ τους κατά τη συναρμολόγηση, λαμβάνουν κυλινδρική μορφή και ασκούν, λόγω ελαστικότητας, πίεση στα δακτυλίδια και στα στοιχεία αντίστοιχα· έτσι εξασφαλίζεται πλήρης σχεδόν στεγανότητα απέναντι στη σκόνη, άμμο κλπ. στις θέσεις επαφής μεταξύ στοιχείων και δακτυλιδιών και περαιτέρω μεταξύ δακτυλιδιών και πείρων (σχ. 2.5κα).

Δεξιά και αριστερά από το φορείο και από το κάτω μέρος που τοποθετούνται πλευρικοί προφυλακτήρες - οδηγοί, που εμποδίζουν την είσοδο λίθων κλπ. μεταξύ των κάτω τροχίσκων (ραούλων) ή των τροχών και των στοιχείων, ενώ συγχρόνως βοηθούν στη διατήρηση της ευθυγραμμίας της ερπύστριας [σχ. 2.5κβ (α) και (β)].

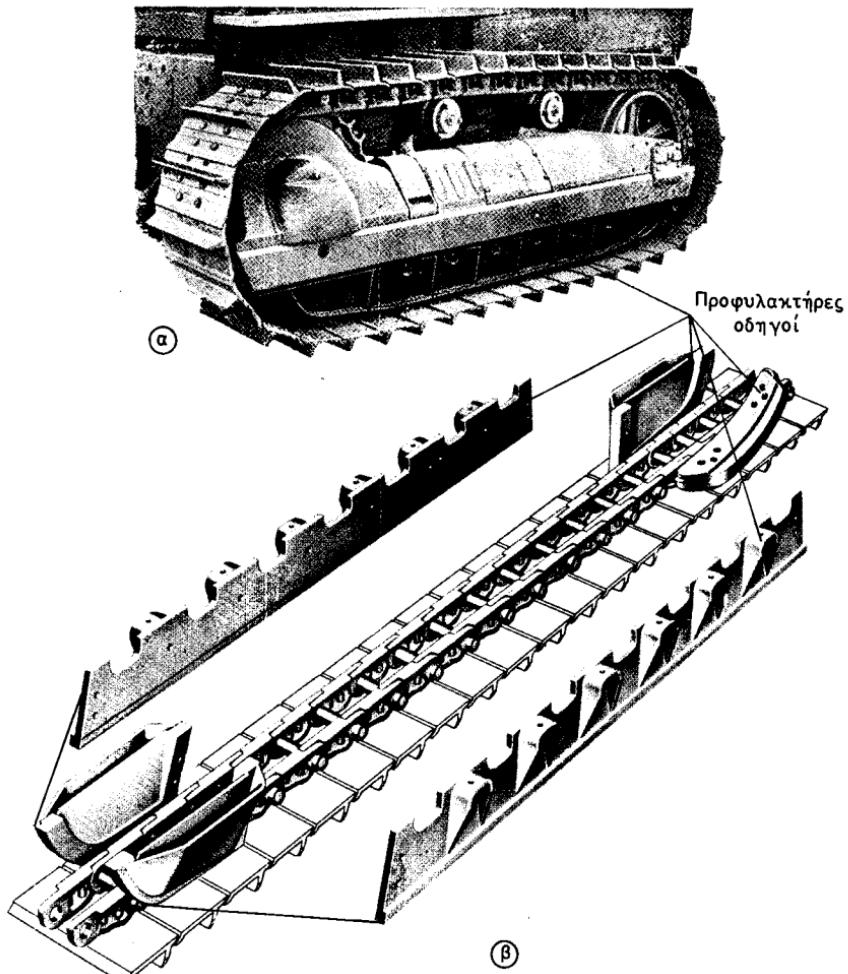


Σχ. 2.5κ.



Σχ. 2.5κα.

Στις εξωτερικές επιφάνειες των στοιχείων στερεώνονται με κοχλίες τα πέδιλα, που έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος. Τα πέδιλα αυτά κατασκευάζονται από χάλυβα και σκληρύνονται

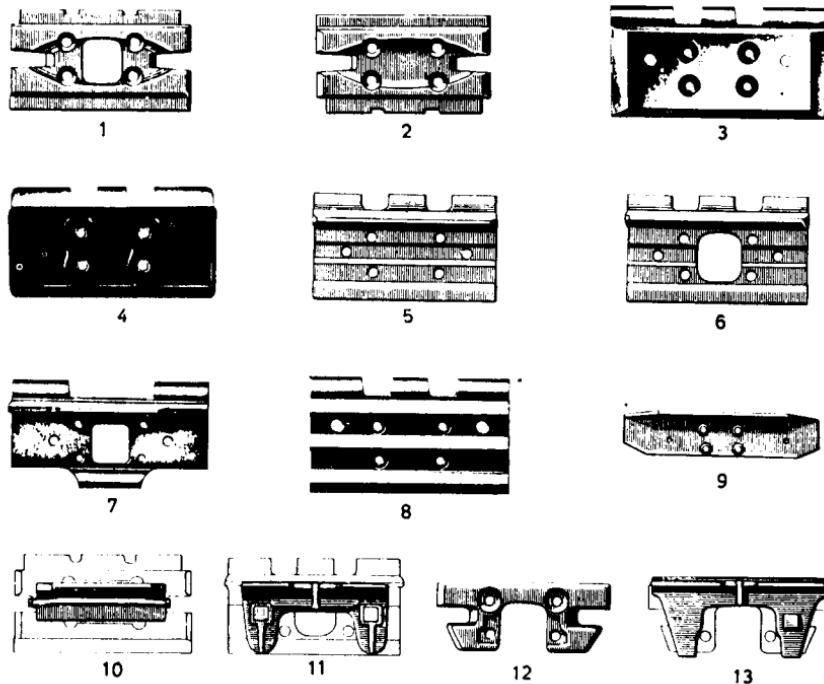


Σχ. 2.5κβ.

επιφανειακά. Οι κεφαλές των κοχλιών στερεώσεώς τους σκληρύνονται επίσης.

Ανάλογα με το είδος του εδάφους χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι πεδίλων:

Υπάρχουν πέδιλα επίπεδα [σχ. 2.5κγ (1), (2), (3), (4)] και πέδιλα με ένα έως τρία νύχια [σχ. 2.5κγ (5), (6), (7), (8)] σε όλο το πλάτος τους.



Σχ. 2.5κγ.

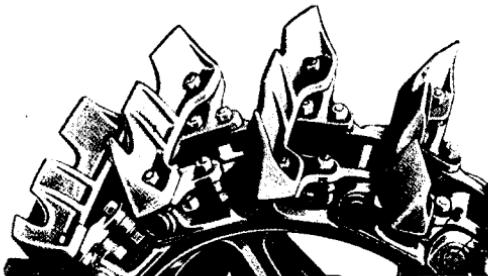
Τα «νύχια» εισχωρούν στο έδαφος και αυξάνουν την πρόσφυση. Επειδή φθείρονται περισσότερο από το υπόλοιπο πέδιλο υποβάλλονται σε πρόσθετη επιφανειακή σκλήρυνση για να αποκτήσουν μεγαλύτερη αντοχή στη φθορά.

Στα ελώδη και λασπώδη εδάφη χρησιμοποιούνται πέδιλα με γωνιακά [σχ. 2.5κγ (9), (10)], για καλύτερη πρόσφυση, ή πέδιλα με αυξημένο πλάτος για ελάττωση της ειδικής πιέσεως.

Για τα χιόνια και τα πολύ ολισθηρά εδάφη χρησιμοποιούνται ειδικά πέδιλα (σκελετοειδή) με υψηλότερα νύχια, που αυξάνουν ακόμη περισσότερο την πρόσφυση [σχ. 2.5κγ (11), (12), (13) και σχ. 2.5κδ]. Τα πέδιλα αυτά έχουν ανοίγματα για να φεύγει το χιόνι, το οποίο θα μπορούσε να συσσωρευθεί μεταξύ των δοντιών των πίσω τροχών.

3) Σύγκριση τροχοφόρων και ερπιστριοφόρων ελκυστήρων.

Οι τροχοφόροι ελκυστήρες αναπτύσσουν πολύ μεγαλύτε-



Σχ. 2.5κδ.

ρες ταχύτητες πορείας από τους ερπυστριοφόρους (φθάνουν τα 30 έως 60 km/h, όταν τρέχουν χωρίς φορτίο), και μπορούν να κινούνται και σε δρόμους και σε σχετικά ανώμαλα εδάφη. [Στα ανώμαλα εδάφη οι ταχύτητες περιορίζονται, γιατί φθείρονται γρήγορα τα λάστιχα (λαστιχένια επίσωτρα)].

Στα ολισθηρά ή στα αμμώδη εδάφη οι τροχοφόροι ελκυστήρες ολισθαίνουν περισσότερο από τους ερπυστριοφόρους. Κατά την ολίσθηση οι τροχοί τους, που περιστρέφονται επί τόπου, σκάβουν το έδαφος και σχηματίζουν κοιλότητες, στις οποίες σφηνώνονται.

Οι τροχοφόροι ελκυστήρες με δύο κινητήριους τροχούς προτιμώνται από τους ερπυστριοφόρους σε περιπτώσεις, όπου ενδιαφέρει περισσότερο η ταχύτητα και λιγότερο η έλξη.

Οι τροχοφόροι με τέσσερις κινητήριους τροχούς υπερτερούν ως προς την ικανότητα έλξεως σε σύγκριση με τους τροχοφόρους με δύο κινητήριους τροχούς [παράγρ. 2.5 (1)], υστερούν δύμας αν συγκριθούν με τους ερπυστριοφόρους.

Στους ερπυστριοφόρους οι ερπύστριες εξασφαλίζουν καλύτερη πρόσφυση στο έδαφος. Η πρόσφυση μπορεί, όπως είδαμε, να ενισχυθεί ακόμη περισσότερο με ειδικά πέδιλα. Η μεγάλη πρόσφυση επιτρέπει στους ελκυστήρες αυτούς να αναπτύξουν μεγαλύτερες δυνάμεις έλξεως (παράγρ. 1.4). Γι' αυτό και προτιμώνται για βαριές εργασίες, όπου απαιτούνται ισχυρές δυνάμεις έλξεως, όπως π.χ. για την άθηση του "μαχαιριού" μεγάλων πρωθητήρων, την έλξη αποξεστήρων κλπ. Παρ' όλα αυτά υφίστανται το συναγωνισμό των τροχοφόρων, οι οποίοι λόγω της τελειοποιήσεως των μεγάλων τρακτερωτών επισώτρων (λαστίχων) με τους αεροθαλάμους χαμηλής πιέσεως, φθάνουν και αυτοί σε μεγάλες

δυνάμεις έλξεως [παράγρ. 2.5 (1)]. Λόγω μεγάλης τους προσφύσεως οι ερπυστριοφόροι ελκυστήρες είναι κατάλληλοι για τα ολισθηρά εδάφη (παράγρ. 1.4).

Η μεγάλη επιφάνεια επαφής των ερπυστριοφόρων ελκυστήρων με το έδαφος εξασφαλίζει ελάττωση της ειδικής πιέσεως (η ειδική πίεση μπορεί να κατέλθει μέχρι τα 0,30 ως 0,80 kp/cm² περίπου). Αυτό επιτρέπει να χρησιμοποιούνται οι ελκυστήρες αυτοί σε εδάφη μικρής αντοχής (λασπώδη, ελώδη κλπ.), όπου οι τροχοφόροι θα υπήρχε φόβος να προκαλέσουν υποχώρηση του εδάφους.

Το χαμηλό κέντρο βάρους, εξασφαλίζει στους ερπυστριοφόρους μεγάλη ευστάθεια. Επίσης έχουν την ικανότητα να κάνουν στροφές επί τόπου και να εργάζονται σε εδάφη με μυτερές πέτρες, που θα κατέστρεφαν γρήγορα τα λάστιχα των τροχοφόρων.

Προχωρούν όμως με μικρές ταχύτητες (μέχρι 8 ως 16 km/h χωρίς φορτίο), γιατί η αύξηση της ταχύτητάς τους θα επέφερε φθορές ή και ζημιές στις ερπύστριες.

Καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια σε τριβές και έχουν μεγάλο αριθμό τεμαχίων, που φθείρονται.

Είναι θορυβώδεις, και όταν κινούνται σε δρόμους υφίστανται κραδασμούς λόγω της σκληρότητας του οδοιστρώματος, ενώ συγχρόνως καταστρέφουν τους ασφαλτοστρωμένους δρόμους με τα νύχια των πεδίλων τους. Γι' αυτό αποφεύγεται να κινούνται σ' αυτούς. Αν όμως υπάρξει ανάγκη να κινηθούν σε δρόμους (για μικρές μόνο αποστάσεις), προσαρμόζομε στα πέδιλα των ερπυστριών τους πρόσθετα ειδικά επίπεδα πέδιλα μεταλλικά, απλά ή επενδυμένα με λάστιχα, τα λεγόμενα **πέδιλα πορείας**, που καλύπτουν τα "νύχια" των κανονικών πεδίλων [σχ. 2.5κε (α) και (β)].

Για να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις φορτώνονται σε μεταφορικά οχήματα (ρυμούλκες, φορτηγά βαγόνια κλπ.). Έτσι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ταχύτητα και αποφεύγεται η φθο-



Σχ. 2.5κε.

ρά των ερπιστριών κατά τη διαδρομή. Στο μεταφορικό όχημα ανεβαίνουν συνήθως αυτοπροωθούμενοι επάνω σε κεκλιμένο επίπεδο (ράμπα).

Εχθρός τους είναι η άμμος, που εισχωρεί στις ερπύστριες και προκαλεί μεγάλες φθορές.

Σε πολύ περιορισμένη κλίμακα συναντώνται και ελκυστήρες, κυρίως γεωργικοί, οι οποίοι έχουν λαστιχένιους τροχούς στο μπροστινό άξονα (τον οδηγητήριο), και στη θέση των πίσω τροχών φέρουν ερπύστριες, που αυξάνουν την πρόσφυση και μειώνουν την ειδική πίεση.

2.6 Σύστημα πεδήσεως.

1) Φρένα ελκυστήρων.

Συνήθως εφαρμόζονται στους κινητήριους τροχούς.

Στους τροχοφόρους ελκυστήρες τα φρένα μοιάζουν με τα φρένα των αυτοκινήτων (φρένα με σιαγόνες, δισκόφρενα)· μπορεί να είναι μηχανικά, υδραυλικά, πνευματικά (δηλαδή φρένα που λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα ή με υποπίεση), ή πνευματούδραυλικά (υδραυλικά ελεγχόμενα με πεπιεσμένο αέρα ή με υποπίεση). Σε ντηζελοηλεκτρικούς τύπους όπου οι τροχοί κινούνται με ηλεκτροκινητήρες, εφαρμόζονται και τα ηλεκτρομαγνητικά φρένα.

Στο παράδειγμα του σχήματος 2.3β τα ηλεκτρομαγνητικά δισκόφρενα 3 εφαρμόζονται με τη βοήθεια ελατηρίων, όταν διακόπτομε το ρεύμα του ηλεκτρομαγνήτη που τα ελέγχει. Έτσι εξασφαλίζεται αυτόματο φρενάρισμα και στην περίπτωση σταθμεύσεως του μηχανήματος ή διακοπής του ρεύματος λόγω βλάβης ή άλλης αιτίας.

Στους ερπιστριοφόρους τα φρένα εφαρμόζονται συνήθως στο σύστημα μεταδόσεως, που μεταφέρει την κίνηση στους κινητήριους τροχούς μετά από τους συμπλέκτες διευθύνσεως και είναι συνήθως φρένα με ταινία (σχ. 2.4δ και 2.4ζ).

Για τη σταθεροποίηση του ελκυστήρα σε μια ορισμένη θέση, όταν βρίσκεται εν στάσει, και ιδίως πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο, χρησιμοποιείται χειρόφρενο, όπως και στα αυτοκίνητα. Ο σχετικός χειρομοχλός κρατάει σφιγμένο ένα τουλάχιστον από τα φρένα του ελκυστήρα ή ένα ιδιαίτερο ταινιόφρενο σε ενδιάμεσο άξονα του συστήματος μεταδόσεως κινήσεως στους τροχούς.

Επειδή τα ελκόμενα (ρυμουλκούμενα) από τον ελκυστήρα οχήματα έχουν συνήθως μεγάλο βάρος, όταν είναι φορτωμένα, και θα μπορούσαν λόγω της αδράνειάς τους να συγκρουσθούν με τον ελκυστήρα σε περίπτωση απότομης επιβραδύνσεώς του και να τον παρασύρουν π.χ. στον κατήφορο, είναι απαραίτητο να έχουν ιδιαίτερα φρένα. Τα φρένα αυτά τα χειρίζεται, είτε ο οδηγός του ελκυστήρα ή ενδεχομένως ο χειριστής του ελκόμενου.

Συνήθως αυτά ελέγχονται ταυτόχρονα με τα φρένα του ελκυστήρα με τον ίδιο μοχλό χειρισμού, πρέπει δε να υπάρχει και δεύτερος μηχανισμός ελέγχου των φρένων του ελκόμενου, ανεξάρτητος από τα φρένα του ελκυστήρα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν, όπως και στα ρυμουλκά, και αυτόματοι μηχανισμοί πεδήσεως του ελκόμενου οι οποίοι ενεργοποιούνται π.χ. όταν επιβραδυνθεί ο ελκυστήρας ως προς το ελκόμενο ή όταν αποσυνδεθεί το ελκόμενο.

Σε μικρά ελκόμενα ημιρυμουλκούμενου τύπου, προβλέπεται μηχανισμός, ο οποίος θέτει σε ενέργεια τα φρένα του ελκόμενου, όταν η άκρη του τριγώνου ζεύξεως (τιμονιού) αποσυνδεθεί από τον ελκυστήρα και πέσει με το βάρος του.

2) Υδραυλικός επιβραδυντής.

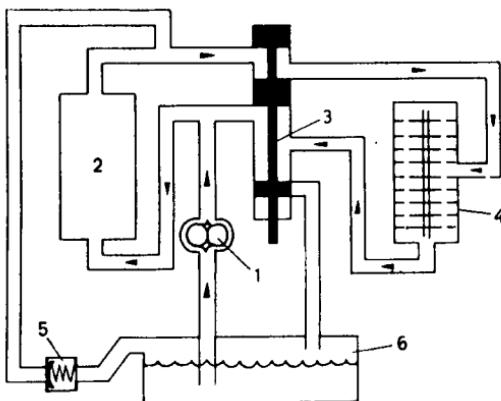
Χρησιμοποιείται σε ελκυστήρες και οχήματα για την επιβράδυνση της πορείας στον κατήφορο χάριν ασφαλείας ή για τη μείωση της ταχύτητας πριν από φρενάρισμα προς αποφυγή απότομου φρεναρίσματος.

Αποτελείται από ένα περιστρεφόμενο ρότορα με πτερύγια, ο οποίος περιβάλλεται από ένα στάτορα με όμοια πτερύγια, μέσα σε κιβώτιο όπου κυκλοφορεί λάδι (ορυκτέλαιο), και φρενάρεται από την αντίσταση του λαδιού.

Ο ρότορας παρασύρεται σε περιστροφή από ένα άξονα του συστήματος, που θέλομε να επιβραδύνομε, π.χ. από τον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων.

Ανάλογα με το βαθμό επιβραδύνσεως που επιθυμούμε, στέλνομε στο κιβώτιο του ρότορα περισσότερο ή λιγότερο λάδι και όταν δεν θέλομε να λειτουργήσει ο επιβραδυντής, αφαιρούμε το λάδι από το κιβώτιο.

Το λάδι ψύχεται σε ψυγείο για να αποβάλει τη θερμότητα που αποκτά στον επιβραδυντή λόγω της τριβής του με τα πτερύγια του ρότορα και του στάτορα. Η αποβαλλόμενη θερμότητα χρησιμεύει στο να διατηρεί θερμό τον κινητήρα, ο οποίος λόγω



Σχ. 2.6.

μειωμένου φορτίου, υφίσταται πτώση θερμοκρασίας, όταν η διαδρομή στον κατήφορο είναι μεγάλη.

Το σχήμα 2.6 δείχνει ένα κύκλωμα επιβραδυντή. Μέρος του λαδιού που προέρχεται από την αντλία 1, εισέρχεται στο ψυγείο 2 και κατόπιν, μέσω του διανομέα 3, στο κιβώτιο 4 του ρότορα, διπού κυκλοφορεί μεταξύ των πτερυγίων του ρότορα 7 και του στάτορα 8 τέλος επανέρχεται στο δοχείο αναρροφήσεως.

Το υπόλοιπο επιστρέφει στο δοχείο αναρροφήσεως, χωρίς να διέλθει από τον επιβραδυντή.

Η σχέση μεταξύ της ποσότητας του λαδιού που διέρχεται από τον επιβραδυντή και της ποσότητας που επιστρέφει κατ' ευθείαν στο δοχείο αναρροφήσεως καθορίζεται από τη θέση του διανομέα 3.

Όταν φέρομε το διανομέα στη θέση **εκτός**, κλείνει η είσοδος προς το κιβώτιο του ρότορα και ανοίγει η έξοδος προς το δοχείο αναρροφήσεως, οπότε το λάδι επιστρέφει στο δοχείο αυτό και ο επιβραδυντής αδειάζει.

Αν η πίεση του λαδιού αυξηθεί πέρα από το όριο, για το οποίο έχομε ρυθμίσει το ελατήριο της ρυθμιστικής βαλβίδας 5, τότε η βαλβίδα αυτή ανοίγει και επιτρέπει να εισέλθει λάδι στο δοχείο αναρροφήσεως 6, ώσπου η πίεση να πέσει κάτω από το όριο ρυθμίσεως. Τότε η βαλβίδα κλείνει και πάλι κάτω από την επίδραση του ελατηρίου της.

Ο υδραυλικός επιβραδυντής βελτιώνει το βαθμό ασφαλείας των διαδρομών σε λοφώδεις περιοχές.

2.7 Διάταξη έλξεως.

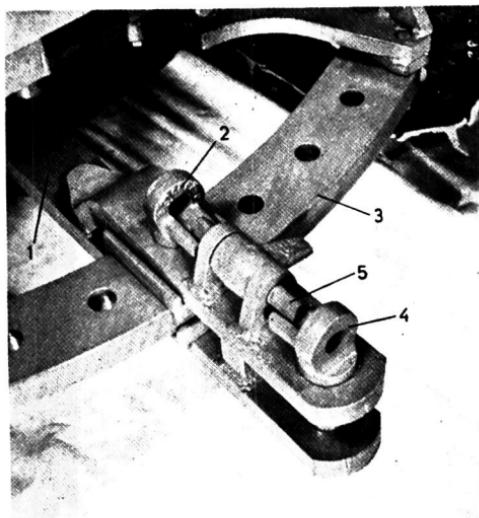
Το ελκόμενο συνδέεται συνήθως με τον ελκυστήρα μέσω ανθεκτικής δοκού από χάλυβα, της λεγόμενης **δοκού ή μπάρας έλξεως**.

Στο παράδειγμα του σχήματος 2.7α το εμπρόσθιο άκρο της δοκού αυτής 1 στηρίζεται στο κάτω μέρος του σκάφους του ελκυστήρα με άρθρωση, που επιτρέπει να μεταθέτομε τη δοκό στο οριζόντιο τόξο 3 και να τη φέρομε στην εκάστοτε επιθυμητή θέση ζεύξεως· εκεί την ασφαλίζομε, εισάγοντας στην πλησιέστερη από τις ρυθμιστικές τρύπες του τόξου 3, τον πείρο 2, που διαπερνά τη δοκό.

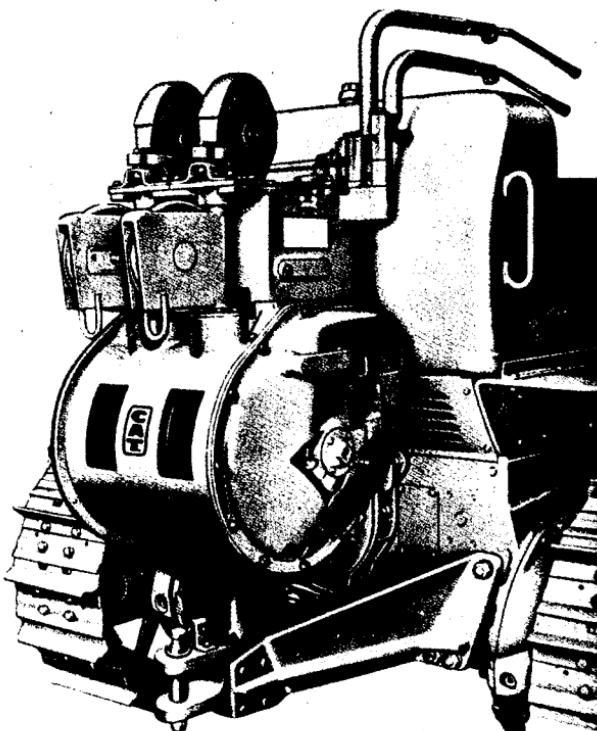
Στο οπίσθιο άκρο της η δοκός έλξεως φέρει οπές, στις οποίες εισέρχεται ο πείρος ζεύξεως του ελκόμενου 4. Ένα κοινό ασφαλιστικό κομμάτι 5, ασφαλίζει τον πείρο στερεώσεως της δοκού και τον πείρο ζεύξεως του ελκόμενου.

Σε μεγάλους ελκυστήρες η θέση της δοκού είναι κατά κάνονα σταθερή (σχ. 2.7β).

Συνιστάται, όσον είναι δυνατόν, ο πείρος ζεύξεως του ελκόμενου να βρίσκεται χαμηλά. Όσο χαμηλότερα βρίσκεται το σημείο ζεύξεως, τόσο μικρότερη είναι η ανατρεπτική ροπή που προκαλείται στον ελκυστήρα από την αντίσταση Φ_1 , που προβάλλει το ελκόμενο (παράγρ. 3.1).



Σχ. 2.7α.

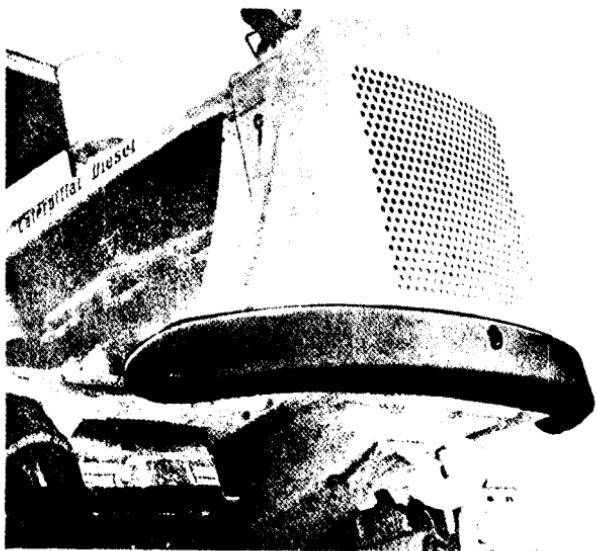


Σχ. 2.7β.

Η θέση του σημείου ζεύξεως παίζει ρόλο και στην αλλαγή διευθύνσεως. Έτσι, όταν το σημείο ζεύξεως βρίσκεται πριν από τον άξονα των πίσω τροχών, οι αλλαγές διευθύνσεως διευκολύνονται. Αντίθετα, όταν το σημείο ζεύξεως βρίσκεται μετά τον άξονα των πίσω τροχών, οι στροφές δυσκολεύονται.

Διάταξη έλξεως μπορεί να τοποθετηθεί και στο εμπρός μέρος του ελκυστήρα (σχ. 2.7γ) για διάφορους σκοπούς, π.χ. για ρυμούλκηση του ελκυστήρα σε περίπτωση βυθίσεώς του σε ελώδη ή λασπώδη εδάφη.

Σε ελκυστήρες που έλκουν ημιρυμουλκούμενα (ελκόμενα οχήματα, των οποίων το βάρος στηρίζεται μερικώς από τον ελκυστήρα), η ζεύξη γίνεται με πείρο (Kingpin) (σχ. 1.1α), γύρω από τον οποίο μπορεί να στρέφεται το ημιρυμουλκούμενο κατά τις αλλαγές διευθύνσεως.



$\Sigma x \cdot 2.7\gamma.$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ

3.1 Ευστάθεια ελκυστήρα.

- 1) **Ευστάθεια ως προς την ανατροπή γύρω από εγκάρσιο άξονα ενός ελκυστήρα, που κινείται επάνω στη γραμμή κλίσεως κεκλιμένου εδάφους.**

Για τη μελέτη της ευστάθειας ως προς την ανατροπή θεωρούμε ότι ο ελκυστήρας ισορροπεί κάτω από την επίδραση των πραγματικών δυνάμεων, που ασκούνται σ' αυτόν, και των δυνάμεων και ροπών από αδράνεια (παράγρ. 1.2).

Διακρίνομε δύο περιπτώσεις:

- a) **Περίπτωση ανηφορικής πορείας (σχ. 3.1a).**

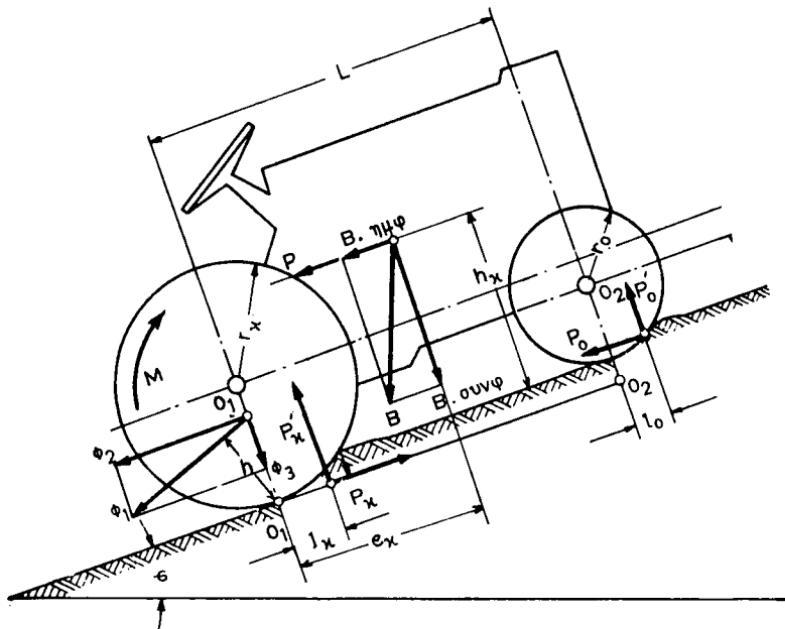
Εξετάζομε το ενδεχόμενο ανατροπής προς τα πίσω.

Τη στιγμή που αρχίζει ο ελκυστήρας να ανατρέπεται προς τα πίσω καθώς στρέφεται περί την ευθεία επαφής 0₁ - 0₂, των πίσω (κινητηρίων) τροχών με το έδαφος, ανασηκώνονται οι μπροστινοί τροχοί και η αντίδραση P₀ παύει να ασκείται από το έδαφος.

Επομένως ως συνθήκη για την έναρξη της ανατροπής του ελκυστήρα μπορούμε να θεωρήσουμε το μηδενισμό της αντιδράσεως P₀.

Για να αποφύγουμε λοιπόν την ανατροπή, θα πρέπει να μηδενισθεί η P₀: δηλαδή θα πρέπει το άθροισμα των ροπών που υπεισέρχονται με αρνητικό σημείο να είναι μικρότερο από το άθροισμα των ροπών που υπεισέρχονται με θετικό σημείο στην παράσταση που δίνει την τιμή της P₀ (θεωρούμε την P₀ θετική, όταν έχει φορά προς τα επάνω).

Επομένως οι ροπές που υπεισέρχονται με αρνητικό σημείο στην τιμή της P₀ και συντελούν στην αύξηση του αρνητικού αθροίσματος, ευνοούν την ανατροπή (ροπές ανατροπής), ενώ όσες υπεισέρχονται με θετικό σημείο και συντελούν στην αύξηση του θετικού αθροίσματος, αντιδρούν στην ανατροπή (ροπές ευστάθειας).



Σχ. 3.1α.

Στην περίπτωσή μας οι ροπές (αναφερόμενες στον άξονα $O_1 - O_1'$) που τείνουν να ανατρέψουν τον ελκυστήρα είναι οι εξής:

- **Η ροπή Φ** , $\cdot h$ της αντιστάσεως του φορτίου (γινόμενο της επί διαμήκους επιπέδου προβολής Φ , της Φ επί την απόσταση h της Φ , από τον άξονα $O_1 - O_1'$), όταν, από τη θέση της ευθείας ενέργειας και από τη φορά της Φ , προκύπτει φορά της αντίστοιχης ροπής τέτοια, ώστε το γινόμενο Φ , $\cdot h$ να υπεισέρχεται με αρνητικό σημείο στην τιμή της P'_0 (περίπτωση του σχήματος 3.1α).
- **Η ροπή $B \cdot h_x$** της συνιστώσας του βάρους κατά τη διεύθυνση της γραμμής κλίσεως, γινόμενο της συνιστώσας αυτής $B \cdot \eta\mu\varphi$ επί το ύψος h_x του κέντρου βάρους. Η ροπή αυτή αυξάνει με τη γωνία κλίσεως.
- **Η ροπή $P \cdot h_x$** της δυνάμεως αδράνειας P και το άθροισμα των λόγω αδράνειας ροπών ΣM_g , που δημιουργούνται σε περίπτωση επιταχύσεως του ελκυστήρα. Οι ροπές αυτές είναι ανάλογες προς την επιτάχυνση.
- **Οι ροπές τριβής κυλίσεως $P'_x \cdot I_x$** στους πίσω τροχούς.

Στη μείωση της P'_0 συμβάλλει και η I_0 (βλ. σχέση 2) (εμφανίζεται στον παρονομαστή της παραστάσεως που δίνει την P'_0).

Οι ροπές που αντιδρούν στην ανατροπή του ελκυστήρα (πάντοτε αναφερόμενες στον άξονα $O_1 - O_1'$) είναι:

- Η **ροπή** $B \cdot \sigma_{\text{υφ}} \cdot e_k$ της κάθετης προς τη γραμμή κλίσεως του εδάφους συνιστώσας του βάρους, γινόμενο της συνιστώσας αυτής $B \cdot \sigma_{\text{υφ}}$ επί την απόσταση e_k του κέντρου βάρους από το εγκάρσιο επίπεδο το διερχόμενο από την ευθεία $0_1 - 0_2$. Η ροπή αυτή ελαττώνεται με την αύξηση της γωνίας κλίσεως.
- Η **ροπή** $P \cdot h_k$ της δυνάμεως αδράνειας P και η ροπή ΣM_θ σε περίπτωση επιβραδύνσεως του ελκυστήρα (ανάλογες προς την επιβράδυνση).
- Η **ροπή** $\Phi_1 \cdot h$, όταν η φορά της είναι τέτοια, ώστε το γινόμενο $\Phi_1 \cdot h$ να υπεισέρχεται με θετικό σημείο στην τιμή P'_0 (π.χ. περίπτωση προωθήσεως εκσκαπτικού εργαλείου βυθιζόμενου στο έδαφος).

Οι **γυροσκοπικές ροπές** ΣM_θ που δημιουργούνται από τους περιστρεφόμενους διαμήκεις άξονες του ελκυστήρα, κατά τις αλλαγές διευθύνσεως, ευνοούν την ανατροπή ή αντίδροιν σ' αυτήν, ανάλογα με την εκάστοτε φορά των ω_1 και ω_2 (βλ. σχέση 6). Οι τιμές τους είναι σχετικά μικρές.

Οι παράγοντες που συντελούν στην αύξηση των ροπών ανατροπής δεν πρέπει να υπερβαίνουν ορισμένα όρια καθοριζόμενα από τη συνθήκη μηδενισμού της P'_0 . Δεν μπορούμε λοιπόν, χωρίς φόβο ανατροπής, να αυξήσουμε περισσότερο από ορισμένες ανεκτές τιμές, αρκετά μικρότερες (λόγω ασφάλειας) από τα παραπάνω όρια, τα εξής π.χ. μεγέθη:

- Τη γωνία κλίσεως φ , η οποία αυξάνει τη συνιστώσα $B \cdot \eta_{\text{μφ}}$, άρα και την ανατρεπτική ροπή $B \cdot \eta_{\text{μφ}} \cdot h_k$, και μειώνει τη συνιστώσα $B \cdot \sigma_{\text{υφ}}$, άρα και τη ροπή ευστάθειας $B \cdot \sigma_{\text{υφ}} \cdot e_k$.

Η γωνία κλίσεως του ελκυστήρα μπορεί να αυξηθεί επικίνδυνα λόγω ανωμαλίας του εδάφους ή λόγω εμποδίου, ακόμη και σε έδαφος με μικρή κλίση. Γι' αυτό πρέπει να προσέχομε όσο είναι δυνατόν να αποφεύγουμε τις ανωμαλίες και τα εμπόδια, η δε γωνία κλίσεως εδάφους, που δεχόμαστε ως ανώτατο όριο, να είναι αρκετά μικρότερη από την αντιστοιχούσα σε μηδενική αντίδραση P'_0 , ώστε να υπάρχουν περιθώρια και για τα ενδεχόμενα αυτά.

Εάν συνδυάσουμε τη σχέση 7, που δίνει τη δύναμη προωθήσεως F σε συνάρτηση της γωνίας φ , του φορτίου Φ_2 κλπ., με τη σχέση $P'_0 = 0$ όπου το P'_0 εκφράζεται επίσης σε συνάρτηση των φ και Φ_2 , και απαλείψουμε το Φ_2 μεταξύ των δύο σχέσεων βρίσκομε μια σχέση (την εξίσωση ευστάθειας), μεταξύ της δυνάμεως F και της γωνίας φ , για την οποία έχουμε μηδενισμό της P'_0 , δηλαδή έναρξη ανατροπής. Αν, για μια ορισμένη δύναμη προωθήσεως F , ή αντίστοιχη κινητήρια ροπή M (βλ. σχέση 8), η γωνία κλίσεως φθάσει την τιμή φ , που προκύπτει από την παραπάνω εξίσωση ευστάθειας, η ανατροπή αρχίζει. Η τιμή αυτή της γωνίας φ (οριακή τιμή) ελαττώνεται με την αύξηση της F ή της M .

Επομένως για κάθε ελκυστήρα, η μέγιστη επιτρεπόμενη γωνία κλίσεως του εδάφους σε ανήφορο πρέπει να είναι αρκετά μικρότερη

από τη Φ_k , που προκύπτει από την παραπάνω εξίσωση ευστάθειας, για τη μέγιστη διατιθέμενη τιμή της F ή της κινητηρίας ροπής M στους τροχούς (παράγρ. 1.3). Η γωνία φ_k λέγεται **κρίσιμη γωνία κλίσεως** για το συγκεκριμένο ελκυστήρα.

Όταν οι πίσω τροχοί βρεθούν σε κοιλότητα του εδάφους, δεν πρέπει να τοποθετούμε τάκους μπροστά στους τροχούς αυτούς, γιατί μπορεί να προκαλέσουμε την ανατροπή. Στην περίπτωση αυτή είναι προτιμότερο να προσπαθήσουμε να απαγκιστρώσουμε τον ελκυστήρα με την δύπισθεν.

- Την **αντίσταση του φορτίου** Φ_1 , άρα και τη ροπή $\Phi_1 \cdot h$ στις περιπτώσεις όπου η ροπή αυτή ευνοεί την ανατροπή.
- Την **επιτάχυνση** του ελκυστήρα, που προκαλεί αύξηση της δυνάμεως αδράνειας P , άρα και της ροπής $P \cdot h_k$, καθώς και της ροπής ΣM_b . Γι' αυτό πρέπει να αποφεύγουμε τις αιτίες μεγάλης επιταχύνσεως (απότομες συμπλέξεις, απότομες μειώσεις φορτίου κλπ.).

Ιδιαίτερα πρέπει να προσέχουμε να διατηρήσουμε αερ χαμηλές τιμές δύλους τους παραπάνω παράγοντες, που συντελούν στην ανατροπή, όταν ο ελκυστήρας κινείται σε έδαφος, όπου εμφανίζεται μεγάλος συντελεστής τριβής κυλίσεως (μεγάλο f_k , και f_o , άρα και I_k και I_o). Επίσης όταν, για την αύξηση της ικανότητας έλξεως, μεγάλο ποσοστό βάρους B στηρίζεται στους κινητήριους τροχούς (μεγάλο B_k , οπότε αυξάνουν τα γιγνόμενα $I_k \cdot P_k$, δηλαδή οι ροπές τριβής κυλίσεως οι οποίες επίσης συντελούν στην ανατροπή).

Από τα παραπάνω προκύπτει επίσης ότι, ως προς την ευστάθεια πλεονεκτούν οι ελκυστήρες που έχουν:

Χαμηλό κέντρο βάρους (μικρό h_k , άρα και $B \cdot \eta_m \cdot h_k$), χαμηλό σημείο ζεύξεως του ελκόμενου (μικρό h , άρα και $\Phi_1 \cdot h$), μεγάλη απόσταση του κέντρου βάρους από το εγκάρσιο επίπεδο, που διέρχεται από τον άξονα O , $-O$, (μεγάλο e_k , άρα και $B \cdot \sigma_{unf} \cdot e_k$). Πλεονέκτημα επίσης αποτελεί και ο μικρός συντελεστής τριβής κυλίσεως μεταξύ τροχών του εδάφους (μικρό I_k , άρα και $P'_k \cdot I_k$ και μικρό I_o), ο οποίος, όπως είδαμε, εκτός από το είδος του εδάφους, εξαρτάται και από τη μορφή του πέλματος, και τις διαστάσεις των τροχών.

Για να έχομε μικρές λόγω αδράνειας ροπές, συνιστώσεις της ΣM_b , η οποία συντελεί στην ανατροπή σε περίπτωση επιταχύνσεως, οι ροπές αδράνειας J , των μαζών που περιστρέφονται περί εγκάρσιους άξονες, συμφέρει να είναι μικρές (βλ. σχέση 4). Γι' αυτό, όταν προσθέτουμε βάρη στο πίσω μέρος του ελκυστήρα (όπου βρίσκονται οι κινητήριοι τροχοί) για να αυξήσουμε την ικανότητα έλξεως [παράγρ. 2.5 (1)], είναι προτιμότερο από απόψη ευστάθειας, εφ' όσον αυτό είναι δυνατόν, να μη τοποθετούνται βάρη στους τροχούς, ώστε να μην αυξάνεται η ροπή αδράνειάς τους.

Η μεγάλη απόσταση μεταξύ μπροστινών και πίσω αξόνων των τροχών αποτελεί πλεονέκτημα, γιατί για το ίδιο βάρος ελκυστήρα και

την ίδια κατανομή του μεταξύ μπροστινών και πίσω τροχών συνεπάγεται μεγάλη απόσταση θ_x , άρα και μεγάλη ροπή $B \cdot \text{συνφ} \cdot e_x$.

Είναι δυνατόν λόγω παροδικής αιτίας, π.χ. απότομης αυξήσεως της αντιστάσεως του φορτίου Φ_1 , επιταχύνσεως στον ανήφορο ή συμπτωματικής αυξήσεως της κλίσεως του εδάφους, οι μπροστινοί τροχοί να αρχίσουν να ανασηκώνονται και να προκύψει γωνιακή επιτάχυνση κατά τη φορά της ανατροπής. Τότε η επιτάχυνση αυτή είναι μικρή, όταν η ροπή αδράνειας J_o του ελκυστήρα ως προς τον ενδεχόμενο άξονα ανατροπής είναι μεγάλη. Γι' αυτό συμφέρει η ροπή αδράνειας J_o να είναι μεγάλη.

Πολλοί από τους παράγοντες, που αποτελούν πλεονέκτημα για την ευστάθεια, αποτελούν μειονέκτημα για άλλα χαρακτηριστικά. Έτσι π.χ. για να έχομε ευστάθεια, το βάρος που στηρίζουν οι πίσω τροχοί πρέπει να είναι μικρό, ώστε να ελαττώνεται η P_x άρα και η ροπή τριβής κυλίσεως $P' \cdot I_k$, η οποία ευνοεί την ανατροπή· από την άλλη μεριά όμως, για να έχομε ικανότητα έλξεως (όταν οι πίσω τροχοί είναι κινητήριοι), το βάρος αυτό πρέπει να είναι μεγάλο. Για την ευστάθεια σε περίπτωση επιταχύνσεως οι ροπές αδράνειας των περιστρεφομένων γύρω από εγκάρσιους άξονες μαζών, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και οι κινητήριοι τροχοί, συμφέρει να είναι μικρές, ώστε να ελαττώνεται η συνολική ροπή ΣM_g (βλ. σχέση 4)· από την άποψη όμως ικανότητας έλξεως συμφέρει να έχομε κινητήριους τροχούς μεγάλου βάρους, πράγμα που προκαλεί και μεγάλη ροπή αδράνειας.

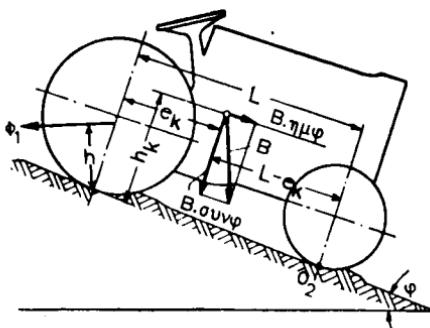
Επίσης στοιχεία που επηρεάζουν ορισμένους παράγοντες έτσι, ώστε να ευνοούν την ανατροπή, επιδρούν σε άλλους παράγοντες κατά τρόπο που συμβάλλει στην ευστάθεια. Έτσι η μεγάλη π.χ. διάμετρος τροχών συμβάλλει στη μείωση του συντελεστή τριβής κυλίσεως και επομένως ευνοεί την ευστάθεια. Συγχρόνως όμως συμβάλλει και στην αύξηση της ροπής αδράνειας των τροχών, που ευνοεί την ανατροπή. Η αύξηση του βάρους του ελκυστήρα ευνοεί την ευστάθεια λόγω αυξήσεως της συνιστώσας $B \cdot \text{συνφ}$, σε περίπτωση όμως επιταχύνσεως συντελεί στην αύξηση της δυνάμεως αδράνειας P , η οποία μειώνει την ευστάθεια.

Οι κατασκευαστές μελετούν τις επιδράσεις όλων των παραγόντων και καταλήγουν σε διαστάσεις, που εξασφαλίζουν κατά το δυνατό τις επιθυμητές επιδόσεις (ικανότητα έλξεως, ταχύτητα), σε συνδυασμό με την απαιτούμενη ευστάθεια κάτω από τις δυσμενέστερες συνθήκες εργασίας του ελκυστήρα.

Συγχρόνως προδιαγράφουν όρια γι' ορισμένα μεγέθη (μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση εδάφους κλπ.).

β) Περίπτωση κατηφορικής πορείας (σχ. 3.1β).

Για να ανατραπεί ο ελκυστήρας προς τα εμπρός, όταν στρέφεται



Σχ. 3.1β.

περί την ευθεία επαφής $O_2 - O_2$ των μπροστινών τροχών του με το έδαφος, πρέπει να μηδενισθεί η αντίδραση P'_k που ασκείται από το έδαφος στους πίσω τροχούς.

Στην περίπτωση αυτή οι ροπές (αναφερόμενες στον άξονα $O_2 - O_2$), που συμβάλλουν στη μείωση της P'_k και ευνοούν την ανατροπή είναι:

- **Η ροπή $B \cdot \eta\mu\phi \cdot h_k$** της παράλληλης προς τη γραμμή κλίσεως συνιστώσας του βάρους (αυξάνει με την κλίση).
- **Η ροπή $\Phi_1 \cdot h$** , όταν η φορά της είναι τέτοια, ώστε το γινόμενο $\Phi_1 \cdot h$ να υπεισέρχεται με αρνητικό σημείο στην τιμή της P'_k (π.χ. περίπτωση πρωθήσεως εκσκαπτικού εργαλείου βυθιζόμενου στο έδαφος).
- **Οι ροπές $P \cdot h_k$ και ΣM_δ** σε περίπτωση επιβραδύνσεως του ελκυστήρα.

Οι ροπές που αντιδρούν στην ανατροπή (πάντοτε αναφερόμενες στον άξονα $O_2 - O_2$) είναι:

- **Η ροπή της αντιστάσεως του φορτίου $\Phi_1 \cdot h$** , όταν η φορά της είναι τέτοια ώστε να υπεισέρχεται με θετικό σημείο στην τιμή της P'_k (περίπτωση του σχήματος 3.1β).
- **Η ροπή $B \cdot \sigma\gamma\varphi$ ($L - e_k$)** της κάθετης προς τη γραμμή κλίσεως συνιστώσας του βάρους.
- **Οι ροπές $P \cdot h_k$ και ΣM_δ** σε περίπτωση επιταχύνσεως του ελκυστήρα.
- **Οι ροπές τριβής κυλίσεως $P'_o \cdot l_o$** στους μπροστινούς τροχούς.

Οι γυροσκοπικές ροπές $\Sigma M_{\gamma\delta}$, που δημιουργούνται κατά τις αλλαγές διευθύνσεως από τους περιστρεφόμενους διαμήκεις άξονες, συντελούν ή αντιδρούν στην ανατροπή, ανάλογα με την εκάστοτε φορά των γωνιακών ταχυτήτων ω_1 και ω_2 (βλ. σχέση 6). Στην αύξηση της P'_k συμβάλλει και η l_o .

Έστερα από αυτά, η ευστάθεια στον κατήφορο ευνοείται, όταν έχουμε μικρή γωνία κλίσεως και μικρό ύψος h_k του κέντρου βάρους [ελαττώνεται η $B \cdot \eta\mu\phi \cdot h_k$ και αυξάνεται η $B \cdot \sigma\gamma\varphi$, άρα και η ροπή $B \cdot \sigma\gamma\varphi$ ($L - e_k$)], μεγάλη αντίδραση P'_o στους μπροστινούς τροχούς,

μεγάλο συντελεστή τριβής κυλίσεως (αυξάνει το $P'_o \cdot I_o$ και το I_k), μεγάλη αντίσταση στην έλξη και υψηλό σημείο ζεύξεως του ελκόμενου (μεγάλη ροπή $\Phi_i \cdot h$), μεγάλη απόσταση του κέντρου βάρους από το εγκάρσιο επίπεδο, που διέρχεται από τον άξονα $O_2 - O_2$ (μεγάλο $L - e_k$). Η επιτάχυνση ευνοεί την ευστάθεια, ενώ η επιβράδυνση (φρενάρισμα, αύξηση φορτίου) την ανατροπή.

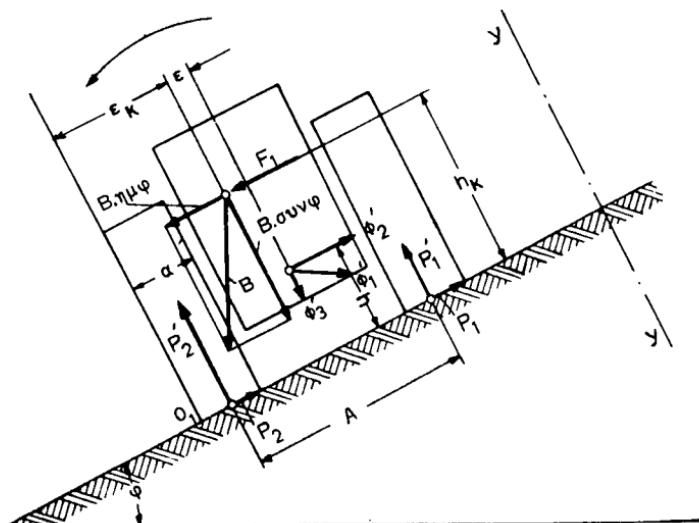
Κίνδυνος ανατροπής προς τα εμπρός εμφανίζεται σε ελκυστήρες με μπροστινή εξάρτηση, όταν η εξάρτηση αυτή ανυψώνεται με φορτίο (π.χ. σε φορτωτές με ανυψωμένο πλήρη κάδο).

Στην περίπτωση αυτή προστίθεται στη ροπή ανατροπής και η ροπή που δημιουργείται από το ανυψωμένο φορτίο (γινόμενο του βάρους του φορτίου επί την απόσταση του κέντρου βάρους του από τον άξονα $O_2 - O_2$).

2) Ευστάθεια ως προς την ανατροπή περί διαμήκη άξονα (πλευρικής ανατροπής) ενός ελκυστήρα που κινείται κάθετα προς τη γραμμή κλίσεως κεκλιμένου εδάφους (σχ. 3.1γ).

Οι δυνάμεις και ροπές που ενεργούν στον ελκυστήρα επάνω σε επίπεδο κάθετο προς το διαμήκη άξονα (εγκάρσιο επίπεδο), είναι:

- Το **βάρος του ελκυστήρα** B , που αναλύεται πάλι στις συνιστώσες $B \cdot \eta_{μφ}$ και $B \cdot \sigma_{υνφ}$.
- Η **προβολή** Φ' , της αντιστάσεως του φορτίου Φ επάνω στο εγκάρσιο επίπεδο η οποία όπως και το βάρος, αναλύεται σε συνιστώσες Φ'_2



Σχ. 3.1γ.

και Φ'_3 , που εξαρτώνται από την κλίση της Φ' , ως προς τη γραμμή κλίσεως του εδάφους.

- Οι αντιδράσεις που ασκεί το έδαφος στους τροχούς του ελκυστήρα με συνιστώσες P_1 , και P_2 κατά τη διεύθυνση της γραμμής κλίσεως και P'_1 , και P'_2 κάθετα προς τη γραμμή κλίσεως για τους τροχούς της επάνω και της κάτω πλευράς αντίστοιχα.

Οι δυνάμεις αυτές εξισορροπούνται από τις εξής λόγω αδράνειας δυνάμεις και ροπές:

- Την **παράλληλη προς τη γραμμή κλίσεως του εδάφους συνιστώσα F** , της φυγόκεντρης δυνάμεως F , όταν ο ελκυστήρας εκτελεί στροφή.
- Τη **συνισταμένη ΣM_c** , των λόγω αδράνειας εγκαρσίων ροπών, που εμφανίζονται λόγω επιταχύνσεως ή επιβραδύνσεως των μαζών, που περιστρέφονται γύρω από διαμήκεις άξονες.
- Τις **γυροσκοπικές ροπές ΣM_y** που προκαλούνται στην περίπτωση αλλαγής διευθύνσεως των αξόνων περιστροφής των τροχών και των άλλων περί εγκάρσιους άξονες περιστρεφομένων συστημάτων (παράγρ. 1.2). Οι ροπές αυτές τείνουν να στρέψουν τους εγκάρσιους άξονες δεξιά ή αριστερά επάνω στο εγκάρσιο επίπεδο, ανάλογα της εκάστοτε φοράς των γωνιακών ταχυτήτων ω , και ω_2 [βλ. σχέση (6)].

Για να αρχίσει ο ελκυστήρας να ανατρέπεται στρεφόμενος περί την κάτω ακραία ευθεία επαφής του $0, - 0$, με το έδαφος πρέπει να μηδενισθεί η κάθετη αντίδραση P' , που ασκείται από το έδαφος στους επάνω τροχούς, ή στις επάνω ερπύστριες.

Οι ροπές που υπεισέρχονται με αρνητικό σημείο στην τιμή της P' , και ευνοούν την ανατροπή στην περίπτωση αυτή (αναφερόμενες στον άξονα $0, - 0$), είναι:

- Η **ροπή $B \cdot h_x$** της παράλληλης προς τη γραμμή κλίσεως συνιστώσας του βάρους.
- Η **ροπή $\Phi'_2 \cdot h'$** της παράλληλης προς τη γραμμή κλίσεως συνιστώσας Φ'_2 της αντιστάσεως του φορτίου, όταν η συνιστώσα αυτή έχει φορά προς την κατωφέρεια και βρίσκεται επάνω από το επίπεδο του εδάφους ή προς την ανωφέρεια και βρίσκεται κάτω από το επίπεδο του εδάφους (περίπτωση που μπορεί να εμφανισθεί κατά την προώθηση βυθιζόμενου εκσκαπτικού εργαλείου).
- Η **ροπή $\Phi'_3 \left(\frac{A + a}{2} \right)$** της κάθετης προς τη γραμμή κλίσεως συνιστώσας Φ'_3 της αντιστάσεως του φορτίου, εάν η συνιστώσα αυτή διευθύνεται προς τα επάνω.
- Η **ροπή $P'_2 \left(\frac{a}{2} \right)$** της κάθετης προς τη γραμμή κλίσεως αντιδράσεως P'_2 που ασκείται από το έδαφος στους κάτω τροχούς. Η ροπή αυτή μεγαλώνει με το πλάτος των τροχών.

- Η **ροπή** $F'_1 \cdot h_x$ της συνιστώσας F_1 , της φυγόκεντρης δυνάμεως, όταν η στροφή είναι τέτοια, ώστε η F_1 , να διευθύνεται προς τα κάτω. Η F_1 , όπως και η F_1 , είναι ανάλογη προς το τετράγωνο της ταχύτητας του ελκυστήρα και αντιστρόφως ανάλογη προς την ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς (παράγρ. 1.2, σχέση 5).
- Η **ροπή** ΣM_c , όταν το σημείο της (δηλαδή το σημείο του αλγεβρικού αθροίσματος των λόγω αδράνειας εγκαρσίων ροπών) αντιστοιχεί στη φορά ανατροπής.
- Η **συνισταμένη** ΣM_{yc} των γυροσκοπικών ροπών, επάνω σε εγκάρσιο επίπεδο όταν το σημείο της (δηλαδή το σημείο του αλγεβρικού αθροίσματος των προερχομένων από εγκάρσιους άξονες γυροσκοπικών ροπών) αντιστοιχεί στη φορά ανατροπής.

Οι ροπές που υπεισέρχονται με θετικό σημείο στην τιμή της P' , και αντιδρούν στην ανατροπή (αναφερόμενες στον άξονα $0_1 - 0_2$), είναι:

- Η **ροπή** $B \cdot \text{συνφ} \cdot \epsilon_x$ της συνιστώσας $B \cdot \text{συνφ}$ του βάρους.
- Η **ροπή** $\Phi'_2 \cdot h'_z$, όταν οι συνιστώσα Φ'_2 της αντιστάσεως του φορτίου έχει φορά προς την ανωφέρεια και βρίσκεται επάνω στο επίπεδο του εδάφους.
- Η **ροπή** $\Phi'_3 \left(\frac{A + a}{2} \right)$ όταν η Φ'_3 έχει φορά προς τα κάτω.
- Η **ροπή** $F_1 \cdot h_x$, όταν η στροφή του ελκυστήρα είναι τέτοια, ώστε η συνιστώσα F_1 , της φυγόκεντρης δυνάμεως να διευθύνεται προς τα επάνω.
- Οι **ροπές** ΣM_c και ΣM_{yc} όταν το σημείο τους αντιστοιχεί στη φορά επαναφοράς.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι ο ελκυστήρας πλεονεκτεί ως προς την ευστάθεια κατά της ανατροπής περί το διαμήκη άξονα $0_1 - 0_2$, όταν έχει χαμηλό κέντρο βάρους (μικρό h_x άρα και ροπές $B \cdot \text{ημφ} \cdot h_x$ και $F_1 \cdot h_x$) και μεγάλη απόσταση μεταξύ κέντρου βάρους και άξονα $0_1 - 0_2$, (μεγάλο ϵ_x άρα και ροπή $B \cdot \text{συνφ} \cdot \epsilon_x$). Επίσης το μεγάλο πλάτος τους σκάφους και των ερπιστριών ή των τροχών ευνοεί την ευστάθεια (μεγαλώνει το ϵ_x).

3) Μέτρα κατά της ανατροπής.

Για να αποφύγομε την ανατροπή, πρέπει να προσέχομε, ώστε να μην αυξηθούν επάνω από ορισμένα όρια:

- Η κλίση του εδάφους [παράγρ. 3.1(1) και 3.1 (2)].

Σε ανώμαλα εδάφη, όταν οι κάτω τροχοί τύχει να βρεθούν σε κοιλότητα και οι επάνω σε εξόγκωμα, ο κίνδυνος μεγαλώνει, γιατί έχομε ανεξέλεγκτη αύξηση της κλίσεως.

Επίσης μεγαλώνει και ο κίνδυνος πλευρικής ανατροπής, όταν οι τροχοί της μιας πλευράς βρεθούν χαμηλότερα από τους

τροχούς της άλλης. Γι' αυτό σε ανώμαλα εδάφη δεχόμαστε μικρότερη οριακή κλίση, τόσο κατά τη γραμμή πορείας, όσο και κάθετα προς αυτήν. Όταν οι δύο πίσω τροχοί βρεθούν σε εσοχή του εδάφους (λάκκο), προσπαθούμε να ελευθερώσουμε τον ελκυστήρα κάνοντας όπισθεν, για να μην προστεθεί στη δημιουργούμενη προς τα επάνω κλίση και ο ευνοϊκός για την προς τα πίσω ανατροπή, παράγοντας της επιταχύνσεως. Εάν αυτό δεν είναι δυνατόν, ο ελκυστήρας πρέπει να ρυμουλκηθεί.

- Η επιτάχυνση, όταν ο ελκυστήρας κινείται σε οριζόντιο ή ανηφορικό έδαφος και η επιβράδυνση σε κατηφορικό [παράγρ. 3.1 (1, α) και 3.1 (1, β)].

Γι' αυτό πρέπει να αποφεύγομε τις απότομες συμπλέξεις, μειώσεις φορτίου ή άλλες αιτίες επιταχύνσεως στην πρώτη περίπτωση και το πολύ απότομο φρενάρισμα (να προετοιμάζεται εγκαίρως το φρενάρισμα εφ' όσον αυτό είναι δυνατό), στη δεύτερη.

- Η αντίσταση του φορτίου Φ , με την αύξηση της οποία, μεγαλώνουν τόσο η Φ_1 (σχ. 1.2α) όσο και η Φ' (σχ. 3.1γ) οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις ευνοούν την ανατροπή.

Οδηγίες ως προς τις οριακές τιμές των παραπάνω παραγόντων ανατροπής πρέπει να ζητούνται από τους κατασκευαστές και να τηρούνται αυστηρά. Τα ανώτατα όρια των παραπάνω μεγεθών πρέπει να μειώνονται, όταν ο ελκυστήρας κινείται σε ανώμαλα εδάφη [παράγρ. 3.1 (1α)].

Σε περιπτώσεις όπου η φυγόκεντρη δύναμη συντελεί στην ανατροπή, πρέπει να αποφεύγομε τις μεγάλες ταχύτητες και τις μικρές ακτίνες καμπυλότητας στις στροφές, γιατί μεγαλώνουν την F_1 (παράγρ. 2.1 σχέση 5). Οι κλειστές στροφές, όπου η ακτίνα καμπυλότητας είναι μικρή, πρέπει να γίνονται με μικρότερες ταχύτητες. Επίσης για ορισμένη ταχύτητα δεν επιτρέπεται ακτίνα καμπυλότητας μικρότερη ενός ορίου, για τον οποίο η F_1 φθάνει τη μέγιστη ανεκτή για την ευστάθεια του ελκυστήρα τιμή της.

Οι κατασκευαστές προδιαγράφουν συνήθως οριακές τιμές ελαχίστου για την ακτίνα καμπυλότητας και μέγιστου για την ταχύτητα.

Η αντίσταση του αέρα, όταν πνέει ισχυρός άνεμος, ασκεί στον ελκυστήρα ροπή, η οποία ανάλογα με τη διεύθυνση και τη φορά του ανέμου, μπορεί να ενιοχύσει τις υπόλοιπες ροπές ανατροπής. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν, όταν κινούμαστε με ισχυρό άνεμο.

3.2 Μέτρα ασφαλείας ελκυστήρων.

Οι οδηγοί των ελκυστήρων πρέπει να έχουν ειδική εκπαίδευση. Προτού να θέσει σε κίνηση τον ελκυστήρα ο οδηγός πρέπει να ελέγχει την καλή λειτουργία των φρένων και του συστήματος διευθύνσεως, την πίεση και την κατάσταση των λαστίχων, τη λειτουργία των ενδεικτικών οργάνων κλπ.· πρέπει να εξετάζει το ενδεχόμενο χαλαρώσεως κοχλιών, διαρροής υγρών ή πεπιεσμένου αέρα κλπ. και να κάνει προσεκτική γενική επιθεώρηση του μηχανήματος. Εάν διαπιστώσει την παραμικρή ανωμαλία, απαγορεύεται να ξεκινήσει.

Την ώρα της εργασίας ο οδηγός πρέπει να προσέχει, μήπως εμφανισθεί η παραμικρή ανωμαλία στη λειτουργία του μηχανήματος (αφύσικος θόρυβος, διαρροή καυσίμου, λιπαντικού ή νερού), ώστε να λάβει αμέσως τα κατάλληλα μέτρα και να διορθώσει την ανωμαλία.

Όταν ο κινητήρας θερμανθεί υπερβολικά, πρέπει η εργασία να διακόπτεται.

Το καλώδιο υψηλής τάσεως του σπινθηριστή στους βενζινοκινητήρες πρέπει να είναι καλά στερεωμένο και η μόνωσή του σε άριστη κατάσταση.

Όταν ο κινητήρας βρίσκεται σε λειτουργία, απαγορεύεται: να ανοίγομε το πώμα του ψυγείου νερού έχοντας το πρόσωπο προς τον αέρα και χωρίς γάντια· να ρυθμίζομε την τάση του ιμάντα του ανεμιστήρα· να βρισκόμαστε κάτω από τον ελκυστήρα ή κάτω από την εξάρτησή του.

Αν θέλομε να συμπληρώσουμε το νερό στο ψυγείο, ελαττώνομε τις στροφές του κινητήρα, ώσπου να κατέβει αρκετά η θερμοκρασία του νερού και μετά ρίχνομε το συμπληρωματικό νερό, αφού ανοίξουμε σιγά-σιγά το πώμα του ψυγείου.

Επίσης δεν επιτρέπεται να τοποθετούμε ιμάντες σε τροχαλίες, να λιπαίνομε ή να καθαρίζομε μέρη του μηχανήματος, όταν ο κινητήρας εργάζεται.

Όταν ο ελκυστήρας δεν λειτουργεί ο μοχλός των ταχυτήτων πρέπει να βρίσκεται στην ουδέτερη θέση του και ο κύριος συμπλέκτης να είναι αποσυμπλεγμένος.

Καμιά ρύθμιση δεν πρέπει να γίνεται εν κινήσει.

Όταν πλησιάζουμε κινούμενα μέρη, πρέπει να προσέχουμε μήπως παρασυρθούν ή εμπλακούν τα ενδύματά μας.

Οι ιμάντες πρέπει να έχουν προφυλακτήρα.

Η ζεύξη του ελκόμενου πρέπει να είναι ασφαλής και να ελέγχεται συχνά. Όταν η σύνδεση με το ελκόμενο γίνεται με συρματόσχοινο ή με αλυσίδα, εφαρμόζομε στην αρχή μικρή δύναμη, έλξεως και την αυξάνομε βαθμιαία για να μην τεντώνεται απότομα το συρματόσχοινο ή η αλυσίδα, οπότε υπάρχει κίνδυνος να σπάσει.

Στις διασταυρώσεις σιδηροδρομικών γραμμών ή μεγάλων οδών πρέπει να διερχόμαστε με προσοχή από τις ειδικές διαβάσεις, αφού πρώτα βεβαιωθούμε ότι δεν πλησιάζει τρένο ή αυτοκίνητο.

Κατά το δυνατόν πρέπει να αποφεύγομε να κινούμαστε σε ασφαλτοστρωμένους δρόμους μεγάλης κυκλοφορίας, γιατί συνήθως ο ελκυστήρας μεταφέρει με τους τροχούς του λάσπες, που καθιστούν το δρόμο ολισθηρό και αποτελούν κίνδυνο για τα διερχόμενα με μεγάλη ταχύτητα τροχοφόρα.

Να μειώνομε την ταχύτητα, όταν κινούμαστε σε ανώμαλους δρόμους.

Να μην αλλάζομε ταχύτητα στον ανήφορο, γιατί υπάρχει φόβος κατά τη διάρκεια των χειρισμών της αλλαγής (αποσύμπλεξη κύριου συμπλέκτη, επιλογή νέας ταχύτητας), να κυλίσει ο ελκυστήρας προς τα πίσω παρασυρόμενος από το βάρος του προς τον κατήφορο.

Η πορεία σε κατήφορο πρέπει να γίνεται κατά το δυνατό με πρώτη ταχύτητα και να χρησιμοποιούνται τα φρένα μόνον όταν χρειάζεται και κατά διαλείμματα, για να μην υπερθερμαίνονται οι επενδύσεις τριβής. Δεν επιτρέπεται αλλαγή ταχύτητας στον κατήφορο.

Τυχόν ελκόμενα με βαρύ φορτίο πρέπει να είναι εφοδιασμένα με φρένα.

Οι βαλβίδες υδραυλικών συστημάτων ή συστημάτων με πεπιεσμένο αέρα δεν πρέπει να ρυθμίζονται για πίεση μεγαλύτερη από τις προδιαγραφόμενες του κατασκευαστή.

Πριν αφαιρέσουμε ένα ελαστικό τροχό, πρέπει προηγουμένως να μειώσουμε την πίεση του αεροθαλάμου του. Επίσης κατά την πλήρωση των αεροθαλάμων, να παρεμβάλλεται προστατευτικό κιγκλίδωμα, γιατί υπάρχει ο κίνδυνος εκτινάξεως μερών του τροχού (ζάντας, στεφάνης).

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στους παράγοντες, που συντελούν στην ανατροπή του ελκυστήρα, ιδίως στον ανήφορο με ελκόμενο φορτίο και πρέπει να καταβάλλεται προσπά-

θεια, ώστε να τηρούνται κατά το δυνατόν σε χαμηλά όρια. Όσον αφορά σε ορισμένα μεγέθη, όπως π.χ. την ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας και τη μέγιστη ταχύτητα κατά τις αλλαγές διευθύνσεως, καθώς και τη μέγιστη κλίση κατά την πορεία σε κεκλιμένο έδαφος, πρέπει να βρίσκονται μέσα στα όρια των προδιαγραφών του κατασκευαστή. Επίσης, όπου η φύση της εργασίας το επιτρέπει, να υπάρχουν προστατευτικές διατάξεις (στέγαστρα, πλαίσια κλπ.).

Η υποβοήθηση της αλλαγής διευθύνσεως με φρενάρισμα του ενός από τους πίσω τροχούς (όταν οι τροχοί αυτοί έχουν χωριστό χειρισμό φρένων και διαφορικό) επιτρέπεται μόνον, όταν ο ελκυστήρας κινείται με μικρή ταχύτητα.

Για να αλλάξουμε εν ανάγκη ταχύτητα στον κατήφορο πρέπει να είμαστε βέβαιοι ότι τα φρένα είναι απόλυτα αποτελεσματικά.

Σε ανώμαλα εδάφη και στροφές η ταχύτητα πρέπει να μειώνεται.

Το απότομο φρενάρισμα σε κατήφορο είναι επικίνδυνο, γιατί μπορεί να προκαλέσει ανατροπή προς τα εμπρός.

Απαγορεύεται να κάθεται κάποιος σε ανυψωμένη εξάρτηση.

Για να αποφεύγομε τον κίνδυνο πυρκαϊάς λαμβάνομε τα εξής μέτρα:

Αφού γεμίσουμε τα δοχεία καυσίμου και λαδιού καθαρίζουμε τα πώματα. Δεν επιτρέπεται να στάζει καύσιμο ή λάδι στον ελκυστήρα.

Κατά περιόδους καθαρίζουμε το σωλήνα εξαγωγής από τυχόν ενανθρακώσεις.

Κατά την εργασία κοντά σε εύφλεκτα υλικά (ξηρά χόρτα κλπ.) τοποθετούμε στο σωλήνα εξαγωγής κατάλληλο συλλέκτη (spark arrester) για τα τυχόν πυρακτωμένα τεμαχίδια άνθρακα, τα οποία θα μπορούσαν να αποτελέσουν επικίνδυνους πυρήνες αναφλέξεως.

Δεν πρέπει να καπνίζομε και να ανάβομε σπίρτα ή αναπτήρα, κοντά στα καύσιμα ή τα λιπαντικά, ούτε να ανοίγομε τα πώματα των δοχείων καυσίμου ή λαδιού κτυπώντας τα με μεταλλικά αντικείμενα. Κατά την πλήρωση του δοχείου καυσίμου πρέπει να τηρούμε σε επαφή το στόμιο του δοχείου μεταγγίσεως με το δοχείο καυσίμου, για να αποφεύγεται το ενδεχόμενο σχηματισμού σπινθήρων από τυχόν ηλεκτρικές εκκενώσεις μεταξύ των δύο αυτών δοχείων.

Απαγορεύεται να θερμαίνομε τον κινητήρα με ανοικτή φλόγα, να πλησιάζομε σε φλόγα με ρούχα, που έχουν λερωθεί με

καύσιμο ή με λιπαντικό, να ανάβομε σπίρτα ή να καπνίζομε κλπ. κοντά σε συσσωρευτές (μπαταρίες).

Προσέχομε να μην βραχούν ηλεκτρικά καλώδια από το καύσιμο.

Όταν γεμίζομε το δοχείο (ντεπόζιτο) καυσίμου ή λιπαντικού, πρέπει να έχομε τα νώτα προς τον αέρα και να μην προσθέτομε καύσιμο ή λιπαντικό, όταν ο κινητήρας εργάζεται ή είναι θερμός.

Να αποφεύγομε κατά το δυνατόν το πλύσιμο εξαρτημάτων με βενζίνη.

Αν τυχόν αναφλεγούν λιπαντικά ή καύσιμα αυτά δεν πρέπει να σβήνονται με νερό. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούμε πυροσβεστήρα ή ρίχνομε στη φλόγα άμμο ή χώμα.

Κάθε ελκυστήρας πρέπει να είναι εφοδιασμένος με φαρμακείο πρώτων βοηθειών και με πυροσβεστήρα.

Όταν θέτομε σε λειτουργία τον κινητήρα μέσα σε κλειστό χώρο, πρέπει να υπάρχει κατάλληλος εξαερισμός, γιατί τα καυσαέρια προκαλούν ασφυξία.

Τέλος, να μη λησμονούμε ορισμένα ευνόητα μέτρα, που συνήθως παραμελούνται, όπως π.χ. να μη φορτώνομε το μηχανήμα πέρα από το όριο που ορίζει ο κατασκευαστής, να προσέχομε τα ρούχα μας (όχι φαρδιά σακάκια, γραβάτες κλπ. που είναι δυνατόν να εμπλακούν σε εξαρτήματα), να διατηρούμε καθαρό το μηχάνημα από τυχόν χυμένα λάδια που γλιστρούν, λαδωμένα στουπιά που αναφλέγονται, από ξεχασμένα εργαλεία κλπ., να μην αφήνομε απόνερα στο δάπεδο, όταν εργαζόμαστε στα ηλεκτρικά συστήματα, να ελέγχουμε το περιβάλλον (τυχόν ασταθές έδαφος κλπ.), να απομακρύνομε τυχόν παριστάμενους τίριν από το ξεκίνημα, και να μην ανεβοκατεβαίνομε όταν ο ελκυστήρας κινείται.

3.3 Συντήρηση ελκυστήρα που χρησιμοποιείται.

Είναι ευνόητη η σημασία της επιμελημένης συντηρήσεως για την παράταση της ζωής, τη μείωση του κόστους εργασίας και την αύξηση της αποδόσεως όλων των μηχανημάτων. Πολύ περισσότερο ισχύει αυτό για τους ελκυστήρες και τα χωματουργικά μηχανήματα, που λειτουργούν κάτω από σκληρές συνθήκες εργασίας και έχουν να αντιμετωπίσουν, αυξημένες μηχανικές καταπονήσεις (απρόβλεπτες υπερφορτίσεις λόγω ανωμαλιών του εδάφους, κρούσεις κατά τη συνάντηση σκληρών εμποδίων ή κατά την εργασία μέσα σε ασύνδετα υλικά, όπως τα χαλίκια και οι

κροκάλες, τριβές με λειαντικά υλικά, όπως η άμμος), αλλά και συναφείς με την ύπαιθρο δυσμενείς παράγοντες (απότομες μεταβολές θερμοκρασίας, ακραίες θερμοκρασίες, πολύ υψηλές το καλοκαίρι και πολύ χαμηλές το χειμώνα, παρουσία σκόνης, λάσπης, χιονιού κλπ.).

Η καλή συντήρηση πρέπει να συνδυάζεται με τον καλό χειρισμό, ώστε η ανάγκη επισκευών να μειώνεται στο ελάχιστο.

Βασικές επιταγές για το χειριστή είναι:

- Να αποφεύγει τις μεγάλες ταχύτητες, ιδίως στα ανώμαλα εδάφη, γιατί επιδεινώνουν τις κρούσεις και επιταχύνουν τις φθορές. Σε περιπτώσεις ανεπιθύμητης επιταχύνσεως, π.χ. λόγω μειώσεως της αντιστάσεως του φορτίου, να μειώνει τις στροφές του κινητήρα και επομένως και του συστήματος πορείας ή να προσπαθεί να αυξήσει το φορτίο, π.χ. βυθίζοντας βαθύτερα το "μαχαίρι" αν χειρίζεται προωθητήρα.
- Να αποφεύγει τις απότομες εκκινήσεις και στάσεις, γιατί έτσι φθείρονται οι επενδύσεις τριβής συμπλεκτών και φρένων.
- Να ρυθμίζει το φορτίο, έτσι ώστε να μην είναι πολύ μεγάλο, γιατί συνεπάγεται αυξημένες καταπονήσεις σε όλα τα μέρη του ελκυστήρα και υπερφόρτωση ("κάπνισμα" κλπ.) του κινητήρα, καθώς και ολισθήσεις των τροχών που επιφέρουν φθορά στα λάστιχα ή τα πέδιλα και στο σύστημα κυλίσεως. Άλλα ούτε και πολύ μικρό πρέπει να είναι το φορτίο για να μη γίνεται υπέρβαση της κανονικής ταχύτητας. Κατά τις πρώτες μάλιστα ώρες λειτουργίας ενός καινούργιου μηχανήματος συνιστάται να εργαζόμαστε με μειωμένο φορτίο, γιατί ώσπου να εξαφανισθούν οι μικροανωμαλίες των τριβομένων επιφανειών με την εργασία, οι τριβές είναι αυξημένες (στρώσιμο του μηχανήματος).

Επίσης κατά την εκκίνηση μειώνομε την παροχή καυσίμου στον κινητήρα, έως ότου κυκλοφορήσει το λιπαντικό και θερμανθεί ο κινητήρας· κατόπιν επαναφέρομε την παροχή του καυσίμου στην κανονική της τιμή και επιβάλλομε το φορτίο.

Η προετοιμασία αυτή εξασφαλίζει πληρέστερη καύση της παρεχόμενης ποσότητας του καυσίμου και κανονική λίπαση, όταν επιβληθεί το φορτίο.

- Να εκλέγει τα κατάλληλα εξαρτήματα (πέδιλα, πίσω τροχούς κλπ.), ανάλογα με τις συνθήκες εργασίας. Υπάρχουν εξαρτήματα ειδικά για δυσμενείς συνθήκες εργασίας (heavy duty).

- Κατά τις βραχυχρόνιες στάσεις με τον κινητήρα εν λειτουργία πρέπει να τοποθετεί το μοχλό ταχυτήτων στην ουδέτερη θέση και να μην αποσυμπλέκει κάθε φορά τον κεντρικό συμπλέκτη. Έτσι αποφεύγεται η φθορά των δίσκων και του ρουλεμάν του συμπλέκτη.
- Όταν πρόκειται να εργασθεί ο κινητήρας σε μεγάλα υψόμετρα, όπου η ειδική κατανάλωση καυσίμου αυξάνεται, συνιστάται, για περιορισμό της καταναλώσεως αυτής, κατάλληλη ρύθμιση του συστήματος παροχής καυσίμου από ειδικευμένο συνεργείο.

Εάν ο κινητήρας διαθέτει σύστημα υπερπληρώσεως με αεριστρόβιλο (turbocharger), υπάρχει φόβος σε μεγάλο υψόμετρο να υπερταχυνθεί ο αεριστρόβιλος. Για να αποφευχθεί αυτό, πρέπει πριν από την αλλαγή υψομέτρου, να αναλάβει ειδικό συνεργείο την κατάλληλη ρύθμιση σύμφωνα με τη μέθοδο που προβλέπει ο κατασκευαστής.

Όσον αφορά στην κύρια συντήρηση, πρέπει να τηρούνται με ακρίβεια οι προδιαγραφές και το πρόγραμμα συντηρήσεως, που υποδεικνύει ο κατασκευαστής.

Το είδος του καυσίμου και των λιπαντικών εκλέγεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Το χειμώνα χρησιμοποιούνται συνήθως λεπτότερα λάδια παρά το καλοκαίρι.

Η στάθμη του ορυκτέλαιου λιπάνσεως (λαδιού) στην ελαιολεκάνη (κάρτερ) του κινητήρα και στα διάφορα κιβώτια γραναζίων, καθώς και η στάθμη του υγρού των τυχόν υδραυλικών συστημάτων κλπ. πρέπει να ελέγχεται συχνά.

Η στάθμη αυτή πρέπει να τηρείται εκεί όπου ορίζει ο κατασκευαστής· γι' αυτό προστίθεται λάδι ή υγρό αν χρειασθεί.

Για τα λάδια των κινητήρων υπάρχουν διάφορα προσθέματα (additives) που τα βελτιώνουν, π.χ. διατηρούν σε αιώρηση τα ρητινώδη υποπροϊόντα της καύσεως και την αιθάλη και αποφεύγεται έτσι το κατακάθισμα των ουσιών αυτών στην ελαιολεκάνη, ή εμποδίζουν τις οξειδώσεις, το σχηματισμό αφρού, τις διαβρώσεις εδράνων, βελτιώνουν το δείκτη ιξώδους του λαδιού (μειώνουν τη μεταβολή του ιξώδους με τη θερμοκρασία) κλπ.

Αλλάζομε τα λάδια, καθαρίζομε τις "σίτες", τα φίλτρα των αναπνευστικών στομίων, πλένομε ή ανανεώνομε τα στοιχεία των φίλτρων του λαδιού, λιπαίνομε με το εκάστοτε κατάλληλο γράσο ή λάδια τα διάφορα σημεία του ελκυστήρα κατά διαστήματα, σύμφωνα με το πρόγραμμα συντηρήσεως που ορίζει ο κατα-

σκευαστής. Πριν βάλομε το γράσο, καθαρίζομε καλά τα στόμια των γρασαδόρων για να μην εισχωρήσει τυχόν σκόνη κλπ. στα λιπανόμενα μέρη και προκαλέσει φθορές.

Δεν επιτρέπεται να γίνεται η λίπανση με περισσότερο από το αναγκαίο λάδι ή γράσο, γιατί υπάρχει φόβος να θραυσθούν από υπερβολική πίεση οι δακτύλιοι στεγανότητας και να προκληθούν διαρροές. Όταν μάλιστα το διαμέρισμα της μηχανής, όπου υπάρχει λιπαντικό, συνορεύει με χώρους, όπου υπάρχουν συμπλέκτες τριβής ξηρού τύπου ή φρένα τριβής, η διαρροή αυτή γίνεται αιτία ολισθήσεως και επομένως ελαττωματικής λειτουργίας των συμπλεκτών αυτών ή των φρένων.

Περισσότερο γράσο από το κανονικό στα ρουλεμάν προκαλεί θέρμανση, όπως και η ανεπάρκεια γράσου.

Κατά καιρούς στραγγίζομε και πλένουμε την ελαιολεκάνη του κινητήρα και τα διάφορα κιβώτια γραναζιών, όπου υπάρχει λάδι (κιβώτιο ταχυτήτων, τυχόν κιβώτιο διαφορικού, κιβώτια μειωτήρων στροφών κλπ.).

Τα κιβώτια αυτά τα πλένουμε συνήθως με ελαφρό (φωτιστικό) πετρέλαιο και την ελαιολεκάνη του κινητήρα με ειδικό ορυκτέλαιο καθαρισμού, αφού θέσομε σε κίνηση τον ελκυστήρα επί μερικά λεπτά, για να κυκλοφορήσει το υγρό πλύσεως.

Προσέχομε να μην εμφανισθεί λάδι στις επενδύσεις τριβής των συμπλεκτών ξηρού τύπου. Εάν παρατηρηθεί μόλυνση των επενδύσεων αυτών με λάδι, πλένουμε το συμπλέκτη με βενζίνη. Για το σκοπό αυτό γεμίζομε το διαμέρισμα του συμπλέκτη με βενζίνη, και αφού θέσομε σε κίνηση τον κινητήρα, προβαίνομε σε διαδοχικές συμπλέξεις και αποσυμπλέξεις, ώστε να υποβοηθήσομε να διαλυθεί στη βενζίνη το ανεπιθύμητο ορυκτέλαιο.

Η εισχώρηση λαδιού στους δίσκους των ξηρών συμπλεκτών είναι πολύ συνήθης αιτία ολισθήσεως των συμπλεκτών και πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο αυτό, μόλις διαπιστωθεί η ολίσθηση.

Η μανομετρική πίεση του λαδιού, που λιπαίνει τον κινητήρα, πρέπει να βρίσκεται στα όρια που ορίζει ο κατασκευαστής. Μικρότερη πίεση σημαίνει ανεπαρκή λίπανση. Υπερβολική πίεση σημαίνει βλάβη (φράξιμο) στο κύκλωμα του λαδιού. Η κανονική πίεση στην έξοδο της αντλίας λαδιού είναι 2,5 ως 5,5 kp/cm², όταν ο κινητήρας εργάζεται με πλήρες φορτίο (στην ευνοϊκή περιοχή λειτουργίας του). Η κατανάλωση λαδιού δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένα όρια, εξαρτώμενα από τις συνθήκες λειτουργίας. Υπερβολική κατανάλωση λαδιού σημαίνει διαρροή.

Το καύσιμο πρέπει να είναι πολύ καθαρό, γιατί τυχόν πα-

ρουσία ξένων ουσιών και ιδίως νερού, προκαλεί διαβρώσεις, εμφράξεις κλπ. στα στοιχεία του συστήματος καυσίμου (εμβολοχιτώνια των αντλιών πετρελαίου, ακροφύσια κλπ.).

Απόλυτη καθαριότητα πρέπει να τηρούμε και στο δοχείο καυσίμου (να αδειάζομε συχνά το αποστραγγιστικό του για να απομακρύνουμε το τυχόν καταστάλαγμα νερού και άλλων ουσιών και να πλύνουμε κατά διαστήματα όλο το δοχείο με καθαρό καύσιμο). Επίσης να πλύνουμε με καθαρό καύσιμο ή να ανανεώνουμε τα στοιχεία των φίλτρων καυσίμου και να αδειάζομε τα αποστραγγιστικά των φίλτρων αυτών κατά τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Το δοχείο καυσίμου πρέπει να αφήνεται πάντοτε πλήρες μετά την εργασία, για να μην παραμένει στο χώρο του αέρα με την αναπόφευκτη υγρασία του, η οποία μπορεί να συμπυκνωθεί και να γίνει νερό, που βλάπτει την καθαρότητα του καυσίμου.

Ελέγχομε κάθε ημέρα τη στάθμη του νερού στο ψυγείο του κινητήρα και προσπαθούμε να τη διατηρούμε σταθερή προσθέτοντας νερό, όταν χρειάζεται.

Προσέχομε να είναι σφικτές όλες οι συνδέσεις στο κύκλωμα του νερού ψύξεως και να λειτουργούν κανονικά οι βαλβίδες υπερπιέσεως και υποπιέσεως στο πώμα του ψυγείου.

Παρακολουθούμε τη θερμοκρασία του νερού στους υδρόψυκτους κινητήρες ή των κυλινδροκεφαλών στους αερόψυκτους. Όταν η θερμοκρασία αυτή υπερβεί το όριο που ορίζει ο κατασκευαστής (συνήθως τους 80°C έως 90°C περίπου για το νερό στους υδρόψυκτους και τους 130°C έως 140°C για τον εξερχόμενο αέρα στους αερόψυκτους κινητήρες), αναζητούμε την αιτία του φαινομένου και λαμβάνομε τα ανάλογα μέτρα. Οι αιτίες δυνατόν να είναι διάφορες, π.χ. ανεπάρκεια νερού, χαλαροί ιμάντες ανεμιστήρα, εμπόδια στη δίοδο του αέρα ψύξεως του ψυγείου, βλάβη στον ανεμιστήρα ή στην αντλία νερού, παρουσία καυσαερίων στο σύστημα ψύξεως από διαφυγές, ψεκασμός υπερβολικής ποσότητας καυσίμου κλπ.

Επίσης παρακολουθούμε τη θερμοκρασία του λαδιού λιπανσεως, η οποία δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ υψηλή, γιατί το λάδι αλλοιώνεται και τα υλικά στεγανότητας (λιποπροφυλακτήρες κλπ.) καταστρέφονται, ούτε πολύ χαμηλή, γιατί το λάδι γίνεται παχύρευστο με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η κυκλοφορία του και να αυξάνονται οι αντιστάσεις τριβής στα έδρανα. Τα κανονικά όρια της θερμοκρασίας του λαδιού είναι περίπου 70°C έως 95°C . Η διατήρηση της θερμοκρασίας μέσα στα όρια αυτά επιτυγχάνε-

ται με κατάλληλη αυξομείωση της ποσότητας που διέρχεται από το ψυγείο του λαδιού.

Τα ψυγεία νερού και λαδιού πρέπει να καθαρίζονται εξωτερικά για να μην εισέρχεται σκόνη κλπ. μεταξύ των κυψελών και εμποδίζεται η δίοδος του αέρα. Επίσης να καθαρίζονται και τα πτερύγια ψύξεως των κυλίνδρων στους αερόψυκτους κινητήρες. Ο καθαρισμός γίνεται συνήθως με εμφύσηση πεπιεσμένου αέρα.

Κατά διαστήματα αδειάζομε το κύκλωμα του νερού ψύξεως και το πλύνομε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Το νερό του ψυγείου πρέπει να είναι κατά το δυνατόν απαλλαγμένο από άλατα ή άλλες διαλυμένες ουσίες (μαλακό νερό π.χ. βροχής ή χημικά επεξεργασμένο). Για να προλάβομε τυχόν αποθέσεις στερεών (αλάτων, σκουριάς κλπ.) στην ψυχόμενη επιφάνεια των κυλίνδρων και σε άλλα μέρη του συστήματος ψύξεως, ρίχνομε στο νερό ειδικά προσθέματα (inhibitors), που εμποδίζουν το σχηματισμό αποθέσεων και τη διάβρωση που ρυθμίζουν το pH (χαρακτηριστικό αριθμό της οξύτητας) του νερού. Υπάρχουν και ειδικά φίλτρα, που τοποθετούνται με διακλαδώσεις στο κύκλωμα ψύξεως και περιέχουν ανταλλακτικά στοιχεία με τα κατάλληλα προσθέματα.

Επίσης χρησιμοποιούνται και ορισμένες ουσίες, που εμποδίζουν τη διαρροή του νερού (stop leak compounds).

Το χειμώνα αν μείνει νερό στο σύστημα ψύξεως σε ώρες αργίας του κινητήρα, υπάρχει φόβος να παγώσει, να διασταλεί και να προκαλέσει ζημιές στον κινητήρα (ρωγμές κλπ.). Γι' αυτό τις ψυχρές ημέρες αδειάζομε το κύκλωμα του νερού, όταν διακόπτομε την εργασία (αναμένομε να κατέλθει η θερμοκρασία του κινητήρα πριν το αδειάσομε), και το γεμίζομε πάλι με χλιαρό νερό, όταν αρχίζομε ξανά την εργασία. Επίσης προσθέτομε στο νερό διάφορες αντιπηκτικές λεγόμενες ουσίες (π.χ. αιθυλονογλυκόλη κλπ.), που κατεβάζουν το σημείο πήξεώς του.

Σε περίπτωση χρησιμοποιήσεως προσθεμάτων (inhibitors) μαζί με αντιπηκτικό υγρό, εκλέγομε κατάλληλα προσθέματα, τα οποία να μη σχηματίζουν με το αντιπηκτικό επιβλαβή προϊόντα χημικών αντιδράσεων.

Άλλα μέτρα που πρέπει να λαμβάνομε κατά το βαρύ χειμώνα είναι:

- Να χρησιμοποιούμε λάδι περισσότερο λεπτόρρευστο (με μικρότερο ιξώδες), εκτός εάν έχομε ειδικό λάδι με ιξώδες σχεδόν ανεξάρτητο από τη θερμοκρασία (με μεγάλο δείκτη

- ιξώδους)· καμιά φορά στα βόρεια κλίματα, όταν επικρατεί δριμύ ψύχος, χρησιμοποιούμε και κάυσιμο με χαμηλότερο σημείο ροής (pour point) (χαμηλότερη θερμοκρασία ενάρξεως αποβολής κηρωδών συστατικών λόγω ψύχους), προερχόμενο πολλές φορές από ανάμιξη με πτητικότερα καύσιμα.
- Να αδειάζουμε συχνότερα τα αποστραγγιστικά, όπου συγκεντρώνονται τα ιζήματα και το τυχόν νερό του δοχείου και των φίλτρων καυσίμου, καθώς και τα αποστραγγιστικά των χώρων, όπου υπάρχει **και λάδι**, ώστε να μην παραμένει έστω και μικρή ποσότητα νερού, που θα ήταν ενδεχόμενο να παγώσει.
 - Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μπατάριες) πρέπει να βρίσκονται σε σχετικά θερμό μέρος και να είναι φορτισμένοι, ώστε τα υγρά τους να έχουν αρκετή πυκνότητα, η οποία τους εξασφαλίζει χαμηλότερο σημείο πήξεως.
 - Για την εκκίνηση υπό πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, οπότε το καύσιμο δεν αναφλέγεται κανονικά λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας στο τέλος της συμπιέσεως, οι κατασκευαστές εφαρμόζουν διάφορες μεθόδους: π.χ. προθέρμανση του νερού ψύξεως ή εισαγωγή στο σωλήνα αναρροφήσεως ή στο φίλτρο του αέρα ευανάφλεκτου υλικού (υδρογονανθράκων χαμηλού σημείου αναφλέξεως, αιθέρα κλπ. υπό τη μορφή νέφους): προθέρμανση του εισερχόμενου αέρα με φλόγα πετρελαίου ή με ηλεκτρική αντίσταση μέσα στο σωλήνα αναρροφήσεως· προθέρμανση του θαλάμου καύσεως, π.χ. με ηλεκτρική αντίσταση· σπανιότερα εφαρμόζουν προθέρμανση των τοιχωμάτων του κινητήρα με ατμό κλπ. Σε περιπτώσεις πολύ μεγάλου ψύχους προθερμαίνεται και το λάδι λιπάνσεως.
 - Όταν έχουμε δίκτυο διανομής πεπιεσμένου αέρα, π.χ. για έμμεσους χειρισμούς (φρένα, συμπλέκτες κλπ.), για να μην παγώσει η τυχόν υγρασία του αέρα μέσα στα σωληνάκια διανομής, ρίχνομε οινόπνευμα ή κατά προτίμηση ξυλόπνευμα σε ένα δοχείο εξατμίσεως, που επικοινωνεί με το σωλήνα αναρροφήσεως του αεροσυμπιεστή. Έτσι αναρροφούνται στο κύκλωμα του αέρα ατμοί αλκοόλης, που κατεβάζουν το σημείο πήξεως του νερού που τυχόν υπάρχει στο κύκλωμα. Το αεριοφυλάκιο του αεροσυμπιεστή πρέπει να στραγγίζεται συχνά από την τυχόν συμπυκνωμένη υγρασία.

- Όταν πρόκειται να αφήσομε τον ελκυστήρα τη νύχτα στην ύπαιθρο το χειμώνα, το στηρίζομε σε τάκους για να μην κολλήσουν οι ερπύστριες στο παγωμένο έδαφος και το σκεπάζομε με αδιάβροχο, αφού καθαρίσομε καλά τις ερπύστριες από τυχόν λάσπες, που ενδέχεται να παγώσουν.

Ιδιαίτερη προσοχή αποδίδομε στην καλή λειτουργία και στον έγκαιρο καθαρισμό των φίλτρων του αέρα, που ρυπαίνονται συχνά από τη σκόνη. Η καλή λειτουργία των φίλτρων αέρα έχει ζωτικώτατη σημασία για τον κινητήρα, γιατί, αν εισχωρήσει σκόνη από το σωλήνα εισαγωγής, τα κυριότερα μέρη του κινητήρα, (έμβολα, χιτώνια), και εφ' όσον μολυνθεί το λάδι λιπάνσεως και τα άλλα τριβόμενα μέρη του (έδρανα κλπ.), υφίστανται καλπάζουσα φθορά.

Όταν τα φίλτρα αέρα είναι με λουτρό ορυκτελαίου, προσέχομε να τηρείται σταθερή η στάθμη, όπως ορίζει ο κατασκευαστής και ανανεώνομε το ορυκτέλαιο κατά διαστήματα.

Όταν υπάρχει πολλή σκόνη, ελέγχομε και καθαρίζομε, αν χρειασθεί, και το σωλήνα εισαγωγής.

Τα ξηρά φίλτρα απαιτούν ακόμη μεγαλύτερη προσοχή κατά τη συντήρησή τους.

Ιδιαίτερη σημασία έχει, εκτός από την αυστηρή εφαρμογή των οδηγιών καθαρισμού του φίλτρου, και η επανασυναρμολόγησή του μετά το καθάρισμα ή την αντικατάσταση του στοιχείου του. Η επανασυναρμολόγηση αυτή πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, ώστε να εξασφαλίζεται τέλεια στεγανότητα στο σύστημα προσαγωγής του αέρα (σωστή τοποθέτηση και καλή κατάσταση παρεμβασμάτων, προσοχή στη μεταχείρηση του στοιχείου κλπ.).

Τα φίλτρα των αναπνευστικών της ελαιολεκάνης χρειάζονται επίσης συντήρηση (αλλαγή στοιχείου κατά τις οδηγίες).

Όταν υπάρχει μετατροπέας ροπής, προσέχομε να μην υπερθερμαίνεται. Αυτό συμβαίνει, όταν έχομε φορτία είτε πολύ μεγάλα είτε πολύ μικρά, που βρίσκονται έξω από την περιοχή του καλού βαθμού αποδόσεως του μετατροπέα. Έτσι, όταν διαπιστώσουμε π.χ. υπερθέρμανση οφειλόμενη σε μεγάλη ροπή φορτίου στον άξονα εξόδου του μετατροπέα ροπής, φέρομε το μοχλό ταχυτήτων σε μικρότερη ταχύτητα, οπότε η ροπή του φορτίου υφίσταται μεγαλύτερο υποπολλαπλασιασμό μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων (μειώνεται περισσότερο), πριν μεταβίβασθεί στον άξονα εξόδου του μετατροπέα (η ανθιστάμενη ροπή του φορτίου κατά τη μεταβίβασή της από τους τροχούς στο μετατροπέα μέσω του

συστήματος μεταδόσεως υποπολλαπλασιάζεται, γιατί ακολουθεί τον αντίστροφο δρόμο της κινητήριας ροπής, η οποία μεταβιβάζομενη από το μετατροπέα στους τροχούς πολλαπλασιάζεται).

Υπερθέρμανση του μετατροπέα είναι δυνατόν να προκαλέσει και η κακή λειτουργία του συστήματος ψύξεώς του ή τυχόν απόφραξη στις σωληνώσεις του κυκλώματος του υγρού. Επίσης η παρουσία αέρα μέσα στο υγρό, που κυκλοφορεί στο μετατροπέα ροπής. Γι' αυτό φροντίζομε να αφαιρούμε τον αέρα μέσω των οπών εξαερισμού. Άλλη αιτία υπερθερμάσεως είναι δυνατόν να είναι η ανεπάρκεια, ή αντίθετα, η περίσσεια υγρού στο κύκλωμα του μετατροπέα.

Το υγρό του μετατροπέα πρέπει να εκλέγεται κατά τις υποδείξεις του κατασκευαστή και να τηρείται καθαρό με σχολαστικότητα, γιατί διέρχεται με μεγάλη ταχύτητα από τις επιφάνειες των πτερυγίων, που έχουν υποστεί ακριβέστατη μηχανική κατεργασία και αν περιέχει έστω και ελάχιστα αιωρούμενα στερεά, φθείρει τις επιφάνειες αυτές και αλλάζει τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά. Επίσης το ακάθαρτο υγρό καταστρέφει τους στυπειοθλίπτες και τα έδρανα.

Συντήρηση χρειάζεται και το ηλεκτρικό σύστημα. Στους συσσωρευτές διατηρούμε σταθερή τη στάθμη των υγρών, συμπληρώνοντάς την, όταν χρειάζεται με απεσταγμένο νερό. Ελέγχομε επίσης το βαθμό φορτίσεως, εξετάζοντας την πυκνότητα των υγρών και συμπληρώνομε τη φόρτιση αν χρειασθεί, ελέγχομε αν οι οπές εξαερισμού είναι ανοικτές, καθαρίζομε τους ακροδέκτες και τους αλείφομε με γράσο.

Ελέγχομε τα καλώδια και τις ηλεκτρικές επαφές, καθαρίζομε το συλλέκτη και τις ψήκτρες της γεννήτριας (δυναμό), και ελέγχομε τους τομείς του συλλέκτη, μήπως παρουσιάζουν φθορές ή μήπως εξέχει το μονωτικό τους, οπότε χρειάζονται επισκευή. Επίσης ελέγχομε το βαθμό φθοράς των ψηκτρών και τις αλλάζομε αν χρειασθεί. Καθαρίζομε τα ανοίγματα διόδου του αέρα ψύξεως της δυναμογεννήτριας με εμφύσηση πεπιεσμένου αέρα.

Όπου υπάρχουν υδραυλικά συστήματα, φροντίζομε να αφαιρούμε τον τυχόν αέρα, όταν γεμίζομε πάλι το κύκλωμα του υγρού μετά από αποσυναρμολόγηση ή εκκένωση· ελέγχομε συχνά τη στεγανότητα του συστήματος, παρακολουθούμε τη στάθμη του υγρού στο ντεπόζιτο, καθαρίζομε ή αλλάζομε κατά διαστήματα τα φίλτρα.

Όταν χρησιμοποιούμε πεπιεσμένο αέρα για έμμεσους χειρισμούς, φροντίζομε για τη συντήρηση του αεροσυμπιεστή (λίπανση, αλλαγή λαδιού, καθαρισμό φίλτρων αέρα, έλεγχος βαλβίδων ασφάλειας και ρυθμιστή πιέσεως, καθαρισμός βαλβίδων κλπ.).

Οι κοχλίες και τα περικόχλια (βίδες και παξιμάδια) πρέπει να σφίγγονται με δυναμόκλειδα με τη ροπή που ορίζει ο κατασκευαστής, και να επιθεωρούνται συχνά μη τυχόν "λασκάρουν", ιδίως οι κοχλίες που στερεώνουν τα πέδιλα στα στοιχεία των ερπυστριών.

Επίσης οι αρθρώσεις, συνδέσεις κλπ. των διαφόρων μηχανισμών, και ιδίως του μηχανισμού οδηγήσεως, πρέπει να ελέγχονται συχνά.

Τα κυκλώματα υγρών (λαδιού, νερού, καυσίμου) πρέπει να παρακολουθούνται, μήπως υπάρχουν διαφυγές.

Γενική εξωτερική πλύση του ελκυστήρα και ιδιαίτερα του συστήματος κυλίσεώς του με άφθονο νερό πρέπει να γίνεται συχνά, ιδίως όταν εργαζόμαστε σε χώρους που περιέχουν σκόνη ή λάσπη.

Σε τροχοφόρους ελκυστήρες η φροντίδα και συντήρηση των λαστίχων των τροχών έχει πολύ μεγάλη σημασία. Οι κατασκευαστές αποδεικνύουν συνήθως ποια είναι τα καταλληλότερα λάστιχα για τα διάφορα εδάφη και τις διάφορες συνθήκες εργασίας, και ορίζουν τα μέγιστα βάρη, που μπορούν να υποβαστάζουν οι διάφοροι τύποι από τα λάστιχα για διάφορες πιέσεις αεροθαλάμων και διάφορες ταχύτητες (στις μεγάλες ταχύτητες τα μέγιστα βάρη είναι μικρότερα, γιατί τα λάστιχα θερμαίνονται πολύ). Τα οριακά αυτά βάρη δεν πρέπει να τα υπερβαίνομε, γιατί καταστρέφονται τα λάστιχα.

Επιθεώρηση των λαστιχένιων τροχών πρέπει να γίνεται πριν από κάθε βάρδια.

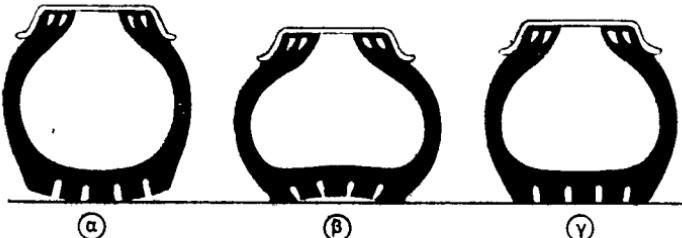
Η πίεση στους αεροθαλάμους των τροχών έχει μεγάλη σημασία και πρέπει να την ελέγχομε συχνά, εάν είναι δυνατό καθημερινά, γιατί η στεγανότητα δεν είναι απόλυτη και οι μικροδιαφυγές δεν είναι δυνατό να λείψουν. Η πίεση αυτή για τα διάφορα εδάφη και για ορισμένα φορτία και ταχύτητες πρέπει να τηρείται στις τιμές που ορίζει ο κατασκευαστής. Οποιαδήποτε παρέκκλιση από τις τιμές αυτές, είτε προς τα επάνω είτε προς τα κάτω καταστρέφει τα λάστιχα.

Πράγματι, η υπερβολική πίεση στον αεροθάλαμο τεντώνει

τα επίσωτρα εσωτερικά, δημιουργεί υπερβολική καταπόνηση στα λάστιχα και στα νήματα των λινών και μειώνει την αντοχή τους. Εκτός αυτού το υπερβολικά φουσκωμένο λάστιχο λόγω της μορφής που λαμβάνει [σχ. 3.3α (α)], παρουσιάζει μικρότερη επιφάνεια επαφής με το έδαφος. Έτσι αυξάνεται η ειδική πίεση [παράγρ. 2.5(1)] και υποχωρεί το έδαφος, όταν είναι μαλακό, ενώ η κεντρική περιφερειακή ζώνη του πέλματος φθείρεται υπερβολικά. Επίσης το πολύ φουσκωμένο λάστιχο αντί να υποχωρεί στα τυχόν εξογκώματα του εδάφους, τα υπερπηδά, μεταδίδει περισσότερες κρούσεις στους άξονες των τροχών και στο πλαίσιο και καταστρέφεται ευκολότερα από τυχόν αιχμηρά αντικείμενα. Τέλος, λόγω της μικρότερης επιφάνειας επαφής του με το έδαφος, ιδίως όταν αυτό είναι σκληρό, παρουσιάζει μικρότερη E_k και / (παράγρ. 1.4), άρα μεγαλύτερο βαθμό ολισθήσεως.

Η ανεπάρκεια πιέσεως στους αεροθαλάμους καταστρέφει επίσης τα λάστιχα. Στην περίπτωση αυτή κάθε τμήμα του επίσωτρου, όταν έρχεται σε επαφή με το έδαφος κατά την περιστροφή του, παραμορφώνεται (καθίζει) και κατόπιν ανακτά το σχήμα του. Το έργο παραμορφώσεως κατά τις αλλεπάλληλες αυτές αλλαγές σχήματος μετατρέπεται σε θερμότητα και τα λάστιχα θερμαίνονται. Αποτέλεσμα αυτού είναι να μειώνεται η αντοχή των λινών και να μαλακώνει το λάστιχο. Εξ άλλου, η επιφάνεια επαφής με το έδαφος, η οποία στην αρχή μεγαλώνει με τη μείωση της πιέσεως, όταν η πίεση μειώθει υπερβολικά, αρχίζει και αυτή να μικραίνει. Αυτό οφείλεται στο ότι το πέλμα του επίσωτρου καμπυλώνεται προς τα πάνω [σχ. 3.3α (β)], και όλο το βάρος, που υποβαστάζει το λάστιχο, παραλαμβάνεται από τις ακραίες ίνες. Έτσι έχομε αυξημένη ειδική πίεση και φθορά στις ακραίες ζώνες του πέλματος του.

Στις πολύ χαμηλές πιέσεις επίσης το λάστιχο δεν εφαρμό-



Σχ. 3.3α.

ζει σφικτά στην πλήμνη (ζάντα), με αποτέλεσμα να τρίβεται στη θέση αυτή, να θερμαίνεται και να φθείρεται.

Όταν έχομε την κανονική για το κάθε φορά φορτίο πίεση, το λαστιχένιο πέλμα πατά στο έδαφος καθ' όλο το πλάτος του [σχ. 3.3α (γ)].

Πολλές φορές προσαρμόζομε την πίεση των αεροθαλάμων ανάλογα με το έδαφος προκειμένου να επιτύχομε την ευνοϊκή τιμή, που δίνει ο κατασκευαστής για τα διάφορα είδη εδαφών. Έτσι μειώνομε π.χ. την πίεση, όταν κινούμαστε σε χαλαρά εδάφη, όπου υπάρχει κίνδυνος ολισθήσεως [παράγρ. 2.5 (1)] και την αυξάνομε όταν κινούμαστε σε δρόμους.

Με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα των αεροθαλάμων παρατηρείται αύξηση της πιέσεως του. Δεν πρέπει τότε να αφαιρούμε αέρα από τα λάστιχα, γιατί όταν αυτό επανέλθει στην κανονική του θερμοκρασία, η πίεσή του θα είναι ανεπαρκής και θα έχουμε τις δυσάρεστες συνέπειες που αναφέραμε. Αντί γι' αυτό προσπαθούμε να βρούμε και να διορθώσουμε την αιτία της αυξήσεως της θερμοκρασίας, που μπορεί να οφείλεται σε διάφορους λόγους, όπως π.χ. σε υπερβολικό φορτίο, μεγάλες ταχύτητες κλπ. Όταν ελέγχουμε την πίεση, τα λάστιχα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ψυχρά, να έχουν δηλαδή τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Οι βαλβίδες των αεροθαλάμων ελέγχονται συχνά για διαφυγές και αντικαθίστανται. Προστατεύονται με ένα κάλυμμα καλά βιδωμένο.

Άλλα μέτρα που πρέπει να λαμβάνομε για να μη φθείρονται γρήγορα τα λάστιχα, είναι: να αποφεύγομε κατά το δυνατόν τις ολισθήσεις των κινητηρίων τροχών, αποφεύγοντας τα υπερβολικά φορτία έλξεως, τα απότομα ξεκινήματα, τα απότομα φρεναρίσματα, ιδίως του ενός κινητήριου τροχού στις κλειστές στροφές. Να επιδιορθώνομε αμέσως τυχόν ρωγμές, γιατί κινδυνεύουν για επεκταθούν. Να επισκευάζομε τυχόν στρεβλωμένες πλήμνες (ζάντες) και να μην αφήνουμε λάδια, πετρέλαια ή βεγζίνη επάνω στα λάστιχα, γιατί τα μαλακώνουν και μειώνουν την αντοχή τους. Επίσης ο ήλιος βλάπτει τα λάστιχα και γι' αυτό προσέχουμε κατά το δυνατό να μην τα αφήνουμε εκτεθειμένα στην επίδραση των ακτίνων του.

Όταν τα φρένα είναι υδραυλικά, ελέγχουμε συχνά το κύκλωμα του μγρού τους (διαρροές κλπ.) και συμπληρώνουμε το μγρό όταν χρειάζεται.

Οι ερπυστριοφόροι ελκυστήρες, που χρησιμοποιούνται σε λασπώδη εδάφη, πρέπει να πλύνονται με άφθονο νερό, να λιπαίνονται δε συχνά τα άνω και κάτω ράουλα και τα έδρανα των μπροστινών τροχών τους, εκτός αν είναι διαρκούς λιπάνσεως [παράγρ. 2.5 (2)]. Όταν εργάζονται σε πολλή λάσπη ή σε νερό, η λίπανση πρέπει να γίνεται πολύ συχνότερα. Οι επιφάνειες επαφής πείρων - δακτυλιδιών δεν λιπαίνονται, γιατί το τυχόν λιπαντικό, αναμιγνυόμενο με τη σκόνη και το χώμα, που εισχωρεί στα μεταξύ των επιφανειών αυτών διάκενα, έχει διαβρωτική επίδραση και επιταχύνει τη φθορά πείρων και δακτυλιδιών.

Σύμφωνα προς τις οδηγίες του κατασκευαστή γίνεται κατά διαστήματα στο συνεργείο επισκευών αποσυναρμολόγηση, καθαρισμός και λεπτομερής εξέταση των επί μέρους τεμαχίων, τόσο του κινητήρα, όσο και των λοιπών μηχανισμών των ελκυστήρων. Αυτό γίνεται για να διαπιστωθούν και να εξουδετερωθούν τα αποτελέσματα της φθοράς [διόρθωση συναρμογών, αποκατάσταση καλής συνεργασίας μεταξύ συνεργαζομένων μερών (ζευγών γραναζιών, βαλβίδων και εδρών κλπ.) ανανέωση ανταλλακτικών τεμαχίων κλπ.].

3.4 Συντήρηση ελκυστήρα εν αργίᾳ.

Όταν ο ελκυστήρας πρόκειται να μείνει αδρανής για μεγάλο χρονικό διάστημα, λαμβάνομε ορισμένα προφυλακτικά μέτρα. Τον στεγάζομε σε χώρο κατά το δυνατό ξηρό, δροσερό, σκιερό και υπήνεμο. Προβαίνομε σε γενική επισκευή, τον καθαρίζομε και τον ελαιοχρωματίζομε. Αφαιρούμε το καύσιμό του από το δοχείο καυσίμου, τα λάδια από όλα τα κιβώτια (ελαιολεκάνη κινητήρα, κιβώτια ταχυτήτων, μειωτήρων κλπ.) και το νερό από το ψυγείο. Λιπαίνομε όσα σημεία χρειάζονται γράσο και αλείφομε με αντιδιαβρωτικό λίπος όσα μεταλλικά μέρη του δεν δεν επιδέχονται επιχρίσματα ελαιοχρώματος. Αφαιρούμε τους ψεκαστές ή τους σπινθηριστές του κινητήρα για φύλαξη, ρίχνομε από τις τρύπες τους μικρή ποσότητα ορυκτελαίου στους κυλίνδρους και στρέφομε το στροφαλοφόρο, ώστε να λιπανθούν καλά τα έμβολα και τα χιτώνια. Κατόπιν κλείνομε πάλι τις οπές των ψεκαστών ή των σπινθηριστών με ειδικά πώματα. Κάθε δύο βδομάδες περιστρέφομε το στροφαλοφόρο, αφού ανοίξομε τα πώματα, για να κατανεμηθεί το ορυκτέλαιο και στο επάνω μέρος των χιτωνίων και κατά καιρούς ρίχνομε πάλι λίγο ορυκτέλαιο στους κυλίνδρους προς αναπλήρωση των διαφυγών.

Τους ηλεκτρικούς συσσωρευτές τους στέλνομε σε εργαστήριο συντηρήσεως όπου διατηρούνται φορτισμένοι.

Τα λεπτά εξαρτήματα [καρμπυρατέρ (εξαεριωτές), μανιατό, αντλίες πετρελαίου, ψεκαστές, σπινθηριστές, γεννήτριες, φάρους, σωληνώσεις, ιμάντες κλπ.], τα φυλάσσομε σε προστατευόμενους χώρους.

Καλύπτομε το σωλήνα εξαγωγής και όλες τις ανοικτές οπές για να μην εισέρχεται υγρασία, σκόνη ή άλλα ξένα σώματα.

Τους τροχοφόρους ελκυστήρες τους στηρίζομε σε τάκους, ώστε το βάρος τους να μη στηρίζεται στους τροχούς, γιατί τα λάστιχα κάτω από τη συνεχή επίδραση των αντιδράσεων στηρίζεων στο κάτω τμήμα τους, υφίστανται μόνιμη παραμόρφωση στο τμήμα αυτό. Έτσι χάνουν το κυκλικό τους σχήμα και, όταν αρχίσουν να κυλούν περιστρέφονται εκκεντρικά, με αποτέλεσμα τη δημιουργία δονήσεων, που καταπονούν επικίνδυνα τα ημιαξόνια των τροχών και μεταδίδονται και στα υπόλοιπα μέρη του ελκυστήρα.

Μειώνομε την πίεση στους αεροθαλάμους των τροχών περίου στο μισό και περιβάλλομε τους τροχούς με χονδρό αδιάβροχο ύφασμα, ή επικαλύπτομε τα λάστιχα με ειδικό επίχρισμα για να τα προστατεύσουμε από την οξείδωση. Η σκόνη, η ζέστη, το πολύ φως, τα ρεύματα αέρα, η υγρασία, βλάπτουν τα λάστιχα. Επίσης τα ορυκτέλαια, η βενζίνη και το όζον που παράγεται κατά τις ηλεκτρικές εκκενώσεις. Γι' αυτό ο χώρος όπου αποθηκεύονται τα λάστιχα δεν πρέπει να γειτνιάζει με δοχεία (ντεπόζιτα) καυσίμων ή ορυκτελαίων, ούτε με ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, όπου εργάζονται ηλεκτροκινητήρες, ανοιγοκλείνουν διακόπτες κλπ.

Τυχός αμυχές και γενικά λύσεις της συνέχειας στα λάστιχα πρέπει να επισκευάζονται πριν από την αποθήκευση για να μην επεκταθούν.

Στους ερπυστριοφόρους χαλαρώνομε τις ερπύστριες και τοποθετούμε κάτω από τα πέδιλά τους ξύλινους τάκους.

Εάν ο χρόνος αργίας δεν προβλέπεται μεγάλος, λιπαίνομε όλα τα σημεία που έχουν ανάγκη λιπάνσεως, για να προστατευθούν από την οξείδωση και να αποφευχθεί η έλλειψη λιπάνσεως κατά η έναρξη μελλοντικής λείτουργίας και μέχρι να αποκατασταθεί η κανονική διανομή του λιπαντικού. Επίσης συμπληρώνομε τη στάθμη του λαδιού, όπου υπάρχουν ελαιολεκάνες (κάρτερ κινητήρα, κιβώτιο ταχυτήτων, κιβώτια διαφόρων γραναζιών μεταδόσεως κινήσεως) και κάθε εβδομάδα θέτομε σε λειτουργία τον

κινητήρα, ώστε να κυκλοφορήσει το λάδι και να αποκατασταθεί το λιπαντικό στρώμα μεταξύ των τριβομένων επιφανειών του, αλλά και να επαναφορτισθούν οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές.

Κάθε μήνα θέτομε σε κίνηση τον ελκυστήρα, ώστε να ανανεωθεί το λιπαντικό στρώμα στις επιφάνειες όλων των λιπαίνομένων μερών του (εδράνων, γραναζίων κλπ.). Εάν ο καιρός είναι ψυχρός αδειάζομε το ψυγείο του νερού μετά το τέλος των παραπάνω εργασιών. Το δοχείο καυσίμου το διατηρούμε απόλυτα γεμάτο με καθαρό καύσιμο για να μη μολυνθεί το καύσιμο με νερό προερχόμενο από συμπύκνωση υδρατμών του αέρα (παράγρ. 3.3). Για την αποφυγή εισόδου υδρατμών υπάρχουν και ειδικοί κρύσταλλοι (vaporphase inhibitors), που τοποθετούνται στο φίλτρο πληρώσεως του δοχείου και αφαιρούνται κατά την πλήρωσή του.

3.5 Ρυθμίσεις.

Ρυθμίζομε κατά διαστήματα και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή τον κύριο συμπλέκτη και τους τυχόν άλλους συμπλέκτες (συμπλέκτη μεταξύ προκινητήρα και κινητήρα, συμπλέκτες διευθύνσεως, τυχόν συμπλέκτες κιβωτίου ταχυτήτων κλπ.), τα φρένα, τα κωνικά γρανάζια, τα κωνικά ρουλεμάν, τα διάφορα συστήματα μοχλών χειρισμού κλπ. για να αντισταθμίσουμε τα αποτελέσματα της φθοράς.

Επίσης ρυθμίζομε κατά διαστήματα το τέντωμα (τάνυση) των ιμάντων ή αλυσίδων. Όταν οι ιμάντες είναι χαλαροί, ολισθαίνουν περισσότερο επάνω στις τροχαλίες τους και, εκτός του ότι μεταφέρουν μειωμένη ισχύ, υπερθερμαίνονται από την τριβή και φθείρονται. Όταν, αντίθετα, είναι πολύ τεντωμένοι, υφίστανται αυξημένη καταπόνηση και οι ίδιοι οι ιμάντες και τα έδρανα των τροχαλιών τους και πάλι φθείρονται. Αυτό συμβαίνει γιατί, λόγω της μεγάλης τάσεώς τους οι κάθετες δυνάμεις που οι ιμάντες ασκούν στις τροχαλίες τους είναι μεγάλες, άρα μεγάλες είναι και οι τριβές κατά τις αναπόφευκτες ολισθήσεις [παράγρ. 2.3 (1)].

Στους ερπυστριοφόρους ελκυστήρες μεγάλη σημασία έχει το τέντωμα των ερπυστριών. Οι ερπύστριες δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ τεντωμένες, ούτε πολύ χαλαρές. Όταν είναι πολύ τεντωμένες, οι τριβές μεταξύ των πείρων και των δακτυλιδιών, των άκρων των δακτυλιδιών και των στοιχείων, καθώς και μεταξύ

δακτυλιδιών και δοντιών των πίσω τροχών κατά την κύλιση της ερπύστριας, λόγω των μεγάλων καθέτων δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ των μερών αυτών, αυξάνουν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να φθείρονται ταχύτερα τα διάφορα τμήματα της ερπύστριας και του συστήματος κυλίσεως (πείροι, δακτυλίδια, στοιχεία, τροχοί). Εκτός τούτου, η μεγάλη τριβή συνεπάγεται μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, και, όταν αυξηθεί σημαντικά, μπορεί να προκαλέσει υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας των πείρων και δακτυλιδιών, με κίνδυνο να μειωθεί η σκληρότητά τους (αλλοιώση του κρυσταλλικού ιστού, η οποία εξουδετερώνει τα αποτελέσματα της κατεργασίας σκληρύνσεως).

Όταν είναι πάλι πολύ χαλαρές, έχουμε μεγάλο "παιίμο", επομένως κρούσεις και φθορές, ίδιας στους πείρους και στα δακτυλίδια. Εκτός τούτου, η ερπύστρια δεν μπορεί να διατηρηθεί ευθυγραμμισμένη και τείνει να αποσπασθεί από τους τροχούς κατά την εργασία σε ανώμαλο έδαφος ή κατά τις αλλαγές διευθύνσεως, με αποτέλεσμα πλευρικές φθορές στον πρόσθιο τροχό, στα ράουλα, στις οδοντώσεις των πίσω τροχών καθώς και στα στοιχεία της ερπύστριας. Επίσης, λόγω της χαλαρότητας, οι ερπύστριες αρχίζουν να αναπηδούν στις μεγάλες ταχύτητες προκαλούνται έτσι κρούσεις στα στοιχεία τους και στα ράουλα (ιδίως στα επάνω ράουλα και στα στηρίγματά τους), και ακανόνιστη συνεργασία μεταξύ δακτυλιδιών της ερπύστριας και δοντιών των πίσω τροχών, με αποτέλεσμα να φθείρονται και τα δύο.

Όταν εργάζονται σε αμμώδη ή λασπώδη εδάφη, οι ερπύστριες πρέπει να είναι λίγο χαλαρότερες, γιατί η λάσπη ή οι κόκκοι άμμου εισχωρούν μεταξύ των αρθρώσεων τους και αυξάνουν το τέντωμά τους.

Το τέντωμα των ερπυστριών πρέπει να ρυθμίζεται κατά καιρούς στην κανονική τιμή του (σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή) γιατί, με τη φθορά των πείρων και δακτυλιδιών κατά την εργασία, οι ερπύστριες αυξάνουν σε μήκος και επομένως χαλαρώνουν.

Στον κινητήρα κάνομε τις γνωστές ρυθμίσεις: ρυθμίζομε τα διάκενα βαλβίδων (τη χάρη δηλαδή μεταξύ ζυγομοχλών ή ωστηρίων και στελεχών των βαλβίδων, όταν οι βαλβίδες είναι κλειστές), το σφέζιμο του στυπειοθλίπτη της αντλίας νερού, την τάση των ελατηρίων των ψεκαστών κλπ.

Όταν έχουμε βενζινοκινητήρα, ελέγχουμε και ρυθμίζομε, αν χρειασθεί, και τα διάκενα των σπινθηριστών, καθώς και τα διά-

κενα των επαφών του διακόπη στο πρωτεύον κύκλωμα του πολ-
λαπλασιαστή (πλατινών).

Στο ηλεκτρικό σύστημα ρυθμίζομε, αν χρειασθεί, τους ρυθ-
μιστές τάσεως και εντάσεως.

Κατά τη συναρμολόγηση του κινητήρα μετά από επισκευή
κάνομε τους γνωστούς χρονισμούς (χρονισμό του εκκεντροφό-
ρου άξονα, χρονισμό του εκκεντροφόρου της αντλίας πετρελαίου,
χρονισμό του μανιατό για τη ρύθμιση της γωνίας προαναφλέξεως
σε βενζινοκινητήρες κλπ.), αφαιρούμε τον αέρα από το σύστημα
καυσίμου (εξαερισμό) κλπ. Και προσέχομε να γίνεται με ακρίβεια,
αν χρειασθεί, η ευθυγράμμιση των αξόνων που συνδέονται μετα-
ξύ τους με συμπλέκτες ή με συνδέσμους.

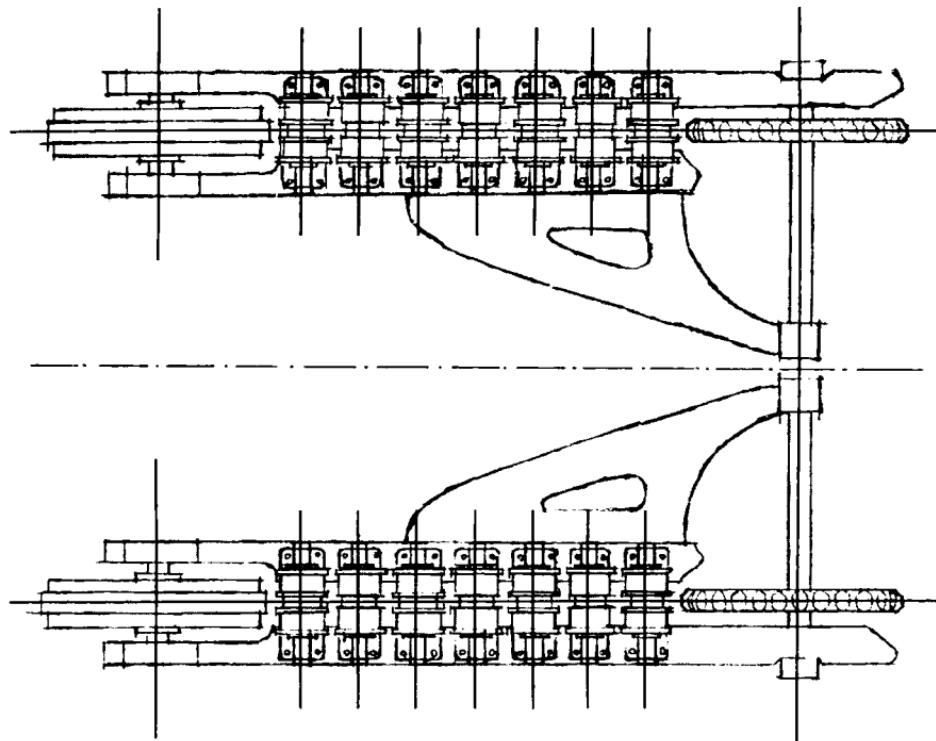
Οι κατασκευαστές δίνουν οδηγίες για τον τρόπο που γίνο-
νται οι διάφορες ρυθμίσεις.

Στους ερπυστριοφόρους ελκυστήρες ο πρόσθιος τροχός
(οδηγός ερπύστριας), οι κάτω τροχίσκοι (ράουλα) και ο πίσω
τροχός κάθε μιας ερπύστριας πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένοι
(να έχουν δηλαδή κοινό κατακόρυφο επίπεδο συμμετρίας, που
να ταυτίζεται με το επίπεδο συμμετρίας της διπλής σειράς των
στοιχείων της ερπύστριας), ώστε να απέχουν εξίσου από τις δύο
σειρές των στοιχείων, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται. Επί-
σης το κοινό επίπεδο συμμετρίας τους να είναι παράλληλο προς
το επίπεδο συμμετρίας του ελκυστήρα (σχ. 3.5α). Έτσι αποφεύ-
γεται η αυξημένη μονόπλευρη φθορά τροχών, τροχίσκων και στοι-
χείων, καθώς και η τυχόν εκτροπή των ερπυστριών προς τα δεξιά
ή αριστερά. Γι' αυτό κάθε φορά που συναρμολογούμε μια ερπύ-
στρια φροντίζομε να ευθυγραμμίζομε με τη μεγαλύτερη δυνατή
ακρίβεια τους τροχούς και τα ράουλα.

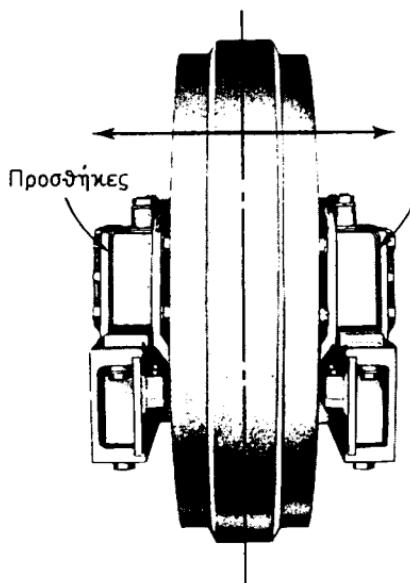
Στην ερπύστρια του σχήματος 2.5ζ, για να επιτύχομε την
ευθυγράμμιση του πρόσθιου τροχού με τα ράουλα, μεταθέτομε
λίγο τον τροχό αυτό προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά με τη
βοήθεια προσθηκών (σχ. 3.5β). Προσθήκες, χρησιμοποιούνται ε-
πίσης και για την ευθυγράμμιση του πίσω τροχού με τα ράουλα.

Σε μερικούς τύπους χρησιμοποιούνται προσθήκες για την
ευθυγράμμιση και στα άνω ράουλα.

Εκτροπή από την ευθυγράμμιση και την παραλληλία μπορεί
να προέλθει από τυχόν κάμψη του άξονα του πρόσθιου τροχού,
των βραχιόνων του διχάλου του 11 (σχ. 2.5ζ), του ελατηρίου
αποσβέσεως 7 ή του φορείου. Γι' αυτό κατά διαστήματα πρέπει
να ελέγχομε την ευθυγράμμιση και να εξακριβώνομε την αιτία
της τυχόν παρατηρούμενης εκτροπής.



Σχ. 3.5α.



Σχ. 3.5β.

Τα φορεία πρέπει να είναι παράλληλα προς το επίπεδο συμμετρίας του ελκυστήρα, γιατί τυχόν απόκλισή τους από την παραλληλία επιφέρει απόκλιση και των τροχών και των τροχίσκων.

Οι πλευρικοί προφυλακτήρες - οδηγοί πρέπει να είναι παράλληλοι προς τα φορεία.

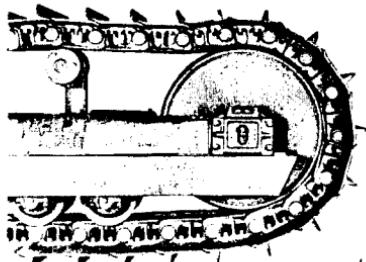
Σε μερικούς τύπους ελκυστήρων υπάρχει δυνατότητα ρυθμίσεως του ύψους του πρόσθιου τροχού (σχ. 3.5γ). Μπορούμε δηλαδή να ανυψώνουμε τον τροχό αυτό, όταν θέλομε να έχουμε μικρότερη επιφάνεια επαφής της ερπύστριας με το έδαφος στο πρόσθιο μέρος του ελκυστήρα, για να διευκολύνονται και να γίνονται με λιγότερες φθορές οι αλλαγές διευθύνσεως και να καταπονείται λιγότερο ο πρόσθιος τροχός [σχ. 3.5γ (α)]. Μπορούμε επίσης να τον κατεβάζουμε για να ελαττώσουμε την ειδική πίεση αυξάνοντας την επιφάνεια επαφής της ερπύστριας με το έδαφος (παράγρ. 2.5) ή να ενισχύσουμε την ευστάθεια του ελκυστήρα σε περιπτώσεις ανυψωμένου μετωπικού φορτίου. Π.χ. φορτωμένου μαχαιριού προωθητήρα, κάδου φορτωτή κλπ. [σχ. 3.5γ (β), (ελαττώνεται η απόσταση του κέντρου βάρους του ανυψωμένου φορτίου από τον άξονα ανατροπής $0_2 - 0_2$, παράγρ. 3.1 (1, β)]. Στην περίπτωση αυτή όμως έχουμε μεγαλύτερη φθορά στα "νύχια" των πεδίλων, ιδίως στα σκληρά εδάφη.

Στο παράδειγμα του σχήματος 3.5δ η ρύθμιση του ύψους γίνεται με συμμετρική προσθαφαίρεση προσθηκών από τις θέσεις 1.

Με τη μη συμμετρική προσθαφαίρεση των ιδίων προσθηκών, μπορούμε να επαναφέρουμε τον τροχό στην κατακόρυφη θέση, όταν παίρνει κλίση π.χ. λόγω της συμμετρικής φθοράς των επιφανειών των ολισθητήρων του.

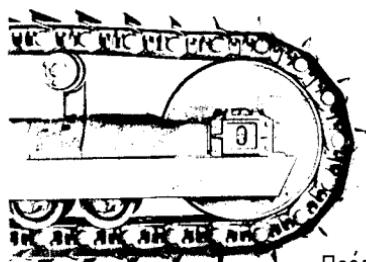
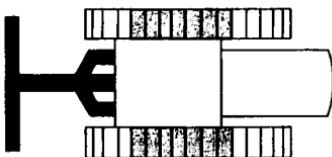
Σε τύπους όπου δεν υπάρχουν ρυθμιστικές προσθήκες, η επαναφορά του τροχού στην κατακόρυφη γίνεται με αντικατάσταση των ανταλλακτικών πλακών τριβής των ολισθητήρων του.

Πριν επανατοποθετήσουμε τα ελατήρια αποσβέσεως 7 [σχ. 2.5ζ (α) και (β)], που βρίσκονται πίσω από τους πρόσθιους τροχούς, τα συμπιέζουμε με πρέσα, ώσπου να αποκτήσουν το μήκος, επομένως και την τάση που ορίζει ο κατασκευαστής. Η δύναμη των ελατηρίων αυτών ανέρχεται πολλές φορές σε τόννους. Γι' αυτό κατά τη συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγησή τους είναι επικίνδυνα και χρειάζεται μεγάλη προσοχή, ειδικά εργαλεία και αυστηρή τήρηση των οδηγιών του κατασκευαστή.



(a)

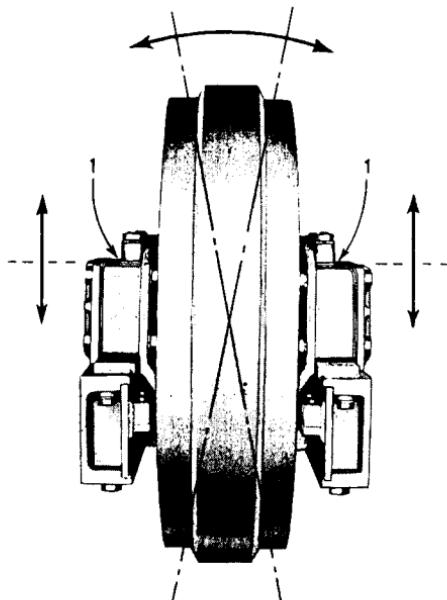
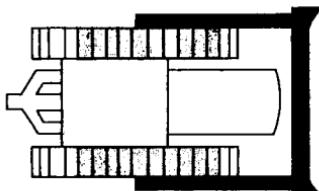
Πρόσθιος τροχός σε υψηλή θέση



(b)

Πρόσθιος τροχός σε χαμηλή θέση

Σχ. 3.5γ.



Σχ. 3.5δ.

Σε ορισμένους τύπους τροχοφόρων ελκυστήρων ρυθμίζομε τις γωνίες κλίσεως των τροχών, όπως και στα αυτοκίνητα.

3.6 Επισκευές.

Στον κινητήρα κάνομε τις γνωστές επισκευές κινητήρων. Κατά τις επισκευές αυτές πρέπει να προσέχουμε την ακρίβεια των συναρμογών και να τηρούμε τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ως προς τα μικρομετρικά στοιχεία (όρια φθορών, ανοχές κλπ.).

Αντικαθιστούμε τις επενδύσεις τριβής συμπλεκτών και φρένων, καθώς και τους τυχόν ιμάντες ή τις αλυσίδες των συστημάτων μεταδόσεως κινήσεως, όταν φθείρονται.

Αντικαθιστούμε τους λιποπροφυλακτήρες (τσιμούχες), όταν φθαρούν· λιποπροφυλακτήρες συναντούμε σε όλες τις θέσεις, από όπου υπάρχει πιθανότητα να διαφύγει λιπαντικό, π.χ. στις θέσεις όπου οι διάφοροι άξονες διατρυπούν κιβώτια γραναζιών, που περιέχουν ορυκτέλαιο, στα λιπανόμενα έδρανα κλπ.

Τα φθαρμένα τύμπανα των ταινιοφρένων διευθύνσεως μπορούμε να τα αξιοποιήσουμε, όταν η φθορά τους δεν είναι μεγάλη, κατεργαζόμενοι το τύμπανο στον τόρνο και χρησιμοποιώντας μεγαλύτερου πάχους επενδύσεις τριβής στα φρένα, που περιβάλλουν το τύμπανο.

Η φθορά λόγω τριβής μεταξύ πείρων και δακτυλιδιών δημιουργεί ένα παίξιμο. Το παίξιμο αυτό γίνεται αιτία να διαταραχθεί η ευθυγράμμιση της ερπύστριας (παράγρ. 3.5) και να προκληθούν αυξημένες φθορές σε όλα τα μέρη του συστήματος κυλίσεως. Εκτός τούτου, λόγω του δημιουργούμενου διάκενου μεταξύ πείρων και δακτυλιδιών, επιμηκύνεται η ερπύστρια και επομένως και το βήμα της (απόσταση μεταξύ αξόνων δύο διαδοχικών πείρων). Αποτέλεσμα αυτού είναι να μην ταυτίζεται πια το βήμα της με το βήμα του πίσω τροχού και να προκαλείται ιδιαίτερα έντονη φθορά των δοντιών του τροχού αυτού, καθώς και της εξωτερικής επιφάνειας των δακτυλιδιών. Γι' αυτό δεν αφήνομε το παίξιμο να προχωρήσει πέραν από ορισμένο όριο.

Επειδή η φθορά εμφανίζεται εντονότερη από τη μια πλευρά τόσο της επιφάνειας επαφής πείρων και δακτυλιδιών, όσο και της επιφάνειας επαφής δακτυλιδιών και δοντιών των πίσω τροχών, όταν η φθορά φθάσει από το μέρος της πλευράς αυτής σε ένα μέγιστο ανεκτό όριο, που ορίζει ο κατασκευαστής, αποσυναρμολογούμε την ερπύστρια και στρέφομε πείρους και δακτυλίδια

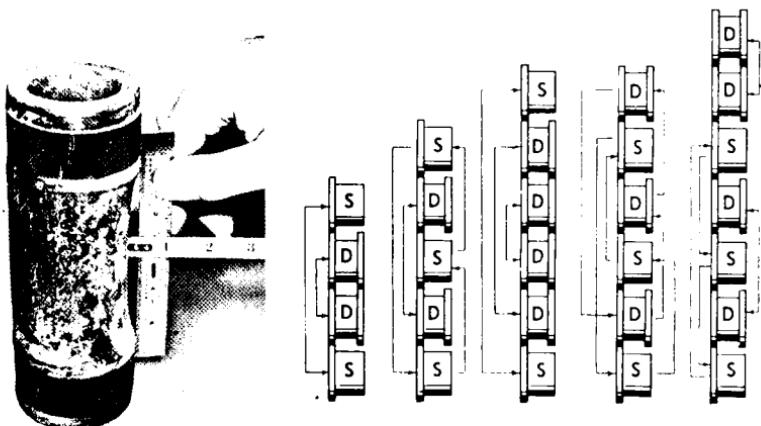
κατά 180°, ώστε τα λιγότερο φθαρμένα μέρη τους να πάρουν τη θέση των περισσότερο φθαρμένων (σχ. 3.6α). Έτσι αξιοποιούνται και τα μέρη, όπου η φθορά δεν έχει προχωρήσει. Σε περιπτώσεις όπου, μεταξύ των επιφανειών επαφής στοιχείων και δακτυλίδιών των ερπυστριών (σχ. 2.5κ), χρησιμοποιούνται δακτυλίδια προστασίας από τη σκόνη, αλλάζομε τα δακτυλίδια αυτά, όταν στρέφομε τους πείρους και τα δακτυλίδια.

Όταν η φθορά φθάσει στο μέγιστο ανεκτό όριο και από τις δύο πλευρές, αλλάζομε τα ζεύγη πείρων - δακτυλίδιών.

Επειδή όλα τα ράουλα δεν καταπονούνται εξίσου, για να κατανείμομε κατά το δυνατόν εξίσου τη φθορά τους, αλλάζομε τη θέση τους κατά διαστήματα, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.6β, ή τα μεταφέρομε από τη μια ερπύστρια στην άλλη, ή τα στρέφομε, ώστε η δεξιά π.χ. πλευρά τους να έλθει αριστερά, ανάλογα με τον εντοπισμό της παρατηρούμενης φθοράς.

Η μετάθεση αυτή είναι ιδιαίτερα απαραίτητη σε ελκυστήρες με πρόσθια εξάρτηση, όπου τα πρώτα ράουλα υφίστανται τις μεγαλύτερες δυνάμεις και φθείρονται γρηγορότερα.

Όταν τα ράουλα, τα στοιχεία, ή οι πρόσθιοι τροχοί φθαρούν μέχρις ενός ορισμένου ορίου, που καθορίζει συνήθως ο κατασκευαστής, μπορούμε να τα επαναφέρομε στις αρχικές τους διαστάσεις με αναγόμωση (γέμισμα).



Σχ. 3.6α.

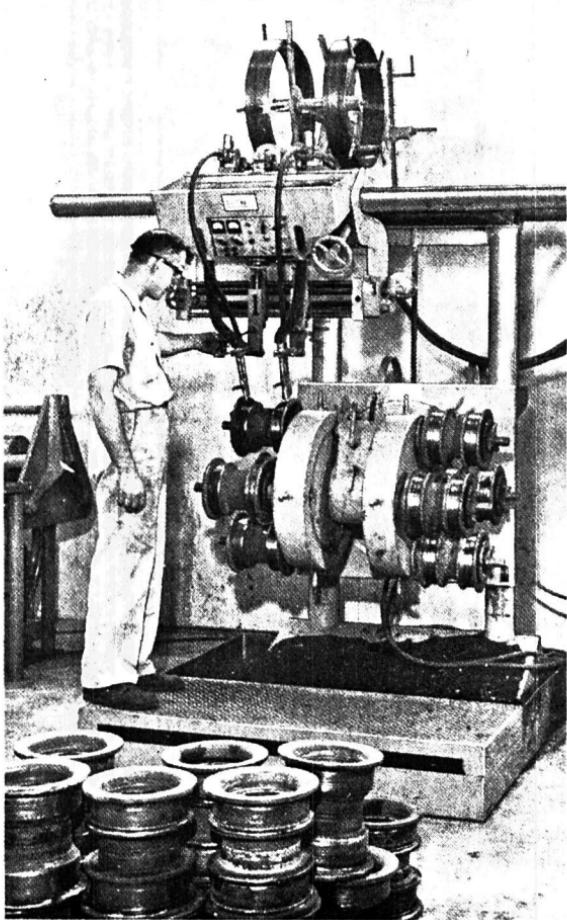
Σχ. 3.6β.

S = ράουλα με απλή φλάντζα.
D = ράουλα με διπλή φλάντζα.

Για το σκοπό αυτό αποθέτομε στην επιφάνειά τους με συγκόλληση ένα στρώμα μετάλλου χρησιμοποιώντας τα εκάστοτε κατάλληλα ηλεκτρόδια στην περίπτωση ηλεκτροαναγομώσεως ή τις κατάλληλες ράβδους, στην περίπτωση αναγομώσεως με φλόγα ασετυλίνης - οξυγόνου.

Υπάρχουν και αυτόματες μηχανές αναγομώσεως, που αποθέτουν το μέταλλο γρήγορα και ομοιόμορφα, σε πάχος που μπορούμε να ρυθμίζομε από πριν (σχ. 3.6γ).

Αναγόμωση γίνεται και στους πλευρικούς προφυλακτήρες



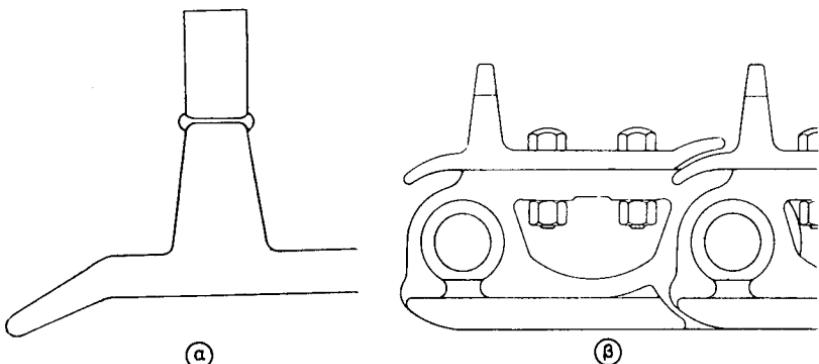
Σχ. 3.6γ.

- οδηγούς, για την αποκατάσταση του πάχους τους, όταν φθαρεί η εσωτερική τους επιφάνεια.

Ο πείρος αποσυναρμολογήσεως της ερπύστριας (κύριος πείρος) και το δακτυλίδι του ασκούν αμοιβαία μεγαλύτερη πίεση και φθείρονται ταχύτερα, γιατί η μεταξύ τους επιφάνεια επαφής είναι μικρότερη παρά στα άλλα ζεύγη πείρων - δακτυλιδιών. Από τη φθορά αυτή δημιουργείται παίξιμο, που έχει ως συνέπεια τη φθορά και των γειτονικών πείρων και δακτυλιδιών, καθώς και των δοντιών του πίσω τροχού. Γι' αυτό ο πείρος αποσυναρμολογήσεως με το δακτυλίδι του πρέπει να αντικαθίσταται συχνότερα.

Στα πέδιλα, φθείρονται συνήθως πρώτα τα "νύχια". Για να μην αχρηστεύεται ολόκληρο το πέδιλο στην περίπτωση αυτή, κόβομε τα φθαρμένα νύχια με φλόγα οξυγόνου και τα αντικαθιστούμε με συγκολλώντας τεμάχια από ράβδους με κατάλληλη διατομή [σχ. 3.6δ (α)]. Μετά τη συγκόλληση διαμορφώνομε τα áκρα του νέου "νυχιού" [σχ. 3.6δ (β)].

Τα δόντια των πίσω τροχών στους ερπυστριοφόρους ελκυστήρες παρουσιάζουν μεγαλύτερη φθορά στην επιφάνεια που βλέπει προς τα εμπρός, γιατί από την επιφάνεια αυτή μεταβιβάζεται η δύναμη στα στοιχεία της ερπύστριας. Γι' αυτό κατά διαστήματα αλλάζομε τη θέση των τροχών αυτών φέρνοντας τους δεξιά τροχούς στην αριστερή πλευρά και αντίστροφα. Με την αλλαγή αυτή οι δυνάμεις μεταβιβάζονται πια από τις λιγότερο φθαρμένες επιφάνειες των δοντιών, γιατί το πίσω μέρος των τροχών έρχεται εμπρός.



Σχ. 3.6δ.

Το σχήμα (α) είναι λεπτομέρεια του σχήματος (β).

Παρόμοια ανταλλαγή θέσεως μπορούμε να κάνομε και στις ερπύστριες, ή στους πρόσθιους τροχούς, όταν παρουσιάζουν διάφορο βαθμό φθοράς.

Όταν φθαρούν πολύ τα δόντια των οπισθίων τροχών και δεν διαθέτουμε πλήρεις ανταλλακτικούς τροχούς, μπορούμε να τους επισκευάσουμε συγκολλώντας π.χ. επάνω στη φθαρμένη επιφάνεια ελάσματα από ειδικό υλικό κατάλληλα διαμορφωμένα, ή κόβοντας με φλόγα οξυγόνου τη στεφάνη του τροχού και αντικαθιστώντας την με καινούργια. Οι λύσεις όμως αυτές που αποτελούν λύσεις ανάγκης, καλό είναι να αποφεύγονται με την έγκαιρη πρόβλεψη και εφοδιασμό των ελκυστήρων με ανταλλακτικούς τροχούς.

Όπως και σε όλες τις επισκευές, έτσι και εδώ η μέθοδος που θα ακολουθηθεί επιβάλλεται από τα ειδικά τεχνικοοικονομικά δεδομένα της κάθε περιπτώσεως.

Η αντιμετώπιση των αποτελεσμάτων της φθοράς στις διάφορες συναρμογές μεταξύ αξόνων και των εδράνων τους, γίνεται μετά από μελέτη της εκάστοτε ειδικής περιπτώσεως, με διαφόρους τρόπους. Π.χ. με ρεκτιφιάρισμα του άξονα και αντικατάσταση του διακτυλιδιού του εδράνου με αντίστοιχο μικρότερης οπής (δακτυλίδι undersize). Με επαναφορά του άξονα στις κανονικές του διαστάσεις, με αναγόμωση και ρεκτιφιάρισμα. Με τορνίρισμα των οπών, ηπό τις οποίες διέρχονται οι άξονες και αποκατάσταση της αρχικής διαμέτρου του με την εισαγωγή σφικτών διακτυλιδών, ή με συνδυασμούς των παραπάνω λύσεων.

Επίσης η αποκατάσταση των ορθών διακένων της συναρμογής εμβόλων - χιτωνίων των κυλίνδρων του κινητήρα επιτυγχάνεται κατ' αρχήν με αντικατάσταση των ελατηρίων των εμβόλων με άλλα δραστικότερα. Όταν όμως η φθορά προχωρήσει, τότε κάνομε ρεκτιφιάρισμα των κυλίνδρων και αντικαθιστούμε τα έμβολα με μεγαλύτερα (oversize).

Στους τροχοφόρους ελκυστήρες τυχόν ρωγμές στα λάστιχα πρέπει να επισκευάζονται αμέσως, γιατί επιτρέπουν στο χώμα, την υγρασία και άλλα διαβρωτικά να εισχωρούν βαθμιαία και να καταστρέφουν τα λάστιχα.

Όταν στρεβλωθεί η πλήμνη (ζάντα) ενός τροχού, την επαναφέρομε στην αρχική της κατάσταση ή την αντικαθιστούμε, γιατί υπάρχει φόβος να καταστραφεί το λάστιχο.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ

(EXCAVATORS, BAGGER, EXCAVATEURS ή PELLES)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΣΚΑΦΕΩΝ

Οι εκσκαφείς είναι μηχανήματα αυτοπρωθούμενα ή φερόμενα επάνω σε φορτηγά, εφοδιασμένα με κάδους που έχουν σκληρά δόντια ή κοπτερά χείλη. Με τους κάδους τους σκάβουν το έδαφος σε αρκετό βάθος, παραλαμβάνουν το προϊόν της εκσκαφής και το αδειάζουν σε μεταφορικά μέσα ή σε σωρούς.

Οι εκσκαφείς χρησιμοποιούνται σε κάθε είδους χωματουργικές εργασίες.

Όπως και στα άλλα χωματουργικά μηχανήματα, η ικανότητά τους χαρακτηρίζεται από την **απόδοσή** τους. **Απόδοση** καλείται ο όγκος του χώματος που σκάβουν και μετακινούν στη μονάδα του χρόνου. Ο όγκος αυτός εξαρτάται από τη **χωρητικότητα** των κάδων, από το **βαθμό πληρώσεως** τους και από τον **αριθμό των πληρώσεων**, που πραγματοποιούνται στη μονάδα του χρόνου. Συνήθως η απόδοση υπολογίζεται σε κυβικά μέτρα ανά ώρα.

Η **χωρητικότητα** των κάδων (ο κυβισμός τους) δίνεται καμιά φορά από τους κατασκευαστές ως χαρακτηριστικό στοιχείο του μεγέθους ενός εκσκαφέα.

Βαθμό πληρώσεως των κάδων καλούμε το λόγο του όγκου, που κατέχει το υλικό μέσα στον κάδο, προς τη χωρητικότητα του κάδου. Ο βαθμός πληρώσεως εξαρτάται από το είδος του εδάφους και την περιεκτικότητά του σε υγρασία. Σε εδάφη που αποτελούνται από άμμο ή μικρά χαλίκια, ο κάδος γεμίζει καλύτερα, παρά σε εδάφη κολλώδη ή σε τεμαχισμένους βράχους. Όταν το υλικό του εδάφους έχει μεγάλη γωνία φυσικής ολισθήσεως, σχηματίζεται κώνος που εξέχει πάνω από τα χείλη του κάδου, οπότε ο παραλαμβανόμενος όγκος υλικού υπερβαίνει τη χωρητικότητα

του κάδου (βαθμός πληρώσεως μεγαλύτερος από τη μονάδα). Ο βαθμός πληρώσεως εξαρτάται και από τη θέση του κάδου κατά την εκσκαφή (στις ακραίες θέσεις του χώρου δράσεως του εκσκαφέα δεν γίνεται καλή πλήρωση του κάδου).

Ο αριθμός πληρώσεων ή εκκενώσεων κάδων ανά μονάδα χρόνου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι σπουδαιότεροι από τους οποίους είναι: η ταχύτητα των μηχανισμών που ελέγχουν τις κινήσεις των κάδων, οι μηχανικές ιδιότητες του εδάφους και ιδίως η σκληρότητά του, η διαδρομή των κάδων από τη θέση εκσκαφής έως τη θέση εκφορτώσεως, η ταχύτητα εισόδου του υλικού στους κάδους και η ταχύτητα εκκενώσεώς τους. Η ταχύτητα εισόδου και η ταχύτητα εκκενώσεως εξαρτώνται από το υλικό (για κολλώδη υγρά υλικά, για κακοτεμαχισμένα βραχώδη πετρώματα, για εδάφη πετρώδη ανάμικτα με ρίζες κλπ. είναι μικρές). Επίσης έχει σημασία η τεχνική που ακολουθεί ο χειριστής, η ικανότητά του, καθώς και το εφαρμοζόμενο σύστημα εκφορτώσεως των κάδων. Το άδειασμα σε σωρούς γίνεται ταχύτερα από το άδειασμα σε οχήματα, ιδίως όταν αυτά δεν έχουν μεγάλη χωρητικότητα, γιατί καταναλώνεται χρόνος για τον εντοπισμό της εκφορτώσεως, την τακτοποίηση του υλικού μέσα στα οχήματα και την αντικατάστασή τους.

Στους εκσκαφείς με μεγάλη χωρητικότητα κάδων, οι μηχανισμοί λόγω των μεγαλυτέρων κινουμένων μαζών, κινούνται βραδύτερα και ο αριθμός πληρώσεων ανά μονάδα χρόνου είναι μικρότερος.

Κατά την εκσκαφή όλα τα είδη των εδαφών υφίστανται διόγκωση, με αποτέλεσμα ο όγκος του υλικού μέσα στους κάδους να είναι μεγαλύτερος από τον όγκο που κατείχε το ίδιο το υλικό πριν από την εκσκαφή. Η διόγκωση αυτή εξαρτάται από το είδος και τη σύσταση του εδάφους: Η άργιλος π.χ. διογκώνεται κατά την εκσκαφή περισσότερο παρά η άμμος.

Έτσι βρίσκομε μεγαλύτερη την απόδοση, αν τη μετρήσομε με βάση τον όγκο του υλικού που μεταφέρεται από τους κάδους στη μονάδα του χρόνου, παρά αν τη μετρήσομε με βάση τον όγκο που κατείχε πριν από την εκσκαφή το αφαιρούμενο στη μονάδα του χρόνου υλικό. Αυτό συμβαίνει σε όλα τα εκσκαπτικά μηχανήματα: βυθοκόρους, πρωθητήρες κλπ.

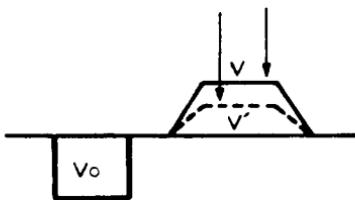
Η διαφορά $V - V_0$ (σχ. 4.1) μεταξύ των όγκων του υλικού μετά και πριν από την εκσκαφή, διαιρούμενη δια του όγκου του V_0 πριν από την εκσκαφή λέγεται **συντελεστής αρχικής διογκώσεως λόγω εκσκαφής**.

Όταν το προϊόν της εκσκαφής παραμείνει στο ύπαιθρο υπό την επίδραση των καιρικών συνθηκών, ο όγκος του αρχίζει να ελαττώνεται πάλι έως ένα σταθερό τελικό όριο (V').

Η διαφορά $V' - V_0$ (σχ. 4.1) μεταξύ του σταθερού αυτού τελικού όγκου V' και του αρχικού όγκου V_0 , διαιρούμενη δια του αρχικού όγκου V_0 , λέγεται **συντελεστής τελικής διογκώσεως**.

Οι συντελεστές αυτοί είναι χρήσιμοι, όταν θέλομε π.χ. να προβλέψουμε τη χωρητικότητα και τον αριθμό των οχημάτων, που θα απαιτηθούν για τη μεταφορά του υλικού κατά την εκσκαφή μιας ζώνης εδάφους με γνωστές διαστάσεις. Επίσης με αυτούς μπορούμε να υπολογίσουμε πόσος όγκος εδάφους πρέπει να εκσκαφεί για να σχηματισθούν π.χ. με το προϊόν της εκσκαφής αναχώματα ορισμένων τελικών διαστάσεων.

Ο Πίνακας 4.1.1 περιέχει κατά προσέγγιση τιμές των δύο παραπάνω συντελεστών για διάφορα είδη εδαφών, καθώς και του συντελεστή συστολής κατά την παραμονή στο ύπαιθρο, δηλαδή του πηλίκου της διαφοράς των όγκων $V - V'$ (σχ. 4.1) δια του όγκου V που κατείχε το υλικό αμέσως μετά την εκσκαφή.



Σχ. 4.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.1

Είδος εδάφους	Συντελεστής διογκώσεως %		Συντελεστής συστολής %
	αρχικής	τελικής	
Άμμος	10 - 15	1 - 1,5	8 - 12
Χαλίκι	15 - 20	1,5 - 2	12 - 15
Αργιλώδες έδαφος	25 - 30	4 - 6	17 - 19
Άργιλος	30 - 35	6 - 7	19 - 21
Μάργα	35 - 40	7 - 8	21 - 23
Πολύ συμπαγής άργιλος και μάργα	40 - 65	8 - 15	23 - 30
Κορήματα	30 - 40	8 - 15	17 - 18
Συμπαγής βράχος που έχει τεμαχισθεί με εκρηκτικά	40 - 65	25 - 40	10 - 15

Ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά του εκσκαφέα είναι και τα δρια του χώρου δράσεώς του, δηλαδή το **μέγιστο ύψος**, το **μέγιστο βάθος** και η **μέγιστη ακτίνα**, όπου είναι δυνατό να σκάψει ο κάδος του, καθώς και το **μέγιστο ύψος** και η **ακτίνα εκφορτώσεώς του**.

Επίσης ενδιαφέρει και το **βάρος** του εκσκαφέα, η **ανυψωτική του ικανότητα** και η **μέγιστη δύναμη**, την οποία μπορεί να ασκήσει ο κάδος του στο έδαφος.

Για τα σκληρά εδάφη (λατομεία κλπ.) χρησιμοποιούνται βαρύτεροι εκσκαφείς, ώστε να εξασφαλίζεται μεγαλύτερη σταθερότητα ως προς τη μετακίνηση ή την ανατροπή λόγω της ισχυρής αντιδράσεως του εδάφους κατά την εκσκαφή [παράγρ. 5.3 (Δ), 5.4 (Α, 1) και 5.4 (Γ, 1)].

Όταν το έδαφος είναι πολύ σκληρό και συμπαγές, όπως ο βράχος, για να χρησιμοποιηθεί εκσκαφέας πρέπει να προηγηθεί τεμαχισμός του βράχου με εκρηκτικά, ώστε να μπορούν οι κάδοι να παραλαμβάνουν το υλικό.

Οι εκσκαφείς μπορεί να είναι **περιοδικής λειτουργίας**, να εκτελούν δηλαδή ένα κύκλο εργασίας που επαλαμβάνεται περιοδικά (εκσκαφή, μεταφορά, άδειασμα), ή **συνεχούς λειτουργίας**, να σκάβουν δηλαδή συνεχώς από το ένα μέρος και να αδειάζουν τους φορτωμένους κάδους τους από το άλλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ ΠΕΡΙΟΔΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

5.1 Γενικά.

Οι εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας εκτελούν ένα περιοδικό κύκλο εργασίας, που συνίσταται στις εξής φάσεις: **εκσκαφή** και **γέμισμα** του κάδου, **μετατόπιση** του υλικού που έχει εκσκαφεί στη θέση εκφορτώσεως, **άδειασμα** και επιστροφή του κενού κάδου σε νέα θέση εκσκαφής.

Η διάρκεια του κύκλου αυτού εργασίας είναι αντίστροφα ανάλογη προς τον αριθμό πληρώσεων του κάδου ανά μονάδα χρόνου· εξαρτάται επομένως από τους ίδιους παράγοντες που καθορίζουν τον αριθμό πληρώσεων, αλλά κατ' αντίστροφη έννοια (Κεφάλ. 4). Έτσι η διάρκεια του κύκλου εργασίας αυξάνει με τη χωρητικότητα του κάδου και τη διαδρομή του από τη θέση εκσκαφής στη θέση εκφορτώσεως, κυμαίνεται δε σε μεγάλα όρια, ανάλογα με το είδος του εκσκαπτόμενου υλικού.

Οι εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας κατασκευάζονται σε μεγάλη ποικιλία ειδών και μεγεθών. Το βάρος των μεγαλυτέρων μονάδων (**γιγάντων**) υπερβαίνει τους 12.000 t. Η χωρητικότητα των κάδων τους τα 100 έως 200 m³ και η απόδοσή τους τα 4.000 - 5.000 m³/h μη διογκωμένου υλικού.

Ανάλογα με τον τρόπο μεταδόσεως της κινήσεως στα διάφορα κινούμενα μέρη του εκσκαφέα, διακρίνομε εκσκαφείς **μηχανικούς** (παράγρ. 5.3), **υδραυλικούς** (παράγρ. 5.5) και **ηλεκτρικούς** (παράγρ. 5.6).

Στους εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας κατατάσσομε και τους εκσκαφείς με κρεμαστό κάδο (παράγρ. 5.7).

5.2 Κύρια μέρη.

Τα κύρια μέρη ενός εκσκαφέα περιοδικής λειτουργίας είναι ο κινητήρας, το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως, το σκάφος, το

φορείο με το σύστημα πορείας και διευθύνσεως, η κεραία και η εξάρτηση με τον κάδο.

1) Κινητήρας.

Συνήθως υπάρχει κεντρικός κινητήρας, ο οποίος κινεί τους διάφορους μηχανισμούς του εκσκαφέα μέσω αντιστοίχων συμπλεκτών.

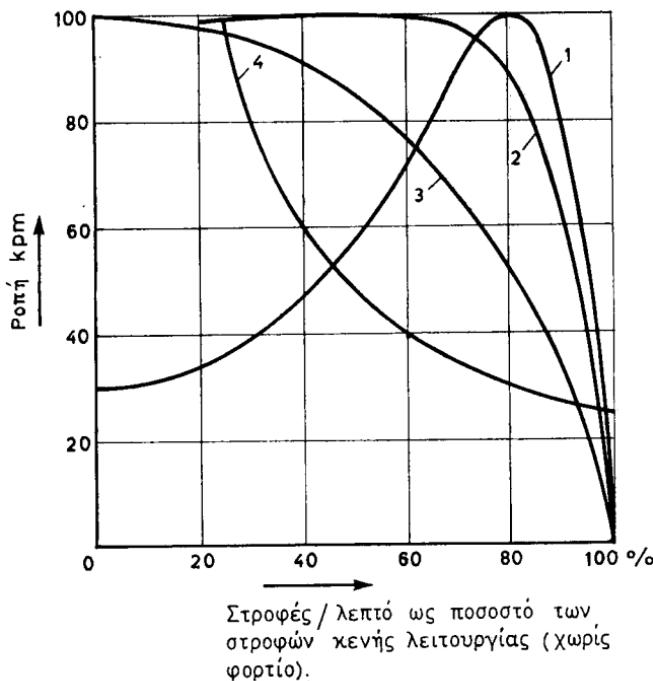
Υπάρχουν όμως και εκσκαφείς (ιδίως ηλεκτρικοί ή ντηζελοηλεκτρικοί) με περισσότερους κινητήρες, από τους οποίους ο καθένας κινεί είτε ένα μόνο μηχανισμό του εκσκαφέα είτε, μέσω συμπλεκτών εκλογής, περισσότερους μηχανισμούς εκ περιτροπής.

Ο κινητήρας είναι ως επί το πλείστον κινητήρας Diesel με ρυθμιστή μεταβλητής περιοχής στροφών (παράγρ. 2.2).

Σε εκσκαφείς, οι οποίοι εργάζονται για αρκετό διάστημα σε περιορισμένη περιοχή, σε ημιμόνιμες εγκαταστάσεις (λασμαία κλπ.), καθώς και σε υπόγειους χώρους, όπου υπάρχει ηλεκτρικό δίκτυο, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και ηλεκτρικοί κινητήρες τροφοδοτούμενοι με καλώδια από τις γραμμές του δικτύου (παράγρ. 5.6).

Όπως και στους ελκυστήρες, έτσι εφαρμόζεται και στους εκσκαφείς η **ντηζελοηλεκτρική κίνηση**. Η ντηζελοηλεκτρική κίνηση μπορεί να είναι πλήρης ή μερική. Κατά την πλήρη ο κεντρικός κινητήρας εσωτερικής καύσεως κινεί γεννήτρια, η οποία τροφοδοτεί ηλεκτροκινητήρες για όλους τους μηχανισμούς του εκσκαφέα. Κατά τη μερική η γεννήτρια τροφοδοτεί ηλεκτροκινητήρες για μερικούς μόνο μηχανισμούς του εκσκαφέα, οπότε οι υπόλοιποι διατηρούν τη μηχανική μετάδοση. Έτσι ο εκσκαφέας, χωρίς να χάσει τα πλεονεκτήματα της ηλεκτρικής κινήσεως, καθίσταται ανεξάρτητος από το ηλεκτρικό δίκτυο.

Το σχήμα 5.2 δίνει συγκριτικές καμπύλες συσχετίσεως κινητήριας ροπής και στροφών για τα κυριότερα είδη κινητήρων. Όπως φαίνεται από τις καμπύλες αυτές, ο ηλεκτροκινητήρας σειράς (καμπύλη 4) παρουσιάζει την ευρύτερη περιοχή προσαρμογής της κινητήριας ροπής προς τη ροπή του φορτίου. Δηλαδή, για όλη σχεδόν την περιοχή στροφών από 0% περίπου 100% των στροφών κενής λειτουργίας, με την αύξηση του φορτίου, η οποία επιφέρει μείωση στροφών, παρουσιάζει αύξηση της κινητήριας ροπής ως την εξίσωσή της με το φορτίο, οπότε οι στροφές σταθεροποιούνται. Αντίστροφα, με την ελάττωση του φορτίου, η οποία επιφέρει αύξηση στροφών η κινητήρια ροπή ελαττώνεται.

**Σχ. 5.2.**

1. Ασύγχρονος ηλεκτροκινητήρας.
2. Κινητήρας εσωτερικής καύσεως.
3. Κινητήρας εσωτερικής καύσεως με μετατροπέα ροπής.
4. Ηλεκτροκινητήρας σειράς.

Ο ηλεκτροκινητήρας σειράς μάλιστα παρουσιάζει υπερβολικά αυξημένη κινητήρια ροπή, όταν οι στροφές μηδενισθούν (ροπή εκκινήσεως).

Στους κινητήρες εσωτερικής καύσεως η προσαρμογή αυτή περιορίζεται στην περιοχή μεταξύ 60% και 100% των στροφών κενής λειτουργίας (καμπύλη 2). Με τη χρησιμοποίηση όμως μετατροπέα ροπής [παράγρ. 2.3 (Δ)] επιτυγχάνεται η βελτιωμένη καμπύλη 3, η οποία παρουσιάζει προσαρμογή της κινητήριας ροπής για όλο σχεδόν το εύρος στροφών από 0% έως 100% των στροφών κενής λειτουργίας.

Ο κινητήρας τοποθετείται συνήθως προς το αντίθετο μέρος του φορτίου ώστε το βάρος του να χρησιμεύει και ως αντίβαρο για την αντιστάθμιση της ροπής ανατροπής του εκσκαφέα [παράγρ. 5.3 (Δ)].

Λόγω των μεγάλων διακυμάνσεων του φορτίου κατά τη διάρκεια του κύκλου εργασίας, η ισχύς των κιγκτήρων των εκσκαφέων εκλέγεται πολύ μεγαλύτερη από τη μέση απαιτούμενη ισχύ, ώστε να αντιμετωπίζονται οι αιχμές του φορτίου.

Σε πολύ μεγάλους εκσκαφείς (**γίγαντες**) περιοδικής λειτουργίας η συνολικά διατιθέμενη ισχύς φθάνει στους 10.000 ως 12.000 PS.

2) Εξαρτήσεις.

Στο σκάφος του εκσκαφέα περιοδικής λειτουργίας προσαρμόζομε διάφορες εξαρτήσεις, ανάλογα με την εργασία που πρέπει, κάθε φορά να εκτελεσθεί. Συνήθως με μικρές τροποποιήσεις μπορούμε να αντικαθιστούμε στον ίδιο εκσκαφέα μια εξάρτηση με άλλη.

Διακρίνομε εξαρτήσεις πτύου (φτυαριού) (Σόβελ) [παράγρ. 5.4 (Α)], ανεστραμμένου πτύου (τσάπα) [παράγρ. 5.4 (Β)], συρόμενου κάδου (Ντραγκλάιν) [παράγρ. 5.4 (Γ)], αρπάγης (αχιβάδας) [παράγρ. 5.4 (Δ)], οριζόντιου αποξεστήρα [παράγρ. 5.4 (Ε)], φορτωτή σφύρας συμπυκνώσεως εδάφους κλπ.

Εκτός από τις εξαρτήσεις αυτές που προορίζονται για καθαρά χωματουργικές εργασίες μπορεί να προσαρμοσθούν στο σκάφος των εκσκαφέων και διάφορες άλλες, π.χ. εξαρτήσεις γερανού, πασσαλοπήκτη κλπ.

5.3 Μηχανικοί εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας.

Οι μηχανικοί εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας κινούνται συνήθως με κινητήρες Diesel και φέρουν μηχανικό σύστημα μεταδόσεως κινήσεως.

A. Σύστημα μεταδόσεως κινήσεως.

Αυτό περιλαμβάνει συνήθως:

α) Τον κύριο συμπλέκτη.

β) Ενδεχομένως μετατροπέα ροπής και κιβώτιο ταχυτήτων.

γ) Τους επί μέρους συμπλέκτες και τα συστήματα οδοντωτών τροχών, ιμάντων ή αλυσίδων, που μεταφέρουν την κίνηση στο μηχανισμό περιστροφής του σκάφους και στο σύστημα πορείας, και

δ) τα διάφορα βαρούλκα, που ελέγχουν τις κινήσεις της εξαρτήσεως και της κεραίας.

Ο χειρισμός των μηχανισμών σε μεγάλους εκσκαφέες είναι έμμεσος, ενισχύεται δηλαδή με τη βοήθεια υδραυλικού ή πνευματικού συστήματος (σερβομηχανισμού) [παράγρ. 2.3 (Α, 1)].

Ο κύριος συμπλέκτης είναι συνήθως συμπλέκτης τριβής. Επειδή τα φορτία των εκσκαφέων είναι κυμαίνομενα και παρουσιάζονται κρούσεις (π.χ. κατά την αλλαγή της φοράς περιστροφής του σκάφους ή κατά την απρόβλεπτη συνάντηση σκληρού υλικού κατά την εκσκαφή), χρησιμοποιείται καμιά φορά υδραυλικός σύνδεσμος [παράγρ. 2.3 (Β)].

Συχνότερα όμως χρησιμοποιείται ο μετατροπέας ροπής, ο οποίος προσαρμόζει την κινητήρια ροπή στη ροπή του εκάστοτε φορτίου, χωρίς να επηρεάζει αισθητά τη ροπή που φροντίζει τον κινητήρα [παράγρ. 2.3 (Δ)], ενώ συγχρόνως προστατεύει τον κινητήρα από τις κρούσεις.

Το κιβώτιο ταχυτήτων με δύο ως τέσσερις συνήθως ταχύτητες, επιτρέπει να μεταβάλλομε τη σχέση μεταδόσεως από τον κινητήρα στους εκάστοτε μηχανισμούς, προσαρμόζοντας κατά βαθμίδες την κινητήρια ροπή στη ροπή του φορτίου [παράγρ. 2.3 (Ε)].

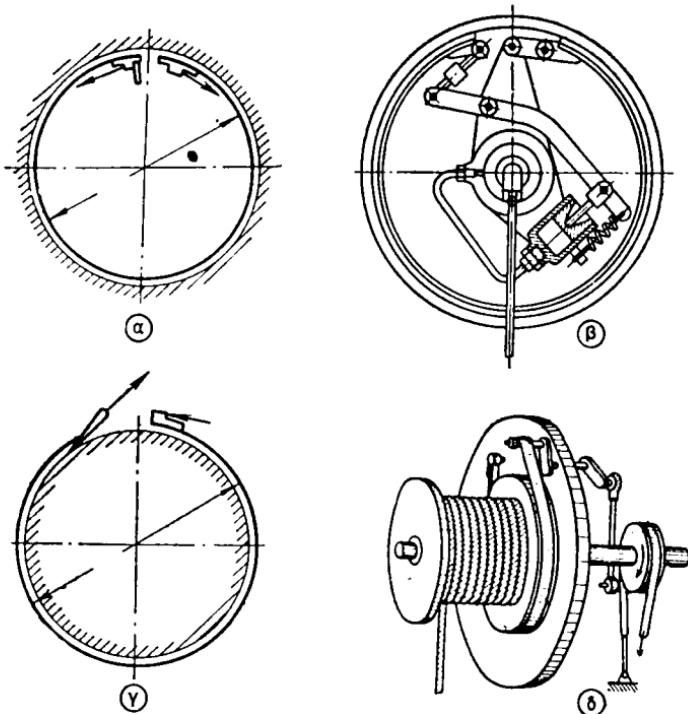
Έτσι, όταν π.χ. ο εκσκαφέας κινείται σε ανήφορο ή σκάβει σκληρά εδάφη, οπότε η ροπή του φορτίου είναι αυξημένη, χρησιμοποιούμε τις μικρές ταχύτητες, που αντιστοιχούν σε μεγαλύτερες κινητήριες ροπές. Για ελαφρότερες όμως εργασίες ή για την πορεία σε ομαλό έδαφος, χρησιμοποιούμε τις μεγαλύτερες ταχύτητες.

Οι διάφοροι επί μέρους μηχανισμοί του εκσκαφέα (βαρούλκα, σύστημα περιστροφής του σκάφους, σύστημα πορείας κλπ.) κινούνται από χωριστούς συμπλέκτες άμεσου ή έμμεσου χειρισμού [παράγρ. 2.3 (Α, 1)].

Χρησιμοποιούνται συνήθως συμπλέκτες με δόντια σφηνώσεως (jaw clutch) (σχ. 5.3ιστ και 5.3ιζ) και συμπλέκτες τριβής με δίσκους [σχ. 5.3ιε (γ)], με κώνους, με κυκλική ταινία εσωτερική [σχ. 5.3α (α) και (β) ή σπανιότερα εξωτερική [σχ. 5.3α (γ) και (δ)] ή με σιαγόνες [σχ. 5.3β (α), (β) και (γ)].

Υπάρχουν και συμπλέκτες με θαλάμους αέρα (σχ. 5.3γ).

Στους συμπλέκτες με εσωτερική ταινία ή με σιαγόνες, ο ένας από τους δύο για σύμπλεξη άξονες συνδέεται με την ταινία



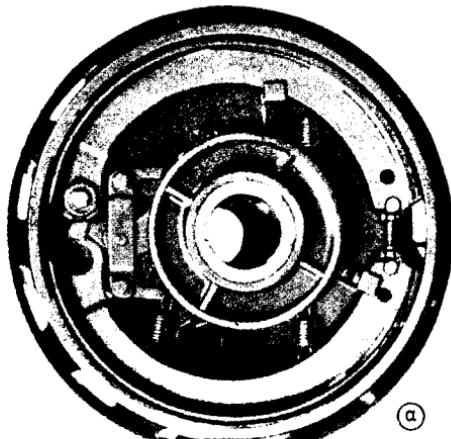
Σχ. 5.3α.

ή τις σιαγόνες τριβής και ο άλλος με μια στεφάνη, η οποία περιβάλλει την ταινία ή τις σιαγένες. Κατά το χειρισμό της συμπλέξεως η ταινία ή οι σιαγόνες πιέζονται προς τη στεφάνη, οπότε, λόγω της δημιουργούμενης τριβής, τα μέρη αυτά μαζί με τους άξονές τους, αρχίζουν να περιστρέφονται ταυτόχρονα, ως ένα σώμα.

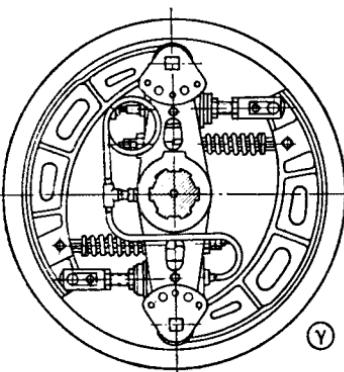
Όταν σταματήσει ο χειρισμός της συμπλέξεως, η ταινία ή οι σιαγόνες επανέρχονται με τη βοήθεια ελατηρίων στη θέση αποσυμπλέξεως απομακρυνόμενες από τη στεφάνη.

Στα βαρούλκα των εκσκαφέων συνηθισμένος είναι ο συνδυασμός συμπλέκτη με ταινία εσωτερική και φρένου με ταινία εξωτερική.

Στους συμπλέκτες με θαλάμους αέρα (σχ. 5.3γ) παρεμβάλλεται καθ' όλη την περιφέρεια μεταξύ δύο κυλινδρικών επιφανειών 1 και 2, που ανήκουν η μια στο κινητήριο και η άλλη στο παρασυρόμενο σε κίνηση σύστημα, ένας ελαστικός θάλαμος 3.



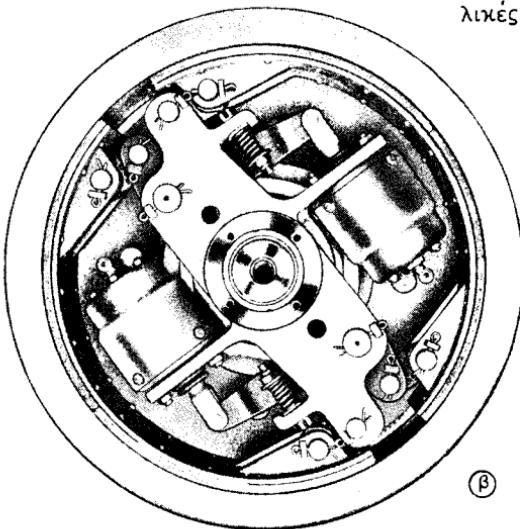
(α)



(γ)

Συμπλέκτης με σιαγόνες μηχανικές

Συμπλέκτης με σιαγόνες υδραυλικές

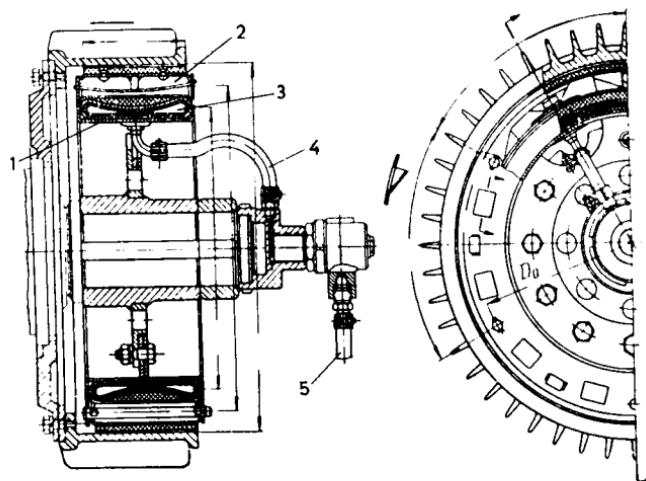


(β)

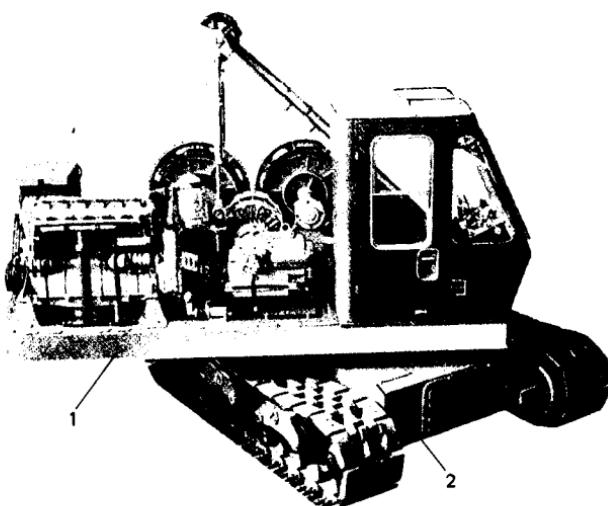
Συμπλέκτης με σιαγόνες πνευματικές

Σχ. 5.3β.

Ο θάλαμος αυτός επικοινωνεί με ένα χώρο πλήρη με πεπιεσμένο αέρα, μέσω των λαστιχένιων σωλήνων 4 και 5. Κατά τη σύμπλεξη διοχετεύεται στο λαστιχένιο θάλαμο πεπιεσμένος αέρας, οπότε τα τοιχώματά του διατείνονται και πιέζονται μεταξύ των δύο κυλινδρικών επιφανειών. Έτσι δημιουργείται η απαραίτητη τριβή για να μεταδοθεί η ροπή από το κινητήριο στο παρασυρόμενο σύστημα.



Σχ. 5.3γ.



Σχ. 5.3δ.

Για το σταμάτημα των διαφόρων μηχανισμών χρησιμοποιούνται φρένα τριβής, συνήθως με ταινίες ή με σιαγόνες.

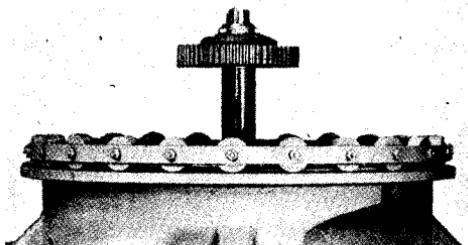
B. Σκάφος.

Το σκάφος αποτελείται από ένα στρεφόμενο συγκρότημα 1 (σχ. 5.3δ), όπου είναι εγκατεστημένα ο κινητήρας, οι μηχανισμοί

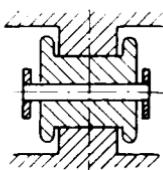
του συστήματος μεταδόσεως κινήσεως, το κάθισμα του οδηγού και το κουβούκλιο, οι μοχλοί χειρισμού, ο πίνακας ελέγχου κλπ. και όπου αρθρώνεται η κεραία με την εκάστοτε εξάρτησή της.

Το σκάφος εδράζεται στο μη περιστρεφόμενο φορείο 2 (στη βάση δηλαδή του εκσκαφέα) με τροχίσκους κυλίσεως (ράουλα) ή με ρουλεμάν, που του επιτρέπουν να περιστρέφεται περί κατακόρυφο άξονα.

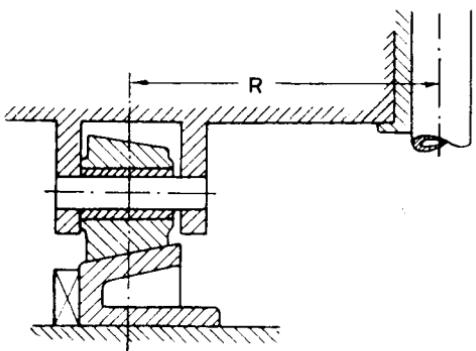
Τα ράουλα, κυλινδρικά (σχ. 5.3ε και 5.3στ) ή κωνικά (σχ. 5.3ζ), είναι περιφερειακά τοποθετημένα επάνω σε μια στεφάνη του φορείου.



Σχ. 5.3ε.



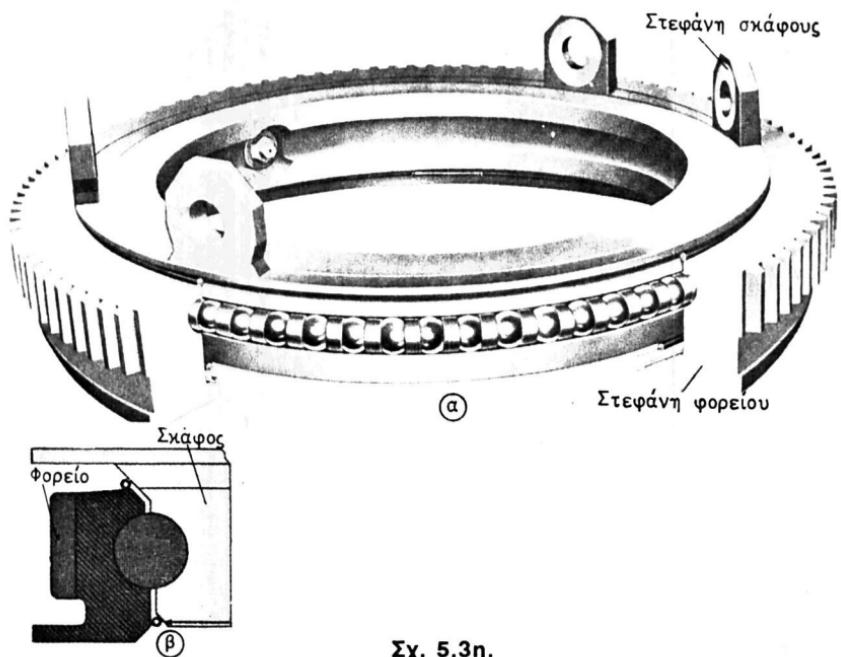
Σχ. 5.3στ.



Σχ. 5.3ζ.

Τελειότερο είναι το σύστημα εδράσεως με ωστικά σφαιρικά ρουλεμάν με απλή [σχ. 5.3η (α) και (β)] ή διπλή [σχ. 5.3θ (α) και (β)] σειρά σφαιρών. Αυτές κυλούν μεταξύ μιας περιστρεφόμενης στεφάνης του σκάφους και μιας σταθεράς του φορείου.

Στο σχήμα 5.3η οι σφαίρες του ρουλεμάν εισάγονται από



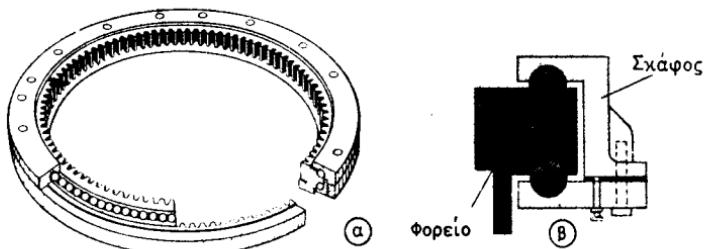
Σχ. 5.3η.

μια τρύπα στο εσωτερικό της περιστρεφόμενης στεφάνης. Μετά την τοποθέτηση των σφαιρών κλείνεται η τρύπα.

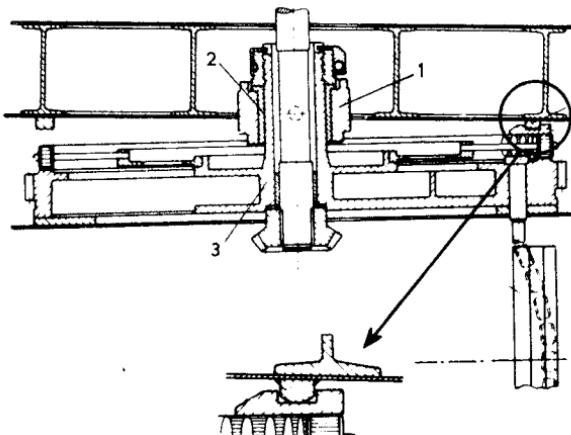
Στο σχήμα 5.3θ (β) η περιστρεφόμενη στεφάνη του σκάφους είναι διμερής, πράγμα που επιτρέπει τη συναρμολόγηση με τις σφαίρες του ρουλεμάν επί τόπου, την εύκολη αποσυναρμολόγηση για έλεγχο και τη ρύθμιση των διακένων για την αντιστάθμιση της φθοράς.

Για τη σταθεροποίηση του σκάφους ως προς τις πλευρικές μετακινήσεις και για την εξασφάλισή του από ανατροπή, υπάρχει σε μερικούς τύπους εκσκαφέων στο κάτω μέρος του σκάφους ένα δακτυλίδι 1 (σχ. 5.3ι): το δακτυλίδι αυτό είναι ομοκεντρικό με τον άξονα περιστροφής του σκάφους και μέσα από αυτό διέρχεται, με την παρεμβολή ενός δακτυλιδιού τριβής 2, ένας κοίλος οδηγός πείρος 3, στερεωμένος στο φορείο.

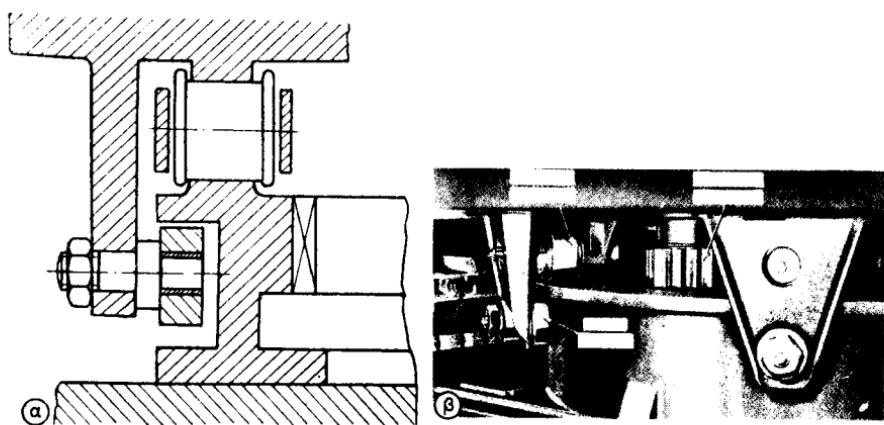
Επίσης χρησιμοποιούνται και ειδικά πλευρικά ράουλα μονά [σχ. 5.3ια (α) και (β)] ή διπλά ταλαντευόμενα (σχ. 5.3ιβ), που κυλούν στην κάτω επιφάνεια μιας προεξέχουσας στεφάνης (πατούρας) του φορείου.



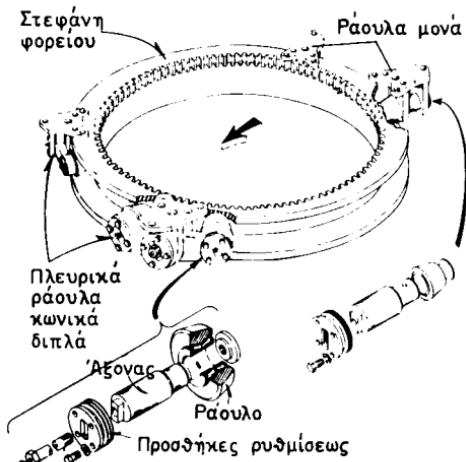
Σχ. 5.30.



Σχ. 5.31.



Σχ. 5.31α.



Σχ. 5.31β.

Σε πολλούς τύπους η σταθερότητα ως προς τις πλευρικές μετακινήσεις και ανατροπής εξασφαλίζεται από τα ίδια τα ράουλα εδράσεως, τοποθετημένα κατάλληλα (σχ. 5.31γ) οπότε δεν χρειάζονται πλευρικά ράουλα.

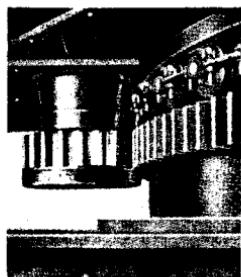
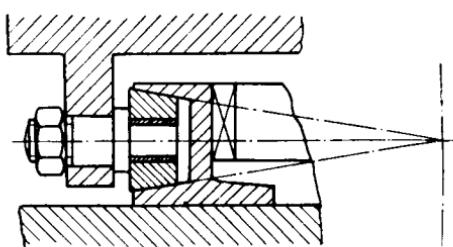
Στην περίπτωση εδράσεως με σφαιρικά ρουλεμάν (σχ. 5.3η και 5.3θ) εξασφαλίζεται ταυτόχρονα και η πλευρική στήριξη του σκάφους χάρη στις αυλακωτές τροχιές των σφαιρών. Έτσι δεν είναι απαραίτητο το δακτυλίδι με τον οδηγό πείρο, ούτε τα πλευρικά ράουλα.

Η περιστροφική κίνηση μεταδίδεται στο σκάφος από τον κινητήρα μέσω συστήματος μειώσεως στροφών και συμπλεκτών.

Συνήθως η κίνηση αυτή πραγματοποιείται με την κύλιση ενός μικρού γραναζιού του σκάφους επάνω σε μια οδοντωτή στεφάνη του φορείου, εσωτερική [σχ. 5.3θ (α) και 5.3ιβ] ή εξωτερική (σχ. 5.3η και 5.3ιδ). (Η εσωτερική στεφάνη προστατεύεται καλύτερα από τη σκόνη).

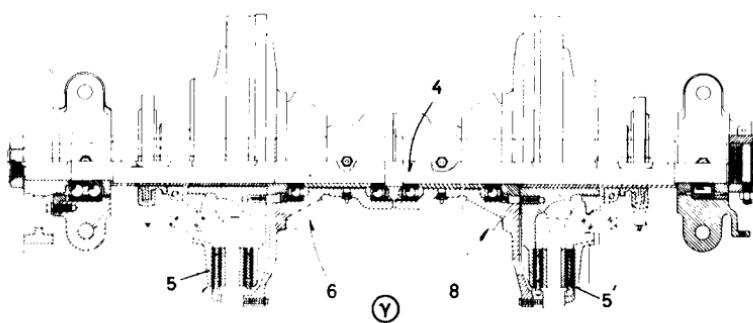
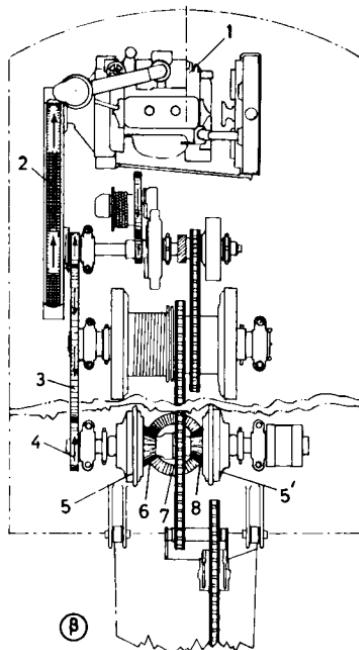
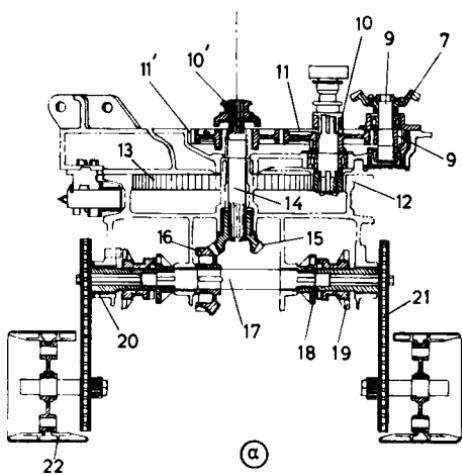
Το σχήμα 5.3ιε (α), (β) και (γ) απεικονίζει ένα παράδειγμα των μηχανισμών, που μεταδίδουν την περιστροφή στο σκάφος, και την κίνηση στο σύστημα πορείας.

Από τον κινητήρα 1 η κίνηση μεταδίδεται μέσω της αλυσίδας 2 και του συστήματος των μετωπικών γραναζιών 3 στον οριζόντιο άξονα 4. Ύστερα, μέσω ενός από τους συμπλέκτες 5 ή 5', οι οποίοι λέγονται **κεντρικοί συμπλέκτες περιστροφικής πο-**



Σχ. 5.3ιγ.

Σχ. 5.3ιδ.

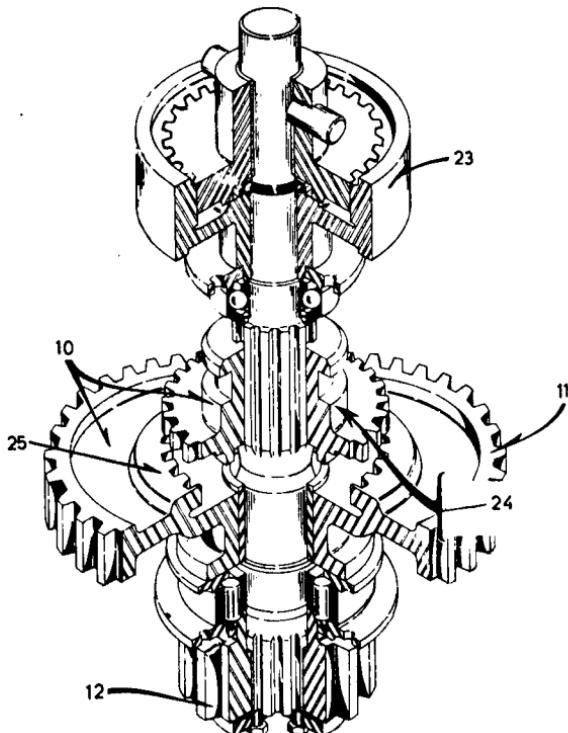


Σχ. 5.3ιε.

ρείας και του αντίστοιχου ζεύγους των κωνικών γραναζιών 6, 7, ή 8, 7 (βλέπε παρακάτω, για την αλλαγή της φοράς περιστροφής), φθάνει στον κατακόρυφο άξονα 9. Ο άξονας αυτός λέγεται **άξονας περιστροφικής - πορείας** και μέσω του σφηνωμένου στον άξονα αυτό μικρού γραναζιού 9' φθάνει στο γρανάζι 11. Η παραπέρα μετάδοση κινήσεως καθορίζεται από τη θέση του μοχλού χειρισμού των λεγομένων **συμπλεκτών εκλογής** 10 και 10'. Ο μοχλός αυτός έχει δύο θέσεις εργασίας.

Στην μια από τις δύο αυτές θέσεις εγασίας του συμπλέκει το συμπλέκτη 10, ο οποίος σφηνώνει στον άξονά του το γρανάζι 11 [σχ. 5.3ι (στ)].

Τότε η κίνηση μεταδίδεται από το γρανάζι 11 στον άξονά του, τον **κατακόρυφο άξονα της περιστροφικής**. Έτσι παρασύρεται σε περιστροφή και το σφηνωμένο στον ίδιο άξονα γρανάζι 12, το λεγόμενο **γρανάζι της περιστροφικής** το γρανάζι αυτό



Σχ. 5.3ιστ.

στηρίζεται στο σκάφος και εμπλέκεται με την εσωτερική οδόντωση της στεφάνης 13 του φορείου. Καθώς περιστρέφεται, κυλίεται επάνω στη στεφάνη 13 και παρασύρει ολόκληρο το σκάφος σε περιστροφή γύρω από τον άξονα της στεφάνης 13.

Η αλλαγή της φοράς περιστροφής επιτυγχάνεται με το σύστημα των συμπλεκτών με δίσκους τριβής 5 και 5', και των τριών κωνικών γραναζιών 6, 7, 8 ως εξής:

Στον κατακόρυφο άξονα 9, που θέλομε να έχει τη δυνατότητα αλλαγής της φοράς περιστροφής, είναι σφηνωμένο ένα κωνικό γρανάζι 7, που βρίσκεται σε μόνιμη εμπλοκή με τα δύο κωνικά γρανάζια 6 και 8, τοποθετημένα σε θέσεις εκ διαμέτρου αντίθετες.

Τα γρανάζια 6 και 8 είναι περασμένα στον οριζόντιο άξονα 4, που φέρει την κίνηση, και κάθε ένα απ' αυτά μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα ως προς τον άξονα αυτό (τρελά). Μόνον όταν συμπλέξομε τον αντίστοιχο συμπλέκτη 5 ή 5', γίνεται ένα σώμα με τον άξονα 4 και αρχίζει να περιστρέφεται μαζί του [σχ. 5.3ιε (γ)]. Έτσι, όταν συμπλέξομε το συμπλέκτη 5, ο οποίος σφηνώνει στον άξονα 4 το γρανάζι 6, το γρανάζι αυτό παίρνει κίνηση από τον άξονα 4 και αναγκάζει έτσι το γρανάζι 7, μαζί με τον κατακόρυφο άξονα 9, να περιστρέφεται κατά μια ορισμένη φορά περιστροφής, έστω π.χ. δεξιά. Όταν συμπλέξομε το συμπλέκτη 5', ο οποίος σφηνώνει στον άξονα 4 το γρανάζι 8, η μεταβίβαση της κινήσεως γίνεται μέσω του γραναζιού 8, το οποίο, λόγω της εκ διαμέτρου αντίθετης θέσεώς του ως προς το γρανάζι 6, αναγκάζει το γρανάζι 7 και μαζί του τον κατακόρυφο άξονα 9 να περιστρέφονται κατ' αντίθετη προς την προηγούμενη φορά, δηλαδή αριστερά στο παράδειγμά μας.

Στην άλλη θέση εργασίας του ο μοχλός χειρισμού των συμπλεκτών εκλογής συμπλέκει το συμπλέκτη 10', που σφηνώνει στον άξονά του το γρανάζι 11'. Τότε η κίνηση από το γρανάζι 11, μέσω του γραναζιού 11' και του άξονά του, μεταδίδεται στο σύστημα πορείας.

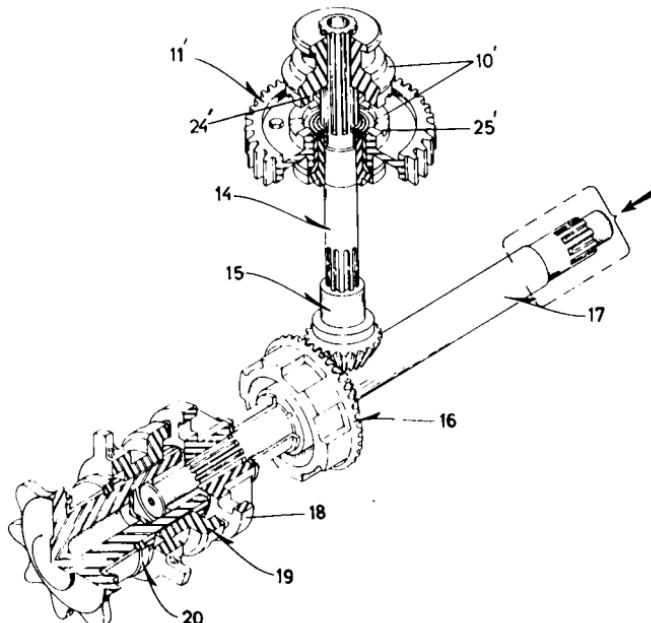
Έτσι μέσω των συμπλεκτών 10 και 10', μπορούμε να συμπλέκομε κατ' εκλογήν το σύστημα περιστροφής ή το σύστημα πορείας.

Στην ουδέτερη θέση του μοχλού των συμπλεκτών 5 και 5' αποσυμπλέκονται και οι δύο συμπλέκτες και η κίνηση δεν μεταδίδεται ούτε στο σύστημα περιστροφής ούτε στο σύστημα πορείας.

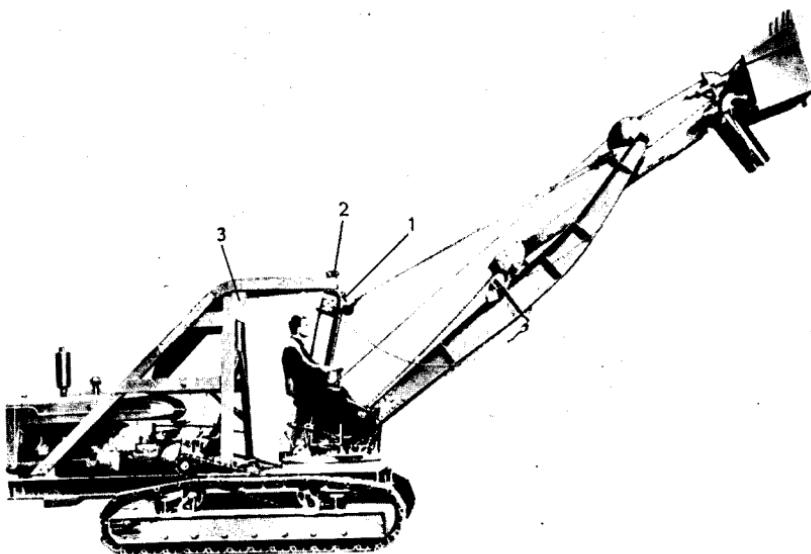
Οι συμπλέκτες εκλογής 10 και 10', επειδή συμπλέκονται και αποσυμπλέκονται εν στάσει, είναι οδοντωτού τύπου. Δηλαδή αποτελούνται από δύο οδοντωτές στεφάνες 24-25 και 24'-25' αντίστοιχα (σχ. 5.3ιστ και 5.3ιζ), μια σφηνωμένη στον άξονα και μια ενσωματωμένη στο γρανάζι που θέλομε να συμπεριστρέφεται με τον άξονα. Οι στεφάνες αυτές πλησιάζουν μεταξύ τους κατά τη σύμπλεξη ώστε οι οδοντώσεις της μιας να εισέρχονται στις οδοντώσεις της άλλης.

Οι κεντρικοί συμπλέκτες περιστροφικής - πορείας 5 και 5', που εξασφαλίζουν και την αλλαγή φοράς περιστροφής, είναι συμπλέκτες τριβής (συνήθως με δίσκους ή με κώνους), ώστε να μπορούν να συμπλέκονται και να αποσυμπλέκονται εν κινήσει.

Προς το μέρος όπου βλέπει ο χειριστής, είναι αρθρωμένη επάνω στο σκάφος η κεραία (μπούμα), ενώ προς το αντίθετο μέρος υπάρχουν ενδεχομένως αντίβαρα, που αντισταθμίζουν τη ροπή ανατροπής του εκσκαφέα [παράγρ. 5.3 (Δ)]. Τα αντίβαρα μπορούμε να τα αλλάζομε, όταν αλλάζομε την εξάρτηση του εκσκαφέα. Στην αντιστάθμιση της ροπής ανατροπής συντελεί με το βάρος του και ο κινητήρας, τοποθετούμενος σε κατάλληλη θέση.



Σχ. 5.3ιζ.



Σχ. 5.3ιη.

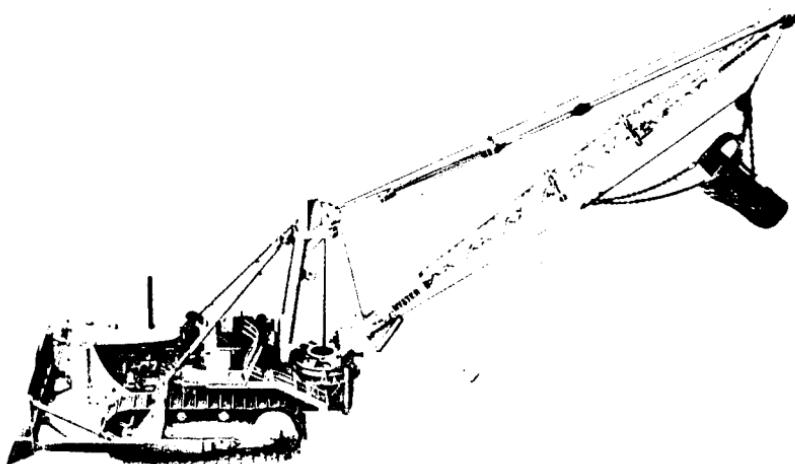
Σε μερικούς τύπους μικρών εκσκαφέων στρέφεται μέρος μόνο του σκάφους, όπου δεν περιλαμβάνεται συνήθως ο κινητήρας. Έτσι έχουμε μικρότερες περιστρεφόμενες μάζες και επομένως ταχύτερη στροφή του σκάφους. Έτσι όμως διευκολύνεται και η εργασία σε περιορισμένους χώρους. Η στροφή όμως δεν γίνεται κατά πλήρη κύκλο.

Το σχήμα 5.3ιη δείχνει εκσκαφέα αυτού του είδους.

Το περιστρεφόμενο μέρος του σκάφους περιλαμβάνει την κεραία, την εξάρτηση με τον κάδο και μια κυκλική τράπεζα, όπου βρίσκονται το κάθισμα του οδηγού, οι μοχλοί ελέγχου, τα βαρούλκα και η δοκός 1. Η δοκός αυτή φέρει την τροχαλία του συμματόσχοινου συγκρατήσεως της κεραίας και καταλήγει στο επάνω μέρος στο στροφέα 2, ο οποίος είναι ομοκεντρικός με τον άξονα περιστροφής και στρέφεται μέσα στο έδρανο επάνω στο σταθερό πλαίσιο 3.

Για μικρές εργασίες σε περιορισμένο ιδίως χώρο, υπάρχουν εκσκαφείς όπου το περιστρεφόμενο μέρος του σκάφους προσαρμόζεται στο πίσω μέρος ενός ελκυστήρα ερπυστριοφόρου (σχ. 5.3ιθ) ή τροχοφόρου.

Ο ελκυστήρας φέρει τότε συνήθως στο πρόσθιο μέρος και άλλη εξάρτηση, π.χ. μαχαίρι προωθητήρα, κάδο φορτωτή κλπ. που χρησιμοποιείται για βοηθητικές εργασίας και συγχρόνως αποτελεί αντίβαρο της εξαρτήσεως του εκσκαφέα. Τα δε βαρούλκα του εκσκαφέα και το σύστημα περιστροφής του σκάφους παίρνουν κίνηση από τον κινητήρα του ελκυστήρα.



Σχ. 5.3ιθ.

Οι εκσκαφείς επάνω σε ελκυστήρα, λόγω του μικρού βάρους των περιστρεφομένων μερών τους, έχουν πολύ σύντομο κύκλο λειτουργίας.

Δεν μπορούν όμως να κάνουν πλήρη στροφή περί κατακόρυφο άξονα (περιορίζονται συνήθως στις 180°).

Γ. Φορείο και σύστημα πορείας και διευθύνσεως.

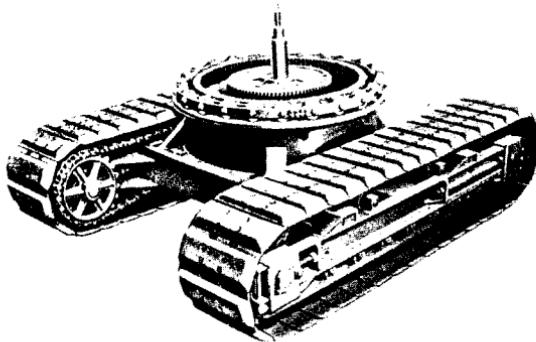
Στους αυτοπροωθούμενους εκσκαφείς το φορείο αποτελεί τη βάση, όπου στηρίζεται το σκάφος (σχ. 5.3κ), και φέρει το σύστημα πορείας (αυτοπροωθήσεως) και διευθύνσεως.

Το σύστημα πορείας είναι συνήθως με ερπύστριες ή με λαστιχένιους τροχούς, σε ορισμένες δε περιπτώσεις συναντούμε και το σύστημα βαδίσεως με βραχίονες.

Παλαιότερα εφαρμόζονταν το σύστημα κυλίσεως σε σιδηροτροχιές. Στην περίπτωση αυτή ο εκσκαφέας εκτελούσε την πρόσθετη εργασία της μεταθέσεως των σιδηροτροχιών του, κάθε φορά που η προώθησή του εξαντλούσε το μήκος τους.

1) Μετάδοση κινήσεως στο σύστημα πορείας.

Η μετάδοση κινήσεως στους κινητήριους τροχούς των ερπυστριών του εκσκαφέα του σχήματος 5.3ιε γίνεται ως εξής (σχ. 5.3ιε και 5.3ιζ):



Σχ. 5.3κ.

Από τον κατακόρυφο άξονα περιστροφικής - πορείας 9, ο οποίος όπως είδαμε παίρνει κίνηση από το κωνικό γρανάζι 7 με δυνατότητα αναστροφής της φοράς περιστροφής, η κίνηση μεταδίδεται στα γρανάζια 11 και 11' [παράγρ. 5.3 (B)].

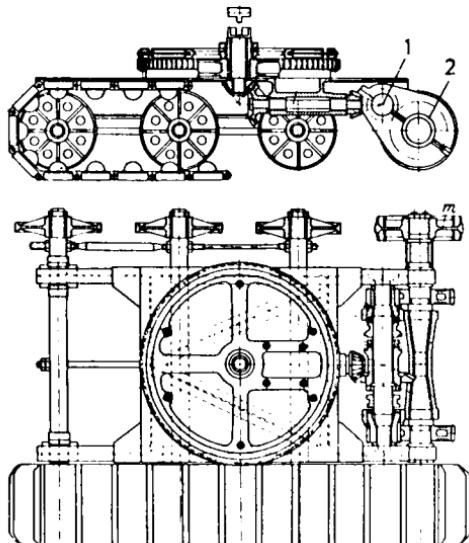
Το γρανάζι 11' είναι σφηνωμένο τώρα στον άξονά του, γιατί όταν θέλομε να εκκινήσει ο εκσκαφέας για πορεία φέρομε το μοχλό χειρισμού των συμπλεκτών εκλογής στη θέση συμπλέξεως του συμπλέκτη 10'. Έτσι μαζί με το γρανάζι 11', παρασύρεται σε περιστροφή και ο άξονάς του 14, ο λεγόμενος **κατακόρυφος άξονας πορείας**.

Από τον άξονα 14 η κίνηση μεταβιβάζεται μέσω του ζεύγους των κωνικών γραναζιών 15-16 (κορώνας-πινιόν), στον **οριζόντιο άξονα πορείας** 17 και κατόπιν, μέσω των συμπλεκτών διευθύνσεως 18-19, στα ημιαξόνια 20, για να καταλήξει, μέσω των αλυσίδων 21, που αποτελούν και τον τελικό μειωτήρα στροφών, στους κινητήριους τροχούς 22 των ερπυστριών.

Κατά την πορεία, για να αποφεύγονται τυχόν περιστροφικοί κραδασμοί του σκάφους, ασφαλίζεται το αποσυμπλεγμένο σύστημα περιστροφής με ένα ταινιόφρενο (swing lock), που εφαρμόζεται στη στεφάνη 23 (σχ. 5.3ιστ) και εμποδίζει την περιστροφή του άξονα του γραναζιού 12 της περιστροφικής.

Στο παράδειγμα του σχήματος 5.3κα η τελική μείωση στροφών γίνεται με τα γρανάζια 1 και 2, που είναι κλεισμένα σε ένα κιβώτιο.

Πολλοί εκσκαφείς δεν έχουν κοινό άξονα περιστροφής - πορείας, ούτε συμπλέκτες εκλογής, όπως ο εκσκαφέας του σχήματος 5.3ιε. Σ' αυτούς ο μηχανισμός πορείας είναι ανεξάρτητος



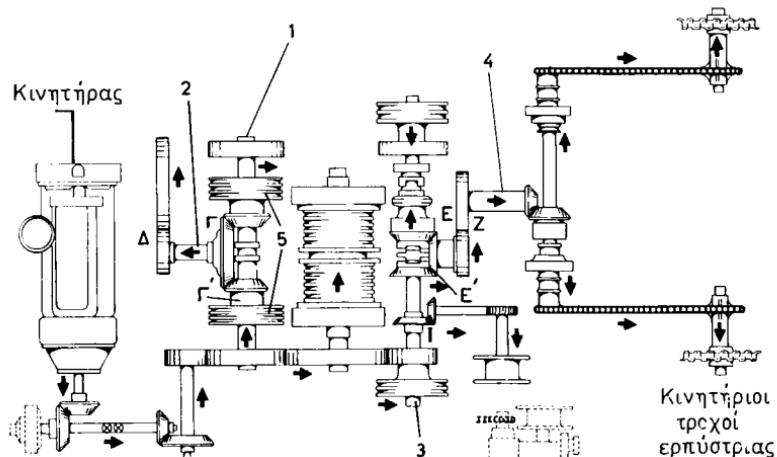
Σχ. 5.3κα.

από το μηχανισμό περιστροφής του σκάφους, με χωριστό σύστημα αλλαγής της φοράς κινήσεως.

Έτσι μπορούμε, χειριζόμενοι χωριστά τους συμπλέκτες των δύο μηχανισμών, να θέτομε σε κίνηση την περιστροφή ή την πορεία ή και τις δύο συγχρόνως κατά την επιθυμητή φορά. Αυτό επιτρέπει να στρέφομε το σκάφος δεξιά ή αριστερά και ταυτόχρονα να προχωρούμε ή να οπισθοχωρούμε, οπότε συντομεύεται η εργασία και διευκολύνεται η εκσκαφή σε περιορισμένους χώρους.

Το σχήμα 5.3κβ δείχνει σύστημα μεταδόσεως αυτού του είδους.

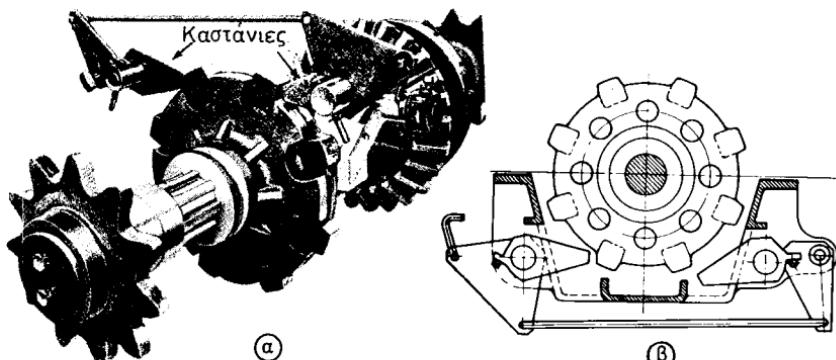
Ο áξονας 1 του μηχανισμού περιστροφής του σκάφους μεταδίδει την κίνηση, μέσω του συνδυασμού των συμπλεκτών αλλαγής της φοράς περιστροφής 5 και των κωνικών γραναζιών Γ και Γ' στον κατακόρυφο áξονα περιστροφικής 2. Στη συνέχεια, μέσω του ζεύγους Δ, η κίνηση μεταδίδεται στο γρανάζι της περιστροφικής, ενώ ο áξονας 3 του μηχανισμού πορείας τη μεταδίδει, μέσω ιδιαίτερου συνδυασμού συμπλεκτών αλλαγής της φοράς περιστροφής και κωνικών γραναζιών (Ε-Ε') στο ζεύγος Ζ και στον κατακόρυφο áξονα πορείας 4. Στη συνέχεια μεταβιβάζεται μέσω του υπόλοιπου συστήματος μεταδόσεως στους κινητήριους τροχούς της ερπύστριας.



Σχ. 5.3κβ.

Συνήθως στους ερπυστριοφόρους εκσκαφείς υπάρχει σύστημα ασφαλίσεως, που εμποδίζει τον εκσκαφέα, όταν εργάζεται να μετακινείται προς τα εμπρός, ή προς τα πίσω λόγω της αντιδράσεως που ασκεί το έδαφος στον κάδο κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, ή λόγω του βάρους του σε περίπτωση κεκλιμένου εδάφους (digging lock).

Σε μερικούς τύπους η ασφάλιση αυτή επιτυγχάνεται με δύο σφήνες (καστάνιες), οι οποίες καθώς εμπλέκονται στα δόντια του αμετάθετου τμήματος ενός από τους συμπλέκτες διευθύνσεως, εμποδίζουν την περιστροφή του οριζόντιου άξονα πορείας προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση ή και προς τις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα, ανάλογα με τη θέση του σχετικού μοχλού χειρισμού (σχ. 5.3κγ.).



Σχ. 5.3κγ.

Άλλοτε χρησιμοποιούμε για την ασφάλιση και προς τις δύο κατευθύνσεις τα δύο φρένα του συστήματος διευθύνσεως, ή ένα φρένο στον οριζόντιο άξονα πορείας.

Σε ορισμένους τύπους το σύστημα ασφαλίσεως τίθεται αυτόματα σε ενέργεια με την αποσύμπλεξη και απαγκιστρώνεται με τη σύμπλεξη του συστήματος πορείας.

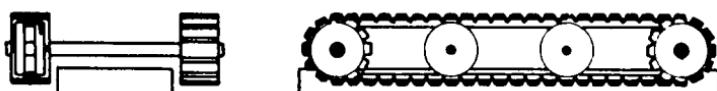
Η ασφάλιση γίνεται προς τη μια κατεύθυνση, όταν ενεργεί μόνο η αντίδραση εκσκαφής (π.χ. κατά την εκσκαφή σε οριζόντιο επίπεδο), ή όταν η αντίδραση αυτή και το βάρος ενεργούν προς την (δια) κατεύθυνση (π.χ. όταν ο εκσκαφέας εργάζεται εδραζόμενος σε κεκλιμένο επίπεδο με τον κατήφορο προς τα εμπρός, και η αντίδραση εκσκαφής διευθύνεται επίσης προς τα εμπρός). Επίσης εφαρμόζεται κατά τη στάθμευση σε κεκλιμένο επίπεδο ή κατά την πορεία σε ανήφορο, για να εμποδίζει ενδεχόμενη κύλιση του εκσκαφέα προς τον κατήφορο λόγω του βάρους του (κατά την πορεία σε ανήφορο, ο κίνδυνος εμφανίζεται, μόλις σταματήσει να ενεργεί η δύναμη προωθήσεως).

Η ασφάλιση γίνεται προς τις δύο κατευθύνσεις, όταν το βάρος και η αντίδραση εκσκαφής ενεργούν κατ' αντίθετες κατεύθυνσεις (π.χ. όταν ο εκσκαφέας εργάζεται εδραζόμενος σε κεκλιμένο επίπεδο με τον κατήφορο προς τα εμπρός και η αντίδραση εκσκαφής διευθύνεται προς τα πίσω).

2) Σύστημα πορείας με ερπύστριες.

Τα ράουλα των ερπυστριών συνδέονται με το φορείο του εκσκαφέα είτε σταθερά (σχ. 5.3κδ), είτε μέσω ελατηρίων (σχ. 5.3κε).

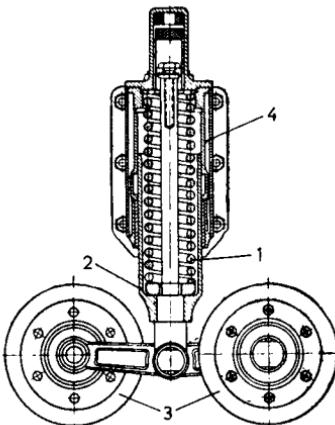
Η σύνδεση μέσω ελατηρίων απαντάται σπανιότερα και μόνο σε εκσκαφείς που προχωρούν με μεγάλες σχετικά ταχύτητες, για να μη μεταβιβάζονται από το σύστημα κυλίσεως στο φορείο και το σκάφος οι κρούσεις από τυχόν εμπόδια (λίθους κλπ.); οι κρούσεις αυτές γίνονται περισσότερο αισθητές στις μεγάλες ταχύτητες. Τα ελατήρια όμως έχουν το μειονέκτημα να προκαλούν δονήσεις κατά την εργασία, γι' αυτό και προβλέπεται διάταξη, η οποία ακινητοποιεί τα ελατήρια κατά την εργασία.



Σχ. 5.3κδ.



Σχ. 5.3κε.



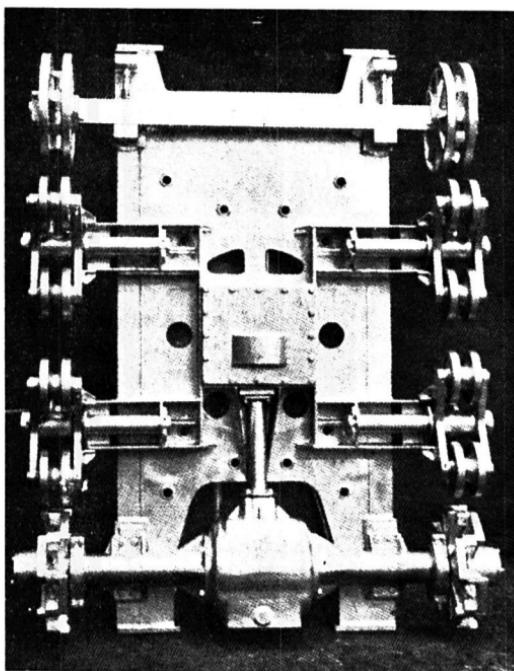
Σχ. 5.3κστ.

Στο παράδειγμα του σχήματος 5.3κστ., με τη συσπείρωση του ελατηρίου 1, ο σωλήνας 2, που συνδέεται με τα ταλαντεύομενα ράουλα 3, εισέρχεται τηλεσκοπικά στο σωλήνα 4, που συνδέεται με το φορείο. Η τάση των ελατηρίων έχει ρυθμισθεί έτσι ώστε όταν το φορτίο υπερβεί ένα ορισμένο όριο, ο σωλήνας 2 να έχει τερματίσει τη διαδρομή του μέσα στο σωλήνα 4, οπότε παύει να υφίσταται η ελαστική σύγδεση. Έτσι στα μεγάλα φορτία τα ελατήρια ακινητοποιούνται και τα ράουλα συνδέονται σταθερά με το φορείο.

Άλλοτε υπάρχουν χωριστά ράουλα, για τον επάνω και κάτω κλάδο των ερπυστριών (σχ. 5.3λα) και άλλοτε τα ίδια ράουλα κυλούν και στους δύο κλάδους της ερπύστριας (σχ. 5.3κα και 5.3κδ).

Σε μερικούς τύπους τα ράουλα τοποθετούνται κατά ζεύγη (σχ. 5.3κε, 5.3κστ, 5.3κζ), έτσι ώστε να μπορούν να ταλαντεύονται περί οριζόντιο άξονα και να παρακολουθούν τις ανωμαλίες του εδάφους.

Οι ερπύστριες μπορεί να είναι όμοιες με εκείνες των ελκυστήρων [σχ. 5.3κη (α)], [παράγρ. 2.5 (2)], όπου τα πέδιλα αλλάζουν χωρίς αποσυναρμολόγηση της ερπύστριας ή σχηματίζονται από σειρά πεδίλων που αρθρώνονται μεταξύ τους με πείρους. Στη δεύτερη περίπτωση το κάθε πέδιλο φέρει στην εσωτερική του επιφάνεια μια ή δύο προεξοχές οδηγούς (δόντια), που παρασύρονται σε κίνηση ωθούμενες από τα δόντια των κινητηρίων τροχών. Με την τοποθέτηση των πεδίλων εν σειρά, οι προεξοχές



Σχ. 5.3κζ.

αυτές σχηματίζουν ένα είδος τροχιάς, που οδηγεί τα ράουλα και τους πρόσθιους τροχούς.

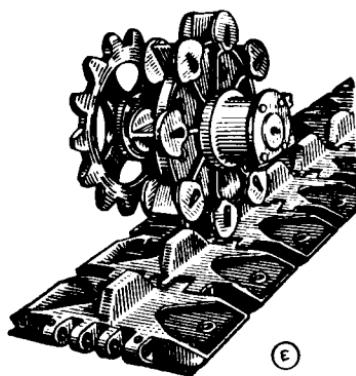
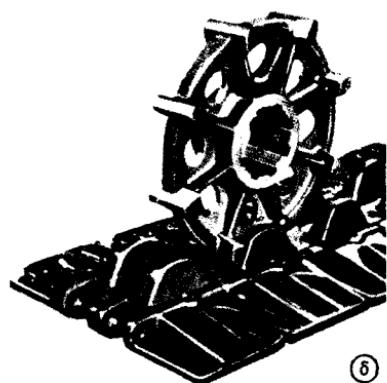
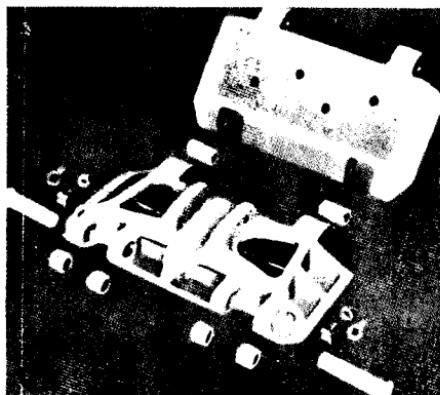
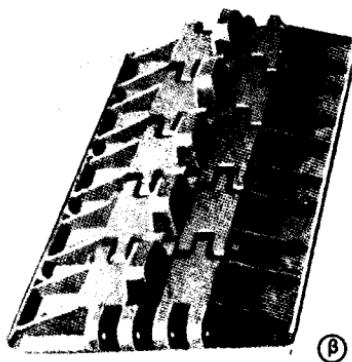
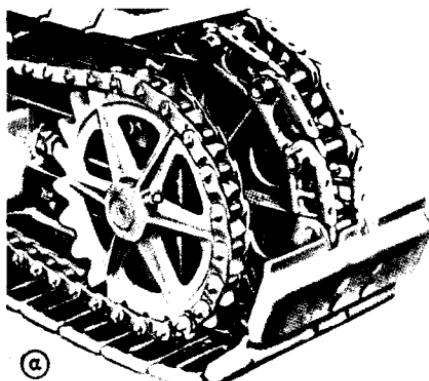
Όταν τα πέδιλα έχουν μια οδηγό προεξοχή [σχ. 5.3κη (β)], τα μεν ράουλα και οι πρόσθιοι τροχοί έχουν δύο φλάντζες, οι δε κινητήριοι τροχοί έχουν δόντια με οδηγούς [σχ. 5.3κη (ε)], ή δόντια σχήματος ζιγκ-ζαγκ (σχ. 5.3κζ), ώστε να ακουμπούν στη σειρά των οδηγών προεξοχών και από τις δύο πλευρές τους.

Όταν τα πέδιλα έχουν δύο οδηγούς προεξοχές [σχ. 5.3κη (γ), (δ)], οι κινητήριοι τροχοί έχουν δόντια με πλευρικές προεκτάσεις σαν πείρους, οι οποίες εισέρχονται στα διάκενα μεταξύ των ζευγών προεξοχών της σειράς των πεδίλων.

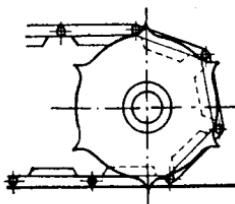
Υπάρχουν και πέδιλα με ανοίγματα, όπου εισέρχονται αντίστοιχα δόντια των κινητήριων τροχών και ωθούν τις ερπύστριες (σχ. 5.3κθ).

Μειονεκτήματά τους είναι η μείωση της αντοχής των πεδίλων λόγω των ανοιγμάτων.

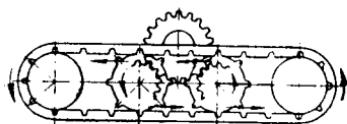
Τα πέδιλα κατασκευάζονται από χάλυβα ανθεκτικό στη φθορά (κυρίως μαγγανιούχο).



Σχ. 5.3κη.



Σχ. 5.3κθ.



Σχ. 5.3λ.

Κινητήριοι τροχοί των ερπυστριών είναι κατά κανόνα οι πίσω τροχοί. Συναντώνται όμως και περιπτώσεις με δύο κινητήριους τροχούς σε κάθε ερπύστρια, τοποθετημένους στο μέσο των ερπυστριών ο ένας πίσω από τον άλλο (σχ. 5.3λ).

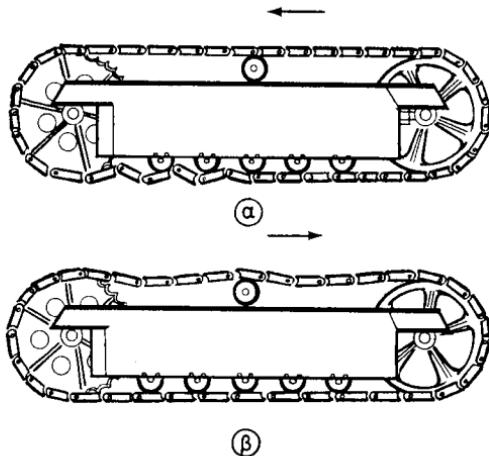
Για πολύ μαλακά εδάφη, π.χ. τα ελώδη, όπου η ειδική πίεση [παράγρ. 2.5 (1)] πρέπει να είναι πολύ μικρή για να μην υποχωρεί το έδαφος, προσπαθούμε να έχομε όσο το δυνατό μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής των ερπυστριών με το έδαφος. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε πλατύτερα πέδιλα (μέχρι 1 τ πλάτος) ή μεγάλου μήκους ερπύστριες. Πολλές φορές τοποθετούμε κάτω από τις ερπύστριες υπόστρωμα (συνήθως ξύλινο), ώστε το βάρος να κατανέμεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια.

Τα πλατιά πέδιλα όμως αυξάνουν το ολικό πλάτος του μηχανήματος και προβάλλουν μεγαλύτερη αντίσταση στις αλλαγές διευθύνσεως.

Μεγάλου μήκους ερπύστριες χρησιμοποιούμε επίσης προκειμένου να ενισχύσουμε την ευστάθεια του εκσκαφέα από ανατροπή [ελαττώνεται ο μοχλοβραχίονας α (βλ. σχ. 5.3μζ) άρα και η ροπή ανατροπής], ιδίως όταν έχομε μεγάλου μήκους κεραία. Γιατί, λόγω της μεγάλης αποστάσεως / του κάδου από τον ενδεχόμενο άξονα ανατροπής Ο', η ροπή ανατροπής είναι αυξημένη [παράγρ. 5.3 (Δ)].

Η ταχύτητα πορείας στους ερπυστριοφόρους εκσκαφείς κυμαίνεται γύρω στα 0,8 έως 1,6 km/h στις μεγάλες μονάδες και φθάνει τα 6 έως 7 km/h στις περισσότερο ευκίνητες μικρές μονάδες.

Η ειδική πίεση επάνω στο έδαφος κυμαίνεται στην περιοχή των 0,1 έως 0,3 kp/cm² για εκσκαφείς, που εργάζονται σε χαλαρά ή λασπώδη εδάφη, ενώ για εκσκαφείς που εργάζονται σε εδάφη με μεγαλύτερη αντοχή, σ' αυτήν των 0,5 έως 1,5 kp/cm² κατά την πορεία και μέχρι 2 έως 3,5 kp/cm² κατά την εργασία.

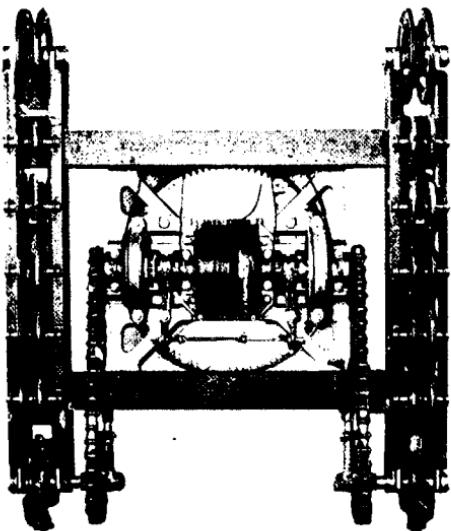


Σχ. 5.3λα.

Η ειδική πίεση μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του κύκλου εργασίας, γιατί εκτός από το βάρος του εκσκαφέα, εξαρτάται και από άλλες δυνάμεις, όπως π.χ. από την αντίδραση που ασκείται από το έδαφος στον κάδο κατά τη φάση εκσκαφής, από το βάρος του φορτίου κατά τη φάση της στροφής για εκφόρτωση και από τις δυνάμεις αδράνειας, που προκύπτουν από τις επιταχύνσεις ή επιβραδύνσεις των κινουμένων μαζών. Η κατανομή της ειδικής πίεσεως καθ' όλο το μήκος των ερπυστριών δεν είναι ομοιόμορφη.

Κατά την πορεία με ερπυστριοφόρους εκσκαφείς αποφεύγομε να κινούμαστε με την οπίσθεν, δηλαδή με τους κινητήριους τροχούς εμπρός. Πράγματι, στην περίπτωση αυτή ο κάτω κλάδος των ερπυστριών δεν είναι αρκετά τεντωμένος και τα στοιχεία του δεν βρίσκονται όλα σε ευθυγραμμία. Έτσι η τροχιά, όπου κυλούν τα κάτω ράουλα παίρνει τεθλασμένη μορφή [σχ. 5.3λα (α)], η οποία ευνοεί τη φθορά στα ράουλα και στα στοιχεία. Αντίθετα, ο επάνω κλάδος των ερπυστριών τεντώνεται υπερβολικά σε όλο το μήκος του, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται, μεγάλες καταπονήσεις, φθορές και κινδύνοι θραύσεως των μερών του (παράγρ. 3.5).

Η πορεία με τους κινητήριους τροχούς πίσω πλεονεκτεί, γιατί στην περίπτωση αυτή ο επάνω κλάδος της ερπύστριας δεν τεντώνεται πολύ, ενώ ο κάτω διατηρείται ευθύγραμμος [σχ. 5.3λα (β)].



Σχ. 5.3λβ.

Για την αλλαγή διευθύνσεως στους ερπυστριοφόρους εκσκαφείς χρησιμοποιούνται συστήματα όμοια με εκείνα των ερπυστριοφόρων ελκυστήρων (παράγρ. 2.4).

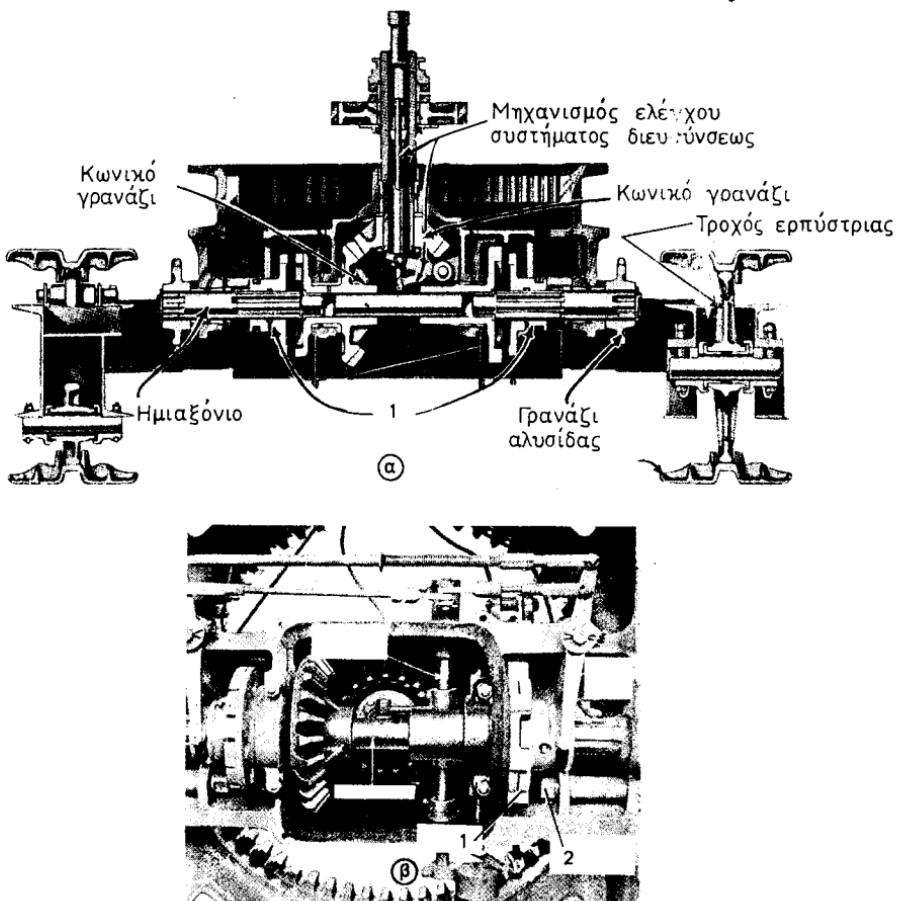
Συνηθισμένο είναι το σύστημα με χωριστούς συμπλέκτες και χωριστό χειρισμό φρένων [παράγρ. 2.4 (2)]. Οι συμπλέκτες είναι συνήθως: **τύπου τριβής** ή με **δόντια σφηνώσεως**. Οι τελευταίοι χρησιμοποιούνται σε βραδυκίνητους εκσκαφείς και τους χειριζόμαστε μόνο εν στάσει. Στα παραδείγματα των οχημάτων 5.3λβ και 5.3λγ οι συμπλέκτες είναι με δόντια σφηνώσεως.

Όταν θέλομε ανοικτή στροφή, αρκούμαστε στην αποσύμπλεξη του ενός από τους δύο συμπλέκτες, ενώ όταν θέλομε κλειστή στροφή, αποσυμπλέκομε και συγχρόνως φρενάρομε το ημιαξόνιο που έχει αποσυμπλεχθεί.

Στο παράδειγμα του σχήματος 5.3λβ, για να φρενάρομε το ένα ημιαξόνιο σφίγγομε το αντίστοιχο φρένο τριβής.

Στο παράδειγμα του σχήματος 5.3λγ, όπου δεν υπάρχουν φρένα τριβής, για να ακινητοποιήσομε το ένα ημιαξόνιο, σφηνώνομε μετά την αποσύμπλεξη το μεταθετό τμήμα 1 του αντίστοιχου συμπλέκτη διευθύνσεως (το στρεφόμενο με το ημιαξόνιο) σε ένα σταθερό πείρο 2, που βρίσκεται στο πλαίσιο του φορείου.

Αν θέλομε να σταματήσομε απότομα την πορεία χωρίς αλλαγή διευθύνσεως, αναστρέφομε την κίνηση με τον αντίστοιχο



Σχ. 5.3λγ.

από τους κεντρικούς συμπλέκτες **περιστροφικής - πορείας**, οι οποίοι είναι συνήθως συμπλέκτες τριβής [παράγρ. 5.3 (B)].

Στους εκσκαφείς ο μηχανισμός συμπλεκτών και φρένων διευθύνσεως είναι συνήθως ενιαίος και ελέγχεται με τους εξής δύο τρόπους:

a) Με ένα κοινό μοχλό χειρισμού, του οποίου οι θέσεις αντιστοιχούν: σε **σύμπλεξη** και των δύο συμπλεκτών (ευθύγραμμη πορεία)· σε **απλή αποσύμπλεξη** του ενός ή του άλλου συμπλέκτη (ανοικτή στροφή)· σε **αποσύμπλεξη** του ενός ή του άλλου συμπλέκτη με ισχυρότερο ή ασθενέστερο φρενάρισμα του

αντίστοιχου ημιαξονίου (περισσότερο ή λιγότερο κλειστή στροφή). Σε πολλούς τύπους αντί του μοχλού υπάρχει τιμόνι, το οποίο καθώς στρέφεται δεξιά ή αριστερά, κινεί το συνδυασμένο μηχανισμό συμπλεκτών και φρένων και το φέρει σε μια από τις παραπάνω θέσεις. Σε μερικούς τύπους, όπου η ασφάλιση από μετακίνηση του εκσκαφέα επιτυγχάνεται με τα φρένα διευθύνσεως, προβλέπεται και θέση στην οποία αποσυμπλέκονται και τα δύο ημιαξόνια και ακινητοποιούνται με τα φρένα.

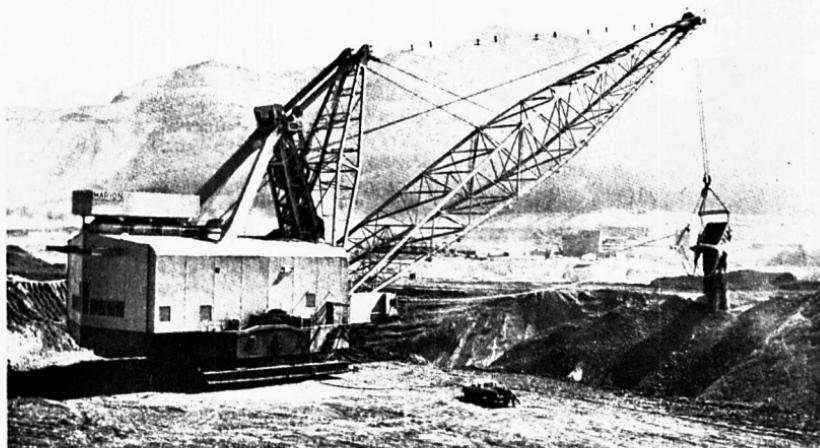
β) Με δύο μοχλούς χειρισμού ο καθένας από τους οποίους ελέγχει χωριστά το μηχανισμό συμπλέκτη-φρένου της αντίστοιχης πλευράς. Η μια ακραία θέση τους αντίστοιχεί σε αποσύμπλεξη και πλήρες φρενάρισμα του αντίστοιχου ημιαξονίου και η άλλη σε σύμπλεξη του ημιαξονίου και χαλάρωση του φρένου. Στις ενδιάμεσες θέσεις έχομε αποσύμπλεξη συνδυασμένη με μερικό φρενάρισμα.

3) Σύστημα πορείας με βραχίονες.

Για να ελαττώσουμε ακόμη περισσότερο την ειδική πίεση σε βαρείς εκσκαφέις, οι οποίοι εργάζονται σε εδάφη μικρής αντοχής, εφαρμόζομε το σύστημα πορείας με βραχίονες (σχ. 5.3λδ).

Ολόκληρος ο εκσκαφέας στηρίζεται σε μια μεγάλη κυκλική πλάκα 1 [σχ. 5.3λε (α)], η οποία του εξασφαλίζει την απαιτούμενη μεγάλη επιφάνεια εδράσεως [παράγρ. 5.3 (Γ, 2)].

Το σκάφος φέρει στα πλάγια τους τριγωνικούς βραχίονες 2, που



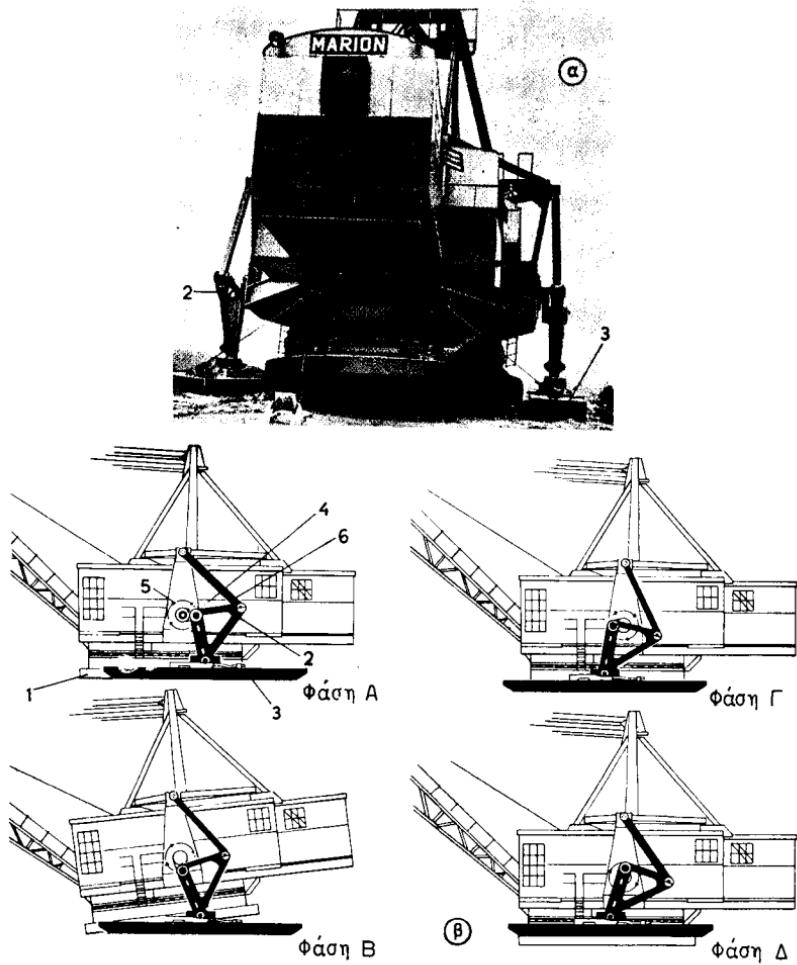
Σχ. 5.3λδ.

καταλήγουν στα πέδιλα 3. Οι βραχίονες αυτοί κινούνται με τη βοήθεια μηχανισμού με στρόφαλο και διωστήρα ή με έκκεντρο και αναγκάζουν το σκάφος να προχωρεί βήμα προς βήμα σαν να βαδίζει με δεκανίκια.

Στο σχήμα 5.3λε (β) φαίνονται οι φάσεις κατά την εκτέλεση ενός βήματος.

Οι τριγωνικοί βραχίονες 2 έχουν το ένα άκρο τους αρθρωμένο στα πέδιλα 3, το δεύτερο 4 αρθρωμένο εκκεντρικά στο δίσκο 5 και το τρίτο σε μια ράβδο 6, που στηρίζεται επίσης με άρθρωση επάνω στο σκάφος.

Όταν ο εκσκαφέας εργάζεται εν στάσει, η κυκλική πλάκα 1 εδράζεται στο έδαφος, ενώ τα πέδιλα είναι ανασηκωμένα (φάση Δ).



Σχ. 5.3λε.

Όταν θέλομε να μετακινηθεί ο εκσκαφέας, θέτομε σε περιστροφή το δίσκο 5 περί τον άξονά του Ο, οπότε οι εκκεντρικές αρθρώσεις 4 περιστρεφόμενες μαζί με το δίσκο αυτό, αρχίζουν να κατέρχονται και οι τριγωνικοί βραχίονες να παρασύρονται σε κάθοδο, ώσπου τα πέδιλά τους να πατήσουν το έδαφος (φάση Α).

Τότε, ενώ η ροπή, η οποία προκαλεί την περιστροφή του δίσκου 5 εξακολουθεί να ασκείται επάνω σ' αυτόν, η συνέχιση της περιστροφής του, καθώς και των αρθρώσεων 4 γύρω από τον άξονα Ο, δεν είναι δυνατή, λόγω της επαφής των πεδίλων με το έδαφος.

Έτσι αναγκάζεται ο δίσκος 5 να στραφεί περί την άρθρωση 4 και ο άξονάς του να ανυψωθεί, παρασύροντας σε ανύψωση ολόκληρο το σκάφος (φάση Β).

Μετά, ενώ συνεχίζεται να ασκείται η αρχική ροπή επάνω στο δίσκο 5, ο μηχανισμός των βραχιόνων 2 και της ράβδου 6 κινείται έτσι, ώστε το σκάφος να αρχίσει να κατέρχεται πάλι μετατοπιζόμενο ταυτόχρονα προς το αντίθετο μέρος της κεραίας, ώσπου η κυκλική πλάκα 1 να καθίσει ξανά στο έδαφος (φάση Γ). Η θέση όμως επαφής της πλάκας με το έδαφος είναι τώρα μετατοπισμένη προς τα πίσω και ο εκσκαφέας έχει εκτελέσει ένα βήμα πορείας.

Με την έδραση της πλάκας στο έδαφος σταθεροποιείται η θέση του άξονα Ο, ενώ το έκκεντρο που βρίσκεται σε φάση ανόδου, αναγκάζει το δίσκο 5 να περιστρέφεται πάλι γύρω από τον άξονα Ο ανυψώνοντας και κατεβάζοντας τα πέδιλα, ώσπου αυτά να πατήσουν πάλι στο έδαφος κ.ο.κ. Η προχώρηση γίνεται προς το αντίθετο μέρος της κεραίας, η δε ταχύτητα κατά την κάθοδο του σκάφους είναι μικρή (μικρότερη παρά κατά την άνοδο), ώστε η έδρασή του στο έδαφος να γίνεται μαλακά.

Το κέντρο βάρους του εκσκαφέα είναι λίγο μετατοπισμένο προς το μέρος της κεραίας. Γι' αυτό κατά τη φάση Β το σκάφος κλίνει προς το μέρος αυτό.

Για να αλλάξουμε διεύθυνση πορείας σηκώνομε τους βραχίονες με τα πέδιλα και στρέφομε το σκάφος, ώσπου τα πέδιλα να γίνουν παράλληλα προς τη νέα γραμμή πορείας που θέλομε να ακολουθήσουμε. Η αλλαγή διευθύνσεως γίνεται έτσι εύκολα και δεν έχουμε ολισθήσεις στις στροφές, ούτε ανασκαφή του εδάφους, όπως συμβαίνει με τους τροχούς ή τις ερπύστριες. Επίσης εύκολα ο εκσκαφέας μπορεί να πραγματοποιήσει οσοδήποτε κλειστές στροφές κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες εδάφους.

Οι εκσκαφείς αυτοί, συνήθως μεγάλης χωρητικότητας κάδου, χρησιμοποιούνται κοντά στα χείλη χαλαρών πρανών και σε πολύ μαλακά και ελώδη εδάφη, τα οποία δεν θα άντεχαν στην ειδική πίεση των ερπυστριοφόρων και πολύ περισσότερο των τροχοφόρων εκσκαφέων.

Η ειδική πίεση που ασκούν στο έδαφος κυμαίνεται από $0,1 \text{ kp/cm}^2$ στους μικρότερους, και μέχρι $1 \text{ έως } 1,5 \text{ kp/cm}^2$ στους βαρύτερους τύπους.

Είναι ογκώδεις και προχωρούν πολύ αργά, με ταχύτητα 300 έως 500 m/h περίπου.

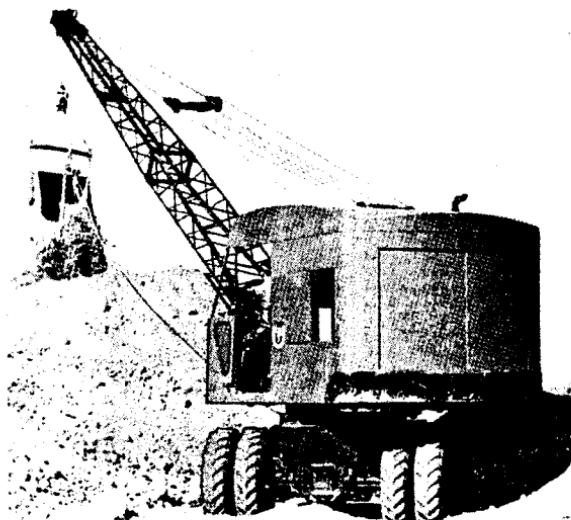
Οι εκσκαφείς με σύστημα βαδίσεως και οι ερπυστριοφόροι, όπως και οι ερπυστριοφόροι ελκυστήρες [παράγρ. 2.5 (3)], κατά τη μεταφορά τους σε μεγάλες αποστάσεις δεν χρησιμοποιούν το σύστημα αυτοπροωθήσεώς τους αλλά φορτώνονται σε άλλα οχήματα (βαγόνια, ρυμούλκες κλπ.).

4) Σύστημα πορείας με λαστιχένιους τροχούς.

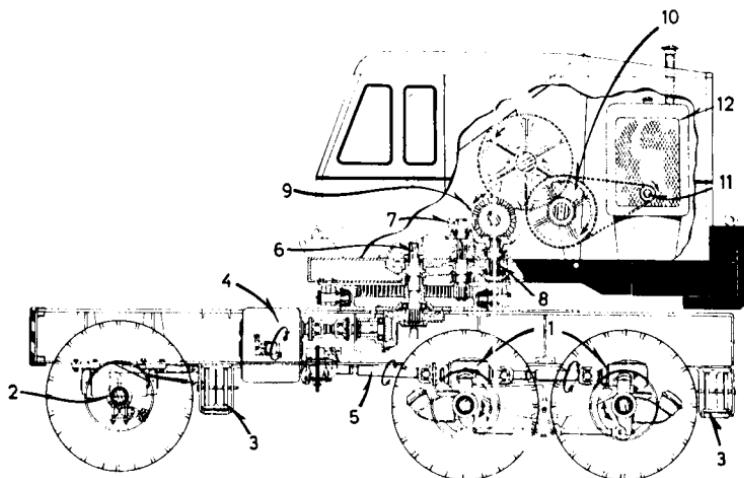
Όπου η εργασία απαιτεί μετακινήσεις του εκσκαφέα σε μεγάλες σχετικά αποστάσεις χωρίς τη βοήθεια άλλων οχημάτων μεταφοράς και οι συνθήκες του εδάφους το επιτρέπουν, χρησιμοποιούνται τροχοφόροι εκσκαφείς με λαστιχένιους τροχούς με 2 (σχ. 5.3λστ), με 3 (σχ. 5.3λζ), ή με 4 άξονες (σχ. 5.3λη). Στην περίπτωση 2 ή 3 αξόνων το σύστημα διευθύνσεως ελέγχει συνήθως τους πρόσθιους τροχούς, ενώ στην περίπτωση 4 αξόνων τους ακραίους τροχούς (οπίσθιους και πρόσθιους).

Πολλές φορές προβλέπονται δύο ή και τρεις κινητήριοι άξονες για να αποφεύγονται οι ολισθήσεις των τροχών σε λασπώδη ή αμμώδη εδάφη [παράγρ. 2.5 (1)].

Τη μετάδοση της κινήσεως στον πρόσθιο άξονα μπορούμε σε πολλούς τύπους να την αναστέλλουμε με τη βοήθεια διατάξεως

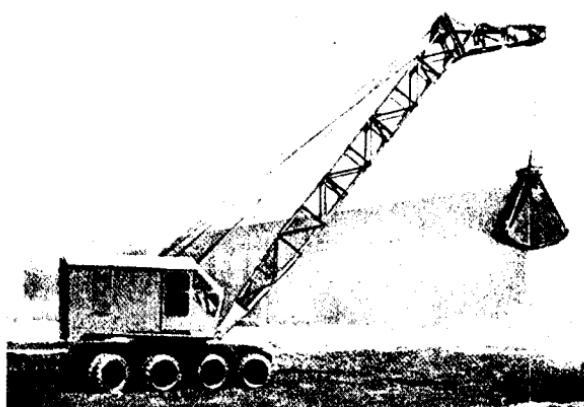


Σχ. 5.3λστ.



Σχ. 5.3λζ.

1. Οπίσθιοι τροχοί κατά διάταξη tandem.
2. Πρόσθιος άξονας.
3. Δοκός ευστάθειας.
4. Κιβώτιο ταχυτήτων.
5. Άξονας μεταδόσεως κινήσεως στους τροχούς.
6. Κατακόρυφος άξονας πορείας.
7. Άξονας περιστροφικής.
8. Κατακόρυφος άξονας περιστροφικής - πορείας.
9. Άξονας κεντρικών συμπλεκτών περιστροφικής - πορείας.
10. Μετάδοση κινήσεως.
11. Λήψη κινήσεως.
12. Κινητήρας.



Σχ. 5.3λη.

αποσυμπλέξεως, όταν δεν χρειάζεται αυξημένη ικανότητα έλεγχεως, όπως π.χ. κατά τις μετακινήσεις σε οδόστρωμα.

Οι άξονες συνδέονται με το πλαίσιο του φορείσου χωρίς ελατήρια, για να αποφεύγονται οι δονήσεις κατά την εργασία. Οι τροχοί είναι απλοί ή δίδυμοι.

Στο σχήμα 5.3λζ φαίνεται ο τρόπος μεταδόσεως κινήσεως στους δύο οπίσθιους άξονες ενός τροχοφόρου εκσκαφέα, τριαξονικού. Οι οπίσθιοι άξονες συνδέονται μεταξύ τους με αρθρώσεις έτσι, ώστε να μπορούν να ταλαντεύονται περί οριζόντιο άξονα παρακολουθώντας τις ανωμαλίες του εδάφους (διάταξη tandem).

Η ταχύτητα πορείας των τροχοφόρων εκσκαφέων φθάνει τα 20 έως 30 km/h.

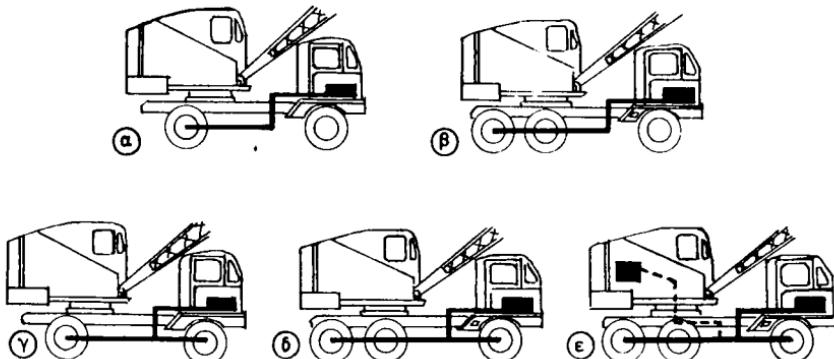
5) Εκσκαφείς επάνω σε φορτηγά αυτοκίνητα ή σε ρυμούλκες.

Μεγαλύτερες ταχύτητες πορείας (60 έως 65 km/h) επιτυγχάνονται, όταν το σκάφος του εκσκαφέα εδράζεται επάνω σε πλατφόρμα ενός φορτηγού αυτοκινήτου ενισχυμένης κατασκευής, ειδικά κατασκευασμένου (σχ. 5.3λθ). Υπάρχει τότε ένας κινητήρας στο σκάφος για τους διάφορους μηχανισμούς του εκσκαφέα και ένας στο φορτηγό αυτοκίνητο για την πορεία. Η πορεία ελέγχεται από τη θέση του οδηγού του φορτηγού και η εκσκαφή από τη θέση του χειριστή επάνω στο στρεφόμενο σκάφος.

Τα σχήματα 5.3μ(α) (β), (γ) και (δ), δείχνουν διάφορες περιπτώσεις μεταδόσεως κινήσεως από τον κινητήρα του φορτηγού σε ένα, δύο ή τρεις κινητήριους άξονες πορείας.



Σχ. 5.3λθ.



Σχ. 5.3μ.

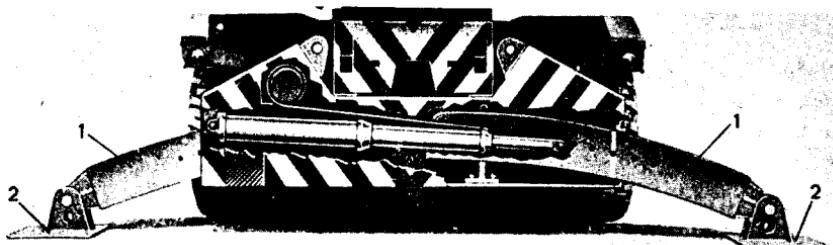
Σε μερικούς τύπους υπάρχει διάταξη, με την οποία το σύστημα πορείας μπορεί να παίρνει κίνηση και από τον κινητήρα του σκάφους και του εκσκαφέα [σχ. 5.3μ (ε)], το δε σύστημα διευθύνσεως καθώς και τα φρένα να ελέγχονται επίσης και από το σκάφος του εκσκαφέα με τηλεχειρισμό (συνήθως μέσω συστήματος ηλεκτρικού ή πνευματικού). Έτσι ο χειριστής, που βρίσκεται στο σκάφος μπορεί να οδηγεί το φορτηγό σε περιπτώσεις που θα ήθελε να κάνει μικρές μετακινήσεις στην περιοχή εργασίας.

Πολλές φορές, όταν το φορτηγό έχει δύο οπίσθιους άξονες, οι άξονες αυτοί συνδέονται μεταξύ τους με αρθρώσεις κατά διάταξη tandem.

Κατά τη διάρκεια της εκσκαφής οι άξονες των οπισθίων τροχών πρέπει να είναι σταθερά συνδεδεμένοι με το πλαίσιο του φορτηγού για να αποφεύγονται οι δονήσεις.

Γι' αυτό, ή δεν υπάρχουν ελατήρια αναρτήσεως των αξόνων αυτών από το πλαίσιο, ή, αν υπάρχουν, ακινητοποιούνται κατά την εργασία.

Υπάρχει συχνά το εμπρός μέρος του φορτηγού βαρούλκο, με το οποίο μπορούμε να ελευθερώνομε το όχημα, όταν οι τροχοί βυθίζονται (κολλούν) σε λασπώδες έδαφος. Για το σκοπό αυτό στερεώνομε σε ένα σταθερό σημείο το ελεύθερο άκρο του συρματόσχοινου του βαρούλκου και θέτομε το βαρούλκο σε λειτουργία. Τότε το συρματόσχοινο αρχίζει να τυλίγεται στο τύμπανο του βαρούλκου και το όχημα έλκεται προς το σταθερό σημείο.



Σχ. 5.3μα.

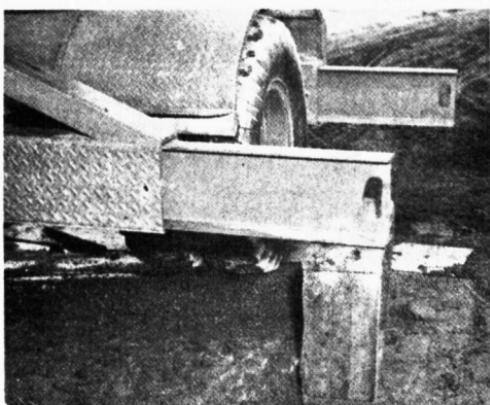
Για να ενισχύσουμε την ευστάθεια των τροχοφόρων καθώς και των επάνω σε φορτηγά εκσκαφέων, κατά την εργασία, ιδίως όταν έχομε μεγάλου μήκους κεραία (μεγάλο μοχλοβραχίονα /) [παράγρ. 5.3 (Δ)] και για να αποφύγομε να στηρίζεται ο εκσκαφέας επάνω στους λαστιχένιους τροχούς, όταν εργάζεται εν στάσει, τον υποβαστάζουμε με τους λεγόμενους **σταθεροποιητές** (stabilisers). Οι σταθεροποιητές είναι συνήθως γρύλοι (σχ. 5.3μα) ή δοκοί (μπάρες) ευστάθειας (outriggers), που στηρίζονται επάνω σε χονδρούς ξύλινους τάκους (σχ. 5.3μβ) ή σε γρύλους μηχανικούς (σχ. 5.3μγ) ή υδραυλικούς (σχ. 5.3μδ).

Αυτό είναι απαραίτητο, γιατί η στήριξη στους λαστιχένιους τροχούς κατά τη διάρκεια της εργασίας, θα είχε ως συνέπεια την παραμόρφωση των τροχών στο κάτω μέρος τους: η παραμόρφωση αυτή μάλιστα θα ήταν αυξομειούμενη λόγω των αυξομειώσεων του φορτίου κατά τις διάφορες φάσεις του κύκλου εργασίας. Αποτέλεσμα της παραμορφώσεως αυτής θα ήταν να προκληθούν ταλαντευτικές κινήσεις του εκσκαφέα και μονόπλευρη φόρτιση και φθορά των λαστίχων.

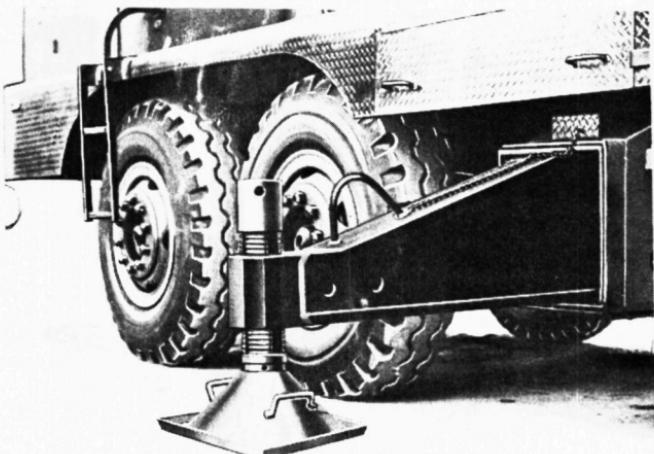
Οι γρύλοι του σχήματος 5.3μα φέρουν καμπύλους βραχίονες 1 αρθρωμένους σε πέδιλα 2. Τους βραχίονες αυτούς μπορούμε να τους μετακινούμε με τη βοήθεια υδραυλικής πιέσεως προς τα έξω ή προς τα μέσα, ώστε να φέρομε το κάθε πέδιλο στην εκάστοτε επιθυμητή θέση.

Με τους γρύλους μπορούμε να επιτύχομε και την οριζοντίωση του σκάφους σε ανώμαλα εδάφη (σχ. 5.3με). Επίσης μπορούμε να ανασηκώσουμε τον εκσκαφέα, αν χρειασθεί να τον αποκολλήσουμε από λασπώδη εδάφη.

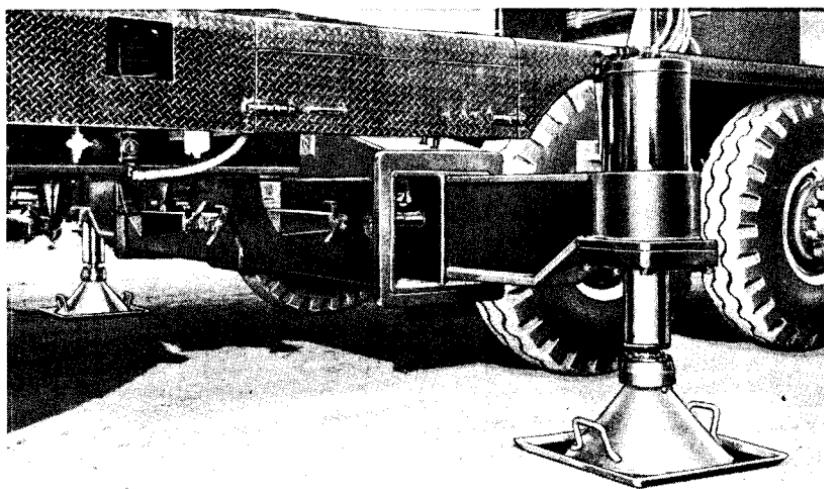
Το πλεονέκτημα των επάνω σε φορτηγό εκσκαφέων είναι η ευκολότερη και ταχύτερη μετακίνησή τους σε σύγκριση με τους



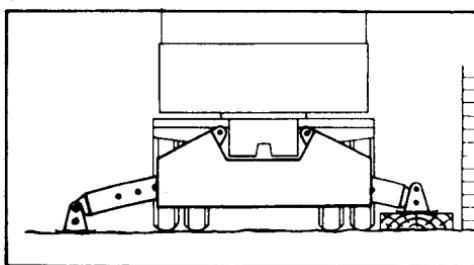
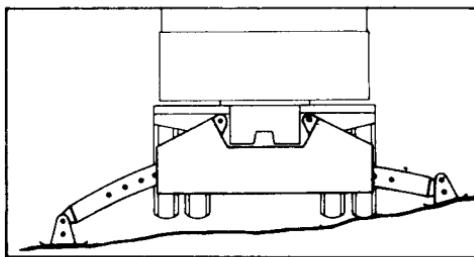
Σχ. 5.3μβ.



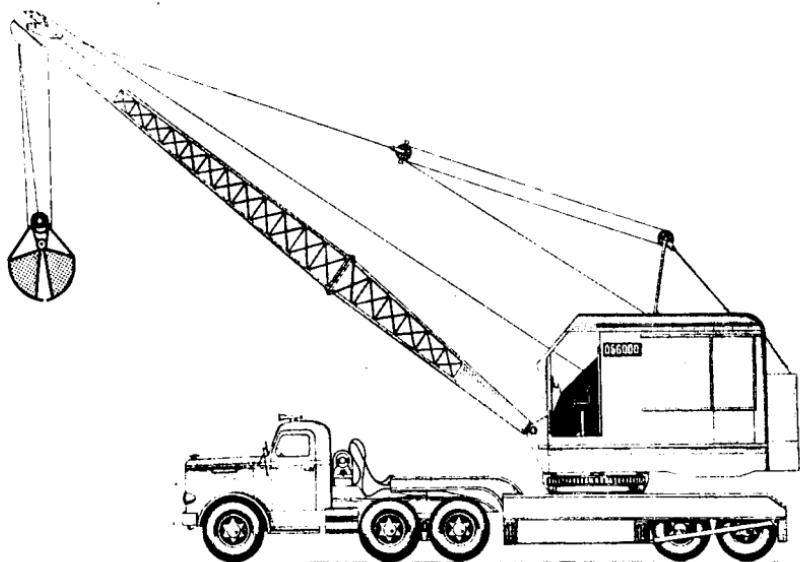
Σχ. 5.3μγ.



$\Sigma\chi. 5.3\mu\delta.$



$\Sigma\chi. 5.3\mu\varepsilon.$



Σχ. 5.3μστ.

τροχοφόρους, οι οποίοι προχωρούν σχετικά αργά, και με τους ερπυστριοφόρους, που πρέπει να φορτωθούν σε ρυμούλκες κατά τη μεταφορά τους και μετά να εκφορτωθούν στον τόπο εργασίας.

Δεν έχουν όμως ευελιξία και χρειάζονται μεγάλο χώρο για να περιστραφούν.

Στα μαλακά και λασπώδη όμως εδάφη μειονεκτούν απέναντι στους ερπυστριοφόρους, ως προς την ικανότητα έλξεως, ακόμη και όταν όλοι οι τροχοί τους είναι κινητήριοι [παράγρ. 2.5 (1)].

Σπανιότερα το σκάφος του εκσκαφέα φέρεται επάνω σε ρυμούλκα, η οποία έλκεται από τροχοφόρο ελκυστήρα (σχ. 5.3κστ.).

Σε πολλούς εκσκαφείς του τύπου αυτού υπάρχει σύστημα, που μεταδίδει κίνηση μέσω συμπλέκτη από τον κινητήρα του σκάφους του εκσκαφέα στους τροχούς της ρυμούλκας. Συμπλέκοντας το σύστημα αυτό καθιστούμε κινητήριους και τους τροχούς της ρυμούλκας, όταν θέλομε να αυξήσουμε την ικανότητα έλξεως.

Δ. Κεραία (μπούμα, βέλος) (boom, Ausleger, fleche).

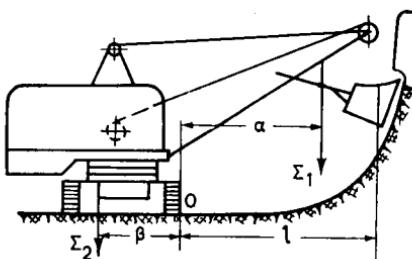
Η **κεραία** είναι κεκλιμένος βραχίονας, επάνω στον οποίο στηρίζεται ο κάδος.

Αποτελείται συνήθως από σιδηροδοκούς. Πολλές φορές κατασκευάζεται δικτυωτή. Το κάτω άκρο της είναι αρθρωμένο στο σκάφος, ενώ το επάνω (ράμφος) φέρει πάγιες τροχαλίες, από όπου περνούν τα συρματόσχοινα που συγκρατούν τον κάδο και ελέγχουν τις κινήσεις του. Συγκρατείται με συρματόσχοινα και έχει συνήθως τη δυνατότητα να στρέφεται γύρω από την άρθρωση του κάτω άκρου της έτσι, ώστε το ράμφος της να ανέρχεται ή να κατέρχεται διαγράφοντας κατακόρυφο τόξο κύκλου. Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει να ρυθμίζομε την ακτίνα ενέργειας του εκσκαφέα στην εκάστοτε επιθυμητή τιμή, φέρνοντας την κεραία στην αντίστοιχη θέση.

Η ανύψωση της κεραίας γίνεται συνήθως με βαρούλκο και σύστημα τροχαλιών. Το βαρούλκο παίρνει κίνηση μέσω συστήματος μεταδόσεως από τον κινητήρα και είναι εφοδιασμένο με διάφορες διατάξεις ελέγχου της καθόδου, που επιτρέπουν να κατεβάζομε την κεραία όσο θέλομε αργά, χωρίς να την παρασύρει το βάρος του φορτίου.

Το κατεβάσμα της κεραίας δεν πρέπει να διαφεύγει από τον έλεγχο του χειριστή, γιατί όσο κατεβαίνει η κεραία, τόσο μεγαλώνει η λεγόμενη **ροπή ανατροπής** του εκσκαφέα.

Ως **ροπή ανατροπής** (Σ_1 , α) του εκσκαφέα ορίζεται η ροπή (ως προς τον ενδεχόμενο άξονα ανατροπής O) της συνισταμένης Σ_1 , των δυνάμεων, οι οποίες τείνουν να ανατρέψουν τον εκσκαφέα προς το μέρος του κάδου (σχ. 5.3μζ). Οι δυνάμεις αυτές είναι το βάρος του φορτωμένου κάδου, η αντίδραση που ασκείται κατά την εκσκαφή από το έδαφος στον κάδο (όταν η φορά της είναι προς τα κάτω), το βάρος της κεραίας με τα εξαρτήματά της, η δύναμη αδράνειας στην περίπτωση επιταχύνσεως του κάδου κατά την άνοδο.



Σχ. 5.3μζ.

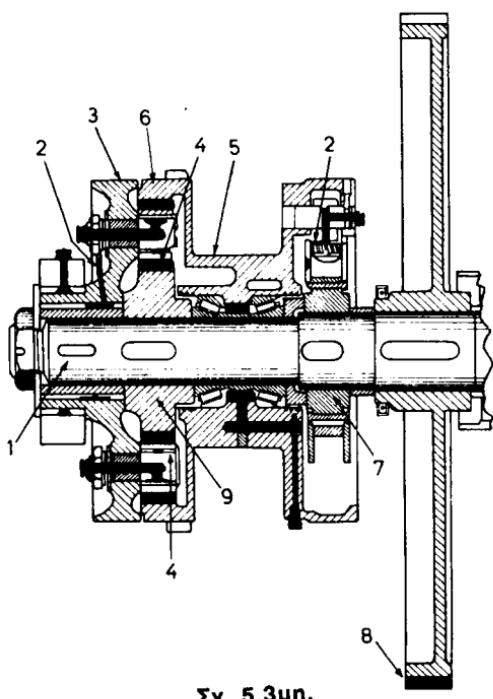
Η απόσταση της συνισταμένης Σ₁ από τον άξονα Ο (ο μοχλοβραχίονας α) (σχ. 5.3μζ), επομένως και η ροπή ανατροπής, αυξάνει με την οριζόντια απόσταση / του κάδου από τον άξονα Ο. Η ροπή ανατροπής αντισταθμίζεται από τη λεγόμενη **ροπή επαναφοράς**, δηλαδή τη ροπή ως προς τον άξονα Ο της συνισταμένης Σ₂ των δυνάμεων (π.χ. του βάρους του σκάφους με τα αντίβαρα, του βάρους του φορείου κλπ.). Οι ροπές των δυνάμεων αυτών ως προς τον άξονα Ο έχουν φορά αντίθετη προς τη φορά της Σ₁. a.

Όταν η ροπή ανατροπής υπερβεί τη ροπή επαναφοράς, ο εκσκαφέας αρχίζει να ανατρέπεται προς το μέρος του κάδου.

Με το κατέβασμα της κεραίας αυξάνει η απόσταση / (άρα και ο μοχλοβραχίονας α) της ροπής ανατροπής, οπότε υπάρχει το ενδεχόμενο η ροπή αυτή να υπερβεί τη ροπή επαναφοράς.

Στο σχήμα 5.3μη εικονίζεται παράδειγμα βαρούλκου κεραίας, όπου το κατέβασμα ελέγχεται από τον κινητήρα.

Ο άξονας 1 παίρνει κίνηση μέσω του οδοντωτού τροχού 8 από το σύστημα μεταδόσεως, που αρχίζει από το συμπλέκτη του



κινητήρα. Το τύμπανο 5, στο οποίο είναι τυλιγμένο το συρματόσχοινο ανυψώσεως της κεραίας, καθώς και η στεφάνη 3, μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα (τρελά) γύρω από τον άξονα 1.

Η καστάνια 2 του τυμπάνου επιτρέπει σχετική περιστροφή μεταξύ του σφηνωμένου στον άξονα 1 τροχού 7 και του τυμπάνου 5, αλλά μόνο όταν το τύμπανο στρέφεται αργότερα ή κατ' αντίθετη φορά προς τον άξονα 1. Όταν το τύμπανο υφίσταται ροπή, που τείνει να το περιστρέψει κατά τη φορά περιστροφής του άξονα 1, τότε η καστάνια το ενσωματώνει με τον τροχό 7.

Όταν φέρομε το μοχλό, που ελέγχει την ανύψωση και το κατέβασμα της κεραίας στη θέση ανυψώσεως, τότε ακινητοποιείται με μια ταινία πεδήσεως (φρένο) η στεφάνη 3 και μαζί της οι άξονες των πλανητών 4, που είναι στερεωμένοι στη στεφάνη αυτή. Τότε το γρανάζι - ήλιος 9, που είναι σφηνωμένο στον άξονα 1 και τα δόντια του βρίσκονται σε εμπλοκή με τα δόντια των πλανητών, αναγκάζει τους πλανήτες 4 με τους ακινητοποιημένους άξονες να περιστρέφονται ο καθένας γύρω από τον άξονά του με φορά περιστροφής αντίθετη από τον άξονα 1.

Η οδόντωση των πλανητών 4 εμπλέκεται και με την εσωτερική οδόντωση της φλάντζας 6 του τυμπάνου 5. Έτσι οι πλανήτες αυτοί αναγκάζουν το τύμπανο 5 να περιστρέφεται με μειωμένες στροφές και αντίστοιχα αυξημένη κινητήρια ροπή, κατά τη δική τους φορά περιστροφής, δηλαδή αντίθετη προς τη φορά περιστροφής του άξονα 1. Η κινητήρια ροπή καθορίζεται από τη σχέση μεταξύ του αριθμού δοντιών του γραναζιού 9 και της φλάντζας 6. Το συρματόσχοινο όμως της κεραίας είναι τυλιγμένο, ώστε, όταν το τύμπανο στρέφεται αντίθετα από τον άξονα 1, η κεραία να ανεβαίνει. Η καστάνια 2 δεν εμποδίζει τη σχετική περιστροφή του τυμπάνου ως προς τον τροχό 7, άρα και ως προς τον άξονα 1 κατά τη φορά ανόδου της κεραίας.

Όταν φέρομε το μοχλό, που ελέγχει την ανύψωση και την κάθοδο της κεραίας στη θέση καθόδου, χαλαρώνεται η ταινία πεδήσεως της στεφάνης 3, οπότε η στεφάνη αυτή και οι άξονες των πλανητών έχουν τη δυνατότητα να περιστραφούν. Τότε το τύμπανο 5, λόγω των βαρών που σηκώνει η κεραία καθώς και του δικού της βάρους, τείνει να στραφεί κατά τη φορά της καθόδου, δηλαδή κατά τη φορά περιστροφής του άξονα 1. Δεν μπορεί όμως να στραφεί αυτή ταχύτερα από τον τροχό 7, γιατί το δόντι της καστάνιας 2 σφηνώνεται μεταξύ των οδοντώσεων του τροχού αυτού και τον ενσωματώνει στο τύμπανο. Τότε το τύμπανο ανα-

γκάζεται να περιστρέφεται μαζί με τον τροχό 7 και τον áξονα 1 σαν να ήταν σφηνωμένο στον áξονα αυτό. Μαζί με τον áξονα 1 περιστρέφεται και το γρανάζι - ήλιος 9, ενώ οι πλανήτες δεν περιστρέφονται περί τον áξονά τους, αλλά ενεργούν ως σφήνα, που παρασύρει και τη στεφάνη 3 σε περιστροφή, σαν να ήταν ένα σώμα με το τύμπανο. Επίσης με τον áξονα 1 περιστρέφεται και ολόκληρο το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως στον áξονα αυτό, με την πρόσθετη ροπή αδράνειας και τις τριβές του, καθώς και ο κινητήρας ο οποίος επιταχύνεται στην αρχή μαζί με το όλο συγκρότημα. Επεμβαίνει όμως ο ρυθμιστής των στροφών του και ελαττώνει την παροχή του καυσίμου, ενώ η ροπή πεδήσεως κατά τη φάση συμπιέσεως του κινητήρα, η οποία μεταβιβάζεται πολλαπλασιασμένη μέσω του συστήματος μεταδόσεως στο τύμπανο, περιορίζει την ταχύτητα καθόδου.

Όταν ο ρυθμιστής, όπως συμβαίνει κατά κανόνα, είναι μεταβλητής περιοχής στροφών, μπορούμε αλλάζοντας την περιοχή στροφών του, να ρυθμίζομε την ταχύτητα καθόδου.

Όταν θέλουμε να σταματήσουμε την κάθοδο της κεραίας, φέρομε το μοχλό στην ουδέτερη θέση του, οπότε σφίγγεται η ταινία του φρένου του τυμπάνου 5. Το τύμπανο επιβραδύνεται τότε και τέλος παύει να περιστρέφεται, οπότε η κεραία σταματά, ενώ ο τροχός 7 με τον áξονα 1 εξακολουθούν να περιστρέφονται, γιατί η καστάνια 2 δεν εμποδίζει τον τροχό 7 να στρέφεται ταχύτερα από το τύμπανο κατά τη φορά περιστροφή του áξονα 1. Με το σταμάτημα του τυμπάνου 5, οι πλανήτες αρχίζουν να κυλούν στην εσωτερική οδόντωση της φλάντζας 6.

Για πρόσθετη ασφάλιση του τυμπάνου εν στάσει υπάρχει και μια εξωτερική καστάνια, που εμποδίζει μόνο την κάθοδο.

Σε άλλο τύπο βαρούλκου κεραίας, που χρησιμοποιείται κυρίως με εξαρτήσεις γερανού και όπου η κάθοδος της κεραίας ελέγχεται επίσης από τον κινητήρα, η κίνηση μεταδίδεται στο βαρούλκο της κεραίας με σύστημα ατέρμονα κοχλία και οδοντωτού τροχού. Για την κάθοδο της κεραίας προβλέπεται τότε δυνατότητα αλλαγής της φοράς περιστροφής του ατέρμονα κοχλία.

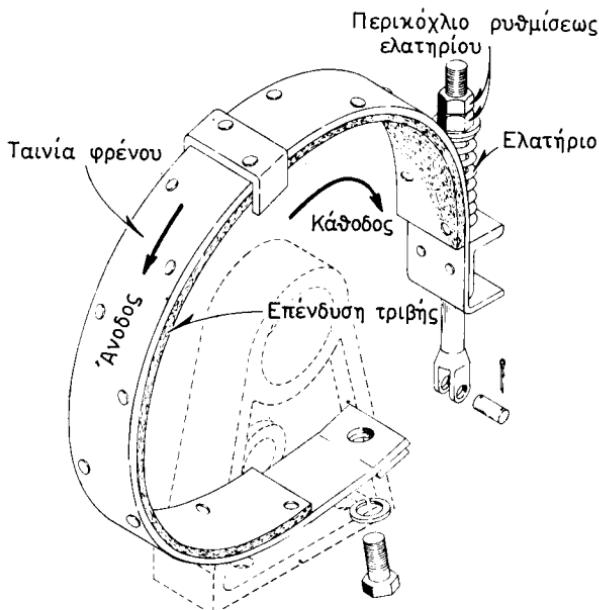
Όταν ο μοχλός, που ελέγχει την άνοδο και κάθοδο της κεραίας βρίσκεται στη θέση ανόδου, τότε χαλαρώνεται το φρένο του τυμπάνου ανυψώσεως της κεραίας και συμπλέκεται ο συμπλέκτης, που μεταδίδει την κίνηση στον ατέρμονα κοχλία κατά τη φορά της ανόδου.

Όταν ο μοχλός βρίσκεται στη θέση καθόδου, τότε χαλα-

ρώνεται το φρένο του τυμπάνου και συμπλέκεται ο συμπλέκτης που μεταδίδει κίνηση στον ατέρμονα κατά τη φορά της καθόδου.

Όταν ο μοχλός βρίσκεται στην ουδέτερη θέση, τότε αποσυμπλέκονται οι συμπλέκτες του ατέρμονα και σφίγγεται το φρένο του τυμπάνου. Τα συστήματα με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τροχό είναι συνήθως αυτοπεδούμενα, δηλαδή το βάρος του συγκροτήματος της κεραίας συγκρατείται από τις μεταξύ του κοχλία και του οδοντωτού τροχού δυνάμεις τριβής. Η κεραία, επομένως, κατεβαίνει τότε μόνο όταν εφαρμοσθεί τέτοια ροπή κατά τη φορά της καθόδου, η οποία προστιθέμενη στη ροπή του βάρους, να δίνει άθροισμα ικανό να υπερνικήσει την τριβή.

Σε πολλούς τύπους υπάρχει και αυτόματο φρένο (σχ. 5.3μθ), που εμποδίζει τυχόν απότομη κάθοδο της κεραίας. Το φρένο αυτό φέρει ελατήριο με κατάλληλα ρυθμισμένη τάση και τοποθετημένο έτσι, ώστε να σφίγγει την ταινία του φρένου και να δημιουργεί αρκετή τριβή πεδήσεως κατά την κάθοδο, ενώ κατά την άνοδο συμπιεζόμενο να επιτρέπει τη χαλάρωση της ταινίας του φρένου.



Σχ. 5.3μθ.

Τα συστήματα, όπου η κάθοδος της κεραίας ελέγχεται από τον κινητήρα, είναι ακριβέστερα και ασφαλέστερα.

Σε μερικούς τύπους ο έλεγχος της κάθοδου γίνεται με το φρένο του σχετικού τυμπάνου ανυψώσεως, όπως και στα βαρούλκα πρωθητήρων. Όταν ο μοχλός ανυψώσεως της κεραίας βρίσκεται στην ουδέτερη θέση, το φρένο κρατείται σφιγμένο με τη βοήθεια ελατηρίου και εμποδίζει την κάθοδο της κεραίας, ενώ ο συμπλέκτης του βαρούλκου είναι αποσυμπλεγμένος. Όταν φέρομε το μοχλό στη θέση ανυψώσεως της κεραίας, συμπλέκεται ο συμπλέκτης του σχετικού βαρούλκου, ενώ το φρένο χαλαρώνεται. Όταν κινούμε το μοχλό προς τη θέση καθόδου, ο συμπλέκτης αποσυμπλέκεται και το φρένο σφίγγεται περισσότερο ή λιγότερο, ανάλογα με τη θέση του μοχλού. Τότε η κεραία κατεβαίνει κάτω από την ενέργεια του βάρους της και του βάρους του φορτίου της με ταχύτητα, την οποία μπορούμε να ρυθμίζομε φέρνοντας το μοχλό στη θέση, που αντιστοιχεί στον εκάστοτε κατάλληλο βαθμό χαλαρώσεως του φρένου.

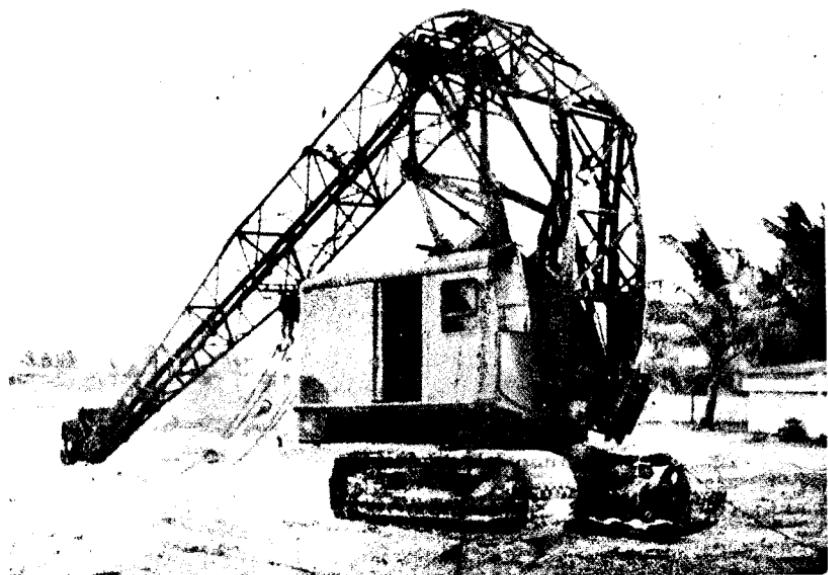
Για περισσότερη ασφάλεια, όταν η κεραία συγκρατείται με το φρένο, προβλέπεται και καστάνια που εμποδίζει την κάθοδο. Την καστάνια αυτή τη θέτομε εκτός λειτουργίας, όταν θέλομε να κατεβάσουμε την κεραία.

Η εργασία με την κεραία χαμηλά πρέπει να αποφεύγεται, γιατί έτσι το συρματόσχοινο ανυψώσεως της κεραίας καταπονείται περισσότερο σε εφελκυσμό, και η ίδια η κεραία σε θλίψη εκτός από αυτό, όταν η κεραία είναι χαμηλά, αυξάνει και ο μοχλοβραχίονας α της ροπής ανατροπής του εκσκαφέα.

Αλλά και η εργασία με την κεραία πολύ ψηλά πρέπει επίσης να αποφεύγεται, γιατί κατά τις απότομες εκκινήσεις και στάσεις της περιστροφής του σκάφους, εμφανίζονται οριζόντιες δυνάμεις αδράνειας, που προκαλούν ροπές ανατροπής τόσο μεγαλύτερες, όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος της κεραίας.

Επίσης, όταν η κεραία είναι πολύ ψηλά, υπάρχει φόβος να κτυπήσει στο σκάφος, εάν για οποιονδήποτε λόγο σπρωχθεί προς τα πίσω (σχ. 5.3v).

Προς τα πίσω ώθηση της κεραίας είναι ενδεχόμενο να προκληθεί από διάφορες αιτίες· π.χ. από απότομη ελάττωση του βάρους που κρέμεται από την κεραία, οπότε η τάση του συρματόσχοινου της κεραίας μειώνεται και το συρματόσχοινο αυτό κοντάίνει (βραχύνεται) και παρασύρει την κεραία προς τα πίσω. Επίσης κατά την πορεία σε ανήφορο, όταν αυξηθεί η κλίση του



Σχ. 5.3ν.

εδάφους, ή κατά την εργασία σε επικλινές έδαφος, όταν το σκάφος στρέφεται από το μέρος της κατωφέρειας προς το μέρος της ανωφέρειας.

E. Κάδος (bucket, Eimer, godet).

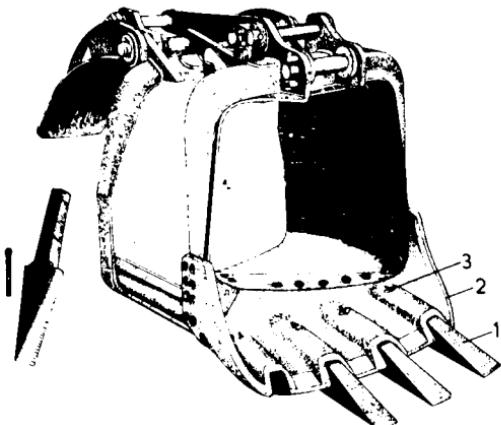
Αποτελεί ταυτόχρονα εκσκαπτικό εργαλείο και μέσο για τη μεταφορά του υλικού προς τη θέση εκφορτώσεως.

Είναι κατά κανόνα εφοδιασμένος με δόντια 1, που εφαρμόζουν σε αντίστοιχα φατνία στα χείλη του 2 και στερεώνονται συνήθως με πείρο ή σφήνα 3 (σχ. 5.3να).

Τα χείλη επειδή υπόκεινται σε μεγάλη φθορά, αποτελούν συνήθως ιδιαίτερο κομμάτι από σκληρό χυτοχάλυβα ή ειδικό χάλυβα (π.χ. μαγγανιούχο), συγκολλημένο (παλαιότερα καρφωμένο) στον υπόλοιπο κάδο.

Για ειδικές περιπτώσεις σκληρών εδαφών κατασκευάζεται και ολόκληρος ο κάδος από ειδικό χάλυβα. Υπάρχουν και κάδοι μικρής χωρητικότητας εξ ολοκλήρου χυτοί από μαγγανιοχάλυβα.

Τα δόντια είναι από χάλυβα υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, από μαγγανιούχο χυτοχάλυβα ή άλλο ειδικό χάλυβα,



Σχ. 5.3να.

σκληρό και ανθεκτικό στη φθορά, και διατηρούν το ακόνισμά τους χάρη στην τριβή. Μπορεί να είναι χυτοί ή σφυρήλατοι σκληρυμένοι.

Πολλές φορές το υλικό τους έχει την ιδιότητα να σκληρύνεται ακόμη περισσότερο από τις καταπονήσεις που υφίσταται κατά την εργασία.

Υπάρχουν και δόντια με ανταλλακτικές αιχμές (σχ. 5.3νβ) αποτελούμενες από μαγγανιούχο χάλυβα καλύτερης ποιότητας.

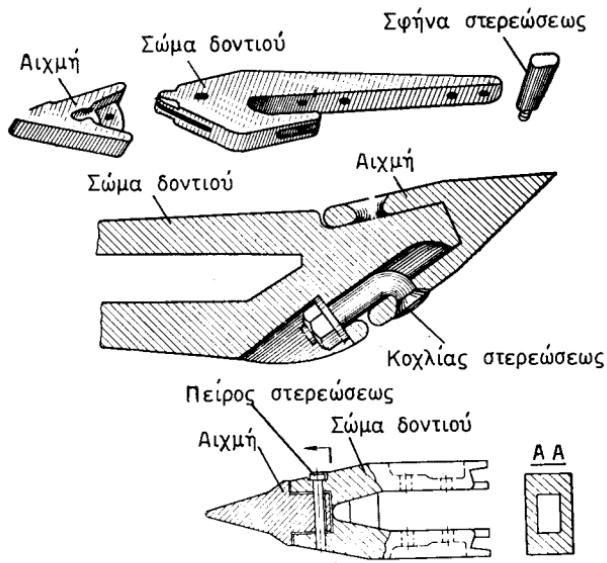
Για ελαφρές εργασίες, π.χ. για επιφανειακές εκσκαφές σε μαλακά εδάφη, μετακινήσεις σωρών κλπ., χρησιμοποιούνται και κάδοι χωρίς δόντια.

Ο κάδος του σχήματος 5.3νγ χωρίς δόντια έχει αιχμηρά χείλη ελλειπτικής μορφής, που σκάβουν και από τα πλάγια. Λόγω του σχήματός του ο κάδος αυτός εισχωρεί ευκολότερα στο εσκαπτόμενο υλικό.

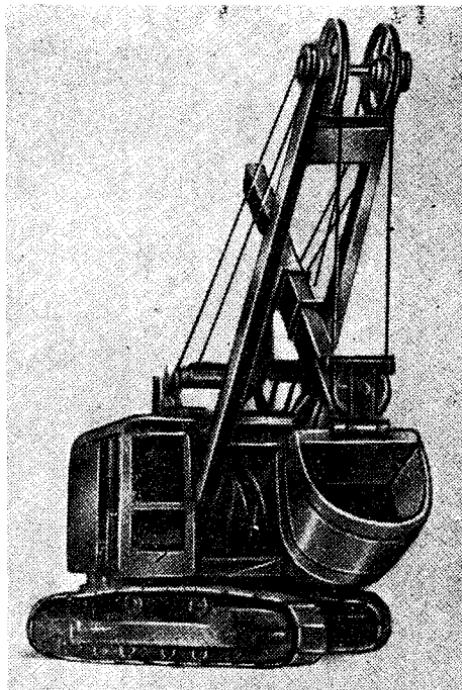
Για υδαρή εδάφη χρησιμοποιούνται και διάτρητοι κάδοι.

Στην αποτελεσματικότητα της εκσκαφής (ευχέρεια διεισδύσεως και αποσπάσεως του υλικού) συμβάλλει και η γωνία κλίσεως των δοντιών ως προς το έδαφος κατά την εκσκαφή, η λεγόμενη **γωνία κοπής**.

Όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία κοπής, δηλαδή όσο περισσότερο όρθια είναι τα δόντια κατά την εκσκαφή, τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη διεισδύσεώς τους, ώστε να ευνοείται η εκσκαφή των σκληρών εδαφών. Η εκάστοτε καταλληλότερη γωνία κοπής εξαρ-



Σχ. 5.3νβ.



Σχ. 5.3νγ.

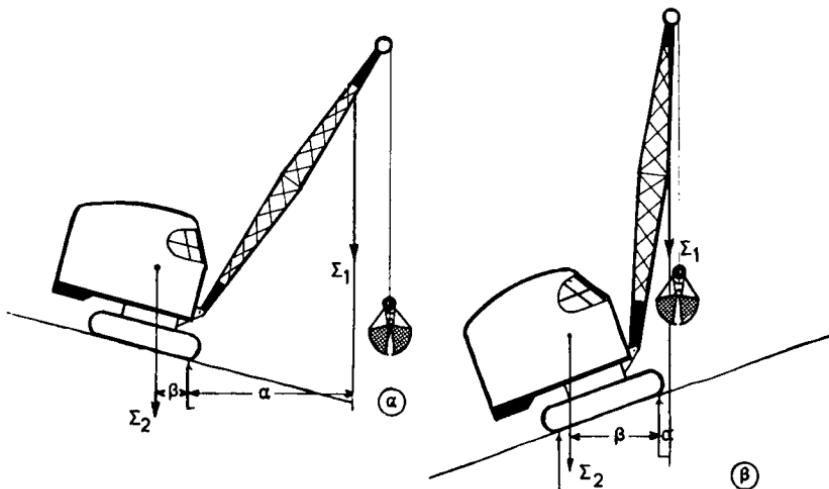
τάται από το είδος του εδάφους. Γι' αυτό σε πολλούς τύπους προβλέπεται δυνατότητα ρυθμίσεως της γωνίας αυτής.

Το μέγιστο βάρος που μπορεί να ανυψώσει ένας εκσκαφέας με ικανοποιητικό συντελεστή ασφάλειας ως προς την ανατροπή, λέγεται **ανυψωτική ικανότητα** του εκσκαφέα. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από το μήκος και τη γωνία κλίσεως της κεραίας, από τα οποία καθορίζεται ο μοχλοβραχίονας α της ροπής ανατροπής [παράγρ. 5.3 (Δ)]. Εξαρτάται επίσης και από το βάρος των αντιβάρων που τοποθετούνται στο πίσω μέρος του εκσκαφέα [παράγρ. 5.3 (Β)].

Η ανυψωτική ικανότητα ενδιαφέρει κυρίως τους εκσκαφείς με εξάρτηση συρόμενου κάδου και αρπάγης, όπου το βάρος του κάδου έχει βασική σημασία για τη διείσδυσή του [παράγρ. 5.4 (Γ) και 5.4 (Δ)]. Οι κατασκευαστές δίνουν, για διάφορα μήκη και γωνίες κλίσεως της κεραίας και για διάφορα βάρη αντιβάρων, την ανυψωτική ικανότητα των εκσκαφέων με εξάρτηση συρόμενου κάδου και αρπάγης.

Με την ελάττωση της γωνίας κλίσεως ως προς το οριζόντιο επίπεδο και την αύξηση του μήκους κεραίας, η ανυψωτική ικανότητα ελαττώνεται, ενώ με την αύξηση των αντιβάρων αυξάνεται. Επίσης αυξάνεται, όταν χρησιμοποιούμε ειδικές ερπύστριες μεγάλου μήκους [παράγρ. 5.3 (Γ, 2)] ή σταθεροποιητές [παράγρ. 5.3 (Γ, 5)], και ελαττώνεται κατά την εργασία σε ανώμαλα ή μαλακά εδάφη, ή όταν η κλίση του εδάφους ή ο άνεμος ευνοούν την ανατροπή.

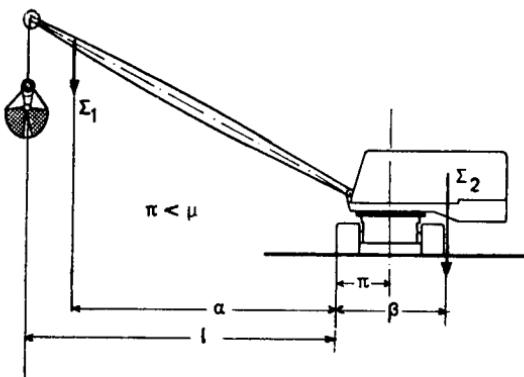
Ο κατήφορος ευνοεί την ανατροπή προς το μέρος του κάδου (αυξάνεται ο μοχλοβραχίονας α [παράγρ. 5.3 (Δ)] της ροπής ανατροπής, ενώ συγχρόνως, λόγω ελαττώσεως του μοχλοβραχίονα β της ροπής επαναφοράς [σχ. 5.3νδ (α)], η ροπή αυτή ελαττώνεται). Όταν μάλιστα το έδαφος είναι μαλακό, υποχωρεί περισσότερο στο μπροστινό μέρος του εκσκαφέα όπου, λόγω της κατανομής των βαρών υφίσταται τις μεγαλύτερες πιέσεις. Έτσι η κατηφορική κλίση του εκσκαφέα γίνεται μεγαλύτερη από την κατηφορική κλίση του εδάφους και ευνοείται ακόμη περισσότερο η ανατροπή. Στον ανήφορο αντίθετα έχομε μεγαλύτερη ευστάθεια γιατί ο μεν μοχλοβραχίονας α της ροπής ανατροπής ελαττώνεται, ενώ ο μοχλοβραχίονας β της ροπής επαναφοράς αυξάνεται [σχ. 5.3νδ (β)]. Επομένως η ανυψωτική ικανότητα στον κατήφορο είναι μειωμένη.



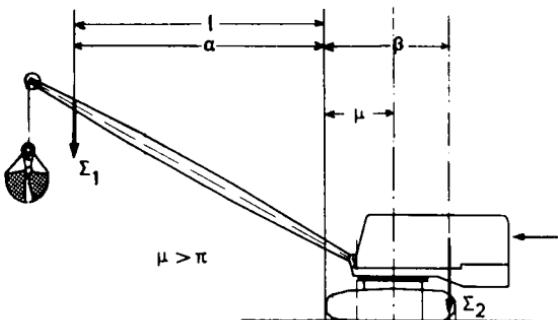
Σχ. 5.3νδ.

Μεγάλη σημασία για την ανυψωτική ικανότητα έχει η θέση του στρεφόμενου σκάφους ως προς το φορείο.

Στη θέση με εγκάρσια κεραία (σε επίπεδο κάθετο προς το διαμήκη άξονα του εκσκαφέα) η ανυψωτική ικανότητα είναι μικρότερη, [επειδή είναι μικρότερος ο μοχλοβραχίονας β της ροπής επαναφοράς, (σχ. 5.3νε)], παρά στη θέση με διαμήκη κεραία (κατά το διαμήκη άξονα του εκσκαφέα) (σχ. 5.3νστ).



Σχ. 5.3νε.



Σχ. 5.3νστ.

Για ασφάλεια επιβάλλεται η ροπή επαναφοράς, που αντιδρά στην ανατροπή, να είναι τουμλάχιστον 1,5 έως 2 φορές μεγαλύτερη από τη ροπή ανατροπής, που ασκείται στον εκσκαφέα κατά τη δυσμενέστερη φάση του κύκλου εργασίας του και κάτω από τις δυσμενέστερες συνθήκες.

Κατά την εκλογή του κάδου λαμβάνεται υπόψη η ανυψωτική ικανότητα του εκσκαφέα σε συνδυασμό με το είδος του εδάφους.

Έτσι για μαλακά ή ελαφρά εδάφη προτιμώνται κάδοι σχετικά ελαφρότεροι και μεγάλης χωρητικότητας, ενώ για τα σκληρά, ισχυρότεροι και βαρύτεροι κάδοι αλλά με μικρή χωρητικότητα, ώστε το συνολικό βάρος του κάδου με το φορτίο του να είναι πάντοτε μέσα στα όρια της ανυψωτικής ικανότητας του εκσκαφέα.

Επειδή ο κάδος, λόγω του σχήματός του και της παρουσίας των δοντιών δεν αντιπροσωπεύει ένα ορισμένο κλειστό χώρο, ενώ ανάλογα με το υλικό που περιέχει γεμίζει περισσότερο ή λιγότερο, γι' αυτό η έννοια της χωρητικότητάς του δεν είναι καθορισμένη. Δίνονται επομένως διάφοροι συμβατικοί ορισμοί της χωρητικότητας, από τους οποίους αναφέρομε:

- Την **ενδεικνύμενη** ή **ονομαστική** χωρητικότητα, η οποία ορίζεται από τους κανονισμούς των διαφόρων χωρών ως συνάρτηση των γεωμετρικών διαστάσεων του κάδου. Με βάση τη χωρητικότητα αυτή, το βαθμό πληρώσεως (κεφ. 4) για τα διάφορα υλικά, και εμπειρικούς συντελεστές, που αντιπροσωπεύουν τους άλλους παράγοντες και που επηρεάζουν την απόδοση του εκσκαφέα (κεφ. 4), υπολογίζεται κατά προσέγγιση η απόδοση.
- Τη χωρητικότητα **στέψεως** (heaped capacity), που αντιπροσωπεύει το μέγιστο όγκο υλικού, που μπορεί να περιλάβει ο

κάδος, όταν σχηματίζεται κώνος υλικού (στέψη) επάνω από τα χείλη του.

Η χωρητικότητα αυτή εξαρτάται από τη φυσική γωνία ολισθήσεως του εκάστοτε περιεχόμενου υλικού και επομένως δεν είναι αποκλειστικό χαρακτηριστικό του κάδου.

- Τη χωρητικότητα των χειλέων (struck ή line of plate capacity), που αντιστοιχεί στον όγκο υλικού που μπορεί να περιλάβει ο κάδος, όταν γεμίσει μέχρι το περίγραμμα των χειλέων του, χωρίς να εξέχει υλικό.

Όταν καθορίζομε τη χωρητικότητα ενός κάδου, πρέπει να διευκρινίζομε σε ποιο ορισμό της χωρητικότητας αναφερόμαστε.

5.4 Εξαρτήσεις μηχανικών εκσκαφέων περιοδικής λειτουργίας.

A. Εξάρτηση μετωπικού πτύου (Σοβέλ) (shobel, Hochlöffel, pelle en butte).

Χρησιμοποιείται κυρίως για εκσκαφή επιφανειών, που βρίσκονται ψηλότερα ή και στο ίδιο επίπεδο με τη βάση, όπου εδράζεται ο εκσκαφέας.

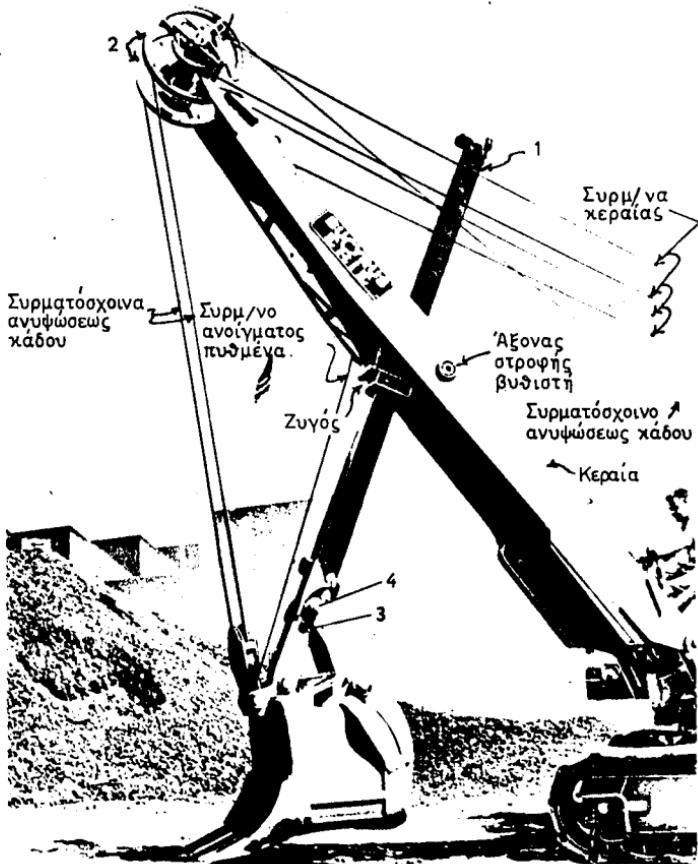
1) Περιγραφή και μηχανισμοί.

Ο κάδος έχει την κοιλότητα και τα δόντια στραμμένα προς το αντίθετο μέρος του εκσκαφέα και σκάβει ωθούμενος προς το μέτωπο εκσκαφής (σχ. 5.4a).

Είναι στερεωμένος σε ένα ισχυρό στέλεχος 1, αρθρωμένο στην κεραία, το οποίο λέγεται **βυθιστής** (dipper, Löffelstiel, bras de godet). Ταυτόχρονα κρέμεται με συρματόσχοινο από τις τροχαλίες 2 του ράμφους της κεραίας.

Την κλίση του κάδου ως προς το βυθιστή μπορούμε σε πολλούς τύπους να τη ρυθμίζομε προκειμένου να επιτύχομε την εκάστοτε καταλληλότερη κλίση δοντιών (γωνία κοπής) για τα διάφορα εδάφη [παράγρ. 5.3 (Ε)]. Στο παράδειγμα του σχήματος 5.4a η ρύθμιση αυτή γίνεται μεταθέτοντας τον πείρο 4, μέσα στις ρυθμιστικές οπές 3.

Ο πυθμένας του κάδου αποτελεί συνήθως ιδιαίτερο κομμάτι, αρθρωμένο στην πίσω πλευρά του κάδου. Συγκρατείται κλει-



Σχ. 5.4α.

στός, συνήθως με ένα ελατήριο, το οποίο ωθεί μια γλώσσα με πλαγιαστή επιφάνεια σε αντίστοιχη υποδοχή του κάδου. Όταν θέλομε να αδειάσουμε τον κάδο, ανοίγομε τον πυθμένα με τη βοήθεια μηχανισμού, ο οποίος αποτελείται συνήθως από μικρό τύμπανο με συρματόσχοινο· ο μηχανισμός αυτός έλκει τον πυθμένα υπερνικώντας τη δύναμη του ελατηρίου του. Σε πολλούς τύπους το τύμπανο του μηχανισμού αυτού παίρνει κίνηση από έναν άξονα του σκάφους μέσω συμπλέκτη τριβής, ή άλλου συστήματος μεταδόσεως, που τηρείται μόνιμα αποσυμπλεγμένο με τη βοήθεια ελατηρίου. Συμπλέκεται μόνο όταν ενεργούμε στο σχετικό μοχλό για να ανοίξουμε τον πυθμένα. Για να διατηρείται

τεντωμένο το συρματόσχοινο έλξεως του πυθμένα και κατά τη φάση ανελκύσεως του βυθιστή [παράγρ. 5.4 (Α, 2)], οπότε ο κάδος πλησιάζει προς το τύμπανο, ρυθμίζεται ο συμπλέκτης τριβής έτσι ώστε, όταν αφήνομε το σχετικό μοχλό, η αποσύμπλεξη να μην είναι πλήρης, αλλά να παραμένει κάποια δύναμη τριβής ικανή να διατηρεί το συρματόσχοινο τεντωμένο. Άλλοτε πάλι χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό ελατήριο.

Σε πολλούς τύπους το άνοιγμα του πυθμένα γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτροκινητήρα, υδραυλικής δυνάμεως πεπιεσμένου αέρα, δημιουργίας κενού κλπ.

Καθ' όλη τη διάρκεια της εκφορτώσεως ο πυθμένας βρίσκεται προς το κάτω μέρος του κάδου και μένει ανοικτός λόγω του βάρους του. Με την κίνηση όμως του βυθιστή προς τα πίσω προτού αρχίσει η επόμενη φάση εκσκαφής [σχ. 5.4θ (β) και (γ)] λαμβάνει θέση προς το επάνω μέρος του κάδου, οπότε το βάρος του τον αναγκάζει να κλείσει ξανά. Συγκρατείται τότε κλειστός με το ελατήριό του, ώσπου να χρησιμοποιήσουμε ξανά το μηχανισμό που τον ανοίγει.

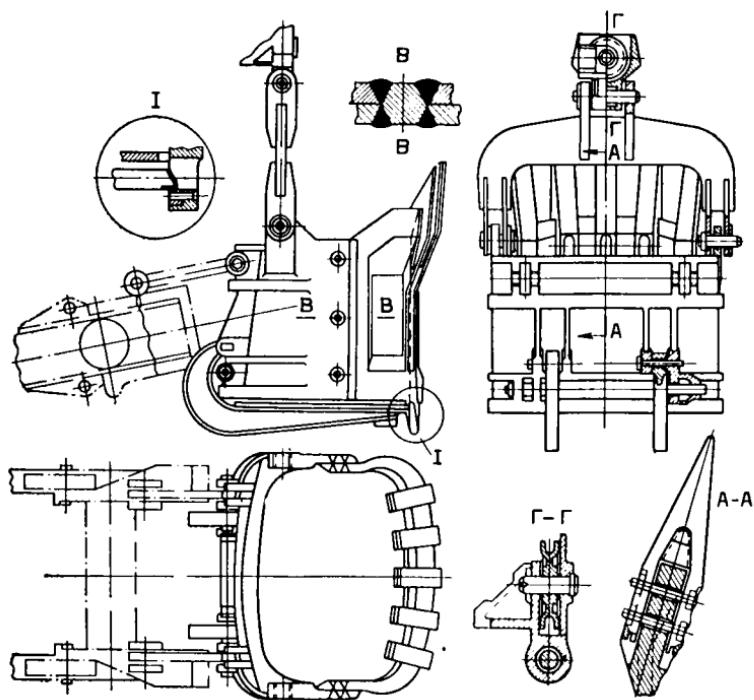
Υπάρχουν και πυθμένες συρταρωτοί, που ανοιγοκλείνουν συρόμενοι επάνω στο σώμα του κάδου (σχ. 5.3λθ) και επιτρέπουν στο υλικό να πέφτει βαθμιαία στο όχημα χωρίς να σκορπίζεται.

Το σώμα του κάδου, εκτός από τα χείλη, μπορεί να είναι ολόκληρο χυτό, αποτελούμενο από ένα κομμάτι ή από δύο κομμάτια συγκολλημένα μεταξύ τους (στο σχήμα 5.4β φαίνεται πριτσινωτή συγκόλληση). Μπορεί επίσης να είναι εν μέρει χυτό, δηλαδή να έχει π.χ. χυτά το επάνω τοίχωμα, όπου καταλήγει ο βυθιστής και το κάτω που φέρει τα χείλη, ενώ τα πλάγια και τον πυθμένα από χαλύβδινα ελάσματα, συνδεόμενα με τα χυτά κομμάτια με συγκόλληση [παλαιότερα με καρφιά, (ήλους)]. Οι χυτοί κάδοι πλεονεκτούν ως προς την ευκολία κατασκευής και έχουν μεγάλη αντοχή, αλλά έχουν μεγάλο βάρος.

Πολλοί κάδοι για σκληρά πετρώματα κατασκευάζονται από ελάσματα από ειδικό χαλυβόκραμα με χυτό μόνο το κάτω τοίχωμα, και αυτό επίσης από ειδικό χαλυβόκραμα.

Υπάρχουν και κάδοι ενισχυμένοι στο κάτω μέρος με σκληρές πλάκες οι οποίες αναγομώνονται, όταν φθείρονται.

Ο βυθιστής είναι συνήθως κοίλος, με ορθογωνική ή δακτυλιοειδή διατομή. Μπορεί να κινείται ευθύγραμμα κατά τη διεύθυνση του μήκους του (εμπρός-πίσω) και να στρέφεται γύρω από τον άξονα αρθρώσεώς του στην κεραία.



Σχ. 5.4β.

Το σχήμα 5.4γ δείχνει ένα παράδειγμα μηχανισμού με συρματόσχοινα για τον έλεγχο των κινήσεων κατά την εργασία ενός εκσκαφέα με εξάρτηση μετωπικού πτύου (εκσκαφέας του σχήματος 5.4α).

Από το μέσον περίπου της κεραίας διέρχεται ο άξονας 1, όπου είναι στερεωμένος ο ζυγός 2 (σχ. 5.4δ, 5.4ε). Γύρω από τον άξονα 1 μπορεί να στρέφεται ελεύθερα το μικρό τύμπανο 3.

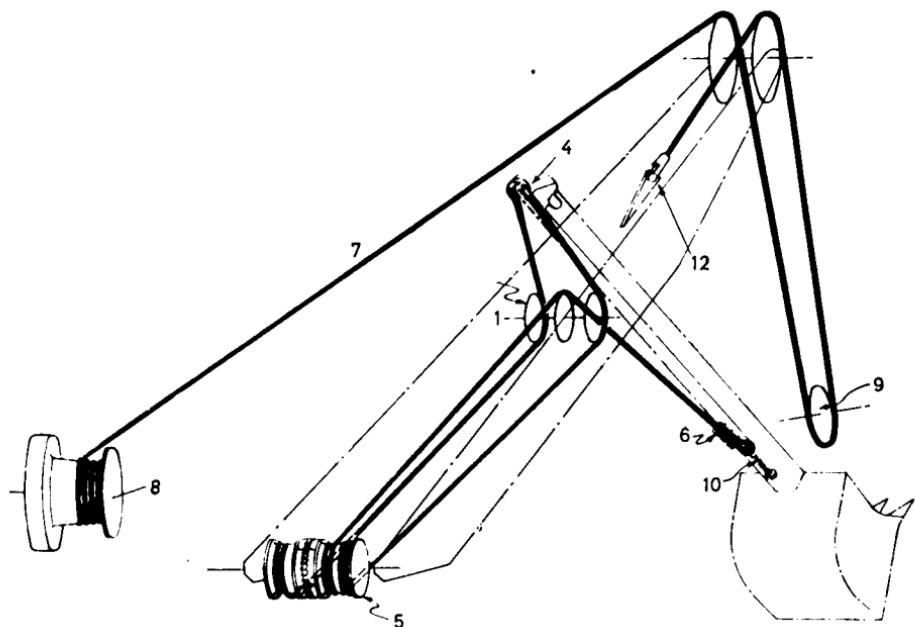
Η οπίσθια έδρα του βυθιστή εφάπτεται στις δύο φλάντζες του τυμπάνου 3, ενώ οι άλλες τρεις έδρες του μπορούν να ολισθαίνουν επί αντιστοίχων οδηγών επιφανειών του ζυγού, επενδεδυμένων με τις ανταλλακτικές πλάκες 11.

Έτσι ο βυθιστής έχει την ελευθερία να στρέφεται μαζί με τον ζυγό και τον άξονα 1 και να κινείται ευθύγραμμα ολισθαίνοντας μέσα στο ζυγό.

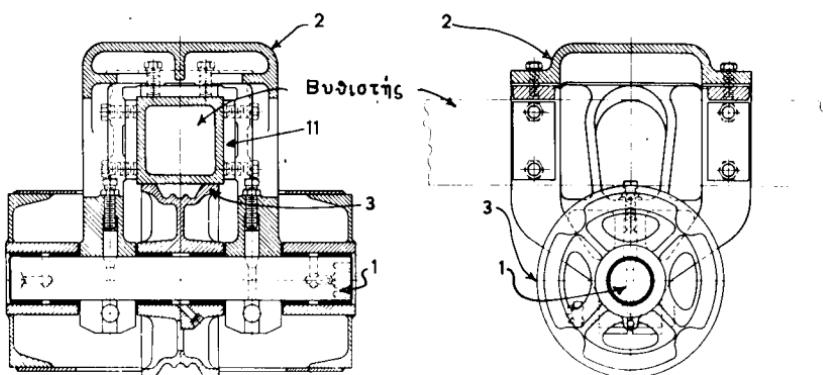
Στη βάση της κεραίας υπάρχει επί τους σκάφους ένα βαρούλκο 5 (σχ. 5.4γ) διηρημένο σε τρία τμήματα.

Το τύμπανο 3 έχει τρεις αύλακες για τα συρματόσχοινα ελέγχου της ευθύγραμμης κινήσεως του βυθιστή.

Το ένα από τα συρματόσχοινα αυτά, το λεγόμενο συρματόσχοινο

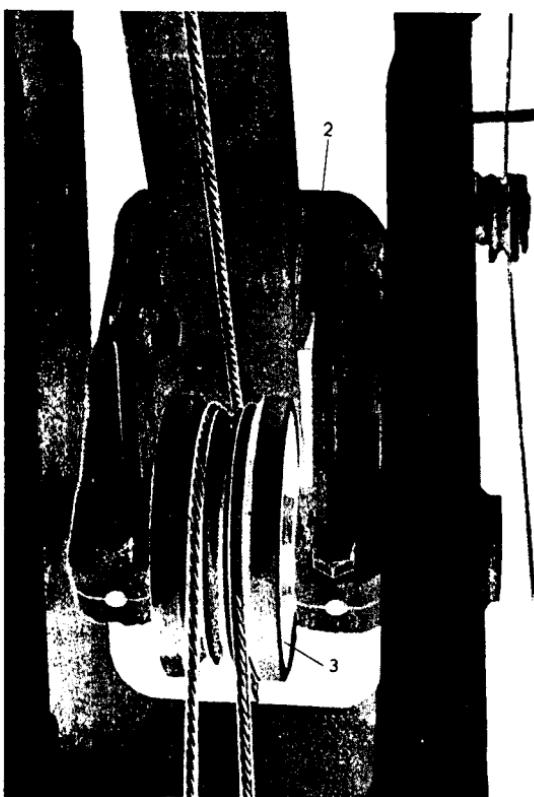


Σχ. 5.4γ.

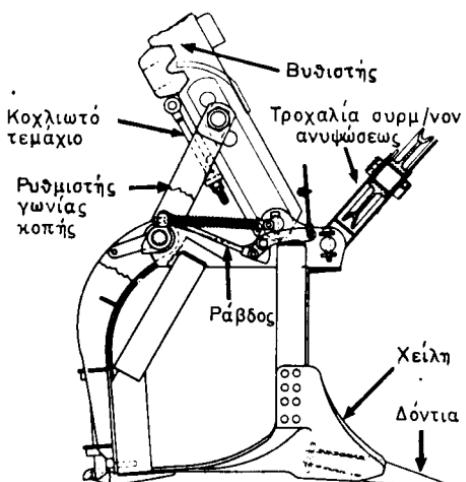


Τομή κατά επίπεδο που περιέχει τον άξονα 1.
Τομή εγκαρσίως προς τον άξονα 1.

Σχ. 5.4δ.



Σχ. 5.4ε



Σχ. 5.4στ.

βυθίσεως 4, που είναι τυλιγμένο στο ένα ακραίο τμήμα του βαρούλκου 5, διέρχεται από το εσωτερικό της κεραίας και φθάνει στην αντίστοιχη ακραία αύλακα του τυμπάνου 3. Κατόπιν ανέρχεται κατά μήκος του βυθιστή έως το επάνω άκρο αυτού, κάνει στροφή 180° παρακολουθώντας την καμπύλη ενός οδηγού, κατέρχεται κατά μήκος του βυθιστή, περνά από την άλλη ακραία αύλακα του τυμπάνου 3 και φθάνει τέλος στο αντίστοιχο ακραίο τμήμα του βαρούλκου 5, όπου στερεώνεται το δεύτερο άκρο του.

Στο μεσαίο τμήμα του βαρούλκου 5, είναι τυλιγμένο το δεύτερο συρματόσχοινο, το λεγόμενο συρματόσχοινο **ανελκύσεως 6**. Το συρματόσχοινο αυτό διέρχεται από τη μεσαία αύλακα του τυμπάνου 3, κατέρχεται κατά μήκος του βυθιστή και καταλήγει στο κάτω άκρο του. Εκεί στερεώνεται μέσω του κοχλιωτού τεμαχίου 10 (σχ. 5.4γ και 5.4στ) (ασφαλιζόμενου με περικόχλιο), με το οποίο ρυθμίζεται η τάση του καθώς και η τάση του συρματόσχοινου βυθίσεως.

Τα δύο αυτά συρματόσχοινα είναι τυλιγμένα κατ' αντίθετη φορά στο τύμπανο του βαρούλκου 5 έτσι ώστε, όταν το ένα τυλίγεται το άλλο να ξετυλίγεται.

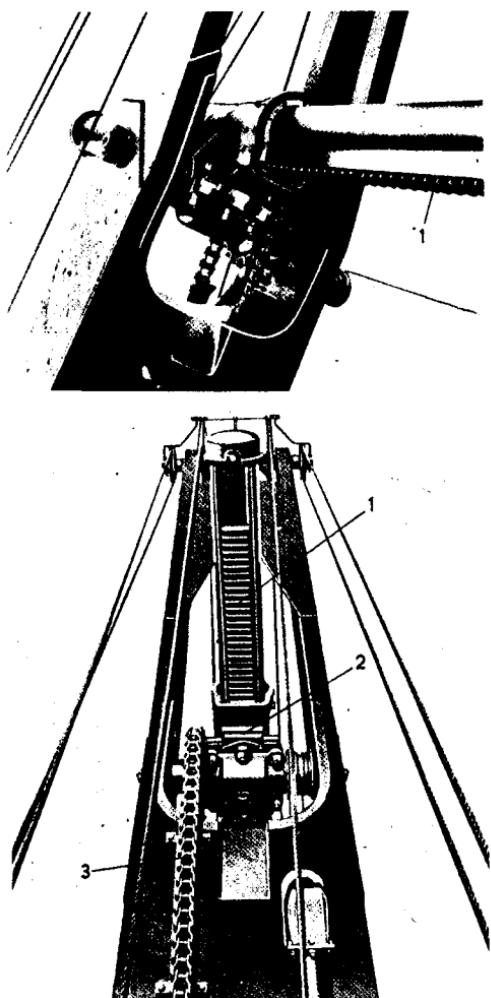
'Ενα σύστημα αλλαγής της φοράς περιστροφής επιτρέπει στο βαρούλκο 5 να στρέφεται δεξιά ή αριστερά αναλόγως του χειρισμού. 'Έτσι, όταν το βαρούλκο 5 περιστρέφεται, κατά τη φορά, κατά την οποία τυλίγεται το συρματόσχοινο βυθίσεως 4 και ξετυλίγεται το συρματόσχοινο ανελκύσεως 6, ο βυθιστής προωθείται (κινείται προς βύθιση). Κατά την αντίστροφη περιστροφή του βαρούλκου, οπότε τυλίγεται το συρματόσχοινο ανελκύσεως και ξετυλίγεται το συρματόσχοινο βυθίσεως, ο βυθιστής οπισθοχωρεί (ανελκύεται).

Επειδή το συρματόσχοινο βυθίσεως κατά την εκσκαφή μεταφέρει στο βυθιστή τη δύναμη ωθήσεως, πρέπει να είναι ισχυρότερο από το συρματόσχοινο ανελκύσεως (στο παράδειγμά μας έχομε διπλό συρματόσχοινο βυθίσεως).

Το συρματόσχοινο ανυψώσεως του κάδου 7 ξεκινάει από το τύμπανο 8 του λεγόμενου **βαρούλκου ανυψώσεως**, διέρχεται από μια τροχαλία στην κορυφή της κεραίας, κατόπιν από την τροχαλία 9 αναρτήσεως του κάδου, επιστρέφει σε μια δεύτερη τροχαλία της κορυφής της κεραίας και καταλήγει σε ένα σταθερό σημείο 12 της κεραίας.

'Όταν συμπλέκομε το βαρούλκο ανυψώσεως, το αντίστοιχο συρματόσχοινο έλκει τον κάδο προς τα επάνω και αναγκάζει το βυθιστή να στραφεί γύρω από τον άξονα 1.

Απλούστερο είναι το σύστημα βυθίσεως με οδοντωτό κανόνα και γρανάζι (σχ. 5.4ζ). Ο βυθιστής έχει στην κάτω έδρα του ένα οδοντωτό κανόνα 1, που λαμβάνει κίνηση από ένα γρανάζι 2, σφηνωμένο στον άξονα αρθρώσεως του βυθιστή στην κεραία. Αναλόγως προς τη φορά περιστροφής του γραναζιού έχομε α-



Σχ. 5.4ζ.

ντιστοίχως προώθηση ή οπισθοχώρηση του οδοντωτού κανόνα και επομένως και του βυθιστή. Ο άξονας του γραναζιού 2 λαμβάνει κίνηση μέσω της αλυσίδας 3 από μια τροχαλία, της οποίας μπορούμε να αλλάζομε τη φορά περιστροφής.

Για την αλλαγή της φοράς περιστροφής χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα. Ένα από αυτά είναι και το σύστημα με πλανητικά γρανάζια, που μοιάζει με το πλανητικό σύστημα της παραγράφου 5.3 (Δ), για την ανύψωση και την κατάβαση της κεραίας.

Στους παραπάνω τύπους μηχανισμών η ευθύγραμμη κίνηση του βυθιστή είναι ανεξάρτητη από τη στροφή του περί τον άξονα αρθρώσεως του στην κεραία.

Σε πολλούς εκσκαφείς όπου δεν υπάρχει τύπιπανο με δυνατότητα αλλαγής της φοράς περιστροφής, οι μηχανισμοί ευθύγραμμης κινήσεως και στροφής του βυθιστή είναι αλληλένδετοι.

Το σχήμα 5.4η παριστάνει ένα σύστημα μηχανισμών, όπου οι κινήσεις υποβοηθούνται από το βάρος του κάδου και του βυθιστή.

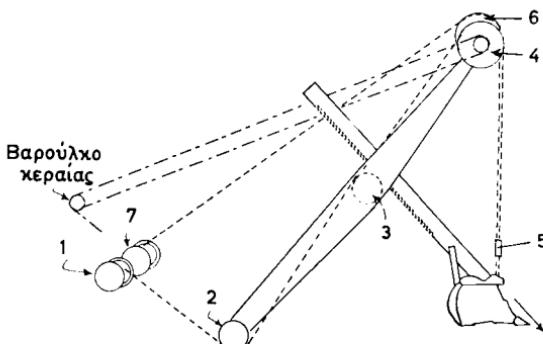
Ένα συρματόσχοινο στερεωμένο κατά το ένα άκρο του στο τύμπανο ανυψώσεως 1, περνάει από το τύμπανο οδηγό 2, τυλίγεται στο μικρό τύμπανο 3 του άξονα αρθρώσεως του βυθιστή, και, μέσω της τροχαλίας 4 της κορυφής της κεραίας, της τροχαλίας 5 του κάδου και, της δεύτερης τροχαλίας 6 της κορυφής της κεραίας, καταλήγει στο τύμπανο 7.

Στον άξονα του τυμπάνου 3 είναι σφηνωμένο ένα γρανάζι, που συνεργάζεται με τον οδοντωτό κανόνα του βυθιστή και, ανάλογα της φοράς περιστροφής του, τον αναγκάζει να προχωρεί ή να οπισθοχωρεί.

- Εάν συμπλέξομε το συμπλέκτη του τυμπάνου ανυψώσεως 1 και συγχρόνως φρενάρομε το τύμπανο 7, το μικρό τύμπανο 3 περιστρέφεται και παρασύρει σε περιστροφή το γρανάζι που συνεργάζεται με τον οδοντωτό κανόνα, αναγκάζοντας έτσι τον κανόνα αυτόν να κινηθεί προς τα πάνω.

Ο βυθιστής τότε οπισθοχωρεί, ενώ συγχρόνως το συρματόσχοινο που τυλίγεται στο τύμπανο 3, έλκει μέσω της τροχαλίας 5 το άκρο του και τον αναγκάζει να στραφεί γύρω από την άρθρωσή του στην κεραία κατά τη φορά ανυψώσεως του κάδου. Έτσι έχομε συγχρόνως οπισθοχώρηση και ανύψωση του κάδου.

- Εάν συμπλέξομε τους συμπλέκτες και των δύο τυμπάνων 1 και 7, ο βυθιστής στρέφεται προς άνοδο του κάδου με μεγαλύτερη ταχύτητα



Σχ. 5.4η.

(γιατί το συρματόσχοινο τυλίγεται και στα δύο τύμπανα), ενώ συγχρόνως οπισθοχωρεί όπως και στην προηγούμενη περίπτωση.

- Εάν χαλαρώσουμε εντελώς το φρένο του τυμπάνου 7, ενώ ο συμπλέκτης του τυμπάνου 1 εξακολουθεί να είναι συμπλεγμένος, το συρματόσχοινο, παρασυρόμενο από το βάρος του κάδου, ξετυλίγεται από το τύμπανο 7, ενώ εξακολουθεί να τυλίγεται στο τύμπανο 1.

Τότε ο βυθιστής, ενώ εξακολουθεί να οπισθοχωρεί, στρέφεται κατά τη φορά καθόδου του κάδου με αρκετά μεγάλη ταχύτητα, ώστε, παρά την οπισθοχώρηση του βυθιστή, ο κάδος τελικά να κατέρχεται.

Σφίγγοντας περισσότερο ή λιγότερο το φρένο του τυμπάνου 7, μπορούμε να επιτύχομε ταχύτητα καθόδου του κάδου (λόγω βάρους κάδου και βυθιστή) μικρότερη, (ίση ή μεγαλύτερη από την ταχύτητα ανόδου (που οφείλεται στην οπισθοχώρηση του βυθιστή), οπότε θα έχουμε αντίστοιχα άνοδο, διατήρηση του ύψους ή κάθοδο του κάδου, πάντοτε με σύγχρονη οπισθοχώρησή του.

- Εάν συμπλέξουμε το συμπλέκτη του τυμπάνου 7 και φρενάρομε το τύμπανο 1, ο βυθιστής, ελκόμενος από το συρματόσχοινο του τυμπάνου 7, στρέφεται κατά τη φορά ανυψώσεως του κάδου. Ο κάδος τότε ανέρχεται, χωρίς ο βυθιστής να προχωρεί ή να οπισθοχωρεί.
- Εάν χαλαρώσουμε εντελώς το φρένο του τυμπάνου 1, ενώ ο συμπλέκτης του τυμπάνου 7 εξακολουθεί να είναι συμπλεγμένος, το συρματόσχοινο ξετυλίγεται από το τύμπανο 1 λόγω του βάρους του κάδου και του βυθιστή και παρασύρει σε αντίστροφη περιστροφή το τύμπανο 3, ενώ εξακολουθεί να τυλίγεται στο τύμπανο 7. Έτσι ο βυθιστής παρασύρεται σε ευθύγραμμη κίνηση προς τα εμπρός, ενώ συγχρόνως στρέφεται προς άνοδο του κάδου. Περιορίζοντας τώρα την ταχύτητα με την οποία ξετυλίγεται το συρματόσχοινο του τυμπάνου 1, με περισσότερο ή λιγότερο σφίξιμο του φρένου του, μπορούμε να επιτύχομε άνοδο, διατήρηση του ύψους ή κάθοδο του κάδου, πάντοτε με σύγχρονη προχώρησή του.

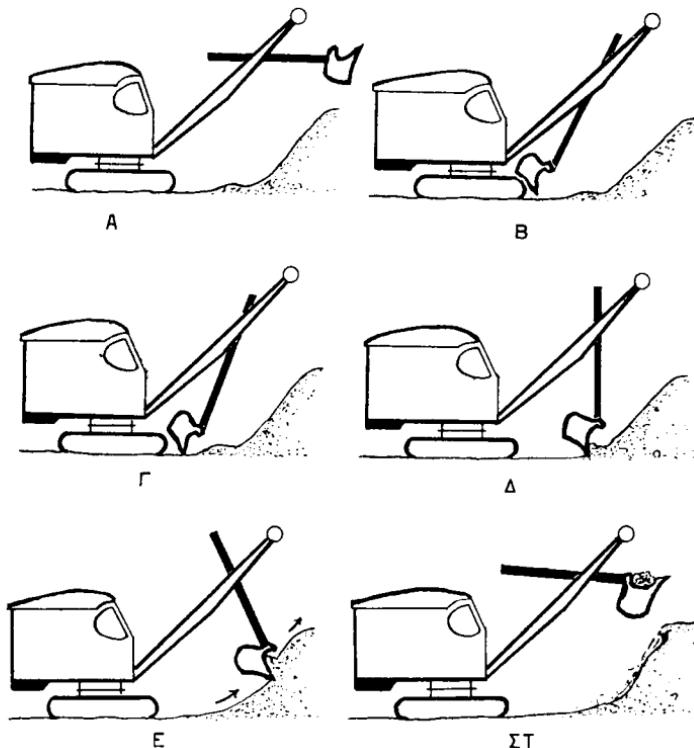
Έτσι επιτυγχάνονται όλοι οι αναγκαίοι για την εργασία του πτύου συνδυασμοί κινήσεων του κάδου.

Στην εξάρτηση πτύου και γενικά στις εξαρτήσεις όπου η δύναμη που ασκεί ο κάδος πάνω στο έδαφος διευθύνεται προς τα έξω (προς τα εμπρός), η αντίδραση που ασκείται από το έδαφος επάνω στον κάδο τείνει να κινήσει τον εκσκαφέα προς τα πίσω, στην περίπτωση αξονικής εκσκαφής [παράγρ. 5.4 (Α, 2)]. Γι' αυτό είναι απαραίτητο ένα σύστημα ασφαλίσεως, το οποίο να εμποδίζει τη μετακίνηση του φορείου προς τα πίσω [παράγρ. 5.3 (Γ, 1)].

Επίσης στους εκσκαφείς με εξαρτήσεις του τύπου αυτού οι κινητήριοι τροχοί των ερπυστριών πρέπει να βρίσκονται στο πίσω μέρος κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, γιατί με την πρόοδο της εργασίας ο εκσκαφέας προχωρεί προς τα εμπρός [παράγρ. 5.3 (Γ, 2)].

2) Τρόπος εργασίας.

Αφού σταματήσουμε κοντά στη θέση όπου θέλομε να σκάψουμε στρέφομε, εάν, χρειασθεί, το σκάφος, ώστε να φέρομε τον κάδο μπροστά από το μέτωπο εκσκαφής (θέση Α, σχ. 5.4θ), και με τη βοήθεια των μηχανισμών στροφής και ευθύγραμμης κινήσεως του βυθιστή κατεβάζομε τον κάδο, ενώ συγχρόνως τον πλησιάζομε προς το σκάφος, έως ότου ακουμπήσει στο έδαφος (θέσεις Β και Γ). (Προσέχομε να μην ακουμπήσει κατά την οπισθοχώρησή του στην κεραία ή τις ερπύστριες).



Σχ. 5.4θ.

Κατόπιν με κατάλληλα συνδυασμένους χειρισμούς των μηχανισμών, κινούμε τον κάδο πρώτα οριζόντια για να ισοπεδώσει τη βάση του πρανούς (θέση Δ) και κατόπιν, για να κάνει την εκσκαφή, τον στρέφομε προς τα επάνω γύρω από την άρθρωση του βυθιστή, ενώ συγχρόνως τον προωθούμε μαζί με το βυθιστή δύσος χρειάζεται, ώστε να επιτύχομε την επιθυμητή διείσδυση ή την επιθυμητή κλίση στο πρανές (θέση Ε).

Μετά το γέμισμα του κάδου, και ενώ ο βυθιστής εξακολουθεί ακόμη να στρέφεται ανυψούμενος, τον ανελκύομε, ώστε να απομακρυνθεί ο κάδος από το μέτωπο εκσκαφής (θέση ΣΤ).

Στρέφομε τότε το σκάφος προς τη θέση εκφορτώσεως, ενώ συγχρόνως με κατάλληλους πάλι χειρισμούς των μηχανισμών στροφής και ευθύγραμμης κινήσεως του βυθιστή, φροντίζομε, ώστε ο κάδος να βρεθεί στο επιθυμητό ύψος τη στιγμή που θα φθάσει επάνω από τη θέση εκφορτώσεως. Στο σύστημα περιστροφής του σκάφους παύομε να δίνομε κίνηση (φέρομε τον αντίστοιχο μοχλό στην ουδέτερη θέση), πριν ακόμη ο κάδος φθάσει στη θέση εκφορτώσεως, ώστε η περιστροφή να συνεχισθεί με την αδράνεια των περιστρεφομένων μαζών, επιβραδυνόμενη συνεχώς, έως ότου ο κάδος βρεθεί επάνω από τη θέση εκφορτώσεως· τότε σταματάμε την περιστροφή με το μοχλό αναστροφής της, ανοίγομε τον πυθμένα του κάδου και το περιεχόμενό του αδειάζει. Το υλικό μπορούμε να το αφήσουμε να σχηματίσει συγκεντρωμένο σωρό, ή να διασκορπίσουμε με κατάλληλες κινήσεις του κάδου κατά το άδειασμα. Όταν το άδειασμα γίνεται σε οχήματα φορτώσεως, μπορούμε να ισοπεδώνομε με τον κάδο κλειστό τους σχηματιζόμενους σωρούς του υλικού μέσα στα οχήματα.

Μετά το άδειασμα και ενώ το σκάφος στρέφεται κατ' αντίστροφη φορά, με κατάλληλο συνδυασμό χειρισμών των μηχανισμών στροφής και ευθύγραμμης κινήσεως του βυθιστή, φέρομε τον κάδο στην επιθυμητή θέση του μετώπου εκσκαφής (θέση Β) για να αρχίσουμε νέο κύκλο εργασίας.

Με την κίνηση που δίνομε στο βυθιστή για να επανέλθει στη θέση Β, ο πυθμένας του κάδου κλείνει ωθούμενος προς τα κάτω λόγω του βάρους του [παράγρ. 5.4 (Α, 1)] και διατηρείται κλειστός χάρη στο ελατήριό του, έως ότου ενεργήσουμε επί του αντίστοιχου μηχανισμού για να ανυίξει πάλι στον επόμενο κύκλο λειτουργίας.

Το ύψος της κεραίας το ρυθμίζομε συνήθως από την αρχή,

αναλόγως της επιθυμητής ακτίνας ενέργειας του εκσκαφέα, και δεν το αλλάζομε κατά τη διάρκεια της εκσκαφής.

Όταν όμως θέλομε να σκάψουμε σε μεγαλύτερη απόσταση και η θέση εκφορτώσεως βρίσκεται ψηλά, αναγκαζόμαστε να αλλάζομε το ύψος τη κεραίας· να την ανυψώσουμε δηλαδή κατά τη διάρκεια της στροφής του σκάφους προς τη θέση εκφορτώσεως και να την κατεβάζομε κατά τη διάρκεια της επιστροφής του σκάφους προς τη θέση εκσκαφής. Στην περίπτωση αυτή έχουμε μεγαλύτερη καταπόνηση της κεραίας και των μηχανισμών, μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας και επιβράδυνση του κύκλου λειτουργίας. [Το κατέβασμα της κεραίας πρέπει να γίνεται αργά και με προσοχή, γιατί συνεπάγεται κίνδυνο ανατροπής του εκσκαφέα προς τα εμπρός, παράγρ. 5.3 (Δ)].

Αφού γίνει η εκσκαφή του τμήματος που βρίσκεται μέσα στην ακτίνα δράσεώς του, κινούμε τον εκσκαφέα προς τα εμπρός σε νέο μέτωπο εκσκαφής. Κατά τη μετακίνηση οι μηχανισμοί στροφής και ευθύγραμμης κινήσεως του βυθιστή πρέπει να είναι φρεναρισμένοι και να ασφαλίζεται το σκάφος από περιστροφικές κινήσεις [παράγρ. 5.3 (Γ, 1)].

Μπορούμε να κατεβάσουμε πολύ χαμηλά τον κάδο και να σκάψουμε και κάτω από τη βάση εδράσεως του εκσκαφέα μέχρι βάθους 2,5 έως 3 π και σε πολύ μεγάλους εκσκαφείς μέχρις 6 έως 7 π, όταν θέλομε π.χ. να ανοίξουμε αύλακες. Η απόδοση όμως του εκσκαφέα στη θέση αυτή, καθώς και σε οποιαδήποτε ακραία θέση του χώρου δράσεώς του, μειώνεται γιατί ο κάδος δεν γεμίζει γρήγορα, η κλίση των δοντιών δεν είναι εύκολο να ρυθμιστεί στην κατάλληλη τιμή της [παράγρ. 5.3 (Ε)] και ο έλεγχος των κινήσεων χάνει σε ακρίβεια.

Γι' αυτό φροντίζομε, όταν αυτό είναι δυνατό και δεν υπάρχει φόβος κατολισθήσεως ή άλλος κίνδυνος για το χειριστή, ο εκσκαφέας να μη βρίσκεται μακριά από το μέτωπο εκσκαφής και να σκάβει υψηλότερα από το επίπεδο εδράσεώς του· φροντίζομε επίσης τα φορτηγά που αποκομίζουν το υλικό να βρίσκονται, εάν είναι δυνατόν, στο ίδιο επίπεδο με τον εκσκαφέα.

Όταν θέλομε με εκσκαφέα πτύου να κατασκευάσουμε ένα όρυγμα, διαμορφώνομε ένα κατάλληλο χώρο χαμηλότερα από την επιφάνεια του εδάφους, ώστε από εκεί ο εκσκαφέας να μπορεί να σκάβει ψηλότερα από την επιφάνεια εδράσεώς του. Επίσης κατασκευάζομε κατάλληλα κεκλιμένες προσπελάσεις (ράμπες)

για τα φορτηγά ή τα βαγόνια, που πρέπει να κατέρχονται στο επίπεδο εδράσεως του εκσκαφέα για να φορτώνονται και να ανέρχονται πάλι στην επιφάνεια του εδάφους μεταφέροντας το υλικό εκσκαφής.

Ο χρόνος στροφής του σκάφους είναι μη παραγωγικός και προσπαθούμε να τον ελαττώνομε στο ελάχιστο δυνατόν, φέρνοντας π.χ. φορτηγά κοντά στο μέτωπο εκσκαφής.

Πολλοί πεπειραμένοι χειριστές, ιδίως όταν η εκφόρτωση γίνεται σε σωρούς, οπότε δεν χρειάζεται να εντοπισθεί με ακρίβεια το άδειασμα, κερδίζουν χρόνο αρχίζοντας την εκφόρτωση, πριν σταματήσουν τη στροφή του σκάφους.

Συγχρονισμός όμως στροφής του σκάφους και εκσκαφής αντενδείκνυται, γιατί συνεπάγεται μεγάλη καταπόνηση των στοιχείων του μηχανισμού και ιδίως της κεραίας σε στρέψη.

Παρόμοια καταπόνηση, αλλά σε μικρότερο βαθμό, υφίσταται η κεραία και τα υπόλοιπα στοιχεία του μηχανισμού, όταν ο χειριστής προσπαθεί με απόθεση του κάδου πάνω στο έδαφος και στροφής του σκάφους, να ισοπεδώσει μικροανωμαλίες του δαπέδου εργασίας (ίχνη ερπυστριών του εκσκαφέα, μικροεμπόδια ενοχλητικά για τα κυκλοφορούντα οχήματα φορτώσεως κλπ.).

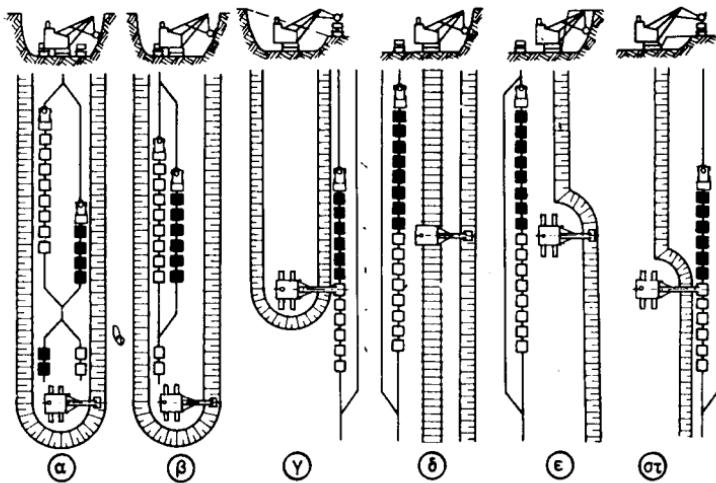
Η τεχνική αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο σε περίπτωση ανάγκης από προσεκτικό χειριστή και σε εκσκαφείς ισχυρής κατασκευής.

Η διάταξη εργασίας στο εργοτάξιο εξαρτάται από το είδος του έργου και τις εκάστοτε τοπικές συνθήκες και καθορίζεται με βάση την τεχνοοικονομική μελέτη. Το σχήμα 5.4ι δίνει μερικά παραδείγματα διατάξεως εργασίας.

Στα παραδείγματα α, β και γ ο εκσκαφέας σκάβει ημικυκλικά κατά τους διαδοχικούς κύκλους εργασίας του και ανοίγει έτσι διάδρομο, κατά μήκος του οποίου προχωρεί κάθε φορά και συμπληρώνει την εκσκαφή μιας ζώνης μέσα στην ακτίνα ενέργειάς του (**εκσκαφή αξονική**). Πλεονέκτημα της διατάξεως αυτής είναι η αποκόμιση μεγάλης ποσότητας υλικού από μια ορισμένη θέση του εκσκαφέα.

Στις διατάξεις α και β τα οχήματα κινούνται πάνω σε σιδηροτροχίες με δύο διακλαδώσεις στην περιοχή του εργοταξίου. Από τη μια διακλάδωση φεύγουν τα φορτωμένα βαγόνια, ενώ στην άλλη περιμένουν τα βαγόνια που επιστρέφουν από το χώρο αποθέσεως του υλικού για να πάρουν θέση προς φόρτωση.

Τα βαγόνια κυκλοφορούν στο ίδιο επίπεδο με τον εκσκαφέα. Οι σιδηροτροχίες επεκτείνονται με την πρόοδο της εργασίας ακολουθόταν τον εκσκαφέα.



Σχ. 5.4ι.

Στη διάταξη α τα βαγόνια πλησιάζουν στον εκσκαφέα μέσα στην ακτίνα εκφορτώσεώς του και από τις δύο πλευρές του διαδρόμου.

Στη διάταξη γ, τόσο τα φορτωμένα βαγόνια, όσο και αυτά που έρχονται για φόρτωση προχωρούν στη σειρά κατά την ίδια φορά. Η δεύτερη γραμμή διακλαδώσεως εξυπηρετεί αυτά που επιστρέφουν από το χώρο αποθέσεως. Εδώ οι γραμμές βρίσκονται σε υψηλότερο επίπεδο από τον εκσκαφέα.

Σοβαρό μειονέκτημα του τρόπου εργασίας κατά το σύστημα α και β είναι ότι οι ασχολούμενοι με τη συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση των βαγονιών και τη ρύθμιση της κυκλοφορίας τους μέσα στο διάδρομο διατρέχουν κίνδυνο από τυχόν κατολισθήσεις. Στη διάταξη γ, οι εργασίες αυτές γίνονται σε χώρο που δεν κινδυνεύει από κατολισθήσεις, ενώ ο διάδρομος που ανοίγει ο εκσκαφέας είναι ελεύθερος από σιδηροτροχιές.

Στη διάταξη δ η εκσκαφή γίνεται από τη μια πλευρά του εκσκαφέα επάνω σε ευθύγραμμο μέτωπο και η εκφόρτωση του κάδου από την άλλη, σε μια σειρά βαγονιών ή σε σωρούς (πλευρική εκσκαφή).

Τα φορτωμένα βαγόνια καθώς και τα προς φόρτωση προχωρούν κατά την ίδια φορά. Ο εκσκαφέας προχωρεί παράλληλα προς το μέτωπο εκσκαφής μετατιθέμενος από μια θέση εκσκαφής στην επόμενη.

Οι σιδηροτροχιές βρίσκονται σε αρκετή απόσταση από το πρανές.

Συνηθισμένος είναι και ο μικτός τρόπος εργασίας, όπου ο εκσκαφέας αφαιρεί υλικό κατά τόξο κύκλου, ενώ κατά τα άλλα εφαρμόζεται η διάταξη πλευρικής εκσκαφής [σχ. 5.5ι (ε) και (στ)].

Ο τρόπος αυτός εργασίας συνδυάζει εν μέρει τα πλεονεκτήματα της ημικυκλικής με τα πλεονεκτήματα της πλευρικής εκσκαφής.

Στη διάταξη ε, τα οχήματα εκφορτώσεως βρίσκονται στο επίπεδο του εκσκαφέα, ενώ στη διάταξη στ., σε υψηλότερο επίπεδο.

Στις περιπτώσεις όπου τα οχήματα κυκλοφορούν σε υψηλότερο επίπεδο, αποφεύγεται η κατασκευή ράμπας για την προσπέλασή τους στο επίπεδο εδράσεως του εκσκαφέα.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, όπου η μεταφορά του υλικού γίνεται με βαγόνια, οι γραμμές διακλαδώσεως των σιδηροτροχιών μετατίθενται κατά διαστήματα, ακολουθώντας τον εκσκαφέα.

Αντί βαγονιών προτιμώνται συχνά τα φορτηγά αυτοκίνητα, τα οποία πλεονεκτούν από απόψεως ελευθερίας κινήσεως και μας απαλλάσσουν από την εγκατάσταση σιδηροτροχιών. Η χωρητικότητά τους πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη (3 έως 7 φορές μεγαλύτερη από αυτήν του κάδου), για να μην έχομε συχνές αντικαταστάσεις οχημάτων.

3) Γενικά χαρακτηριστικά, επιδόσεις και χρήσεις.

Στην εξάρτηση πτύου, επειδή ο κάδος βρίσκεται πάνω σε στερεό στέλεχος με τρεις δυνατότητες ελεγχόμενης κινήσεως (ευθύγραμμης κινήσεως, στροφής περί άρθρωση και παρακολουθήσεως της στροφής του σκάφους), μπορούμε να ελέγχουμε με ακρίβεια τις κινήσεις του κάδου και να εντοπίζουμε την εκφόρτωση.

Γι' αυτό η εξάρτηση αυτή είναι ιδεώδης για εκφόρτωση σε περιορισμένο χώρο π.χ. σε φορτηγά αυτοκίνητα, σε χοάνες τροφοδοτήσεως μεταφορικών ταινιών κλπ.

Επειδή, συγκριτικά με άλλες εξαρτήσεις, οι κινούμενες κατά την εκσκαφή μάζες είναι μικρότερες (ο κάδος και ο βυθιστής μόνο), οι κινήσεις τους γίνονται ταχύτερα, με αποτέλεσμα μικρότερη διάρκεια του κύκλου λειτουργίας, άρα μεγαλύτερη απόδοση για την ίδια χωρητικότητα κάδου (κεφ. 4).

Ο χρόνος (διάρκεια) ενός κύκλου εργασίας είναι της τάξεως των 12 έως 30 sec, ανάλογα με τη φύση του εδάφους και τους άλλους παράγοντες που επηρεάζουν τον αριθμό των κύκλων εργασίας ανά μονάδα χρόνου (κεφ. 4), για μικρές χωρητικότητες κάδων (κάτω των 3 m^3 περίπου) και για στροφή του σκάφους κατά 90° από τη θέση εκσκαφής σε θέση εκφορτώσεως. Σε εκσκαφείς με κάδους μεγάλης χωρητικότητας ο χρόνος αυτός είναι μεγαλύτερος λόγω των μεγαλυτέρων κινουμένων μαζών (φθάνει τα 40 έως 50 sec).

Με τη βοήθεια των μηχανισμών στροφής και ευθύγραμμης κινήσεως του βυθιστή και με κατάλληλη ρύθμιση της κλίσεως των

δοντιών του κάδου, μπορούμε με τον εκσκαφέα πτύου να ασκούμε πίεση επί του εδάφους στην εκάστοτε επιθυμητή διεύθυνση. Μπορούμε επίσης να σκάβομε υλικά μεγάλης αντοχής, μεγάλα θραύσματα σκληρών πετρωμάτων που προέρχονται από εκρήξεις, ακόμη και βραχώδη πετρώματα, όταν έχουν ανοίγματα και ρωγμές, αρκεί να χρησιμοποιούμε τους εκάστοτε κατάλληλους κάδους.

B. Εξάρτηση ανεστραμμένης τσάπας (πτύου) (pull shovel ή hoe, Tieflöffel, pelle retro).

Προορίζεται κυρίως γι' εκσκαφές κάτω από το επίπεδο εδράσεως του εκσκαφέα.

1) Περιγραφή και μηχανισμός.

Ο κάδος έχει την κοιλότητα και τα δόντια του στραμμένα προς το μέρος του εκσκαφέα και σκάβει ελκόμενος προς τον εκσκαφέα (σχ. 5.4 ια).



Σχ. 5.4ια.

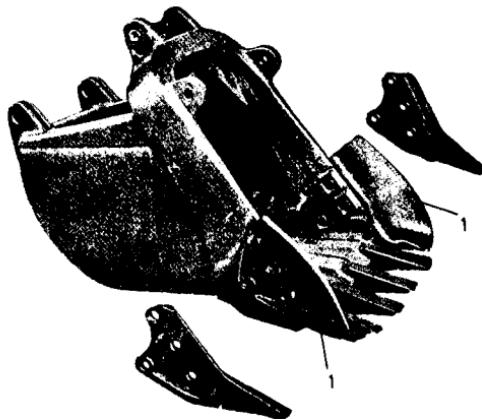
Ο βυθιστής 1 είναι αρθρωμένος στο άκρο της κεραίας 2, υπάρχει δε και βοηθητική κεραία 3 αρθρωμένη στο σκάφος, από την κορυφή της οποίας διέρχεται συρματόσχοινο, που συγκρατεί το επάνω άκρο του βυθιστή.

Η εκφόρτωση του κάδου γίνεται συνήθως με ανατροπή του· μπορεί δώμας να γίνει και με άνοιγμα του πυθμένα.

Συνήθως τα χείλη του κάδου έχουν δεξιά και αριστερά πλευρικά μαχαίρια 1 (σχ. 5.4ιβ), τα οποία κάνουν απόξεση των πλευρικών τοιχωμάτων κατά την εκσκαφή αυλάκων. Τα μαχαίρια αυτά εξέχουν λίγο από τα πλάγια, ώστε να αποφεύγεται η τριβή του σώματος του κάδου στα τοιχώματα των αυλάκων.

Όπως και σε πολλές εξαρτήσεις πτύου, μπορούμε να ρυθμίζομε την κλίση του κάδου ως προς το βυθιστή για να επιτύχουμε την εκάστοτε καταλληλότερη κλίση των δοντιών (γωνία κοπής) [παράγρ. 5.3 (Ε)].

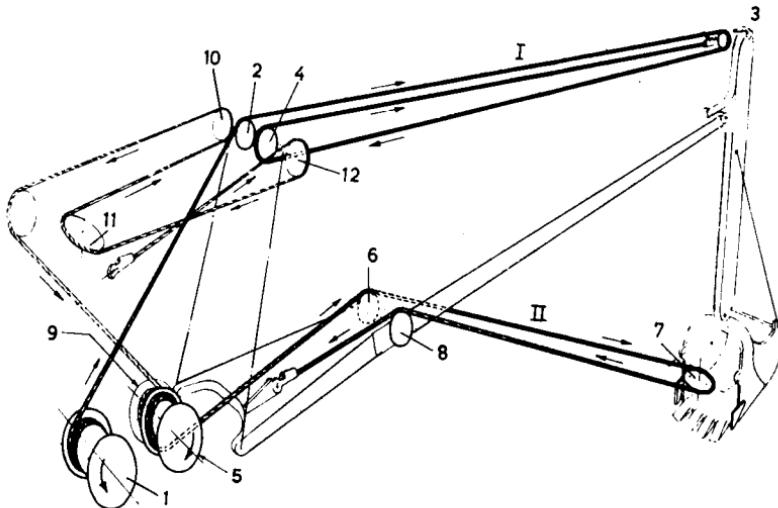
Η εκσκαφή γίνεται με συνδυασμό κινήσεων του βυθιστή και της κεραίας.



Σχ. 5.4ιβ.

Το σχήμα 5.4ιγ δείχνει ένα παράδειγμα μηχανισμού με βαρούλκα και συρματόσχοινα για τον έλεγχο των κινήσεων αυτών.

Το συρματόσχοινο 1, το λεγόμενο συρματόσχοινο **ανυψώσεως**, προερχόμενο από το τύμπανο του βαρούλκου 1, διέρχεται μέσα από μια τροχαλία 2 στην κορυφή της βοηθητικής κεραίας, μέσα από άλλη τροχαλία 3 στην κορυφή του βυθιστή, κατόπιν μέσα από τρίτη τροχαλία 4 στην κορυφή της βοηθητικής κεραίας και καταλήγει σε ένα σημείο της θήκης της τροχαλίας 3 του βυθιστή.



Σχ. 5.4ιγ.

Ένα άλλο συρματόσχοινο II, το λεγόμενο συρματόσχοινο έλξεως, προερχόμενο από το τύμπανο 5 ενός δεύτερου βαρούλκου, διέρχεται από την οδηγό τροχαλία 6 της κεραίας, φθάνει στην τροχαλία 7, που έχει τη θήκη της στερεωμένη με αλυσίδες στις δύο πλευρές του κάδου, και μέσω της τροχαλίας 8 καταλήγει σε ένα σταθερό σημείο της κεραίας.

Ένα τρίτο συρματόσχοινο III, το συρματόσχοινο συγκρατήσεως της βοηθητικής κεραίας προερχόμενο από το τύμπανο 9, διέρχεται μέσα από την τροχαλία 10 της βοηθητικής κεραίας, μέσα από την οδηγό τροχαλία 11, μέσα από την τροχαλία 12 της βοηθητικής κεραίας και καταλήγει σε ένα σταθερό σημείο του σκάφους.

Οι χειρισμοί γίνονται ως ακολούθως:

α) Όταν συμπλέξουμε το συμπλέκτη του τυμπάνου 1, αφήνοντας να ολισθαίνει το φρένο του τυμπάνου 5, το επάνω άκρο του βυθιστή έλκεται προς τη βοηθητική κεραία και ο κάδος αθείται προς τα έξω, ενώ το συρματόσχοινο έλξεως ξετυλίγεται από το τύμπανο 5.

β) Όταν διατηρώντας συμπλεγμένο το συμπλέκτη του τυμπάνου 1, φρενάρομε το τύμπανο 5, ή όταν εμφανισθεί αντίσταση, η οποία να εμποδίζει τον κάδο να κινηθεί προς τα έξω, τότε βυθιστής και κεραία μαζί ανυψώνονται σαν ένα σώμα, στρεφόμενα γύρω απ' το σημείο αρθρώσεως της κεραίας στο σκάφος.

γ) Όταν φρενάρομε το τύμπανο 5 και αφήσουμε να ολισθαίνει το φρένο του τυμπάνου 1, τότε η κεραία μαζί με το βυθιστή και τον κάδο κατεβαίνουν παρασυρόμενα από το βάρος τους, ενώ το συρματόσχοινο

ανυψώσεως ξετυλίγεται από το τύμπανο 1. Η τροχιά του κάδου είναι πάλι τόξο κύκλου με κέντρο το σημείο αρθρώσεως της κεραίας στο σκάφος, διαγράφεται όμως κατ' αντίθετη φορά σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση.

δ) Όταν συμπλέξομε το συμπλέκτη του τυμπάνου 5 και αφήσομε το φρένο του τυμπάνου 1 να ολισθαίνει, τότε ο κάδος έλκεται προς το μέρος της κεραίας, ενώ το επάνω άκρο του βυθιστή κινείται προς τα έξω και ξετυλίγεται συρματόσχοινο από το τύμπανο 1.

ε) Όταν διατηρώντας συμπλεγμένο το συμπλέκτη του τυμπάνου 5 φρενάρομε το τύμπανο 1, ο κάδος έλκεται προς την κεραία και η κεραία ανεβαίνει έτσι, ώστε το επάνω άκρο του βυθιστή να διαγράψει τόξο κύκλου γύρω από το άνω άκρο της βοηθητικής κεραίας.

στ) Όταν φρενάρομε το τύμπανο 1 και αφήσομε το φρένο του τυμπάνου 5 να ολισθαίνει το συρματόσχοινο έλξεως ξετυλίγεται από το τύμπανο 5 και ο κάδος αωθείται προς τα έξω. Επίσης το άνω άκρο του βυθιστή διαγράφει τόξο κύκλου γύρω από το άνω άκρο της βοηθητικής κεραίας κατ' αντίθετη προς την προηγούμενη φορά και η κεραία κατεβαίνει.

ζ) Όταν συμπλέξομε τους συμπλέκτες και των δύο τυμπάνων, η κεραία ανυψώνεται γρήγορα, ενώ ο κάδος έλκεται προς το μέρος της.

2) Τρόπος εργασίας της εξαρτήσεως ανεστραμμένης τσάπας (σχ. 5.4ιδ).

Όταν φθάσομε στη θέση εκσκαφής, τινάζομε τον κάδο προς τα έξω (χειρισμός α του προηγούμενου παραδείγματος, θέση Α του σχήματος 5.4ιδ).

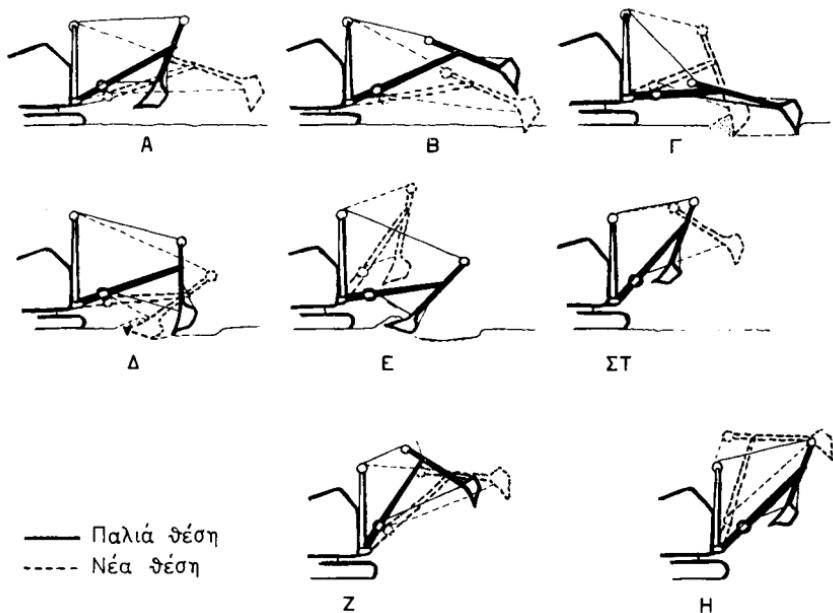
Αφήνομε κατόπιν την κεραία με το βυθιστή να πέσουν ώσπου τα δόντια του κάδου κτυπήσουν στο έδαφος (θέση Β, χειρισμός γ).

Σε μαλακά εδάφη μετριάζομε το κτύπημα σφίγγοντας λίγο το φρένο ανυψώσεως, πριν από την πτώση. Σε σκληρά, φρενάρομε αμέσως μετά το κτύπημα για να μη ξεφύγει το συρματόσχοινο από το τύμπανο ανυψώσεως.

Έλκομε ύστερα τον κάδο προς τα μέσα και η εκσκαφή αρχίζει (θέσεις Γ και Δ).

Η αντίσταση εκσκαφής μεγαλώνει, όσο γεμίζει ο κάδος. Το βάθος διεισδύσεως μπορούμε να το ρυθμίζομε με κατάλληλο χειρισμό των μηχανισμών κινήσεως του κάδου.

Στο παράδειγμα του σχήματος 5.4ιγ για να αυξήσουμε ή να ελαττώσουμε τη διείσδυση, χαλαρώνομε ή σφίγγομε αντίστοιχα το φρένο του τυμπάνου 1, διατηρώντας συμπλεγμένο το συμπλέκτη του τυμπάνου 5 (χειρισμός μεταξύ δ και ε).



Σχ. 5.41δ.

Όταν γεμίσει ο κάδος, ανυψώνομε την κεραία και εξακολουθούμε να έλκομε τον κάδο προς τα μέσα πλησιάζοντάς τον στην κεραία έτσι, ώστε να ανεβαίνει ο πυθμένας του και να συγκρατείται το περιεχόμενό του (θέση Ε, χειρισμός ζ).

Μετά σταματούμε την έλξη του κάδου και στρέφομε το σκάφος προς τη θέση εκφορτώσεως, ενώ συνεχίζομε την ανύψωση της κεραίας (χειρισμός β).

Όταν ο κάδος φθάσει στη θέση εκφορτώσεως, σταματούμε την περιστροφή του σκάφους και αφήνομε τον κάδο να εκτιναχθεί προς τα έξω με σύγχρονη σύμπλεξη (θέση ΣΤ) ή φρενάρισμα (θέση Ζ) του τυμπάνου ανυψώσεως, οπότε το περιεχόμενό του αδειάζει (χειρισμός α ή στ).

Όταν θέλομε η εκφόρτωση να γίνει πιο κοντά στον εκσκαφέα, επιβραδύνομε την εκτίναξη του κάδου προς τα έξω, ενώ ταυτόχρονα ανυψώνομε την κεραία [στο παράδειγμά μας σφίγγομε μερικώς το φρένο του τυμπάνου 5 και συμπλέκομε το συμπλέκτη του τυμπάνου ανυψώσεως (θέση Η)].

Τα φορτηγά πρέπει να βρίσκονται χαμηλότερα από τον εκσκαφέα, ώστε να μη χρειάζεται να σηκώνομε πολύ ψηλά την

κεραία πριν από τη φάση εκφορτώσεως, πράγμα που θα ευνοού-
σε την πρόωρη διαρροή υλικού.

Μετά την εκφόρτωση στρέφομε το σκάφος προς τη θέση
εκσκαφής για να αρχίσουμε νέο κύκλο λειτουργίας κ.ο.κ.

Έτσι αυξάνομε βαθμιαία το βάθος της κοιλότητας που α-
νοίγομε, κατεβάζοντας διαρκώς χαμηλότερα την κεραία κατά την
εκσκαφή, ώσπου να φθάσουμε στο επιθυμητό βάθος.

Όταν συμπληρωθεί η εκσκαφή του τμήματος που βρίσκεται
μέσα στην ακτίνα δράσεώς του, ο εκσκαφέας μετακινείται προς
τα πίσω για την εκσκαφή νέου τμήματος.

Η βοηθητική κεραία τηρείται συνήθως σχεδόν κατακόρυφη,
εκτός εάν χρειασθεί να εργασθεί ο κάδος σε μεγάλο βάθος (κο-
ντά στο οριακό βάθος στο οποίο μπορεί να φθάσει ο εκσκαφέας),
οπότε της δίνομε κλίση προς τα εμπρός· επίσης αν θέλομε να
σκάψουμε σε ύψος (π.χ. κατά την επιφανειακή κατεργασία πρα-
νών), της δίνομε μικρή κλίση προς τα πίσω.

Κατά την εργασία προσέχουμε να μην κινηθεί πολύ προς τα
πίσω η κεραία, οπότε είναι δυνατό να προσκρούσει στη βοηθητική
κεραία και στη συνέχεια να την παρασύρει και να την κτυπήσει
στο σκάφος.

Αυτό μπορεί να συμβεί, αν συνεχίζομε να κρατούμε συ-
μπλεγμένους περισσότερο από όσο πρέπει τους συμπλέκτες των
βαρούλκων ανυψώσεως ή έλξεως. Επίσης όταν, ενώ ο εκσκαφέας
εργάζεται σε κεκλιμένο επίπεδο με τον κάδο προς τον κατήφορο,
στρέφομε το σκάφος έτσι, ώστε ο κάδος να γυρίσει προς τον
ανήφορο.

Για την πρόληψη της ζημιάς σε μερικές κατασκευές προ-
βλέπεται τηλεσκοπικό σύστημα περιορισμού της προς τα επάνω
διαδρομής της βοηθητικής κεραίας. Το σύστημα αυτό αποτελεί-
ται από δύο σωλήνες, τον ένα αρθρωμένο στη βοηθητική κεραία
και τον άλλο στο σκάφος. Σε ενδεχόμενη οπισθοχώρηση της βοη-
θητικής κεραίας, ο πρώτος σωλήνας γλιστράει μέσα στο δεύτερο,
ώσπου να προσκρούσει σε ένα ανασχετήρα, ο οποίος εμποδίζει
την παραπέρα κίνησή του· έτσι η βοηθητική κεραία δεν είναι
δυνατό να πλησιάσει περισσότερο στο σκάφος.

3) Γενικά χαρακτηριστικά, επιδόσεις και χρήσεις.

Όπως και στην εξάρτηση τσάπας, ο κάδος τοποθετείται
επάνω σε στερεό στέλεχος και οι κινήσεις του είναι δυνατόν να
ελέγχονται με αρκετή ακρίβεια.

Ο εκσκαφέας ανεστραμμένης τσάπας τοποθετείται κατά κανόνα υψηλότερα από τη θέση εκσκαφής και έτσι αποφεύγεται η εγκατάστασή του στον πυθμένα ορυγμάτων, όπου συναντώνται συχνά λασπώδη ή χαλαρά εδάφη αμφίβολης αντοχής. Επίσης αποφεύγονται και οι πολυδάπανες κεκλιμένες προσπελάσεις (ράμπες), οι οποίες θα χρειάζονταν για να κατέρχονται τα φορτηγά οχήματα στο επίπεδο του πυθμένα προς φόρτωση και να επανέρχονται στην επιφάνεια.

Τα οχήματα μπορούν να κυκλοφορούν πάνω στο επίπεδο εδράσεως του εκσκαφέα ή σε υψηλότερο επίπεδο, όταν το μέγιστο ύψος ανυψώσεως της κεραίας το επιτρέπει.

Μειονέκτημα της εξαρτήσεως ανεστραμμένης τσάπας για την περίπτωση εκφορτώσεως σε οχήματα, είναι η αναπόφευκτη διαρροή υλικού, όταν ο κάδος εκτινάσσεται προς τη θέση εκφορτώσεως.

Επίσης ο κύκλος λειτουργίας είναι βραδύτερος εν σχέσει με τον κύκλο της εξαρτήσεως τσάπας, και επομένως η απόδοση για την ίδια χωρητικότητα κάδου είναι μικρότερη.

Μια αιτία της βραδύτητας είναι ότι είμαστε υποχρεωμένοι, ιδίως όταν η κεραία χρειάζεται να ανεβαίνει ψηλά, να πλησιάζομε τον πλήρη κάδο πολύ κοντά στην κεραία, πριν αρχίσει η φάση εκφορτώσεως, ώστε το ανοικτό μέρος του κάδου να είναι στραμμένο προς τα επάνω και να μην αρχίζει πρόωρα η εκφόρτωση.

Άλλος παράγοντας βραδύτητας είναι οι μεγάλες κινούμενες μάζες (εκτός του κάδου και του βυθιστή λαμβάνει μέρος και η κεραία στις κινήσεις κατά την εκσκαφή).

Η διάρκεια του κύκλου λειτουργίας είναι 25 έως 40 sec για χωρητικότητες κάδου κάτω των 2,5 m³, οι οποίες συναντώνται συνήθως στις εξαρτήσεις αυτές επί μηχανικών εκσκαφέων.

Ο κύκλος λειτουργίας συντομεύεται όταν, αντί ολόκληρου του σκάφους, περιστρέφεται μέρος αυτού μαζί με την κεραία και τον κάδο [παράγρ. 5.3 (B)].

Σε σχέση με την εξάρτηση συρόμενου κάδου [παράγρ. 5.4 (Γ)], της ανεστραμμένης τσάπας έχει το πλεονέκτημα να σκάβει πολύ σκληρότερα εδάφη, χάρη στη μεγαλύτερη δύναμη που ασκεί ο κάδος του και να ανοίγει ορύγματα με ακριβή μορφή διατομής και κατά διεύθυνση απολύτως ελεγχόμενη. Άλλα η ακτίνα ενέργειας του είναι περιορισμένη.

Επειδή η κεραία ανέρχεται και κατέρχεται συχνά, υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα κατά την ανύψωση να κτυπήσει στη βοη-

θητική κεραία και να τη ρίξει επάνω στο σκάφος. Για την πρόληψη της ζημιάς αυτής χρησιμοποιούνται διάφορες διατάξεις ασφάλειας.

Με την εξάρτηση ανεστραμμένης τσάπας κατασκευάζομε ορύγματα μέχρι βάθους 8 έως 9 μέτρων και ανοίγομε χαντάκια με ακριβώς κατακόρυφα τοιχώματα. Επίσης μπορούμε να απομακρύνουμε επιμήκεις σωρούς χώματος, να αφαιρούμε το επιφανειακό στρώμα λατομείων, πρανών, να σκάβομε για θεμελιώσεις κλπ.

Γ. Εξάρτηση συρόμενου κάδου (Ντράγκλαϊν) (dragline, Schlepplößel, dragline).

Στην εξάρτηση αυτή ο κάδος κρέμεται με αλυσίδες από τα συρματόσχοινα των βαρούλκων. Όπως και στην εξάρτηση ανεστραμμένης τσάπας, η κοιλότητα και τα δόντια του κάδου είναι στραμμένα προς τον εκσκαφέα.

1) Περιγραφή και μηχανισμοί.

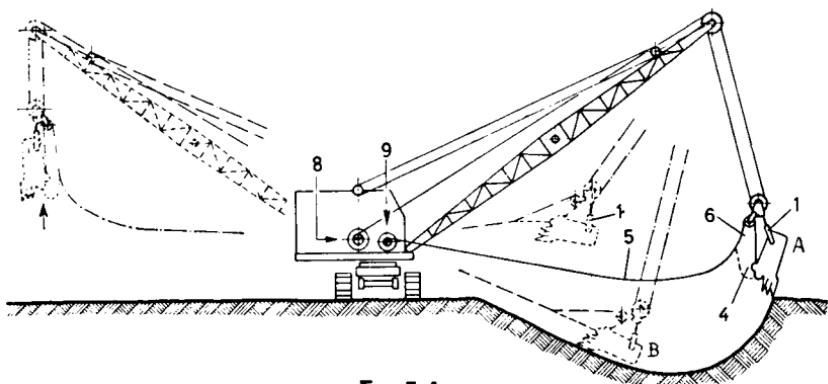
Το σχήμα 5.4ιε δείχνει έναν εκσκαφέα με εξάρτηση του είδους αυτού.

Ο κάδος έχει τέσσερις αλυσίδες (σχ. 5.4ιστ). Οι δύο από αυτές 1 είναι αρθρωμένες σε δύο πείρους των πλευρικών τοιχωμάτων του κάδου και κρέμονται από τη θήκη της τροχαλίας 2. Στη θήκη αυτή καταλήγει το λεγόμενο συρματόσχοινο ανυψώσεως 3, το οποίο διέρχεται από την τροχαλία του ράμφους της κεραίας και τυλίγεται στο τύμπανο του βαρούλκου ανυψώσεως 8 (σχ. 5.4ιε).

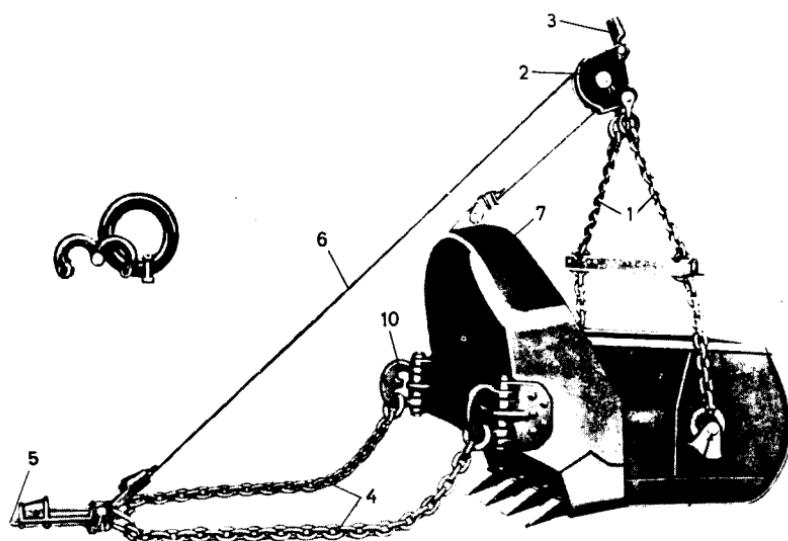
Οι δύο αλυσίδες 4 συνδέονται με το άκρο ενός άλλου συρματόσχοινου, του συρματόσχοινου έλξεως 5.

Το συρματόσχοινο αυτό περνάει από οδηγούς τροχαλίες στη βάση της κεραίας και τυλίγεται στο τύμπανο του βαρούλκου έλξεως 9.

Ένα τρίτο συρματόσχοινο, το συρματόσχοινο ανατροπής 6, είναι στερεωμένο σε ένα τοξοειδές έλασμα 7 επάνω από τα χείλη του κάδου, διέρχεται από την τροχαλία 2 και καταλήγει στο σημείο, όπου οι αλυσίδες 4 συνδέονται με το συρματόσχοινο έλξεως. Όταν έλκεται το συρματόσχοινο ανατροπής έτσι, ώστε το άκρο του, το οποίο είναι στερεωμένο στο τοξοειδές έλασμα, να ανυψώνεται, τα χείλη του κάδου αρχίζουν να ανασηκώνονται. Το κέντρο βάρους του κάδου βρίσκεται μεταξύ του τοξοειδούς



Σχ. 5.4ιε.



Σχ. 5.4ιστ.

ελάσματος και των αλυσίδων 1. Έτσι, όταν αφήσομε το συρματόσχοινο ανατροπής ελεύθερο, ο κάδος, λόγω του βάρους του, παίρνει κλίση με τα χείλη προς τα κάτω, στρεφόμενος περί τον άξονα των δύο πείρων στερεώσεως των αλυσίδων 1.

Μεταθέτοντας προς τα επάνω ή προς τα κάτω εντός των ρυθμιστικών οπών 10 του κρίκους που συνδέουν τις αλυσίδες 4 με τον κάδο, μπορούμε να αλλάζομε την κλίση του κάδου, επομένως και την κλίση των δοντιών του ως προς το έδαφος (γωνία κοπής) [παράγρ. 5.3 (Ε)].

Η κεραία έχει μεγάλο μήκος για να φθάνει σε μεγάλη απόσταση, κατασκευάζεται δε συνήθως δικτυωτή, ώστε παρά το μεγάλο μήκος της, να μην έχει μεγάλο βάρος και έτσι να συντελεί στην αύξηση των κινουμένων μαζών, με αποτέλεσμα την επιβράδυνση του κύκλου λειτουργίας.

Η διατομή της στενεύει, όσο προχωρούμε προς το επάνω άκρο της.

Πολλές φορές για να μεγαλώσουμε την ακτίνα δράσεως του εκσκαφέα, αυξάνομε το μήκος της κεραίας παρεμβάλλοντας μεταξύ του επάνω και του κάτω τμήματός της πρόσθετα ενδιάμεσα τμήματα.

Το μεγάλο μήκος κεραίας όμως μειώνει την ευστάθεια του εκσκαφέα, γιατί αυξάνει το μοχλοβραχίονα α της ροπής ανατροπής [παράγρ. 5.3 (Δ)]. Γι' αυτό αναγκαζόμαστε ή να προσθέτομε αντίβαρα στο πίσω μέρος του εκσκαφέα ή να μειώνομε το βάρος του κάδου με το φορτίο.

Ο κάδος, ανάλογα με το είδος της εργασίας, μπορεί να είναι βαρύς (για σκληρά εδάφη και εργασίες όπου χρειάζεται η διείσδυση του κάδου), μέτριος ή ελαφρός (για μαλακά εδάφη και για επιφανειακές εργασίες ή εργασίες που δεν απαιτούν εκσκαφή όπως η διασκόρπιση ή φόρτωση του υλικού σωρών κλπ.).

Οι βαρείς κάδοι βιθύζονται καλύτερα στο έδαφος και αντέχουν περισσότερο στη φθορά. Οι ελαφροί χρειάζονται λιγότερη ενέργεια για την ανύψωσή τους.

Τα μέρη του κάδου συνδέονται μεταξύ τους με συγκόλληση.

Παλαιότερα υπήρχαν και κάδοι με ηλώσεις ή με συγκολλήσεις και ηλώσεις.

Τα χειλή αποτελούν ιδιαίτερο τεμάχιο χυτό από μαγγανιούχο ή άλλο ειδικό χάλυβα.

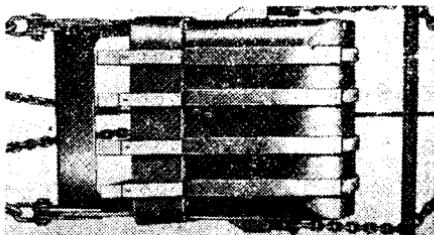
Μερικοί κάδοι είναι ενισχυμένοι στον πυθμένα με παράλληλες λωρίδες από χάλυβα ανθεκτικό στη φθορά (σχ. 5.4ιζ).

Για την εκσκαφή σε μέρη ελώδη ή λασπώδη χρησιμοποιούνται πολλές φορές διάτρητοι κάδοι για να στραγγίζει εύκολα το παρασυρόμενο νερό.

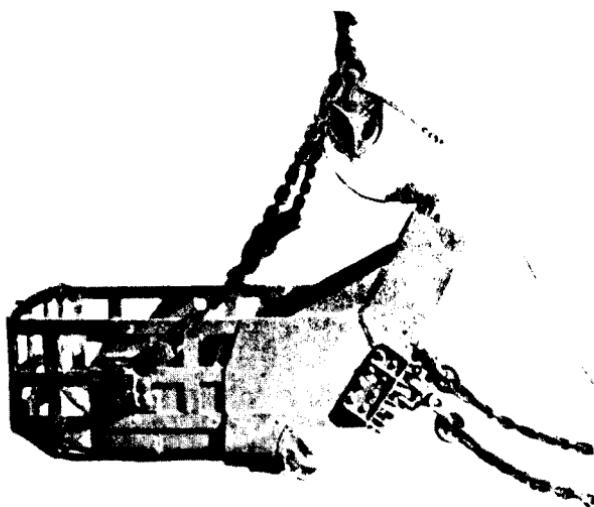
Για υλικά που αποτελούνται από μεγάλα τεμάχια χρησιμοποιούνται και κάδοι με δικτυωτά τοιχώματα (καλαθοειδείς) (σχ. 5.4η).

Για ελαφρές επιφανειακές εργασίες, υπάρχουν κάδοι με κοφτερά χειλη χωρίς δόντια.

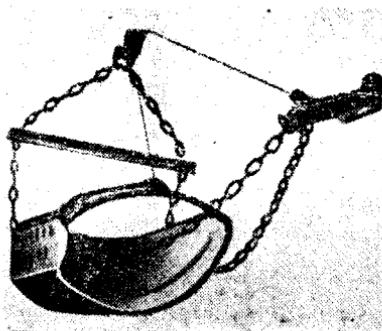
Σε μερικούς τύπους ο πυθμένας έχει καμπύλη επιφάνεια (σχ. 5.4ιθ).



Σχ. 5.4ιζ.



Σχ. 5.4ιη.



Σχ. 5.4ιθ.

Στην εξάρτηση συρόμενου κάδου καθώς και στην εξάρτηση ανεστραμμένης τσάπας, όπου η δύναμη που ασκεί ο κάδος επί του εδάφους διευθύνεται προς τα μέσα (προς τα πίσω), η αντίδραση που ασκείται από το έδαφος επί του κάδου τείνει να κινήσει τον εκσκαφέα προς τα εμπρός σε περίπτωση αξονικής εκσκαφής [παράγρ. 5.4 (Γ, 2)]. Γι' αυτό είναι απαραίτητο σύστημα ασφαλίσεως του φορείου που να εμποδίζει τη μετακίνησή του προς τα εμπρός [παράγρ. 5.3 (Γ, 1)].

Επίσης, σε εκσκαφείς με εξαρτήσεις του τύπου αυτού οι κινητήριοι τροχοί των ερπυστριών πρέπει να βρίσκονται στο εμπρός μέρος κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, γιατί με την πρόοδο της εργασίας σε περίπτωση αξονικής εκσκαφής [παράγρ. 5.4 (Γ, 2)] ο εκσκαφέας προχωρεί προς τα πίσω [παράγρ. 5.3 (Γ, 2)].

2) Τρόπος εργασίας.

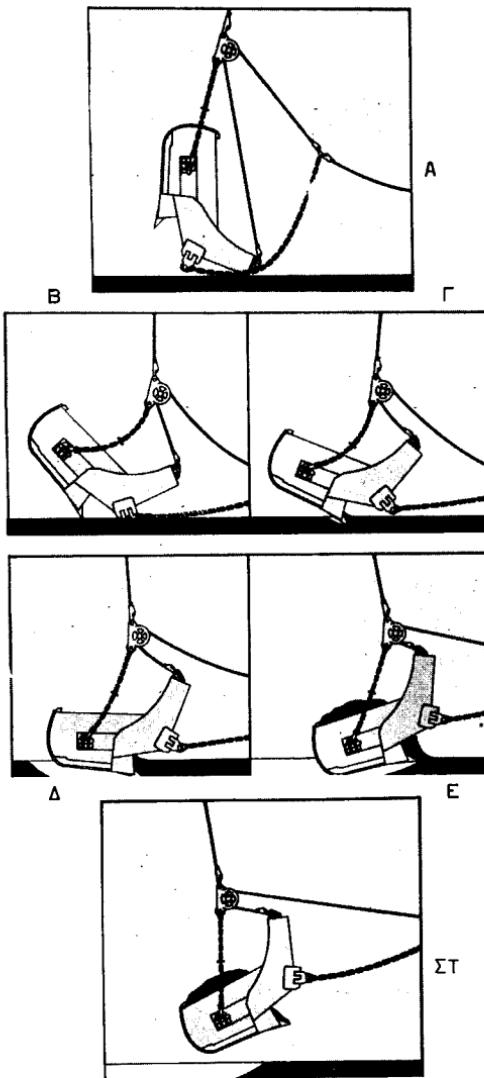
Κατεβάζομε τον κάδο στη θέση εκσκαφής αφήνοντας σχεδόν ελεύθερο το συρματόσχοινο ανυψώσεως σφίγγοντας το φρένο του τυμπάνου έλξεως όσο χρειάζεται, ώστε η κάθοδος να είναι σχεδόν κατακόρυφη (σχ. 5.4κ, θέση Α).

Όταν ο κάδος πλησιάσει στο έδαφος, για να μην πέσει απότομα, αρχίζομε να σφίγγομε σιγά σιγά και το φρένο του τυμπάνου ανυψώσεως. Όταν ακουμπήσει στο έδαφος, χαλαρώνομε πάλι το φρένο του τυμπάνου ανυψώσεως και συμπλέκομε το συμπλέκτη του τυμπάνου έλξεως.

Σύρεται τότε ο κάδος προς το μέρος του εκσκαφέα και αρχίζει να σκάβει και να γεμίζει με υλικό (θέσεις Β και Γ), ενώ συγχρόνως με κατάλληλους χειρισμούς του συστήματος ανυψώσεως (περισσότερο ή λιγότερο φρενάρισμα, η σύμπλεξη του αντίστοιχου βαρούλκου) επιτυγχάνομε, ώστε η εκσκαφή να γίνεται είτε παράλληλα προς την επιφάνεια του εδάφους (θέση Δ) είτε κατά μια ορισμένη επιθυμητή κατανομή (π.χ. κυκλική όταν έχομε φρεναρισμένο το βαρούλκο ανυψώσεως).

Η δύναμη διεισδύσεως είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο βαρύτερος είναι ο κάδος. Γι' αυτό, για τα σχετικά σκληρότερα υλικά χρησιμοποιούμε βαρύτερους κάδους.

Όταν γεμίσει ο κάδος, συμπλέκομε το συμπλέκτη του βαρούλκου ανυψώσεως για να τον ανυψώσομε, ενώ εξακολουθούμε να σύρομε το συρματόσχοινο έλξεως, έως ότου ο κάδος αποκτή-



Σχ. 5.4κ.

σει αρκετή κλίση προς τα επάνω, ώστε να μην διαφρέει υλικό (θέση Ε). Τότε, ενώ συνεχίζομε την ανύψωση, αποσυμπλέκομε το συμπλέκτη του βαρούλκου έλξεως και προσπαθούμε, σφίγγοντας καταλλήλως το φρένο του βαρούλκου αυτού, να διατηρούμε στο συρματόσχοινο έλξεως τόση μόνο τάση, όση χρειάζεται για να μην αρχίσει να ανατρέπεται ο κάδος (θέση ΣΤ).

Για να μην χύνεται το υλικό, η προς τα επάνω κλίση του κάδου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από μια ελάχιστη τιμή, η οποία εξαρτάται από το είδος του υλικού. Η ρύθμισή της γίνεται με αυξομείωση του μήκους του συρματόσχοινου ανατροπής.

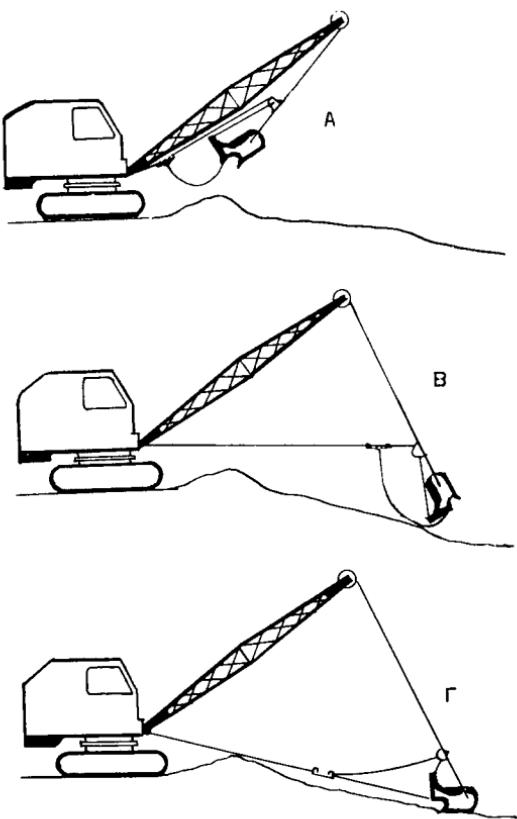
Εν τω μεταξύ αρχίζομε να στρέφομε το σκάφος προς τη θέση εκφορτώσεως, μόλις ανυψωθεί ο κάδος από το έδαφος. Κατά τη φάση αυτή ο εκσκαφέας υφίσταται τις μεγαλύτερες καταπονήσεις, γιατί αντιμετωπίζει συγχρόνως ανύψωση, περιστροφή του φορτίου και αντίσταση πεδήσεως στο τύμπανο του βαρούλκου ελέξεως.

Όταν ο κάδος φθάσει στο ύψος που χρειάζεται για την εκφόρτωση, σταματάμε την ανύψωση, και, όταν με τη στροφή του σκάφους βρεθεί πάνω από τη θέση εκφορτώσεως παύομε την περιστροφή του σκάφους και χαλαρώνομε το φρένο ελέξεως αναγκάζοντας έτσι τον κάδο να ανατραπεί και να αδειάσει. Αντιστρέφομε κατόπιν την περιστροφική κίνηση του σκάφους και φέρομε πάλι τον κάδο στη θέση εκσκαφής προκειμένου να αρχίσει νέο κύκλο εργασίας.

Όταν η εκφόρτωση γίνεται σε ανοικτό χώρο και δεν χρειάζεται να εντοπισθεί, μπορούμε να την αρχίσουμε πριν ακόμη συμπληρωθεί η στροφή του σκάφους προς τη θέση εκφορτώσεως. Έτσι, αφ' ενός μεν κερδίζομε χρόνο, αφ' ετέρου δε η εκφόρτωση γίνεται σε μεγαλύτερη απόσταση λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως. Επί πλέον μειώνεται το φορτίο στην κρίσιμη φάση ανυψώσεων - στροφής.

Για την εκλογή του κάδου πρέπει να έχομε υπ' όψη μας την ανυψωτική ικανότητα του εκσκαφέα [παράγρ. 5.3 (Ε)]. Έτσι, για τα σκληρά εδάφη, όπου, όπως είδαμε, χρειάζεται κάδος μεγαλύτερου βάρους, εκλέγομε μικρότερης χωρητικότητας κάδο, ώστε το συνολικό βάρος του κάδου και υλικού να μην υπερβαίνει την ανυψωτική ικανότητα του εκσκαφέα για τη δεδομένη κλίση της κεραίας. Αντίθετα, για τα μαλακά εδάφη χρησιμοποιούμε ελαφρότερους και μεγαλύτερης χωρητικότητας κάδους.

Καλά εκπαιδευμένοι χειριστές για να επιτύχουν μεγαλύτερη ακτίνα ενέργειας, εκσφενδονίζουν τον κάδο πέρα του ράμφους της κεραίας, πριν αρχίσουν την εκσκαφή. Για να γίνει αυτό έλκουν τον κάδο προς το μέρος της κεραίας με τη βοήθεια του βαρούλκου ελέξεως κατά την επιστροφή του σκάφους από τη θέση εκφορτώσεως προς τη θέση εκσκαφής (σχ. 5.4κα, θέση Α), και όταν σταματήσει η στροφή του σκάφους αποσυμπλέκουν και ελευθε-



Σχ. 5.4κα.

ρώνουν το τύμπανο έλξεως· τότε ο κάδος κάτω από την ενέργεια του βάρους του, ωθείται προς τα έξω σαν ένα είδος εκκρεμούς (θέση Β).

Όταν πλησιάζει να φθάσει στο τέλος, της προς τα έξω διαδρομής του, αφήνουν ελεύθερο και το συρματόσχοινο ανυψώσεως, οπότε ο κάδος πέφτει στο έδαφος (θέση Γ).

Για να προληφθεί η κρούση κατά την πτώση φρενάρουν βαθμιαία και τα δύο τύμπανα, πριν ακουμπήσει ο κάδος στο έδαφος.

Πολλοί εκμεταλλεύονται και τη φυγόκεντρη δύναμη, η οποία αναπτύσσεται κατά την επιστροφή του σκάφους προς τη θέση εκσκαφής. Αφήνουν δηλαδή ελεύθερο το συρματόσχοινο έλξεως, πριν σταματήσει η στροφή του σκάφους, οπότε στην

ώθηση του κάδου προς τα έξω προστίθεται και η φυγόκεντρη δύναμη και ο κάδος εκσφενδονίζεται ακόμη μακρύτερα. Αφήνουν τότε ελεύθερο το συρματόσχοινο ανυψώσεως την κατάληλη στιγμή, ώστε όταν φθάσει ο κάδος στο έδαφος, να πέσει στο σημείο που θέλουν. Αμέσως μετά σταματούν τη στροφή του σκάφους, και πριν φθάσει ο κάδος στο έδαφος, φρενάρουν βαθμιαία και τα δύο τύμπανα.

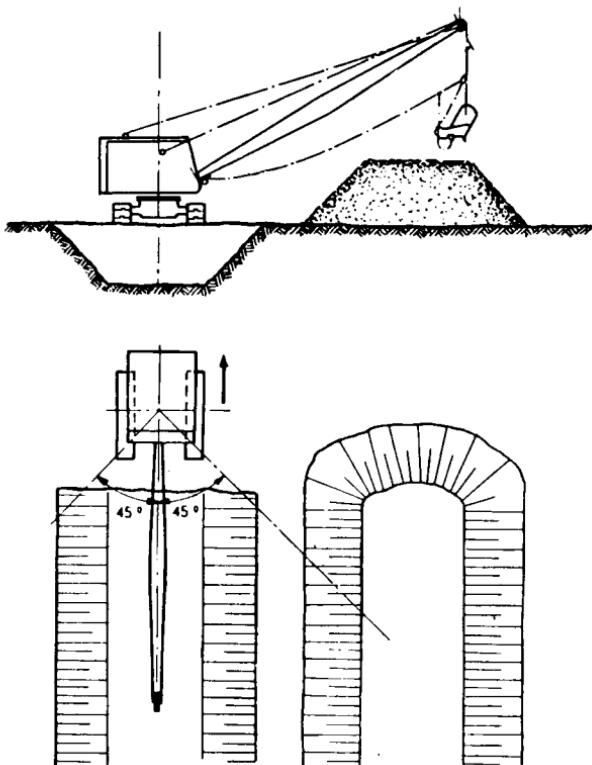
Όταν η εκφόρτωση γίνεται σε σωρούς, μερικοί χειριστές συνδυάζουν την τεχνική του εκκρεμούς με την εκμετάλλευση της φυγόκεντρης δυνάμεως. Για να φθάσουν μάλιστα μακρύτερα, δεν σταματούν την περιστροφική κίνηση του σκάφους κατά την εκφόρτωση και επαναφέρουν τον κάδο στη θέση εκσκαφής συνεχίζοντας την περιστροφή του σκάφους κατά την ίδια φορά. Έτσι, χάρη στη συνεχή επίδραση της φυγόκεντρης δυνάμεως εξασφαλίζεται μεγαλύτερη ακτίνα ενέργειας, τόσο κατά την εκσκαφή, όσο και κατά την εκφόρτωση.

Οι ακροβατικοί όμως αυτοί χειρισμοί είναι πολύ επικίνδυνοι και χρειάζονται μεγάλη πείρα, επιδεξιότητα και προσοχή, γιατί είναι δυνατόν να προκαλέσουν ανεπανόρθωτες ζημιές στον κάδο και στην κεραία, εμπλοκές των συρματοσχοίνων, ακόμη και ανατροπή ολόκληρου του εκσκαφέα. Εκτός από αυτό, οι τρόποι αυτοί χειρισμού επιβραδύνουν τον κύκλο εργασίας και μειώνουν τη δυνατότητα ελέγχου των κινήσεων του κάδου. Οι κατασκευαστές εκσκαφέων και κάδων τους καταδικάζουν.

Τα σχήματα 5.4κβ και 5.4κγ δίνουν παραδείγματα συνηθισμένων διατάξεων εργασίας για εκσκαφή μιας διώρυγας.

Στη διάταξη του σχήματος 5.4κβ ο εκσκαφέας εγκαθίσταται στο τμήμα της διώρυγας, που δεν έχει ακόμη εκσκαφεί, και αφού συμπληρώσει την εκσκαφή μιας ζώνης εντός της ακτίνας ενέργειας του, κινείται προς τα πίσω πάνω στο τμήμα που δεν έχει εκσκαφεί κατά την έννοια του άξονα της διώρυγας (αξονική εκσκαφή). Στην περίπτωση αυτή το βάθος εκσκαφής περιορίζεται μόνο από το μήκος της κεραίας και τη μέγιστη επιτρεπόμενη προς τα κάτω κλίση της, δεν απαιτείται δε μεγάλη γωνία στροφής του σκάφους κατά μέσον όρο, μεταξύ των διαφόρων θέσεων εκσκαφής και εκφορτώσεως.

Στη διάταξη του σχήματος 5.4κγ ο εκσκαφέας εγκαθίσταται δίπλα στην προς διάνοιξη διώρυγα και προχωρεί επί της όχθης, όταν συμπληρώνει την εργασία εντός της ακτίνας ενέργειας του (πλευρική εκσκαφή). Εδώ το βάθος εκσκαφής περιορίζεται με την



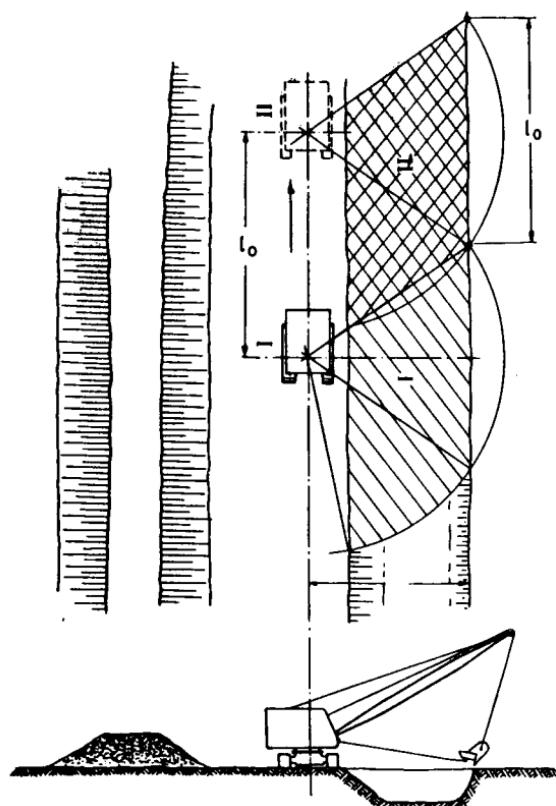
Σχ. 5.4κβ.

αύξηση του πλάτους της διώρυγας και απαιτείται μεγάλη γωνία στροφής του σκάφους κατά μέσον όρο.

Το υλικό εκφορτώνεται σε σωρούς από τη μια πλευρά της διώρυγας (σχ. 5.4κβ και 5.4κγ) ή, σπανιότερα, φορτώνεται σε μεγάλα οχήματα. Για την κατασκευή αναχωμάτων εφαρμόζεται η αξονική εκσκαφή με εκφόρτωση και από τις δύο πλευρές (σχ. 5.4κδ).

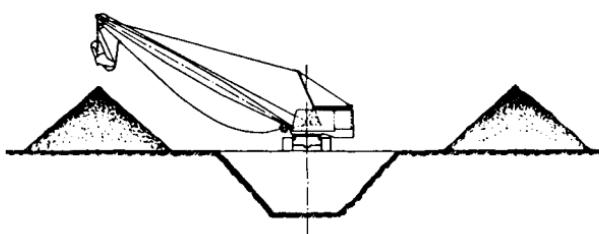
3) Γενικά χαρακτηριστικά, επιδόσεις και χρήσεις.

Στην εξάρτηση συρόμενου κάδου, επειδή ο κάδος συγκρατείται μόνο με συρματόσχοινα και αλυσίδες, είναι δυνατόν να κάνει κινήσεις τις οποίες δεν μπορεί να ελέγξει ο χειριστής. Έτσι διάφοροι αστάθμητοι παράγοντες (συνάντηση σκληρού υλικού, άνεμος κλπ.), μπορούν να το εκτρέψουν από την επιθυμητή θέση,



Σχ. 5.4κγ.

I. Εσκαπτόμενη ζώνη από τη θέση I. II. Εσκαπτόμενη ζώνη από τη θέση II. l_0 . Απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών θέσεων του εκσκαφέα (βήμα).



Σχ. 5.4κδ.

ιδίως όταν είναι σχετικά ελαφρός και επομένως λιγότερο ευσταθής.

Γι' αυτό ο χειρισμός του συρόμενου κάδου υστερεί σε ακρίβεια και χρειάζεται πεπειραμένος χειριστής για να "κυβερνήσει" ικανοποιητικά τον κάδο. Το μειονέκτημα αυτό γίνεται αισθητότερο για μεγαλύτερα βάθη εκσκαφής.

Επίσης δεν είναι δυνατόν να εντοπισθεί με ακρίβεια η θέση εκφορτώσεως. Γι' αυτό η εξάρτηση συρόμενου κάδου δεν είναι κατάλληλη για φόρτωση σε αυτοκίνητα, όταν δε το υλικό πρέπει να φορτωθεί οπωσδήποτε, χρησιμοποιούνται ειδικά οχήματα με καρότσα μεγάλης οριζόντιας επιφάνειας και μεγάλης χωρητικότητας.

Η δύναμη διεισδύσεως είναι μικρότερη σε σχέση με αυτή της εξαρτήσεως τσάπας και ανεστραμμένης τσάπας, γιατί λείπει η ισχυρή ώθηση του βυθιστή και ο κάδος βυθίζεται μόνο κάτω από την ενέργεια του βάρους του. Η δύναμη αυτή μάλιστα μειώνεται με την αύξηση του βάθους της θέσεως εκσκαφής, γιατί, δταν κατέρχεται ο κάδος αυξάνει η προς τα πάνω συνιστώσα της τάσεως του συρματόσχοινου έλξεως και αναγκάζεται έτσι το εμπρόσθιο μέρος του κάδου με τους οδόντες να ανορθώνεται αντί να διεισδύει. Γι' αυτό, όταν θέλομε βαθύτερη διείσδυση, προσπαθούμε να μειώσουμε την προς τα επάνω συνιστώσα της έλξεως. Προς τούτο χρησιμοποιούμε π.χ. μεγαλύτερη κεραία, οπότε για το ίδιο βάθος της θέσεως της εκσκαφής έχουμε μικρότερη κλίση του συρματόσχοινου έλξεως, άρα μικρότερη προς τα επάνω συνιστώσα έλξεως, ή δένομε το συρματόσχοινο έλξεως σε ψηλότερο σημείο του κάδου, ώστε να επιτύχουμε περισσότερο απότομη κλίση των δοντιών.

Η ανεπάρκεια αυτή της δυνάμεως διεισδύσεως και η σχετική αστάθεια του κάδου καθιστούν την εξάρτηση συρόμενου κάδου ακατάλληλη για σκληρά εδάφη.

Το χαρακτηριστικό του συρόμενου κάδου είναι η μεγάλη ακτίνα ενέργειάς του καθώς και το μεγάλο ύψος εκφορτώσων του υλικού. Η μεγάλη ακτίνα ενέργειάς του, σε συνδυασμό με την ικανότητά του να σκάβει σε επίπεδα πολύ χαμηλότερα από τη βάση εδράσεως του εκσκαφέα, καθιστούν το συρόμενο κάδο ιδεώδη για περιπτώσεις εξ αποστάσεως εργασίας, όπου ο εκσκαφέας μη μπορώντας (π.χ. εξ αιτίας ανεπαρκούς αντοχής του προς εκσκαφή εδάφους) να εγκατασταθεί στην περιοχή εκσκαφής, πρέπει να βρίσκεται έξω από την περιοχή αυτή, όπως συμβαίνει



Σχ. 5.4κε.

π.χ. σε εκσκαφές ελωδών ή άλλων πολύ μαλακών εδαφών, σε εκσκαφές κάτω από το νερό κλπ. (σχ. 5.4κε).

Συγκρινόμενος με τον κάδο ανεστραμμένης τσάπας ο συρόμενος κάδος έχει μεγαλύτερη απόδοση για την ίδια χωρητικότητα κάδου, φθάνει σε μεγαλύτερα βάθη και αποστάσεις, υστερεί όμως σε ακρίβεια τομής του εδάφους και δεν είναι δυνατόν να εργασθεί σε περιορισμένους χώρους.

Αν εξαιρέσομε την εξάρτηση σόβελ, ο συρόμενος κάδος έχει τον ταχύτερο κύκλο λειτουργίας από τις άλλες εξαρτίσεις. Δεν είμαστε υποχρεωμένοι να ανυψώνομε και να κατεβάζομε την κεραία κατά την εργασία. Έτσι περιορίζονται οι κινούμενες μάζες. Η διάρκεια του κύκλου είναι 18 έως 40 sec για μικρής χωρητικότητας κάδους (κάτω των 6 m³ περίπου), 40 έως 50 sec για μεγάλης χωρητικότητας κάδους και υπερβαίνει το 1 min (70 έως 80 sec) σε πολύ μεγάλους εκσκαφείς με σύστημα βαδίσεως.

Συνηθέστερες εργασίες του συρόμενου κάδου είναι η εκσκαφή ορυγμάτων, η εκσκαφή, ο καθαρισμός και η διεύρυνση διωρύγων ή ποταμών, η εξ αποστάσεως εκσκαφή σε δυσπρόσιτα μέρη, η αποκάλυψη και εκμετάλλευση επιφανειακών ορυχείων κλπ.

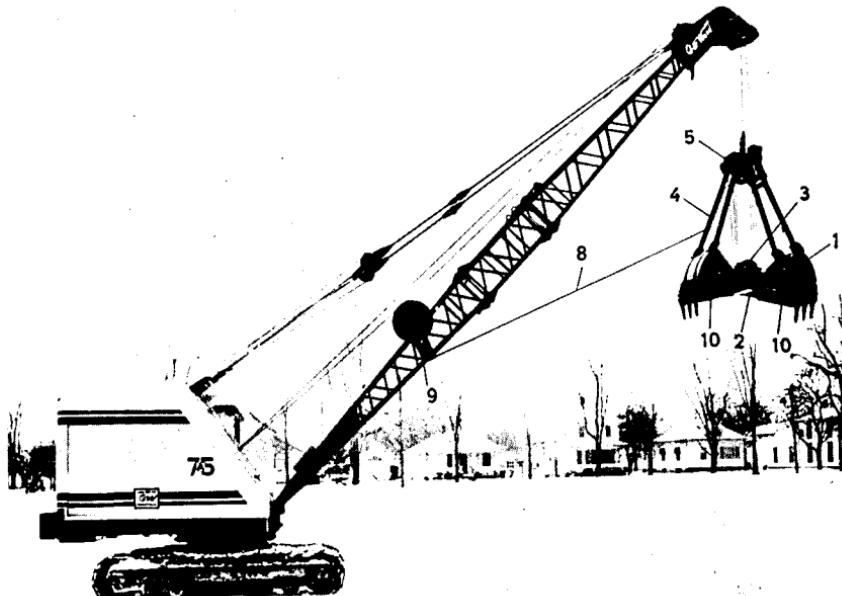
Δ. Εξάρτηση αρπάγης ή αχηβάδας (clamshell, Greifer, benne préneuse).

Στην εξάρτηση αυτή ο κάδος έχει τη μορφή αρπάγης με δύο ή περισσότερες σιαγόνες, που συγκρατούν το εκσκαπτόμενο υλικό.

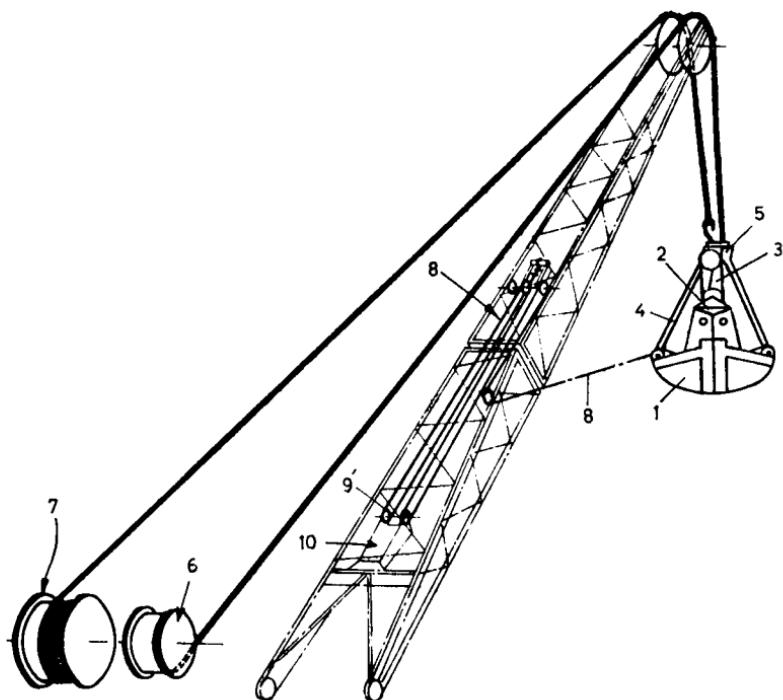
Οι σιαγόνες αυτές ανοίγουν, εμπήγονται στο έδαφος, συλλαμβάνουν το υλικό, κλείνουν για να το συγκρατήσουν και το ανεβάζουν μεταφέροντάς το μέχρι της θέσεως εκφορτώσεως, όπου ανοίγουν και το αδειάζουν.

1) Περιγραφή και μηχανισμοί.

Το σχήμα 5.4κσ δείχνει εκσκαφέα με εξάρτηση αρπάγης και το σχήμα 5.4κζ παράδειγμα των μηχανισμών ελέγχου της εξαρτήσεως.



Σχ. 5.4κστ.



Σχ. 5.4κζ.

Οι σιαγόνες 1 είναι αρθρωμένες σε ένα κοινό άξονα 2, επί του οποίου είναι στερεωμένο το συγκρότημα των ελευθέρων τροχαλιών ενός πολυσπάστου 3. Συνδέονται επίσης, με αρθρώσεις μέσω των βραχιόνων 4, με το πλαίσιο 5 που φέρει το συγκρότημα των παγίων τροχαλιών του πολυσπάστου.

Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει να ανοίγομε ή να κλείνομε τις σιαγόνες κατεβάζοντας ή ανυψώνοντας αντίστοιχα το συγκρότημα των ελευθέρων τροχαλιών του πολυσπάστου μαζί με τον άξονα 2. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του βαρούλκου 6 (βαρούλκου εκσκαφής - ανυψώσεως ή απλώς βαρούλκου εκσκαφής), στο οποίο τυλίγεται το συρματόσχοινο του πολυσπάστου 3, αφού περάσει από μια τροχαλία στην κορυφή της κεραίας.

Εκτός του βαρούλκου εκσκαφής υπάρχει και το βαρούλκο συγκρατήσεως 7, του οποίου το συρματόσχοινο καταλήγει στο πλαίσιο 5, αφού περάσει και αυτό από μια τροχαλία της κορυφής της κεραίας.

Μερικοί τύποι παλαιών εκσκαφέων είχαν τα συρματόσχοινα των βαρούλκων εκσκαφής και συγκρατήσεως διπλά. Το πλεονέκτημά τους ήταν η χρήση λεπτοτέρων συρματοσχοίνων και ο αυξημένος βαθμός ασφάλειας, αλλά υπήρχε μεγαλύτερος κίνδυνος εμπλοκής των συρματοσχοίνων.

Όταν συμπλέξουμε το συμπλέκτη του βαρούλκου εκσκαφής, το συρματόσχοινο του πολυσπάστου 3, ελκόμενο προς τα επάνω, ανυψώνει τις ελεύθερες τροχαλίες και αναγκάζει έτσι τις σιαγόνες να κλείσουν. Ανάλογα με τη δύναμη που απαιτείται για το κλείσιμο των σιαγόνων, χρησιμοποιούμε περισσότερα ή λιγότερα ζεύγη τροχαλιών του πολυσπάστου 3. Όταν οι σιαγόνες κλείσουν εντελώς και ο συμπλέκτης του τυμπάνου εκσκαφής εξακολουθεί να είναι συμπλεγμένος, αρχίζει να ανέρχεται ο κάδος κλειστός. Στην περίπτωση αυτή συμπλέκομε και το βαρούλκο συγκρατήσεως, ώστε να ανέρχεται συγχρόνως και το συρματόσχοινο συγκρατήσεως και να μη χαλαρώνεται.

Εάν αφήσουμε το συρματόσχοινο εκσκαφής ελεύθερο και φρενάρομε το τύμπανο συγκρατήσεως, το βάρος των σιαγόνων και του φορτίου αναγκάζει τον άξονα 2 να κατέλθει, οπότε οι σιαγόνες ανοίγουν, ενώ ο κάδος παραμένει στη θέση όπου βρίσκεται.

Εάν αφήσουμε ελεύθερα και τα δύο συρματόσχοινα, ο κάδος ανοίγει και κατεβαίνει.

Την ταχύτητα ανόδου ή καθόδου των δύο συρματοσχοίνων μπορούμε να τη ρυθμίζομε σφίγγοντας περισσότερο ή λιγότερο τα φρένα των τυμπάνων τους, έτσι ώστε να μην παρουσιάζεται σε κανένα από αυτά χαλάρωση, όταν ανέρχονται ή κατέρχονται συγχρόνως.

Για να εμποδίσουμε τυχόν περιστροφικές κινήσεις του κάδου, οι οποίες θα καταπονούσαν σε στρέψη τα συρματόσχοινα και θα προκαλούσαν ίσως την εμπλοκή τους, χρησιμοποιούμε ένα τρίτο συρματόσχοινο 8 (tagline) (σχ. 5.4κζ), που συνδέει τον κάδο με την κεραία. Το συρματόσχοινο αυτό έχει το ένα άκρο του στερεωμένο στον κάδο και είναι συνήθως τυλιγμένο σε ένα μικρό τύμπανο 9 (σχ. 5.4κστ), ή ένα πολύσπαστο 9' (σχ. 5.4κζ) πάνω στην κεραία. Στο παράδειγμα του σχήματος 5.4κστ διατηρείται τεταμένο χάρη σε ένα ελατήριο του τυμπάνου του. Στο παράδειγμα του σχήματος 5.4κζ διατηρείται τεταμένο χάρη σε ένα αντίβαρο 10, που μπορεί να ολισθαίνει σε μια οδηγό τροχιά πάνω στην κεραία.

Υπάρχουν και εκσκαφείς που δεν διαθέτουν βαρούλκο συγκρατήσεως. Σε αυτούς η άνοδος και η κάθοδος του κάδου γίνεται με το βαρούλκο εκσκαφής - ανυψώσεως.

Το σχήμα 5.4κη δείχνει μηχανισμό αυτού του είδους.

Το συρματόσχοινο εκσκαφής στερεώνεται στον άξονα συναρθρώσεως των σιαγόνων.

Η κεφαλή του κάδου, όπου είναι αρθρωμένοι οι βραχίονες 2, έχει δύο κυλίνδρους, ένα εξωτερικό 3 και ένα εσωτερικό 4.

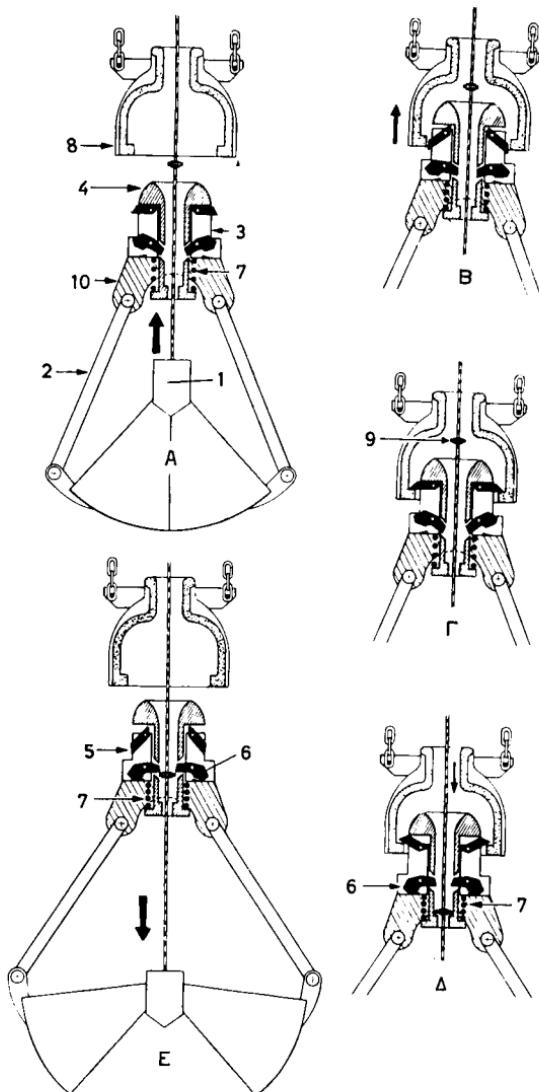
Στο επάνω και κάτω μέρος του εξωτερικού κυλίνδρου είναι αρθρωμένα τα πτερύγια 5 και 6 αντιστοίχως. Ο εσωτερικός κύλινδρος έχει ανοίγματα από όπου περνούν τα πτερύγια 6, και μπορεί να ολισθαίνει εντός του εξωτερικού κυλίνδρου. Το ελατήριο 7 ωθεί τον εξωτερικό κύλινδρο προς τα επάνω και τον εσωτερικό του προς τα κάτω.

Κατά την εκσκαφή συμπλέκομε το βαρούλκο του συρματόσχοινου, οπότε με την άνοδο του άξονα 1, ο κάδος κλείνει πρώτα και κατόπιν αρχίζει να ανέρχεται (φάση Α). Όταν, με την άνοδο του κάδου, τα επάνω πτερύγια 5 προσκρούουσαν στον κώδωνα 8, λαμβάνουν κλίση προς τα κάτω, και η κεφαλή εισέρχεται στον κώδωνα (φάση Β). Εάν αφήσουμε τότε να χαλαρωθεί ελαφρά το συρματόσχοινο, ο κάδος αρχίζει να κατέρχεται, έως ότου τα πτερύγια 5, που εν τω μεταξύ επανέρχονται στην οριζόντια θέση με τη βοήθεια του ελατηρίου 7, ακουμπήσουν στην πατούρα του κώδωνα, οπότε πλέον ο κάδος δεν είναι δυνατόν να κατέλθει (φάση Γ). Τότε, ενώ το χαλαρωμένο συρματόσχοινο εξακολουθεί να κατέρχεται υπό την επίρραση του βάρους του υλικού και του κάδου, ο άξονας 1 παρασύρεται προς τα κάτω και οι σιαγόνες ανοίγουν.

Με το άνοιγμα των σιαγόνων, ο εξωτερικός κύλινδρος κατέρχεται λίγο ενώ το ελατήριο 7 συμπιέζεται και τα κάτω πτερύγια εισέρχονται στο άνοιγμα του εσωτερικού κυλίνδρου, ο οποίος εξακολουθεί να συγκρατείται από τα επάνω πτερύγια. Έτσι οι σιαγόνες παραμένουν ανοικτές και το υλικό αδειάζει, χωρίς ο κάδος να κατέρχεται. Εν τω μεταξύ τερματίζεται και η κάθοδος του συρματόσχοινου, μόλις ο κόμβος 9 ακουμπήσει σε μια εσωτερική βαθμίδα (πατούρα) του κυλίνδρου 4 (φάση Δ).

Όταν μετά την εκφόρτωση του υλικού, θέλομε να κατεβάσουμε τον κάδο, υψώνομε λίγο το συρματόσχοινο με τη βοήθεια του βαρούλκου, οπότε ο κόμβος 9 προσκρούει στα πτερύγια 6 και αρχίζει να παρασύρει ολόκληρο τον κάδο προς τα επάνω. Τότε τα επάνω πτερύγια, τα οποία ελευθερώνονται από την πατούρα του κώδωνα, λαμβάνουν κλίση προς τα κάτω εξ αιτίας του βάρους τους και η κεφαλή παύει να εδράζεται στην πατούρα του κώδωνα. Αφήνομε τότε ελεύθερο το συρματόσχοινο και ο κάδος κατέρχεται ανοικτός, αφού η κεφαλή του περάσει από το άνοιγμα του κώδωνα (φάση Ε).

Όταν φθάσει στο έδαφος και στηριχθεί εκεί, το βάρος του παύει



Σχ. 5.4κη.

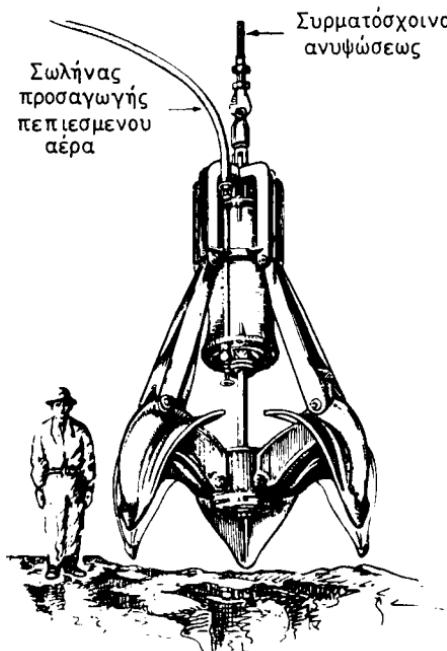
να έλκει προς τα κάτω τον κύλινδρο 3, ο οποίος κάτω από την επίδραση του ελατηρίου 7 ανέρχεται, ενώ τα πτερύγια 6 επανέρχονται στη θέση της φάσεως (Α), και αφήνουν ελεύθερο τον κόμβο 9, επιτρέποντας την άνοδο του συρματόσχοινου. Συμπλέκομε κατόπιν το βαρούλκο και επανερχόμαστε στην φάση Α, νέου κύκλου λειτουργίας.

Όταν υπάρχει ένα βαρούλκο, ο κάδος είναι υποχρεωτικά κλειστός κατά την ανύψωση και ανοικτός κατά την κάθοδο, ενώ δταν υπάρχουν δύο βαρούλκα, μπορούμε να ανοίγομε ή να κλείνομε τον κάδο σε οποιαδήποτε θέση. Εκτός από αυτό οι τύποι με τα δύο βαρούλκα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ασφάλεια λειτουργίας. Γι' αυτό η εξάρτηση με ένα βαρούλκο σπάνια χρησιμοποιείται και μόνο για μικρής χωρητικότητας κάδους, αν και επιτρέπει την εύκολη προσαρμογή εξαρτήσεως αρπάγης σε γερανούς, που διαθέτουν ένα μόνο βαρούλκο.

Το άνοιγμα και το κλείσιμο των σιαγόνων γίνεται με τη βοήθεια υγρού υπό πίεση ή πεπιεσμένου αέρα, που διοχετεύεται στον κάδο μέσω ελαστικών σωλήνων (σχ. 5.4κθ).

Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να ασκήσουμε αυξημένη δύναμη κατά το κλείσιμο των σιαγόνων, αλλά η χρήση των ελαστικών σωλήνων δεν επιτρέπει παρά μόνο περιορισμένες μετακινήσεις του κάδου από τη θέση εκσκαφής στη θέση εκφορτώσεως.

Κυρίως σε εξαρτήσεις αρπάγης για μεταφορά υλικού εντός κλειστών χώρων (εργοστασίων) και σπανιότερα σε εκσκαφείς αρ-



Σχ. 5.4κθ.

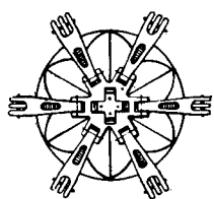
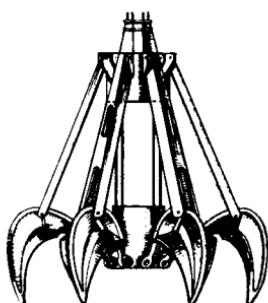
πάγης, που διαθέτουν ηλεκτρική ενέργεια (ηλεκτρικούς ντηζελοηλεκτρικούς, παράγρ. 5.6), χρησιμοποιείται για το άνοιγμα και κλείσιμο των σιαγόνων ιδιαίτερος ηλεκτροκίνητος μηχανισμός εγκατεστημένος πάνω στο πλαίσιο του κάδου. Οι εξαρτήσεις του τύπου αυτού είναι δυνατόν να προσαρμοσθούν και σε εκσκαφείς ή γερανούς, που δεν διαθέτουν μηχανισμό για το ανοιγοκλείσιμο του κάδου. Δεν επιτρέπουν όμως την εργασία κάτω από το νερό και η ακτίνα ενέργειάς τους είναι περιορισμένη λόγω των καλωδίων.

Η εξάρτηση αρπάγης μπορεί να εκτελέσει και χρέη γερανού για την ανύψωση και μεταφορά διαφόρων υλικών, ανάλογα δε με το είδος του υλικού για το οποίο προορίζονται χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι κάδων με δύο ή περισσότερες σιαγόνες ειδικού σχήματος (σχ. 5.4λ, λα, λβ, λγ και λδ).

Στους τύπους που προορίζονται για μεταφορά μεγάλων τεμαχίων (κορμών, ογκολίθων κλπ.) οι σιαγόνες ανοιγοκλείνουν ανεξάρτητα η μια από την άλλη, ώστε να συλλαμβάνουν τεμάχια με οποιοδήποτε ακανόνιστο σχήμα (σχ. 5.4λ, λα και λβ).

Το σχήμα 5.4λγ δείχνει κάδο για μεταφορά υλικού χύμα.

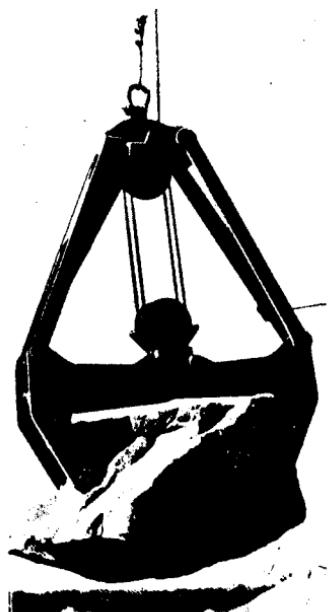
Κάδοι κυλινδρικού σχήματος χρησιμοποιούνται για εκσκαφή φρεάτων (σχ. 5.4λδ).



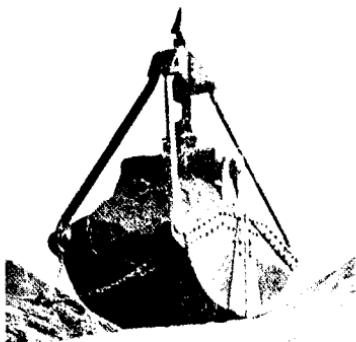
Σχ. 5.4λ.



Σχ. 5.4λα.



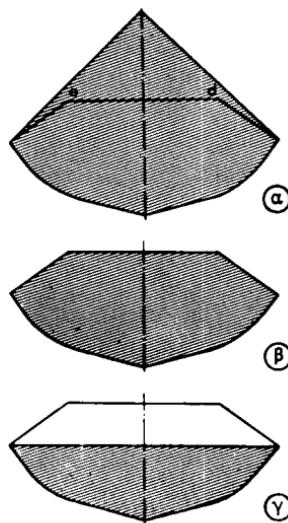
Σχ. 5.4λβ.



Σχ. 5.4λγ.



Σχ. 5.4λδ.



Σχ. 5.4λε.

Οι κάδοι που κάνουν εκσκαφές είναι συνήθως εφοδιασμένοι με δόντια. Όσοι σκάβουν αυλάκια έχουν και πλευρικά μαχαίρια 10 (σχ. 5.4κστ).

Η διείσδυση του κάδου επιτυγχάνεται χάρη στο βάρος του. Γι' αυτό οι βαρύτεροι κάδοι βυθίζονται ευκολότερα και είναι κατάλληλοι για σκληρότερα εδάφη.

Πολλές φορές για να επιτευχθεί το απαιτούμενο βάρος του κάδου για το εκάστοτε έδαφος, χρησιμοποιούνται πρόσθετα βάρη υπό μορφή πλακών, που στερεώνονται στον κάδο.

Κατά την εκλογή της χωρητικότητας του κάδου, όπως και στους εκσκαφείς συρόμενου κάδου, προσέχομε ώστε το βάρος του πλήρους κάδου να μην υπερβαίνει το μέγιστο επιτρεπόμενο από την ανυψωτική ικανότητα του εκσκαφέα [παράγρ. 5.3 (Ε)].

Η έννοια της χωρητικότητας του κάδου σε εξάρτηση αρπάγης ορίζεται συνήθως από τους κατασκευαστές κατά τρεις τρόπους:

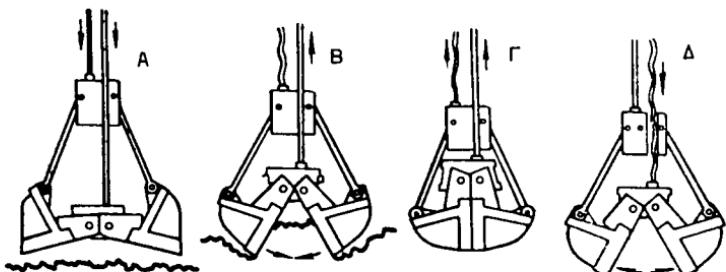
- Ως χωρητικότητα **στέψεως** (heaped capacity) [σχ. 5.4λε (α) και παράγρ. 5.3 (Ε)].
- Ως χωρητικότητα **χειλέων** (struck ή line of plate capacity) [σχ. 5.4λε (β) και παράγρ. 5.3 (Ε)].
- Ως χωρητικότητα **σε νερό** (water level capacity), που μετράται με τον όγκο του νερού που χωράει ο κάδος, θεωρούμενος στεγανός [σχ. 5.4λε (γ)].

Η κεραία είναι όμοια με την κεραία της εξαρτήσεως συρόμενου κάδου.

Σε πολλούς τύπους υπάρχουν διάφορες διατάξεις ασφάλειας, που δεν επιτρέπουν π.χ. την ανύψωση της κεραίας πέρα από τον ορισμένο ορίου, θέτουν τέρμα στη διαδρομή ανυψώσεως του κάδου κλπ.

2) Τρόπος εργασίας.

Φέρομε τον εκσκαφέα στη θέση εργασίας, στρέφομε το σκάφος και ανυψώνομε ή κατεβάζομε την κεραία αν χρειασθεί, ώστε ο κάδος να βρεθεί επάνω από τη θέση εκσκαφής και σε κατάλληλη απόσταση από το σκάφος. Ανοίγομε τις σιαγόνες χαλαρώνοντας το φρένο του βαρούλκου εκσκαφής - ανυψώσεως και κατόπιν αφήνομε τον κάδο να πέσει στο έδαφος χαλαρώνοντας και το φρένο του βαρούλκου συγκρατήσεως (σχ. 5.4λστ, φάση Α). Στα σκληρά εδάφη, όπου χρειάζεται να ασκηθεί μεγα-



Σχ. 5.4λστ.

λύτερη πίεση στο έδαφος, χαλαρώνομε τελείως το φρένο του βαρούλκου συγκρατήσεως για να πέσει ο κάδος ελεύθερα και να ασκήσει πίεση με όλο το βάρος του στο έδαφος, ώστε να μπορέσει να βυθιστεί. Όταν το έδαφος είναι μαλακό, κάνομε μερική μόνο χαλάρωση του φρένου συγκρατήσεως κατά την κάθοδο, ή το αφήνομε στην αρχή χαλαρό και το σφίγγομε πάλι στο τέλος της καθόδου, όσο χρειάζεται για να μην εισχωρήσει ο κάδος πολύ βαθιά και παρουσιάσει μεγάλη αντίσταση στην ανύψωσή του μετά το γέμισμα.

Αμέσως μετά το κτύπημα του κάδου στο έδαφος σφίγγομε τα φρένα και των δύο βαρούλκων για να μην εξακολουθήσουν να περιστρέφονται τα τύμπανα λόγω αδράνειας και ξετυλιχθούν τα συρματόσχοινα.

Συμπλέκομε τότε το συμπλέκτη του τυμπάνου εκσκαφής, αφού χαλαρώσομε το φρένο του και οι σιαγόνες αρχίζουν να κλείνουν, ενώ συγχρόνως σκάβουν το έδαφος και γεμίζουν με υλικό (φάση Β) (όταν το υλικό είναι τελείως χαλαρό - χύμα - το παραλαμβάνουν χωρίς να σκάβουν). Όταν οι σιαγόνες κλείσουν εντελώς, επειδή ο συμπλέκτης του τυμπάνου εκσκαφής, εξακολουθεί να είναι συμπλεγμένος, ο κάδος παρασύρεται προς τα επάνω από το ανερχόμενο συρματόσχοινο εκσκαφής (φάση Γ).

Για να μη χαλαρωθεί τότε το συρματόσχοινο συγκρατήσεως, συμπλέκομε και το συμπλέκτη του βαρούλκου συγκρατήσεως.

Τη στροφή του σκάφους προς τη θέση εκφορτώσεως την αρχίζομε, μόλις υψωθεί ο κάδος επάνω από το έδαφος αρκετά, ώστε να μη συναντάει εμπόδια.

Με τη βοήθεια του βαρούλκου και του μηχανισμού στροφής του σκάφους, φέρομε τον κάδο ακριβώς επάνω από τη θέση

εκφορτώσεως στο κατάλληλο ύψος (αν χρειασθεί, ανυψώνομε ή κατεβάζομε και την κεραία), όπου τον ακινητοποιούμε. Τότε αφήνουμε ελεύθερο το συρματόσχοινο του βαρούλκου εκσκαφής οπότε οι σιαγόνες ανοίγουν και το υλικό αδειάζει (φάση Δ). Όπως και στην εξάρτηση συρόμενου κάδου, όταν δεν χρειάζεται ακριβής εντοπισμός της θέσεως εκφορτώσεως, αρχίζομε την εκφόρτωση, πριν συμπληρωθεί η στροφή του σκάφους [παράγρ. 5.4 (Γ, 2)].

Όταν τελειώσει το άδειασμα, στρέφομε αντίθετα το σκάφος για να το επαναφέρομε στη θέση εκσκαφής και κατεβάζομε τον κάδο με ανοιχτές τις σιαγόνες για να αρχίσομε νέο κύκλο εργασίας.

Με το συγχρονισμό της στροφής του σκάφους με την κάθοδο του κάδου μέχρι του εδάφους, εκτός του ότι κερδίζομε σε χρόνο, μπορούμε χάρη στη φυγόκεντρη δύναμη να επιτύχομε να φθάνει ο κάδος μακρύτερα από την κορυφή της κεραίας κατά το γέμισμα [παράγρ. 5.4 (Γ, 2)].

3) Γενικά χαρακτηριστικά, επιδόσεις και χρήσεις.

Το πλεονέκτημα της εξαρτήσεως αρπάγης είναι ότι μπορεί να σκάβει όχι μόνο στην επιφάνεια όπου εδράζεται αλλά και σε βάθος, το οποίο εξαρτάται μόνο από το μήκος του συρματόσχοινου. Επίσης μπορεί να σκάβει και υψηλότερα από την επιφάνεια εδράσεως, όσον επιτρέπει το μήκος της κεραίας και η ελάχιστη επιτρεπόμενη γωνία της με την κατακόρυφο. Χαρακτηριστικό της αρπάγης είναι ότι εργάζεται κατακόρυφα.

Εκτός από την εκσκαφή η αρπάγη μπορεί να κάνει και μεταφορά υλικού σε χύμα.

Είναι κατ' εξοχήν κατάλληλη για να μεταφέρει ογκώδη τεμάχια (ογκόλιθους, κορμούς δέντρων κλπ.), που συγκρατούνται καλά μεταξύ των σιαγόνων της, να σχηματίζει σωρούς από παντός είδους υλικά, να τροφοδοτεί σιλό, να εκτελεί εκσκαφές σε μεγάλο βάθος, σε περιορισμένους φρεατοειδείς χώρους, κοντά σε κατακόρυφες επιφάνειες (τοίχους, προκυμαίες) ή κάτω από το νερό.

Υστερεί όμως σε απόδοση έναντι των άλλων εξαρτήσεων, γιατί καταναλίσκεται χρόνος για το κλείσιμο των σιαγόνων και ο χειριστής δεν μπορεί να παρακολουθεί τον κάδο, όταν η εκσκαφή γίνεται σε μεγάλο βάθος. Η δύναμη εκσκαφής είναι πολύ μικρότερη από της εξαρτήσεως τσάπας. Επίσης ο κάδος δεν γεμίζει

πάντοτε καλά, εφόσον δεν είναι δυνατή η παρακολούθησή του από το χειριστή.

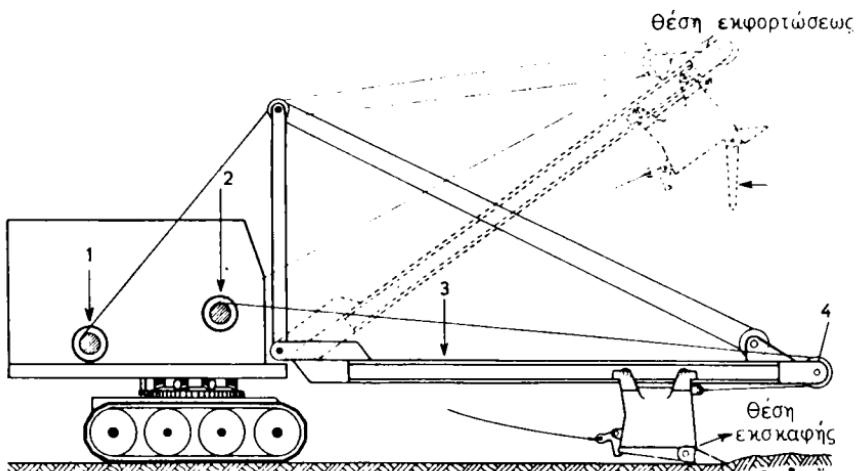
Γι' αυτό, ιδίως κατά τις εκσκαφές σε μεγάλα βάθη, είναι απαραίτητος για την καθοδήγηση του χειριστή ένας βοηθός, ο οποίος να δίνει σήματα από το έδαφος.

Η διάρκεια του κύκλου εργασίας είναι μεγάλη σε σύγκριση με άλλες εξαρτήσεις (για βάθος εκσκαφής 6 m περίπου και χωρητικότητα κάδου κάτω των 3 m³ φθάνει τα 25 έως 40 sec).

E. Εξάρτηση οριζόντιου αποξεστήρα (skimmer scoop, Skimmer, pelle nivelleuse).

Η παλαιά αυτή εξάρτηση σπάνια συναντάται πια. Έχει κύρια και βοηθητική κεραία όπως και η εξάρτηση ανεστραμμένης τσάπας. Ο κάδος δύναται να διέλεγεται προς τα έξω (βλέπει προς το ράμφος της κεραίας) και δεν είναι αρθρωμένος, αλλά στηριγμένος στην κεραία έτσι, ώστε να μπορεί να ολισθαίνει ή να κυλιέται με τροχίσκους (ράουλα) κατά μήκος αυτής (σχ. 5.4Λζ).

Υπάρχει και εδώ ένα βαρούλκο ανυψώσεως 1 και ένα βαρούλκο έλξεως 2. Και το μεν βαρούλκο ανυψώσεως ελέγχει τις κινήσεις της κεραίας 3, το δε βαρούλκο έλξεως την κίνηση του κάδου κατά μήκος της κεραίας. Το συρματόσχοινο έλξεως, πριν φθάσει στον κάδο, διέρχεται από την πάγια τροχαλία 4 του ράμφους της κεραίας, όπου κάνει στροφή 180°. Έτσι με τη σύμπλεξη του συμπλέκτη του βαρούλκου έλξεως, ο κάδος ωθείται προς τα έξω ολισθαίνοντας ή κυλιόμενος πάνω σε τροχίσκους κατά μήκος της κεραίας, ενώ με την αποσύμπλεξη (εφ' όσον η κεραία είναι κεκλιμένη), αρχίζει να κινείται προς τα κάτω λόγω του βά-



Σχ. 5.4Λζ.

ρους του, ακολουθώντας την κλίση της κεραίας από το ράμφος προς τη βάση της. Η δύναμη διεισδύσεως των δοντιών προέρχεται από το βάρος της κεραίας και του κάδου και εξαρτάται από τη γωνία κοπής των δοντιών τους [παράγρ. 5.3 (Ε)]. Η εκφόρτωση γίνεται με το άνοιγμα του πυθμένα όπως και στους εκσκαφείς μετωπικής τσάπας.

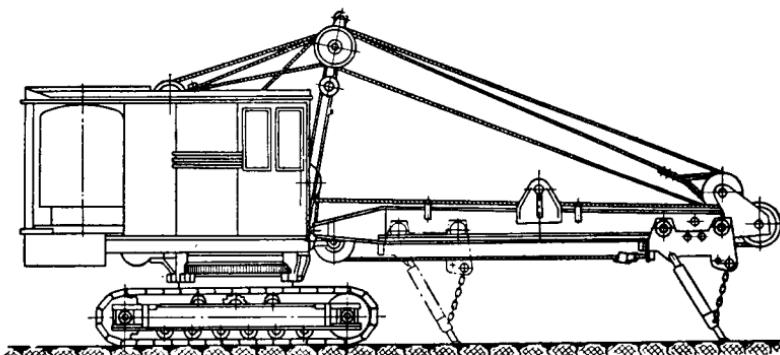
Κατά την εκσκαφή τοποθετούμε την κεραία παράλληλα προς την επιφάνεια που θέλουμε να σκάψουμε και ωθούμε τον κάδο προς τα έξω με τη βοήθεια του βαρούλκου έλξεως. Όταν γεμίσει ο κάδος ή όταν φθάσει στο τέλος, της προς τα έξω διαδρομής του, το σταθεροποιούμε επάνω στην κεραία αποσυμπλέκοντας το συμπλέκτη και σφίγγοντας το φρένο του βαρούλκου έλξεως.

Ανυψώνομε κατόπιν την κεραία, στρέφομε το σκάφος και, συμπλέκοντας ή αφήνοντας ελεύθερο (ανάλογα με την περίπτωση) το βαρούλκο έλξεως κινούμε τον κάδο προς τα έξω ή προς τα μέσα αντιστοίχως κατά μήκος της κεραίας, έως ότου τον φέρομε επάνω από τη θέση εκφορτώσεως. Τότε ανοίγομε τον πυθμένα μέσω μηχανισμού με συρματόσχοινο και το υλικό αδειάζει.

Όταν τελειώσει η εκφόρτωση, αφήνομε τον κάδο να κατέλθει κατά μήκος της κεραίας και, όταν φθάσει στην κατάλληλη για τη νέα εκσκαφή θέση, τον ακινητοποιούμε απότομα με το φρένο του βαρούλκου έλξεως, ώστε να κλείσει ο πυθμένας του. Στρέφομε εν τω μεταξύ το σκάφος προς τη θέση εκσκαφής και τέλος κατεβάζομε την κεραία για να αρχίσουμε νέο κύκλο εργασίας.

Η εξάρτηση αυτή είναι κατάλληλη μόνο για επιφανειακές εργασίες, π.χ. για την απόσπαση λεπτών στρωμάτων μεταλλεύματος, την αφαίρεση οδοστρώματος και γενικά για εκσκαφές κατά στρώματα μικρού πάχους (μέχρι 12 cm περίπου) πάνω στην επιφάνεια εδράσεως του εκσκαφέα, όπου οι άλλες εξαρτήσεις θα είχαν μειωμένη απόδοση. Η χωρητικότητα του κάδου είναι κάτω του 1 m³.

Για τη μετακίνηση χαμηλών σωρών χαλαρού εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί του κάδου ειδική αποξεστική λάμα (σχ. 5.4λη) με πλάτος 2 έως 2,5 φορές περίπου το πλάτος του κάδου. Η λάμα αυτή



Σχ. 5.4λη.

ολισθαίνει ή κυλιέται στην κεραία της εξαρτήσεως κατά τον ίδιο τρόπο, όπως και ο κάδος.

Η εξάρτηση οριζόντιου αποξεστήρα έχει εκτοπισθεί στα μεγάλα έργα από ισχυρότερα μηχανήματα (αποξεστήρες, πρωωθητήρες κλπ.) και χρησιμοποιείται μόνο προσαρμοζόμενη σε υπάρχοντα εκσκαφέα σε μικρά εργοτάξια, όπου δεν δικαιολογείται η αγορά ιδιαιτέρων μηχανημάτων για τις επιφανειακές εργασίες.

5.5 Υδραυλικοί εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας.

Γενικά.

Στους υδραυλικούς εκσκαφείς η μετάδοση κινήσεως στους μηχανισμούς του κάδου και πολλές φορές και στο σύστημα πορείας γίνεται με τη βοήθεια υδραυλικής δυνάμεως.

Ο κεντρικός κινητήρας δίνει κίνηση σε αντλίες που τροφοδοτούν με υγρό υπό πίεση εμβολοφόρους κυλίνδρους ή υδραυλικούς κινητήρες, οι οποίοι μετατρέπουν τη θλιπτική ενέργεια του υγρού σε μηχανική. Η μετατροπή γίνεται, δια ωθήσεως ενός εμβόλου στους πρώτους, στους δεύτερους δε δια μεταδόσεως ροπής στρέψεως σε ένα ρότορα, και έτσι μπαίνουν σε κίνηση οι μηχανισμοί του εκσκαφέα.

Ως υγρό χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα ειδικό ορυκτέλαιο, το οποίο παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα της μικρής συμπιεστότητας, της λιπαντικής ικανότητας, του επαρκούς ιξώδους προς εξασφάλιση καλής στεγανότητας, και είναι χημικά σταθερό και σχετικά αδρανές.

Η πίεση καταθλίψεως στις τροφοδοτικές αντλίες είναι της τάξεως των 100 έως 200 ατμ. Σε μεγάλες μονάδες φθάνει τις 400 έως 500 ατμ. με τάση προς περαιτέρω άνοδο.

Η λειτουργία των υδραυλικών κυλίνδρων ή των υδραυλικών κινητήρων ελέγχεται με διανομέίς, οι οποίοι, ανάλογα με την εκάστοτε θέση του μοχλού χειρισμού τους, ανοίγουν ή κλείνουν αντίστοιχες διόδους. Με το άνοιγμα και το κλείσιμο αυτό ρυθμίζουν την κυκλοφορία του υγρού στους διάφορους κλάδους του υδραυλικού κυκλώματος.

Οι υδραυλικοί εκσκαφείς παρουσιάζουν όλα τα πλεονεκτήματα των υδραυλικών μηχανημάτων: ευκολία χειρισμών, απόσβεση των κρούσεων, αθόρυβη λειτουργία, μικρότερες τριβές, ευχέρεια ρυθμίσεως της ταχύτητας των κινήσεων του κάδου, απαλλαγή από συμπλέκτες, φρένα, βαρούλκα και συρματόσχοινα, ευ-

κολότερη συντήρηση (το υγρό λειτουργίας ενεργεί και σαν λιπαντικό) κλπ. Παρέχουν επίσης τη δυνατότητα για εύκολη και ταχεία εκτέλεση περισσοτέρων κινήσεων του κάδου, όπως π.χ. η στροφή του περί τον άξονα του βυθιστή, η ανατροπή του, η αλλαγή κλίσεως (γωνία κοπής) σε πλατιά όρια και κατά συνεχή κλίμακα (όχι κατά βαθμίδες). Έχουν μικρότερο όγκο από τους μηχανικούς της ίδιας χωρητικότητας κάδου, πράγμα που τους επιτρέπει να εργάζονται σε περιορισμένο χώρο. Έχουν επίσης και μικρότερο βάρος, άρα μικρότερη αδράνεια και ταχύτερη ανταπόκριση στους χειρισμούς.

Χάρη στους υδραυλικούς κυλίνδρους διπλής ενέργειας η εκσκαφή μπορεί να γίνεται με έλξη ή με ώθηση του κάδου. Έτσι μπορούμε με το ίδιο υδραυλικό σύστημα να χρησιμοποιούμε κάδους με τις αιχμές των δοντιών προς τα έξω (τύπου μετωπικής τσάπας), ή προς τα μέσα (τύπου ανεστραμμένης τσάπας). Ο χειριστής αντιλαμβάνεται καλύτερα την πορεία της εργασίας κατά την εκσκαφή και ελέγχει τις κινήσεις του κάδου με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Οι υδραυλικοί κινητήρες είναι ελαφρότεροι και κατέχουν σημαντικά μικρότερο όγκο από τους κινητήρες εσωτερικής καύσεως ή τους ηλεκτροκινητήρες ίσης ισχύος. Η έκκινησή τους, η ρύθμιση των στροφών και η αναστροφή τους είναι απλούστατη και επιτυχάνεται ταχύτατα. Η αυξημένη απαίτηση σε ροπή στρέψεως κατά την εκκίνηση αντιμετωπίζεται με αυτόματη αύξηση της πιέσεως καταθλίψεως της αντλίας τροφοδοτήσεώς του μέχρι του ορίου που επιτρέπει η ανακουφιστική βαλβίδα της αντλίας [παράγρ. 5.5 (Δ)].

Στους υδραυλικούς κινητήρες δεν εμφανίζονται σπινθήρες, πράγμα που επιτρέπει τη λειτουργία τους σε τυχόν εύφλεκτη ατμόσφαιρα. Εάν ο υδραυλικός κινητήρας υπερφορτωθεί, αυξάνεται αντιστοίχως η πίεση καταθλίψεως της αντλίας τροφοδοτήσεώς του, και όταν φθάσει στο όριο, στο οποίο έχει ρυθμισθεί η ανακουφιστική βαλβίδα, τότε η βαλβίδα αυτή ανοίγει και η αντλία παύει να στέλνει υγρό υπό πίεση, με αποτέλεσμα να σταματήσει ο κινητήρας. Έτσι η υπερφόρτωση δεν μεταβιβάζεται στην αντλία και τον κινητήρα της. Έχομε δηλαδή ένα είδος αυτόματης αποσυμπλέξεως.

Η ταχύτητα πορείας επίσης ρυθμίζεται εύκολα, ο δε κύκλος εργασίας, λόγω των μικροτέρων κινούμενων μαζών, είναι συντομότερος.

Οι ισχυρές δυνάμεις τις οποίες μπορούμε να επιτύχουμε σε μικρό δύγκο με την αύξηση της υδραυλικής πιέσεως, επιτρέπουν μεγαλύτερης χωρητικότητας κάδους χωρίς αύξηση των διαστάσεων του εκσκαφέα. (Οι κάδοι εξαρτήσεως ανεστραμμένης τσάπιας φθάνουν έτσι σε χωρητικότητα τα 5 m³.

Χάρη στα πλεονεκτήματά τους αυτά, οι υδραυλικοί εκσκαφείς τείνουν να επικρατήσουν εκτοπίζοντας τους μηχανικούς, με τη συνεχή δε βελτίωση των μεθόδων στεγανοποίησεως των υδραυλικών κυκλωμάτων κατακτούν διαρκώς νέο έδαφος.

A. Αντλίες υδραυλικών εκσκαφέων.

Οι συνηθέστεροι τύποι αντλιών, που χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση υδραυλικών κυλίνδρων ή υδραυλικών κινητήρων εκσκαφέων, είναι οι γραναζωτές αντλίες, οι περιστροφικές με διαμερίσματα και ολισθαίνοντα πτερύγια, οι εμβολοφόροι με περιφερόμενα έμβολα (αξονικές και ακτινικές) και οι εμβολοφόροι με έκκεντρο και βαλβίδες.

Το χρησιμοποιούμενο υγρό λειτουργίας είναι συνήθως ειδικό ορυκτέλαιο.

Όλα τα ανωτέρω είδη αντλιών είναι υδροστατικού τύπου και λειτουργούν δι' εκτοπίσεως υγρού κάτω από την ενέργεια μηχανικής αθήσεως.

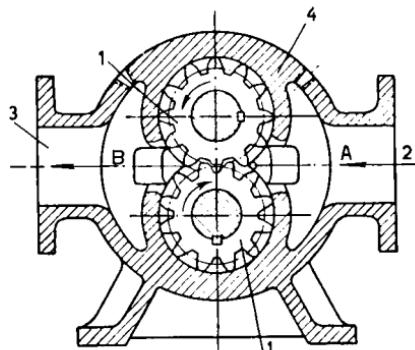
1) Αντλίες γραναζωτές (gear pumps, Zahnrädpumpen, pompes à engrenages).

Αποτελούνται από δύο αντιθέτως περιστρεφόμενα γρανάζια 1, κλεισμένα μέσα σε στεγανό στάτορα που έχει στα στόμια εισόδου 2 και εξόδου 3 (σχ. 5.5a).

Το ένα γρανάζι είναι κινητήριο και το άλλο παρασυρόμενο. Ο χώρος μεταξύ γραναζιών και στάτορα είναι γεμάτος με υγρό λειτουργίας.

Τα διάκενα μεταξύ των μετωπικών επιφανειών των γραναζιών και του στάτορα και μεταξύ της εξωτερικής περιφέρειας των γραναζιών και των κυλινδρικών επιφανειών 4 είναι τόσο μικρά, ώστε να μην μπορεί να διέλθει υγρό (θεωρητικά τουλάχιστον) από το χώρο Α στο χώρο Β, παρά μόνο παρασυρόμενο μεταξύ των δοντιών.

Κάθε φορά ένα δόντι κατά την περιστροφή του φθάνει στην αντίστοιχη κυλινδρική επιφάνεια 4, παραλαμβάνει από το χώρο



Σχ. 5.5α.

Α και κλείνει μεταξύ γραναζιού και στάτορα τον όγκο του υγρού που βρίσκεται στην αμέσως προηγούμενη εσοχή του γραναζιού· έτσι απομονώνει τον όγκο αυτό τόσο από το χώρο Α, όσο και από το χώρο Β.

Με τη συνέχιση της περιστροφής, ο απομονωμένος όγκος του υγρού οδηγείται προς το χώρο Β, όπου εισέρχεται εκτοπίζοντας ίσο όγκο υγρού προς την έξοδο 3, μόλις το αμέσως προηγούμενο δόντι εγκαταλείψει την κυλινδρική επιφάνεια 4.

Εν τω μεταξύ προς αναπλήρωση του κενού, που δημιουργείται λόγω της αφαιρέσεως υγρού από το χώρο Α, αναρροφάται από το στόμιο εισόδου 2 νέα ποσότητα υγρού, το οποίο με τη σειρά του οδηγείται από το χώρο Α στο χώρο Β κ.ο.κ.

Επομένως η θεωρητική παροχή της αντλίας Q (ο όγκος δηλαδή του υγρού που καταθλίβεται θεωρητικά στη μονάδα του χρόνου), ισούται με τον όγκο του μεταξύ μιας εσοχής δοντιών και στάτορα υγρού πολλαπλασιασμένο επί τον αριθμό των δοντιών, οι οποίοι φθάνουν στο χώρο Β και από τα δύο γρανάζια στη θεωρούμενη μονάδα του χρόνου (π.χ. στο λεπτό).

Οπότε:

$$Q = 2 F \cdot \beta \cdot z \cdot n \quad (17)$$

όπου: F η επιφάνεια εγκάρσιας τομής της μεταξύ δύο διαδοχικών δοντιών εσοχής· β το μήκος δοντιών· z ο αριθμός δοντιών κάθε γραναζιού· n ο αριθμός στροφών στη μονάδα του χρόνου.

Προκειμένου για δόντια μορφής εξελιγμένης εφαρμόζεται ο παρακάτω τύπος, ο οποίος δίνει την παροχή κατά προσέγγιση:

$$Q = 2 \pi \cdot \beta \cdot n (R_K^2 - R_n^2 - m^2 \text{ συνα}) \quad (17a)$$

όπου: R_k η ακτίνα κεφαλής δοντιού· R_n η ακτίνα ποδός δοντιού· π το modul· α η κλίση της ευθείας επαφών της εξειλιγμένης των δοντιών.

Η πραγματική παροχή είναι μικρότερη λόγω διαφυγών και ατελούς πληρώσεως.

Η παροχή παρουσιάζει ανομοιομορφία, δεν είναι δηλαδή σταθερή κατά τη διάρκεια μιας περιστροφής των γραναζιών λόγω της εναλλαγής των εσοχών των δοντιών με τις προεξοχές.

Η ανομοιομορφία αυτή περιορίζεται με την αύξηση του αριθμού των δοντιών και της κλίσεως α της ευθείας επαφών.

Επειδή η πίεση του υγρού στο χώρο Β είναι μεγαλύτερη παρά στο χώρο Α, ασκείται από τους άξονες των γραναζιών δύναμη εκ του Β προς τον Α, η οποία τους καταπονεί σε κάμψη και αυξάνει συγχρόνως την καταπόνηση και τις τριβές των εδράνων τους.

Στη διάταξη του σχήματος 5.5β, όπου οι χώροι Α και Β επικοινωνούν με τους χώρους A_1, A_2 και B_1, B_2 αντιστοίχως, η δύναμη αυτή περιορίζεται λόγω των αντιθέτων δυνάμεων που δημιουργούνται από τις διαφορές πιέσεως μεταξύ των χώρων B_1, B_2 και των A_1, A_2 αντίστοιχα.

Οι γραναζωτές αντλίες είναι απλές και έχουν μικρό όγκο και βάρος συγκρινόμενες με τα άλλα είδη αντλιών.

Ως προς τη στεγανότητα μειονεκτούν σε σχέση με τις εμβολοφόρους.

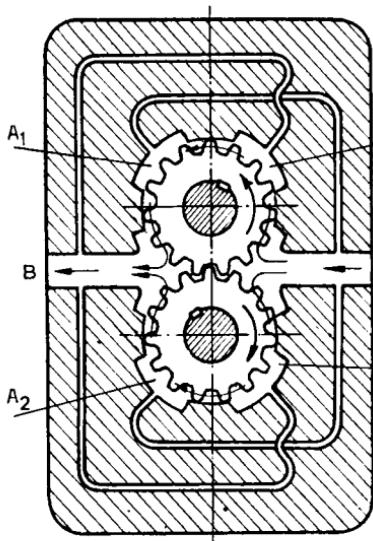
Χρησιμοποιούνται για πιέσεις καταθλίψεως μέχρι 160 ατύ περίπου, ανάλογα με την κατασκευή τους. Στις μεγάλες πιέσεις παρουσιάζουν πτώση του ογκομετρικού βαθμού αποδόσεώς τους, δηλαδή του λόγου της πραγματικής προς τη θεωρητική παροχή, λόγω αυξήσεως των διαφυγών και ατελέστερης πληρώσεως.

Τα δόντια τους είναι ευθύγραμμα ή ελικοειδή από επιφανειακά σκληρυμένο ειδικό χάλυβα.

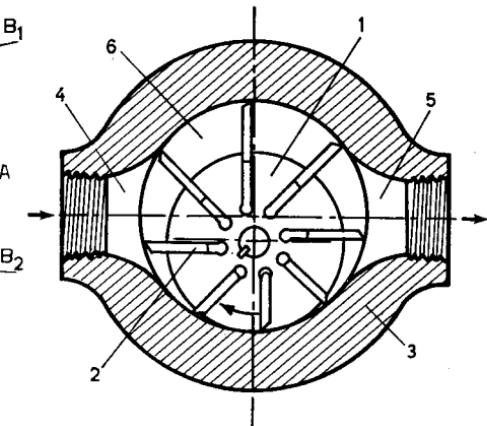
Όταν αλλάζει η φορά περιστροφής των γραναζιών, αλλάζει και η φορά ροής του υγρού.

2) Πτερυοφόροι αντλίες με διαμερίσματα και ολισθαίνοντα πτερύγια (vane pumps, Rotationskapselpumpen, pompes cellulaires à palettes).

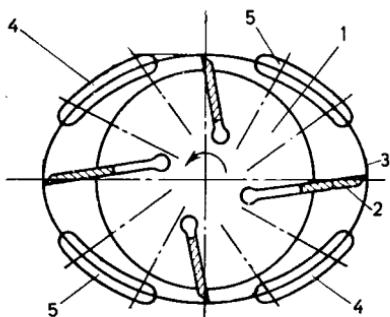
Αποτελούνται από ένα ρότορα 1 με ακτινικά περίπου διατεταγμένα πτερύγια 2, ο οποίος περιστρέφεται μέσα σε σταθερό σώμα, που ονομάζεται στάτορας 3 και έχει ανοίγματα εισόδου 4 και εξόδου 5 (σχ. 5.5γ).



Σχ. 5.5β.



Σχ. 5.5γ.



Σχ. 5.5δ.

Τα πτερύγια μπορούν να ολισθαίνουν κατ' ακτίνα, ή κάτω από μικρή κλίση ως προς την ακτίνα, μέσα σε αντίστοιχες υποδοχές του ρότορα. Κατά την περιστροφή του ρότορα τα πτερύγια 2 ωθούνται προς το στάτορα από την φυγόκεντρη δύναμη, υποβοηθούμενη από τη δύναμη ελατηρίων ή από την πίεση του υγρού καταθλίψεως και σχηματίζουν μεταξύ τους κυλινδρικά και μετωπικά τοιχώματα του στάτορα και της κυλινδρικής επιφάνειας του ρότορα τα στεγανά διαμερίσματα 6.

Ο στάτορας έχει συνήθως τομή περίπου ελλειπτική (σχ. 5.5δ) ή είναι έκκεντρος ως προς το ρότορα (σχ. 5.5γ). Έτσι κατά

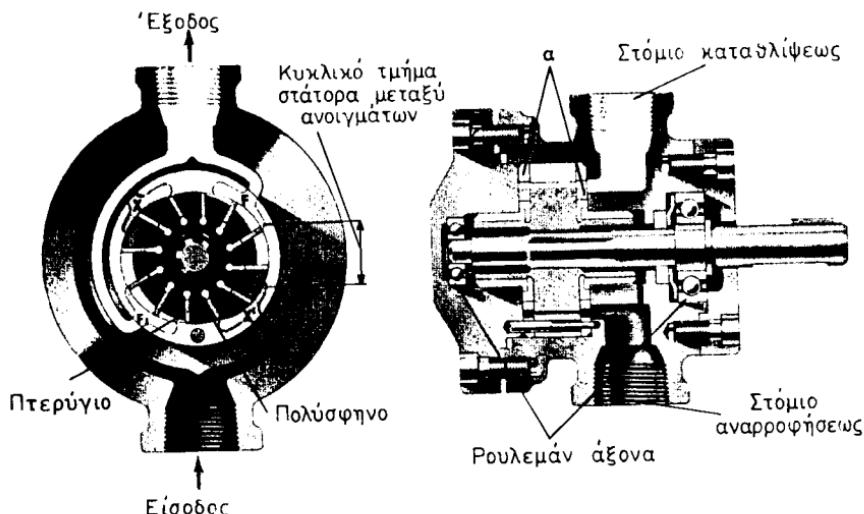
την περιστροφή του ρότορα ο όγκος των διαμερισμάτων 6 αυξανείται (τα πτερύγια βρίσκονται σε μόνιμη επαφή με το στάτορα εκτινασσόμενα προς τα έξω στις θέσεις, όπου το διάκενο μεταξύ στάτορα - ρότορα αυξάνεται και υποχωρούν προς τα μέσα όπου το διάκενο μειώνεται).

Η θέση του ανοίγματος εισόδου 4 είναι τέτοια, ώστε ο όγκος των εκάστοτε διαμερισμάτων, που έρχονται σε επικοινωνία με το άνοιγμα αυτό, να αυξάνει βαθμιαία, οπότε δημιουργείται κενό, το οποίο συμπληρώνεται με νέο υγρό προερχόμενο από το χώρο αναρροφήσεως.

Αντίθετα η θέση του ανοίγματος εξόδου 5 είναι τέτοια, ώστε ο όγκος των εκάστοτε διαμερισμάτων, που έρχονται σε επικοινωνία με το άνοιγμα αυτό να μειώνεται βαθμιαία, και το πλεόνασμα όγκου του υγρού που προκύπτει εκτοπίζεται προς την έξοδο.

Επομένως κατά τη διέλευση κάθε διαμερίσματος μπροστά από το άνοιγμα εξόδου καταθλίβεται όγκος υγρού ίσος προς τη διαφορά μεταξύ του μέγιστου και του ελάχιστου (σχεδόν μηδενικού) όγκου, που καταλαμβάνει το διαμέρισμα κατά τη διαδρομή του μεταξύ των ανοίγμάτων εισόδου και εξόδου.

Στο παράδειγμα του σχήματος 5.5ε τα ανοίγματα εισόδου και εξόδου επικοινωνούν αντίστοιχα με τα στόμια αναρροφήσεως



Σχ. 5.5ε.

και καταθλίψεως της αντλίας μέσω οπών μιας εκ των πλακών α, που εφάπτονται με τις μετωπικές επιφάνειες του ρότορα. Η μια από τις δύο πλάκες πιέζεται συνήθως με ελατήριο προς το ρότορα, ώστε να εξασφαλίζεται στεγανή επαφή μεταξύ των πλακών και του ρότορα. Οι πλάκες αντικαθίστανται όταν φθαρούν.

Ο στάτορας έχει δύο ανοίγματα εισόδου και δύο ανοίγματα εξόδου που καταλήγουν τα μεν πρώτα σε ένα κοινό στόμιο εισόδου, τα δε δεύτερα σε ένα κοινό στόμιο εξόδου (σχ. 5.5ε).

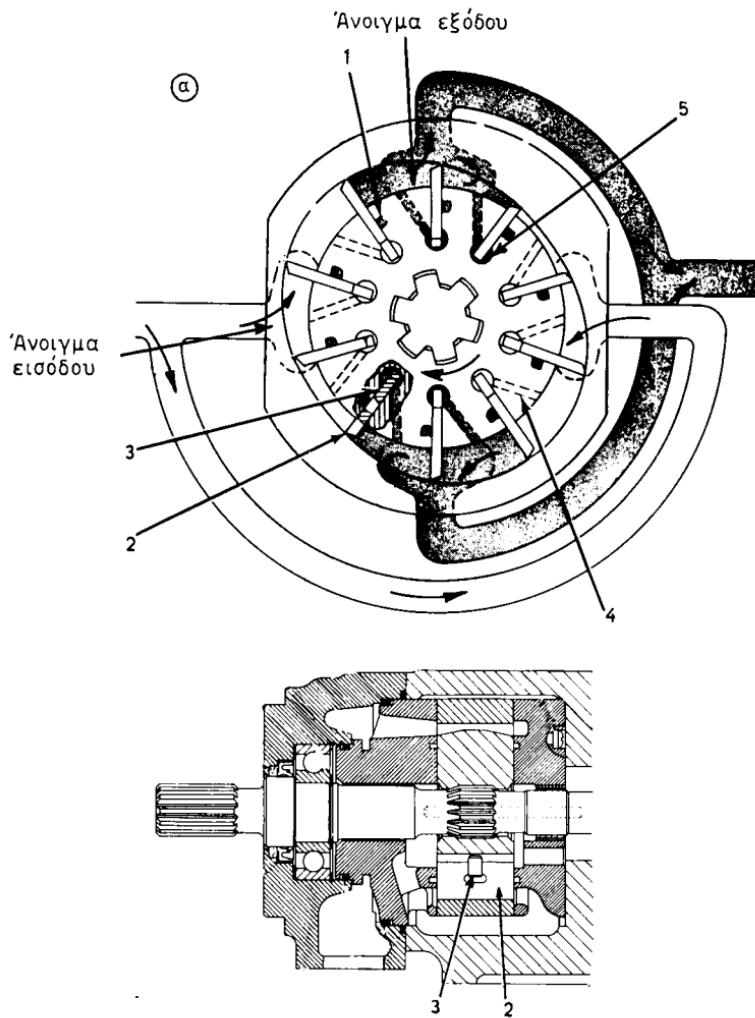
Στον τύπο αυτό (διπλής ενέργειας) κάθε διαμέρισμα αναρροφάει και καταθλίβει υγρό δύο φορές σε κάθε στροφή, τα δε ανοίγματα, όπου επικρατεί η ίδια πίεση (δηλαδή δύο ανοίγματα εισόδου και τα δύο εξόδου αντίστοιχα), βρίσκονται απέναντι το ένα στο άλλο, οπότε οι δυνάμεις, οι οποίες ασκούνται από το υγρό των ανοιγμάτων αυτών πάνω στον άξονα, είναι ίσες και αντίθετες.

Έτσι μειώνεται η καταπόνηση και του άξονα και των εδράνων του.

Το σχήμα 5.5στ δείχνει μια αντλία του τύπου αυτού, όπου η συνεχής επαφή των πτερυγίων με το στάτορα υποβοηθείται με τη βοήθεια υγρού προερχόμενου από την έξοδο. Το υγρό μέσω κυκλικών αυλάκων των μετωπικών πλακών του στάτορα και καναλιών του ρότορα, εισχωρεί στο χώρο 1 μεταξύ των κυρίων πτερυγίων 2 και των βοηθητικών 3, τα οποία παρεμβάλλονται σε αντίστοιχες εσοχές των κυρίων πτερυγίων, και ωθεί τα κύρια πτερύγια προς τα έξω.

Τα κανάλια 4 θέτουν σε επικοινωνία το χώρο 5 κάτω από τα βοηθητικά και τα κύρια πτερύγια, με το διαμέρισμα που κάθε φορά ακολουθεί. Έτσι, όταν ένα κύριο πτερύγιο υποχωρεί προς τα μέσα κατά τη διέλευσή του από τα μικρά διάκενα μεταξύ στάτορα και ρότορα, ποσότητα υγρού, ίσου όγκου με το εισερχόμενο τμήμα του πτερυγίου, εκτοπίζεται από τον αντίστοιχο χώρο 5 μέσω του καναλιού 4 προς το επόμενο διαμέρισμα και στη συνέχεια προς την έξοδο. Όταν το κύριο πτερύγιο αρχίσει να εξέρχεται από το ρότορα και το επόμενο διαμέρισμα επικοινωνεί με το άνοιγμα εισόδου, αναρροφάται υγρό από το αντίστοιχο κανάλι 4 για να αναπληρώσει τον εξερχόμενο όγκο του πτερυγίου.

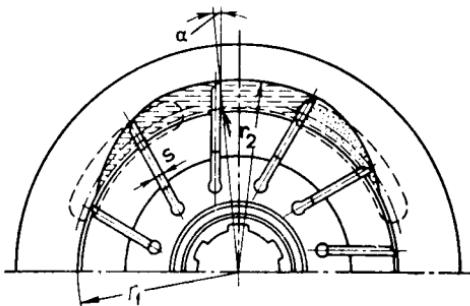
Με τον τρόπο αυτό κατά την παλινδρόμηση κάθε πτερυγίου αναρροφάται και καταθλίβεται συμπληρωματικός όγκος υγρού ίσος προς το μέγιστο όγκο που καταλαμβάνει το εξερχόμενο



Σχ. 5.5στ.

τμήμα του πτερυγίου κατά την περιστροφή του ρότορα. Έτσι δεν μειώνεται ο δύκος του καταθλιβόμενου υγρού λόγω της παρουσίας των πτερυγίων.

Αν θεωρήσουμε ότι στο τμήμα όπου το κάθε διαμέρισμα καταλαμβάνει το μεγαλύτερο δύκο και όπου συμπληρώνεται η αναρρόφηση, η εγκάρσια τομή του στάτορα είναι τόξο κύκλου ομόκεντρο προς το ρότορα (σχ. 5.5ζ), τότε ο θεωρητικός δύκος q_d του υγρού, που αναπρο-



Σχ. 5.5ζ.

φάται σε κάθε στροφή από κάθε διαμέρισμα αντλίας διπλής ενέργειας (χωρίς να υπολογισθεί η μείωσή του από τον όγκο του εξερχόμενου τμήματος των πτερυγίων), δίνεται από την σχέση:

$$q_δ = \frac{2\pi(r_2^2 - r_1^2)\beta}{v} \quad (18)$$

όπου: r_2 η ακτίνα της εγκάρσιας τομής του στάτορα στο τμήμα συμπληρώσεως της αναρροφήσεως (μέγιστη ακτίνα του στάτορα) · r_1 , η ακτίνα του ρότορα · v ο αριθμός των διαμερισμάτων · β το αξονικό μήκος πτερυγίων.

Και αν υπολογισθεί η μείωση λόγω του όγκου που κατέχει το εξερχόμενο τμήμα των πτερυγίων, έχουμε:

$$q_δ = \frac{2\pi(r_2^2 - r_1^2)\beta}{v} - \frac{2(r_2 - r_1)\beta \cdot s}{\text{συνα}} \quad (19)$$

για κάθε διαμέρισμα και για κάθε στροφή του ρότορα, όπου : s το πάχος πτερυγίων · a η γωνία κλίσεως πτερυγίων ως προς την ακτίνα.

Ο αναρροφούμενος όγκος q από όλα τα διαμερίσματα σε κάθε στροφή του στάτορα είναι:

$$q = 2\pi(r_2^2 - r_1^2)\beta - \frac{(r_2 - r_1)}{\text{συνα}} \beta \cdot s \cdot v \quad (20)$$

οπότε προκύπτει η θεωρητική παροχή Q της αντλίας (ο καταθλιβόμενος δηλαδή ανά μονάδα χρόνου όγκος, ο οποίος, εφόσον πρόκειται περί ασυμπίεστου υγρού, είναι ο ίδιος με τον αναρροφούμενο):

$$Q = 2\beta \cdot n \left[\pi(r_2^2 - r_1^2) - \frac{(r_2 - r_1)}{\text{συνα}} \cdot s \cdot v \right] \cdot s \cdot v \quad (21)$$

όπου: n ο αριθμός στροφών ανά μονάδα χρόνου.

Στις αντλίες του τύπου του σχήματος 5.5στ., όπου η μείωση της παροχής λόγω παρουσίας των πτερυγίων αντισταθμίζεται από τη συμπληρωματική ποσότητα υγρού που εισέρχεται από τα κανάλια 4, δεν αφαιρείται ο όγκος των πτερυγίων και η θεωρητική παροχή δίνεται από τη σχέση:

$$Q = 2 \beta \cdot n \cdot \pi \left(r_2^2 - r_1^2 \right) \quad (21a)$$

Οι περιστροφικές αντλίες με τα διαμερίσματα χρησιμοποιούνται για πιέσεις μέχρι 150 έως 180 atm.

Δεν συνιστώνται για υψηλότερες πιέσεις λόγω ατελούς στεγανότητας των διαμερισμάτων (η επιφάνεια επαφής μεταξύ πτερυγίων και στάτορα, που εξασφαλίζει τη στεγανότητα μεταξύ διαμερισμάτων, είναι πολύ μικρή) και του ενδεχόμενου παραμορφώσεως των πτερυγίων.

Τα πτερύγια κατασκευάζονται από ειδικό χάλυβα ανθεκτικό στην τριβή και τις υψηλές θερμοκρασίες. Η εσωτερική επιφάνεια τριβής του στάτορα έχει επιφανειακή βαφή ή επενδύεται με χιτώνιο από σκληρό υλικό.

Και στις αντλίες αυτές αν αλλάξει η φορά περιστροφής, θα έχομε αντιστροφή της ροής.

3) Αντλίες εμβολοφόροι.

a) Αντλίες εμβολοφόροι με περιφερόμενα έμβολα.

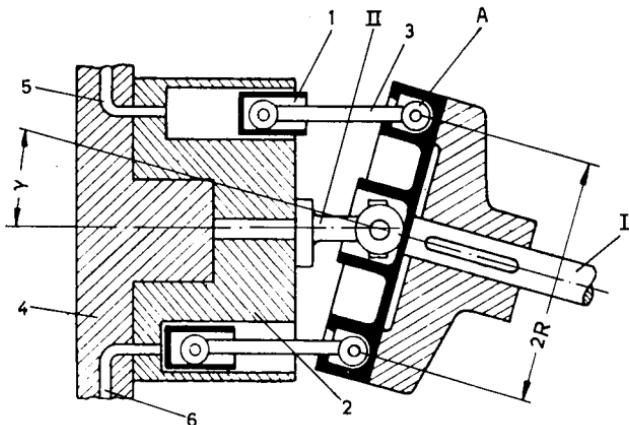
Διαιρούνται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- Σε αντλίες με περιφερόμενα έμβολα παλινδρομούντα παράλληλα προς τον άξονα περιφοράς τους (αξονικές).
- Σε αντλίες με περιφερόμενα έμβολα παλινδρομούντα κάθετα προς τον άξονα περιφοράς τους (ακτινικές).
- Αντλίες με περιφερόμενα έμβολα αξονικές (αξονικές εμβολοφόροι), (axial piston pumps, axiale Rotationskolbenpumpen, pompes axiales à piston) (σχ. 5.5η).

Αποτελούνται από 5 έως 9 έμβολα 1, τα οποία παλινδρομούν μέσα σε αντίστοιχους κυλινδρίσκους, διατεταγμένους κατά περιφέρεια κύκλου μέσα σε μεγάλο περιστρεφόμενο κύλινδρο 2 (μπλοκ).

Οι άξονες των κυλινδρίσκων είναι παράλληλοι προς τον άξονα II του κυλίνδρου.

Η περιστροφική κίνηση μεταδίδεται στον κύλινδρο 2 μέσω



Σχ. 5.5η.

γωνιακού συνδέσμου με σφαιρικές αρθρώσεις (ή άλλου τελείως εύκαμπτου γωνιακού συστήματος μεταδόσεως) και μέσω των διωστήρων 3 των εμβόλων, από ένα κινητήριο άξονα I, ο οποίος σχηματίζει με τον άξονα II του κυλίνδρου 2 σταθερή γωνία γ.

Στον πυθμένα κάθε κυλινδρίσκου υπάρχει οπή, η οποία κατά την περιστροφή του κυλίνδρου 2 έρχεται διαδοχικά σε επικοινωνία μέσω θυρίδων του ακίνητου διανομέα 4 με τα κανάλια εισόδου 5 και εξόδου 6, που οδηγούν στα αντίστοιχα στόμια της αντλίας.

Με την περιστροφή του κινητήριου άξονα I, η απόσταση κάθε εμβόλου από τον πυθμένα του αντίστοιχου κυλινδρίσκου, επομένως και ο όγκος του υγρού μέσα στον κυλινδρίσκο, αυξομειώνεται περιοδικά.

Η θέση των θυρίδων εισόδου και εξόδου στο διανομέα είναι τέτοια, ώστε, κάθε φορά που αυξάνεται ο προ του εμβόλου όγκος σε ένα κυλινδρίσκο, η οπή του πυθμένα του κυλινδρίσκου αυτού να επικοινωνεί με το κανάλι εισόδου και να έχομε αναρρόφηση υγρού, και κάθε φορά που ελαττώνεται ο προ του εμβόλου όγκος, η οπή του κυλινδρίσκου του να επικοινωνεί με το κανάλι εξόδου.

Έτσι το συγκρότημα του κάθε κυλινδρίσκου ενεργεί ως εμβολοφόρος αντλία, και σε κάθε στροφή του κυλίνδρου 2 καταθλίβεται ο εκτοπιζόμενος ανά έμβολο όγκος τόσες φορές, όσος είναι ο αριθμός των εμβόλων.

Η ταχύτητα κάθε εμβόλου κατά την παλινδρόμηση εντός του κυλινδρίσκου του δεν είναι σταθερή, αλλά μεταβάλλεται περιοδικά σύμφωνα με τη σχέση:

$$u = \omega \cdot R \cdot \eta \mu \cdot \eta \text{ma} \quad (22)$$

όπου: ω η γωνιακή ταχύτητα του άξονα I, την οποία θεωρούμε σταθερή· R η ακτίνα του κύκλου, που σχηματίζεται από τα κέντρα A (σχ. 5.5η) των σφαιρικών αρθρώσεων, όπου καταλήγουν οι διωστήρες των εμβόλων· $\eta \mu$ το ημίτονο της γωνίας των αξόνων I και II· ηma το ημίτονο της γωνίας που σχηματίζει η εκάστοτε ακτίνα OA, η διερχόμενη από το κέντρο A της σφαιρικής αρθρώσεως του διωστήρα του θεωρούμενου εμβόλου, με το επίπεδο των αξόνων I και II.

Η σχέση (22) εκφράζεται με την καμπύλη του σχήματος 5.5θ (θεωρούμε ε αρνητική την u κατά τη διαδρομή αναρροφήσεως).

Το γινόμενο:

$$q = u \cdot S \quad (23)$$

(S η επιφάνεια του εμβόλου που είναι σε επαφή με το υγρό) παριστάνει τον όγκο του υγρού που καταθλίβεται (όταν το u είναι θετικό) ή αναρροφάται (όταν το u είναι αρνητικό) ανά μονάδα χρόνου από ένα έμβολο.

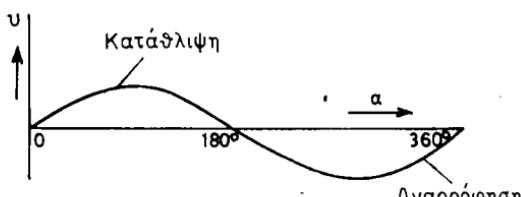
Σύμφωνα προς τις σχέσεις (22), (23) ο όγκος αυτός δίνεται από τη σχέση:

$$q = S \cdot \omega \cdot R \cdot \eta \mu \cdot \eta \text{ma} \quad (24)$$

μεταβάλλεται δηλαδή όπως και η u περιοδικά ανάλογα προς το ηma .

Επειδή οι γωνίες α , που αντιστοιχούν σε δύο διαδοχικά έμβολα, διαφέρουν κατά $\frac{2\pi}{v}$ (ν ο αριθμός των εμβόλων), ο όγκος q_{av} που καταθλίβεται ή αναρροφάται ανά μονάδα χρόνου από όλα τα έμβολα (θετικός όταν καταθλίβεται και αρνητικός όταν αναρροφάται) δίνεται από τη σχέση:

$$\Sigma q = S \cdot \omega \cdot R \cdot \eta \mu \left[\eta \text{ma} + \eta \mu \left(\alpha + \frac{2\pi}{v} \right) + \eta \mu \left(\alpha + 2 \cdot \frac{2\pi}{v} \right) + \dots + \eta \mu \left(\alpha + (v-1) \frac{2\pi}{v} \right) \right] \quad (25)$$



Σχ. 5.5θ.

(η γωνία $\frac{2\pi}{v}$ αποτελεί τη διαφορά φάσεως μεταξύ δύο διαδοχικών εμβόλων).

Ο όγκος $\Sigma q = 0$, δηλαδή όσος όγκος αναρροφάται ανά μονάδα χρόνου από όλα τα έμβολα, για τα οποία το q είναι αρνητικό, τόσος όγκος καταθλίβεται από όλα τα έμβολα, για τα οποία το q είναι θετικό.

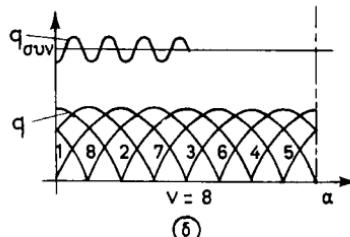
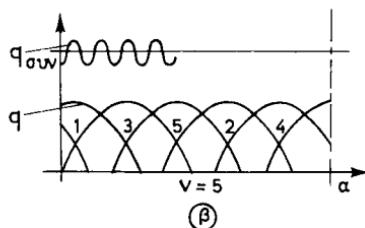
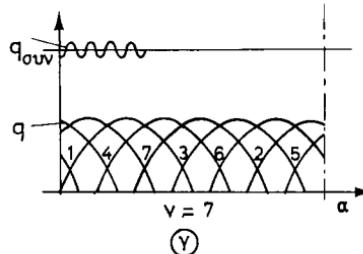
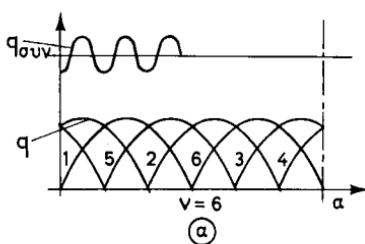
Το σχήμα 5.5ι (α, β, γ, δ) δίνει βάσει της σχέσεως (24) και για αριθμούς εμβόλων $v = 5, 6, 7$ και 8 , το $q_{\text{συν}}$, δηλαδή το άθροισμα των θετικών τιμών των q , το οποίο παριστάνει τον όγκο που καταθλίβεται ανά μονάδα χρόνου από το σύνολο των εμβόλων.

Όπως φαίνεται από το σχήμα, οι τιμές του $q_{\text{συν}}$ μεταβάλλονται σε πολύ μικρότερα όρια, παρουσιάζουν δηλαδή καλύτερη ομοιομορφία από τις αντίστοιχες θετικές τιμές του q της περιπτώσεως ενός εμβόλου. Έχουμε επομένως σταθερότερη παροχή με τη χρησιμοποίηση πολλών εμβόλων.

Επίσης καλύτερη ομοιομορφία παρουσιάζεται στις περιπτώσεις περιπτού αριθμού εμβόλων [σχ. 5.5ι (β) και 5.5ι (γ)]. Γι' αυτό οι αντλίες αυτές κατασκευάζονται με περιπτό αριθμό εμβόλων.

Για κάθε πλήρη περιστροφή του άξονα I ή II ο καταθλιβόμενος από όλα τα έμβολα όγκος $q_{\text{συν},T}$ δηλαδή το ολοκλήρωμα των θετικών τιμών του $q_{\text{συν}}$ κατά τη διάρκεια μιας περιστροφής του άξονα (μιας περιόδου T της περιοδικής μεταβολής του a), είναι:

$$q_{\text{συν},T} = 2v \cdot S \cdot R \cdot \eta \mu \gamma \quad (26)$$



Σχ. 5.5ι.

και η θεωρητική παροχή της αντλίας Q:

$$Q = 2n \cdot v \cdot S \cdot R \cdot \eta_{\text{μγ}} \quad (27)$$

(n: ο αριθμός στροφών ανά μονάδα χρόνου) ή, επειδή:

$$2R \cdot \eta_{\text{μγ}} = H \quad (27\alpha)$$

(H: η διαδρομή κάθε εμβόλου), έχομε:

$$Q = n \cdot v \cdot S \cdot H \quad (27\beta)$$

$$\text{ή } Q = \frac{n \cdot v \cdot H \cdot \pi \cdot d^2}{4} \quad (27\gamma)$$

(d: η διάμετρος κάθε εμβόλου).

Οι επιφάνειες τριβής των εμβόλων πάνω στους κυλινδρίσκους και στον κύλινδρο 2 επί του διανομέα υπόκεινται σε φθορά. Γι' αυτό οι επιφάνειες αυτές είναι σκληρυμένες.

Σε πολλούς τύπους υπάρχουν στους κυλινδρίσκους ανταλλακτικά χιτώνια από μπρούντζο, που αλλάζονται όταν φθαρούν. Επίσης για περιορισμό της φθοράς οι επιφάνειες τριβής κυλίνδρου 2 και διανομέα λιπαίνονται με μικρή ποσότητα υγρού, το οποίο οδηγείται από τους χώρους αναρροφήσεως και καταθλίψεως μέσω ειδικών οπών σε κοιλότητες και αυλάκια των επιφανιών τριβής.

Οι αντλίες αυτές παρουσιάζουν μεγαλύτερη στεγανότητα από τα προηγούμενα είδη, ακόμη και για μεγάλες πιέσεις καταθλίψεως· γι' αυτό και χρησιμοποιούνται για υψηλές πιέσεις, μέχρι 300 έως 450 atü.

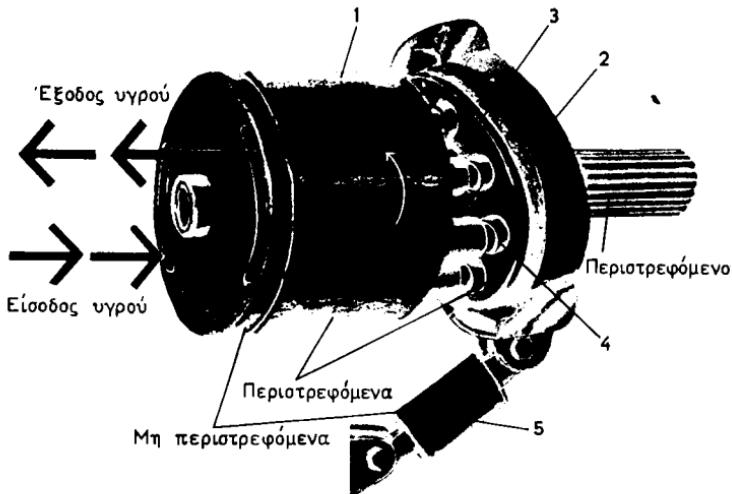
Έχουν επομένως υψηλό ογκομετρικό βαθμό αποδόσεως, και μάλιστα σταθερό για μεγάλες περιοχές πιέσεων.

Για την κατασκευή τους δύμας απαιτείται ακριβέστατη μηχανουργική κατεργασία, οι δε επισκευές τους είναι δύσκολες.

Αν αλλάξει η φορά περιστροφής τους, δεν αναστρέφεται η ροή του υγρού, όπως στις εμβολοφόρους ακτινικές με περιφερόμενα έμβολα.

Στις αντλίες αυτές μπορεί να γίνει ρύθμιση της παροχής με αλλαγή της γωνίας γ των αξόνων I και II, από την οποία εξαρτάται η διαδρομή H των εμβόλων (σχέσεις 27, 27α, και 27β).

Ένας άλλος τύπος αξονικής εμβολοφόρου αντλίας έχει ένα μόνο άξονα (σχ. 5.5ια), με τον οποίο περιστρέφεται ολόκληρο το συγκρότημα 1 των εμβολοφόρων κυλινδρίσκων. Τα έμβολα εξα-



Σχ. 5.5ια.

ναγκάζονται σε παλινδρόμηση από μια μη περιστρεφόμενη κεκλιμένη ως προς τον άξονα, κοίλη πλάκα 2, μέσα στην οποία περιστρέφεται μαζί με τα περιφερόμενα έμβολα ο δίσκος 3, που συνδέεται με τα έμβολα μέσω των σφαιρικών αρθρώσεων 4.

Αλλάζοντας τη γωνία κλίσεως της κεκλιμένης πλάκας μπορούμε να ρυθμίζομε την παροχή, γιατί μεταβάλλεται η γωνία γ (σχέση 27). Η αλλαγή κλίσεως της πλάκας επιτυγχάνεται με την βοήθεια του υδραυλικού κυλίνδρου 5.

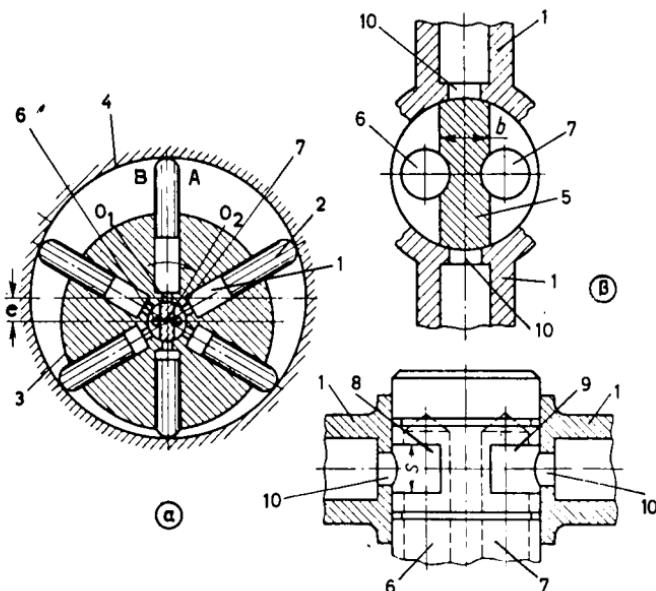
Παρόμοιου τύπου είναι και η αντλία του σχήματος 2.3γ.

- **Αντλίες με περιφερόμενα έμβολα ακτινικές** (radial piston pumps, radiale Rotationskolbenpumpen, pompes radiales à pistons).

Στις αντλίες αυτές οι κυλινδρίσκοι 1, μέσα στους οποίους παλινδρομούν τα έμβολα 2, είναι ακτινικά διατεταγμένοι σαν είδος φρεάτων μέσα σε περιστρεφόμενο τύμπανο 3 (ρότορας). Ο ρότορας είναι εκκεντρικά τοποθετημένος ως προς το στάτορα 4 (σχ. 5.5ιβ).

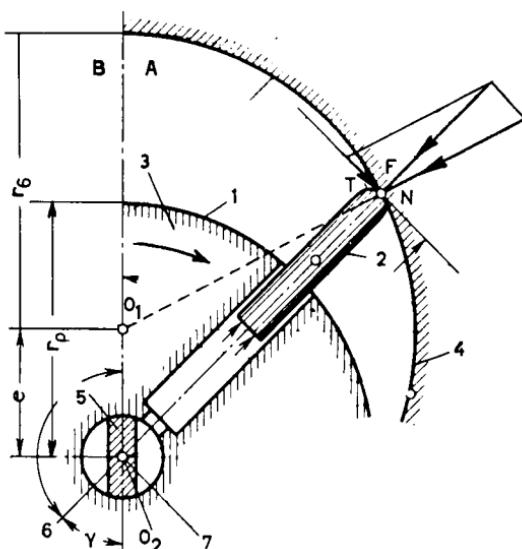
Στο κέντρο του ρότορα υπάρχει ο ακίνητος διανομέας 5, δια του οποίου διέρχονται τα κανάλια εισόδου και εξόδου 6 και 7, τα οποία καταλήγουν στα ανοίγματα 8 και 9 αντίστοιχα.

Στον πυθμένα των κυλινδρίσκων υπάρχουν οι οπές 10, οι οποίες εφάπτονται με την επιφάνεια του διανομέα και έρχονται διαδοχικά σε επικοινωνία με τα ανοίγματα 8 και 9 και τα αντίστοιχα κανάλια εισόδου και εξόδου 6 και 7 κατά την περιστροφή του ρότορα.



Σχ. 5.5ιβ.

(a) Εγκάρσια τομή αντλίας, (β) και (γ) λεπτομέρειες διανομέα.



Σχ. 5.5ιγ.

 r_σ ακτίνα στάτορα, r_ρ ακτίνα ρότορα, ε εκκεντρότητα.

Όταν ένας κυλινδρίσκος προχωρεί μέσα στο χώρο Α κατά την φορά περιστροφής που δείχνει το βέλος, το αντίστοιχο έμβολο ωθείται από την ακτινική δύναμη F , συνισταμένη της εφαπτομενικής T και της αντιδράσεως N του στάτορα (σχ. 5.5ιγ), προς το κέντρο του ρότορα. Ο χώρος μεταξύ εμβόλου και διανομέα μικραίνει, με αποτέλεσμα το υγρό να εκτοπίζεται προς την έξοδο, με την οποία επικοινωνεί κατά το διάστημα αυτό ο κυλινδρίσκος μέσω της οπής του και του ανοίγματος 9 (σχ. 5.5β).

Όταν ο κυλινδρίσκος, με την συνέχιση της περιστροφής του ρότορα, φθάσει στο χώρο B , ο μεταξύ εμβόλου και διανομέα χώρος αυξάνει, γιατί το έμβολο, που έχει τώρα περιθώριο να κινηθεί προς τα έξω, ωθείται προς το στάτορα λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως και νέα ποσότητα υγρού εισέρχεται για να γεμίσει τον ελευθερωμένο χώρο, μέσω του ανοίγματος 8 (σχ. 5.5ιβ), με το οποίο αρχίζει να επικοινωνεί τώρα ο κυλινδρίσκος.

Το ίδιο επαναλαμβάνεται για κάθε κυλινδρίσκο με τη σειρά του. Έτσι σε κάθε στροφή αναρροφάται και καταθλίβεται ο εκτοπιζόμενος ανά διαδρομή εμβόλου όγκος τόσες φορές, όσος είναι ο αριθμός των εμβόλων.

Η θεωρητική παροχή Q δίνεται από τη σχέση:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot e \cdot v \cdot n}{2} \quad (28)$$

όπου: d η διάμετρος του εμβόλου· e η απόσταση μεταξύ κέντρων ρότορα και στάτορα (εκκεντρότητα) ίση προς το ήμισυ της διαδρομής ενός εμβόλου· n ο αριθμός εμβόλων και κυλίνδρων· v ο αριθμός στροφών ανά μονάδα χρόνου.

Η ταχύτητα παλινδρομήσεως υ του κάθε εμβόλου μέσα στον κύλινδρό του, και επομένως ο καταθλιβόμενος (όταν το u είναι θετικό) ή ο αναρροφούμενος (όταν το u είναι αρνητικό) ανά μονάδα χρόνου όγκος υγρού q (σχέση 23), μεταβάλλεται περιοδικά με τη γωνία γ , που σχηματίζεται από τον εκάστοτε άξονα συμμετρίας του θεωρούμενου εμβόλου και τη γραμμή $0,0_2$ των κέντρων ρότορα - στάτορα.

Παρουσιάζεται επομένως ανομοιομορφία στον καταθλιβόμενο από κάθε έμβολο όγκο (τις θετικές τιμές του q).

Για τον καταθλιβόμενο από όλα τα έμβολα όγκο (θετικές τιμές του q_{av}) η ανομοιομορφία είναι μικρότερη.

Στις αντλίες αυτές οι επιτρεπόμενες πιέσεις που επιτρέπονται είναι μικρότερες παρά στις αξονικές (μέχρι 300 atü).

Σε πολλούς τύπους για την ελάττωση της τριβής κατά την κίνηση των εμβόλων πάνω στο στάτορα, προσαρμόζεται στην εσωτερική επιφάνεια του στάτορα στεφάνη με ρουλεμάν.

Υπάρχουν και τύποι μεταβλητής παροχής, όπου η ρύθμιση της παροχής γίνεται με αλλαγή της εκκεντρότητας e (σχέση 28).

β) Αντλίες εμβολοφόροι με έκκεντρο και βαλβίδες.

Στις αντλίες αυτές ένα έμβολο 1, στηριζόμενο στον πιθμένα του κυλίνδρου 2 μέσω του ελατηρίου 3, παλινδρομεί μέσα στον κύλινδρο (σχ. 5.5ιδ). Κατά τη μία διαδρομή του ωθείται από το έκκεντρικά περιστρεφόμενο τύμπανο 4 και κατά την άλλη από το ελατήριο 3.

Κατά την πρώτη διαδρομή ο προ του εμβόλου χώρος του κυλίνδρου ελαττώνεται και το υγρό εκδιώκεται προς το σωλήνα εξόδου μέσω της βαλβίδας καταθλίψεως 5, η οποία ανοίγει εξ' αιτίας της δημιουργούμενης υπερπίεσεως. Κατά τη δεύτερη διαδρομή ο προ του εμβόλου χώρος αυξάνεται και δημιουργείται κενό, η βαλβίδα αναρροφήσεως 6 ανοίγει και αναρροφάται υγρό από το σωλήνα εισόδου.

Επειδή η ταχύτητα του εμβόλου μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια μιας διπλής διαδρομής, με συνέπεια σημαντική ανομοιομορφία παροχής, οι αντλίες αυτές κατασκευάζονται με πολλούς κυλίνδρους διατεταγμένους στη σειρά, ή κατά ακτίνες και με έμβολα που λειτουργούν κάτω από διαφορά φάσεως, ώστε να περιορίζεται η ανομοιομορφία. Η θεωρητική παροχή Q δίνεται από τη σχέση:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 2e \cdot v \cdot n \quad (29)$$

όπου: d η διάμετρος εμβόλων· e η έκκεντρη της (απόσταση του άξονα του τυμπάνου 4 από τον άξονα περιστροφής του)· v ο αριθμός κυλίνδρων και εμβόλων· n ο αριθμός στροφών του τυμπάνου 4 στη μονάδα του χρόνου.

Οι αντλίες αυτές χάρη στην άριστη στεγανότητά τους επιτρέπουν πιέσεις λειτουργίας μέχρι 500 έως 550 atü.

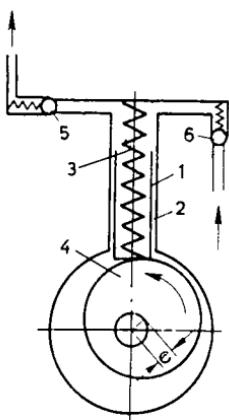
Σε ορισμένους τύπους για τη ρύθμιση της παροχής υπάρχει διάταξη, η οποία θέτει εκτός λειτουργίας περισσότερους ή λιγότερους κυλίνδρους.

γ) Αντλίες εμβολοφόροι με στροφαλοφόρο άξονα.

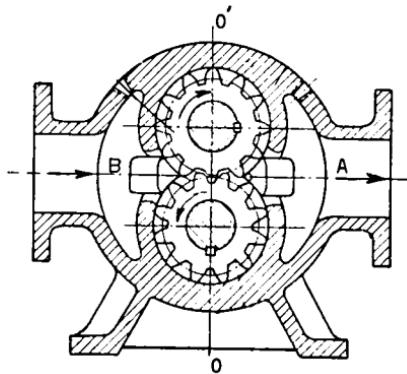
Σε αυτές η παλινδρομική κίνηση των εμβόλων επιτυγχάνεται με συνθησισμένο μηχανισμό στροφάλου και διωστήρα. Και οι αντλίες αυτές εξασφαλίζουν καλή στεγανότητα και επιτρέπουν επομένως υψηλές πιέσεις.

B. Υδραυλικοί κινητήρες.

Σε αυτούς το υγρό που προέρχεται από τροφοδοτική αντλία, εισερχόμενο υπό πίεση, ασκεί ροπή στρέψεως σε ένα ρότορα, τον οποίο θέτει σε περιστροφική κίνηση, και στη συνέχεια οδηγείται προς την έξοδο όπου χάνει την πίεσή του, ερχόμενο σε επικοινωνία με το δοχείο αναρροφήσεως της τροφοδοτικής



Σχ. 5.5ιδ.



Σχ. 5.5ιε.

αντλίας (στο δοχείο αναρροφήσεως η πίεση του υγρού είναι περίπου ίση με την ατμοσφαιρική). Τα περισσότερα είδη των αντλιών, που αναφέραμε, μπορούν να λειτουργήσουν οι υδραυλικοί κινητήρες εάν από το στόμιο εξόδου τους στείλομε υγρό υπό πίεση και το αφήσομε να εξέλθει από το στόμιο εισόδου.

Υπάρχουν επομένως υδραυλικοί κινητήρες: **γραναζωτοί**, **πτερυγιοφόροι** με διαμερίσματα και ολισθαίνοντα πτερυγία, **εμβολοφόροι** με περιφερόμενα έμβολα (αξονικοί και ακτινικοί).

1) Υδραυλικοί κινητήρες γραναζωτοί.

Η κατασκευή τους είναι όμοια με την κατασκευή των αντιστοίχων αντλιών (σχ. 5.5α).

Το υγρό εισέρχεται από το χώρο Β υπό πίεση και ασκεί εφαπτομενικές δυνάμεις πάνω στα δόντια των γραναζιών. Οι δυνάμεις αυτές προκαλούν ίσες και αντίθετης φοράς ροπές στρέψεως στα δύο γρανάζια και τα αναγκάζουν να περιστρέφονται αντίθετα, όπως δείχνουν τα βέλη του σχήματος 5.5ιε. Με την περιστροφή των γραναζιών το υγρό μεταφέρεται, παρασυρόμενο από τα περιστρεφόμενα δόντια στο χώρο Α, από όπου οδηγείται προς την έξοδο.

Το φορτίο του κινητήρα εφαρμόζεται στον κινητήριο άξονα, στον οποίο είναι σφηνωμένο το ένα από τα δύο γρανάζια.

Η μέση τιμή της ροπής στρέψεως δίνεται από τη σχέση:

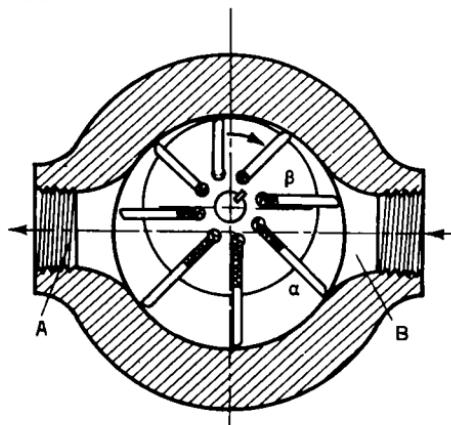
$$M = p \cdot \beta (R_k^2 - R_\pi^2 \text{ m}^2 \text{ συνα}) \quad (30)$$

όπου: ρ η πίεση του εισερχόμενου υγρού· R_x η ακτίνα του κύκλου κεφαλής των δοντιών· R_n η ακτίνα του κύκλου ποδός των δοντιών· m το modul των δοντιών· a η κλίση της ευθείας επαφών των δοντιών (όταν έχουν μορφή εξελιγμένης)· β το μήκος των δοντιών.

2) Υδραυλικοί κινητήρες πτερυγιοφόροι (με διαμερίσματα και ολισθαίνοντα πτερύγια).

Η κατασκευή τους είναι όμοια με την κατασκευή των αντιστοίχων αντλιών (σχ. 5.5γ, σχ. 5.5δ και σχ. 5.5ε). Το υγρό υπό πίεση εισέρχεται από το άνοιγμα B (σχ. 5.5ιστ), και, λόγω της διαφοράς επιφάνειας των εκτεθειμένων στην πίεση τμημάτων, π.χ. των πτερυγίων α και β , ωθεί με μεγαλύτερη δύναμη το πτερύγιο α , που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιφάνεια. Έτσι μεταδίδει στο μεταξύ των α και β διαμέρισμα, και μαζί με αυτό σε ολόκληρο τον ρότορα, ροπή στρέψεως κατά τη φορά του βέλους. Το ίδιο συμβαίνει σε όσα διαμερίσματα το πτερύγιο α , που προπορεύεται κατά την φορά του βέλους, έχει μεγαλύτερη εκτεθειμένη επιφάνεια από το πτερύγιο που ακολουθεί β (επιπορευόμενο).

Σε όσα διαμερίσματα το πτερύγιο που προπορεύεται κατά την φορά του βέλους έχει μικρότερη εκτεθειμένη επιφάνεια από αυτό που ακολουθεί (επιπορευόμενο), ασκείται αντίθετη προς τη φορά του βέλους ροπή. Επειδή όμως τα διαμερίσματα αυτά βρίσκονται ήδη σε επικοινωνία με την έξοδο, η πίεση του υγρού που περιέχουν, άρα και η ροπή που ασκείται σε αυτά, είναι πολύ μικρότερη. Έτσι υπερισχύει η ροπή κατά τη φορά του βέλους και ο ρότορας αρχίζει να περιστρέφεται.



Σχ. 5.5ιστ.

Η μόνιμη επαφή των πτερυγίων με τον στάτορα εξασφαλίζεται με ελατήρια ή με την πίεση του υγρού λειτουργίας (με παροχέτευση μέρους του υγρού κάτω από τα πτερύγια μέσω καναλιών, όπως και στις αντίστοιχες αντλίες).

Φυγόκεντρη δύναμη δεν υφίσταται κατά την εκκίνηση και γίνεται αισθητή μόνον όταν ο κινητήρας αποκτήσει αρκετή ταχύτητα.

Η μέση τιμή της ροπής στρέψεως στους τύπους διπλής ενέργειας (σχ. 5.5ζ) δίνεται από τη σχέση:

$$M = p \cdot \beta \left(r_2^2 - r_1^2 - \frac{(r_2 - r_1) s \cdot v}{\pi \cdot \text{συνα}} \right) \quad (31)$$

και για την περίπτωση του σχήματος 5.5στ:

$$M = p \cdot \beta (r_2^2 - r_1^2) \quad (32)$$

όπου: p η πίεση του εισερχόμενου υγρού· β το αξονικό μήκος πτερυγίων· r_2 η μέγιστη ακτίνα του στάτορα· r_1 η ακτίνα του ρότορα· s το πάχος των πτερυγίων· v ο αριθμός των διαμερισμάτων· a η γωνία κλίσεως των πτερυγίων ως προς την ακτίνα.

Στους κινητήρες αυτούς οι δύο μετωπικές πλάκες α (σχ. 5.5ε) φθείρονται λιγότερο παρά στις αντίστοιχες αντλίες, γιατί υπάρχει πάντοτε υγρό λειτουργίας πάνω στις επιφάνειες τριβής των πλακών αυτών και τις λιπαίνει συνεχώς κατά την περιστροφή του ρότορα. Ενώ στις αντλίες υπάρχει το ενδεχόμενο να μην προλάβει το αναρροφούμενο υγρό, ίδιως όταν είναι πυκνόρρευστο, να φθάσει στις επιφάνειες αυτές αμέσως με την εκκίνηση του ρότορα και να έχομε τριβή εν ξηρώ κατά το διάστημα που μεσολαβεί.

3) Υδραυλικοί κινητήρες εμβολοφόροι.

α) Υδραυλικοί κινητήρες εμβολοφόροι με περιφερόμενα έμβολα.

Η κατασκευή τους είναι όμοια με την κατασκευή των αντιστοίχων αντλιών. Όπως και οι αντλίες περιλαμβάνουν δύο κατηγορίες, τους **αξονικούς** και τους **ακτινικούς**.

- **Κινητήρες με περιφερόμενα έμβολα αξονικοί (εμβολοφόροι αξονικοί)** (σχ. 5.5η).

Το υγρό εισέρχεται υπό πίεση από το άνοιγμα εισόδου του

διανομέα και ωθεί το έμβολο του εκάστοτε προ του ανοίγματος αυτού ευρισκόμενου κύλινδρου.

Η παλινδρόμηση των εμβόλων εντός των κυλίνδρων, λόγω των συνδέσμων των διωστήρων με το συγκρότημα του άξονα I, δεν είναι δυνατή, παρά μόνο με σύγχρονη περιστροφή των αξόνων I και II. Γι' αυτό η δύναμη που ασκεί το υγρό πάνω στο εκάστοτε έμβολο αναλύεται σε συνιστώσες, που προκαλούν αντίστοιχες ροπές στρέψεως ως προς τους άξονες I και II και αναγκάζουν σε περιστροφή και τους δύο αυτούς άξονες. Το φορτίο του κινητήρα εφαρμόζεται στον άξονα I.

Η ροπή στρέψεως M, που ασκείται στον άξονα I από ένα έμβολο τη στιγμή που η ακτίνα AO που διέρχεται από το κέντρο A της σφαιρικής αρθρώσεως του αντίστοιχου διωστήρα, σχηματίζει γωνία α με το επίπεδο των αξόνων I και II (κατά τη διαδρομή εισόδου), δίνεται από την σχέση:

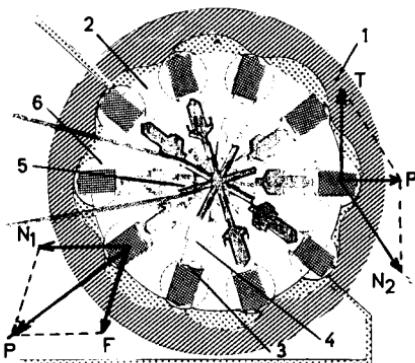
$$M = p \cdot S \cdot R \cdot \eta_m \cdot \eta_{ma} \quad (33)$$

όπου: p η πίεση του εισερχόμενου υγρού· S η εκτεθειμένη στην πίεση του υγρού επιφάνεια του εμβόλου· R η ακτίνα της περιφέρειας επάνω στην οποία βρίσκονται τα κέντρα A των σφαιρικών αρθρώσεων· γ η γωνία μεταξύ των αξόνων I και II (αναφερόμεθα στην ημιπερίοδο εισόδου, όπου θεωρούμε $\eta_m > 0$).

Επομένως η ροπή στρέψεως που προκαλείται στον άξονα I από κάθε έμβολο κατά τη διάρκεια της διαδρομής του μεταβάλλεται ανάλογα με το ημίτονο της γωνίας α (όπως και η παροχή στις αντίστοιχες αξονικές αντλίες) [παράγρ. 5.5 A (3a)]. Η συνολική δε ροπή πάνω στον άξονα I, ίση προς το άθροισμα των ροπών που ασκούν όλα τα έμβολα, με διάφορη γωνία α το καθένα (διαφορά φάσεως), μεταβάλλεται ανάλογα με το άθροισμα των θετικών ημιτόνων των γωνιών α, που αντιστοιχούν σε όλα τα έμβολα. Η συνολική αυτή ροπή παρουσιάζει καλύτερη ομοιομορφία, που βελτιώνεται με την αύξηση του αριθμού των εμβόλων, ιδίως όταν ο αριθμός αυτός είναι περιπτός (σχ. 5.5i).

— **Κινητήρες με περιφερόμενα έμβολα ακτινικοί (εμβολοφόροι ακτινικοί).**

Το σχήμα 5.5i δείχνει ένα τύπο ακτινικού κινητήρα, που αποτελείται από ένα στάτορα 1 με περιφερειακά διατεταγμένες προεξοχές (θέσεις μικρότερης διαμέτρου) στην εσωτερική επι-



Σχ. 5.5ιζ.

φάνειά του, και από ένα ρότορα 2 με κυλινδρίσκους, μέσα στους οποίους παλινδρομούν κατ' ακτίνα τα έμβολα 3.

Ο κάθε κυλινδρίσκος έχει στον πυθμένα οπή 4, η οποία, όταν ο ρότορας περιστρέφεται, έρχεται διαδοχικά σε επικοινωνία με την είσοδο και την έξοδο του υγρού μέσω των αντιστοίχων διόδων του ακινήτου διανομέα 5.

Στο προς την περιφέρεια άκρο τους τα έμβολα έχουν τους τροχίσκους 6, οι οποίοι κυλούν πάνω στην εσωτερική επιφάνεια του στάτορα κατά την περιστροφή του ρότορα.

Όταν εισέλθει υγρό υπό πίεση σε ένα κυλινδρίσκο από την οπή του πυθμένα του, ασκείται πάνω στο αντίστοιχο έμβολο δύναμη P κατ' ακτίνα, η οποία μεταβιβάζεται στον τροχίσκο 6 και τον ωθεί πάνω στην εσωτερική επιφάνεια του στάτορα.

Επειδή η μόνη δυνατότητα κινήσεώς του εν επαφή με τον στάτορα τροχίσκου είναι η κύλισή του πάνω στην εσωτερική επιφάνεια του στάτορα, η P , η οποία ασκείται πάνω σε εγκάρσιο επίπεδο του στάτορα αναλύεται:

- Σε μία συνιστώσα N_1 , κάθετη προς την εγκάρσια τομή της εσωτερικής επιφάνειας του στάτορα και αντισταθμιζόμενη από την κάθετη αντίδραση του στάτορα (η τριβή είναι αμελητέα) και
- σε μια συνιστώσα F κατά την εφαπτόμενη της ανωτέρω εγκάρσιας τομής, η οποία αναγκάζει τον τροχίσκο να κυλίσει πάνω στην εσωτερική επιφάνεια του στάτορα και να παρασύρει το έμβολο.

Η εφαπτόμενη προς το ρότορα συνιστώσα T της δυνάμεως

Ρ προκαλεί τη ροπή στρέψεως, η οποία θέτει σε περιστροφή το ρότορα (άλλη συνιστώσα η κάθετη προς το στάτορα N_2).

Εφ' όσον συνεχίζεται η επικοινωνία του κυλινδρίσκου με την είσοδο του υγρού, το αντίστοιχο έμβολο με τον τροχίσκο ωθούνται προς την εσοχή του στάτορα.

'Όταν ο τροχίσκος φθάσει σε μια προεξοχή του στάτορα, το έμβολο ωθείται προς τα μέσα, ενώ συγχρόνως η οπή του κυλινδρίσκου του έρχεται σε επικοινωνία με τη δίοδο εξόδου και το υγρό εκδιώκεται.

Με τη συνέχιση της περιστροφής του ρότορα η οπή του κυλινδρίσκου έρχεται σε επικοινωνία με τη δίοδο εισόδου του διανομέα που ακολουθεί, οπότε εισέρχεται νέο υγρό στον κύλινδρο, το έμβολο ωθείται πάλι προς τα έξω και προχωρεί προς την επόμενη εσοχή του στάτορα κ.ο.κ.

Ο αριθμός των προεξοχών του στάτορα είναι διαφορετικός από τον αριθμό των εμβόλων, ώστε να αποκλείεται το ενδεχόμενο να βρεθούν κατά την εκκίνηση όλα τα έμβολα συγχρόνως στα **νεκρά σημεία**. Νεκρά σημεία είναι οι θέσεις όπου η εφαπτόμενη του εσωτερικού περιγράμματος του στάτορα είναι κάθετη προς την ακτίνα (άρα και προς τη δύναμη που ασκεί το έμβολο), και επομένως δεν υπάρχει εφαπτομενική συνιστώσα της υδραυλικής δυνάμεως για τη δημιουργία ροπής εκκινήσεως.

Οι κινητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση, όταν χρειάζεται μεγάλη ροπή στρέψεως.

Η μέση τιμή της ροπής στρέψεως δίνεται από τη σχέση:

$$M = \frac{p \cdot V \cdot v \cdot Z}{2\pi} \quad (34)$$

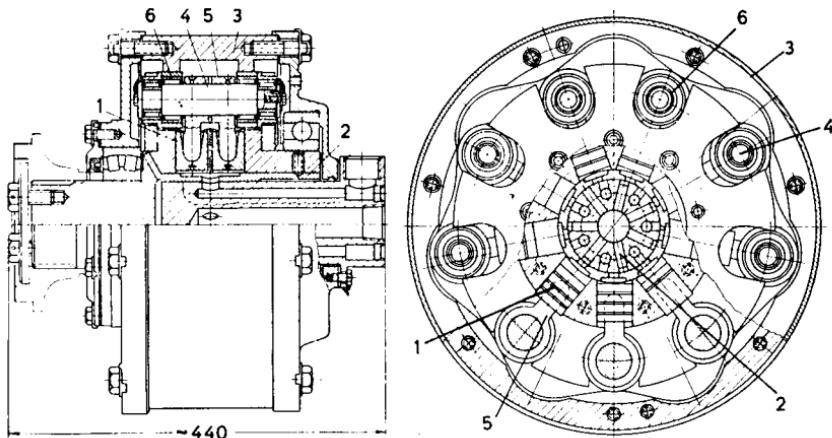
όπου: P η διαφορά μεταξύ πιέσεως εισόδου και εξόδου του υγρού· V ο κυβισμός κάθε κυλίνδρου· v ο αριθμός των εμβόλων· Z ο αριθμός των προεξοχών του στάτορα.

'Ένα τύπο με δύο σειρές εμβόλων, τοποθετημένες τη μία πίσω από την άλλη, δείχνει το σχήμα 5.5η.

Τα επάνω στο διανομέα κανάλια εισόδου των δύο σειρών συνδέονται μεταξύ τους προς μια κοινή είσοδο και τα κανάλια εξόδου προς μια κοινή έξοδο.

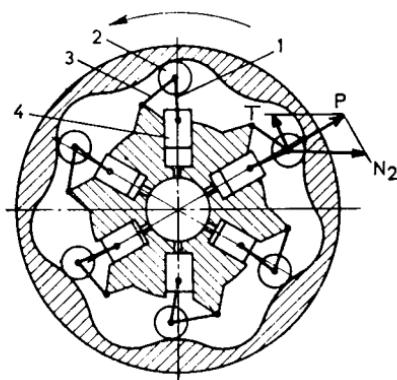
Στον τύπο του σχήματος 5.5θ ο κάθε τροχίσκος 2 συνδέεται με το αντίστοιχο έμβολο 4 μέσω του διωστήρα 1, και με το ρότορα μέσω της ράβδου 3.

Με την διάταξη αυτή ανακουφίζεται το έμβολο από πλευρικές δυνάμεις.



Σχ. 5.5ιη.

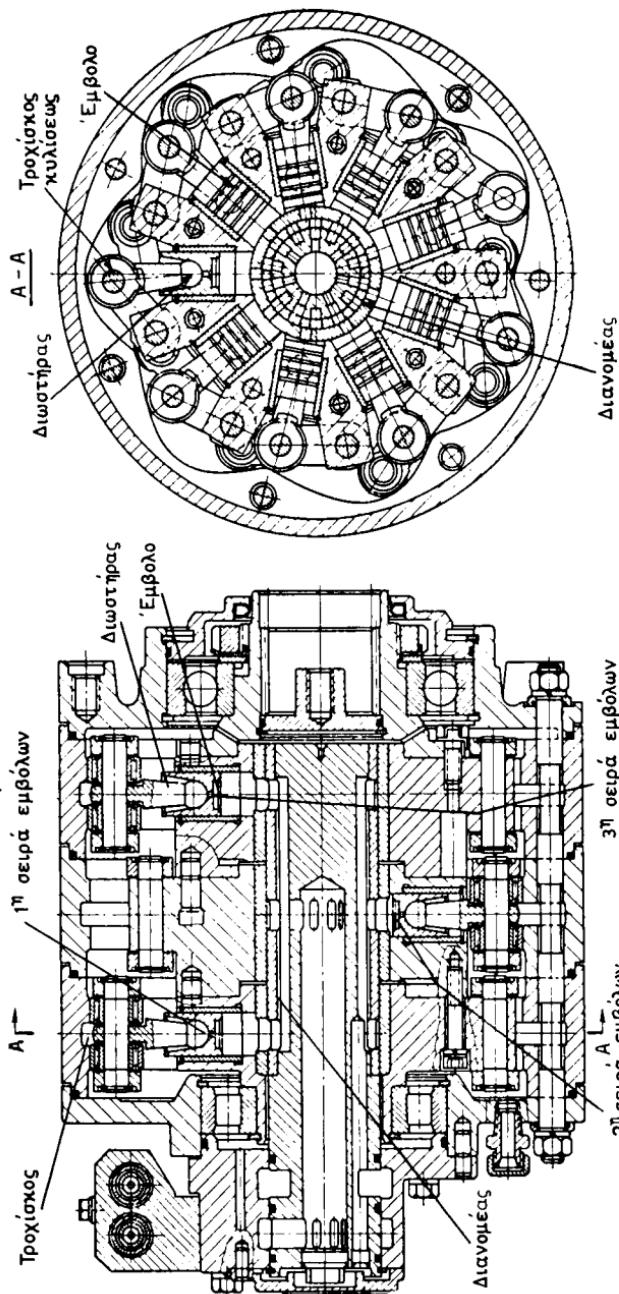
1. Έμβολο. 2. Διανομέας. 3. Στάτορας. 4. Άξονας τροχίσκων. 5. Τεμάχιο συνδέσεως εμβόλων με τον άξονα τροχίσκων. 6. Τροχίσκοι.



Σχ. 5.5ιθ.

Το σχήμα 5.5κ δείχνει ένα υδραυλικό κινητήρα του τύπου αυτού με τρεις σειρές εμβόλων.

Συνηθισμένοι τρόποι ρυθμίσεως της ροπής, άρα και του αριθμού στροφών των ακτινικών εμβολοφόρων κινητήρων είναι: η ρύθμιση με αλλαγή του αριθμού των εν ενεργείᾳ κυλίνδρων και η ρύθμιση με αλλαγή του αριθμού των εν ενεργείᾳ προεξοχών του στάτορα. Όπως φαίνεται από τη σχέση (34), η ροπή στρέψεως των κινητήρων αυτών είναι ανάλογη προς τον αριθμό των κυλίνδρων και τον αριθμό των προεξοχών του στάτορα.



ΣΧ. 5.5κ.

— **Ρύθμιση με αλλαγή του αριθμού των εν ενεργείᾳ κυλίνδρων.**

Κατ' αυτή αναγκάζομε ορισμένους κυλίνδρους να επικοινωνούν συγχρόνως, είτε με τον αγωγό εισόδου είτε με τον αγωγό επιστροφής του υγρού του κινητήρα. Οι κύλινδροι αυτοί εκλέγονται κατάλληλα, ώστε οι ροπές που προέρχονται από τις ασκούμενες πάνω στα έμβολά τους δυνάμεις, κινητήριες και ανθιστάμενες, να εξουδετερώνονται αμοιβαία, όταν οι εν λόγω κύλινδροι επικοινωνούν με τον ίδιο αγωγό. Τότε παύει να ασκείται από τα έμβολα των κυλίνδρων αυτών συνισταμένη κινητήρια ροπή στο ρότορα του κινητήρα και έτσι μειώνεται ο αριθμός των εν ενεργείᾳ κυλίνδρων.

Τα σχήματα 5.5κα, 5.5κβ και 5.5κγ δίνουν ένα παράδειγμα κινητήρα ρυθμιζόμενου με τον τρόπο αυτό.

Το σχήμα 5.5κα παριστάνει την περίπτωση λειτουργίας με πλήρη ροπή, κατά τη φάση όπου τα μεν έμβολα 2, 3, 7 και 8 ωθούνται από το εισερχόμενο υγρό υψηλής πιέσεως, τα δε 1, 5, 6 και 10, ωθούμενα από τις προεξοχές του στάτορα, εκδιώκουν το υγρό προς την επιστροφή.

Στην περίπτωση αυτή όλοι οι κύλινδροι εναλλάξ έρχονται σε επικοινωνία με τον αγωγό εισόδου και τα έμβολά τους ασκούν κινητήρια ροπή οκτώ φορές ανά κάθε στροφή του ρότορα.

Στο σχήμα 5.5κβ η ροή του υγρού έχει ρυθμισθεί με τη βοήθεια ενός εσωτερικού διανομέα του κινητήρα (διανομέα ρυθμίσεως στροφών) έτσι, ώστε οι δύο δοι που επικοινωνούν με τους κυλίνδρους 2, 4, 6, 8 και 10 να καταλήγουν μόνο στον αγωγό επιστροφής. Τότε η συνισταμένη των ροπών που ασκούν τα έμβολα των κυλίνδρων αυτών είναι μηδέν. Έτσι λειτουργούν κανονικά μόνο οι υπόλοιποι πέντε κύλινδροι και η κινητήρια ροπή περιορίζεται στο μισό.

Μπορούμε, χωρίς να αλλάξομε τη θέση του διανομέα ρυθμίσεως στροφών του κινητήρα, να φέρομε τον κεντρικό διανομέα του στη θέση αντιστροφής της φοράς περιστροφής. Τότε εναλλάσσονται οι ρόλοι των αγωγών εισόδου και επιστροφής, χωρίς να αλλάξει η εσωτερική δύναμη του υγρού, και οι κύλινδροι 2, 4, 6, 8 και 10 επικοινωνούν με τον αγωγό εισόδου (σχ. 5.5κγ). Η συνισταμένη των ροπών, που ασκούν τα έμβολα των πέντε αυτών κυλίνδρων, είναι πάλι μηδενική γιατί οι ροπές τους εξουδετερώνονται αμοιβαία, ενώ οι υπόλοιποι κύλινδροι εξακολουθούν να λειτουργούν κανονικά, αλλά κατά την αντίστροφη φορά.

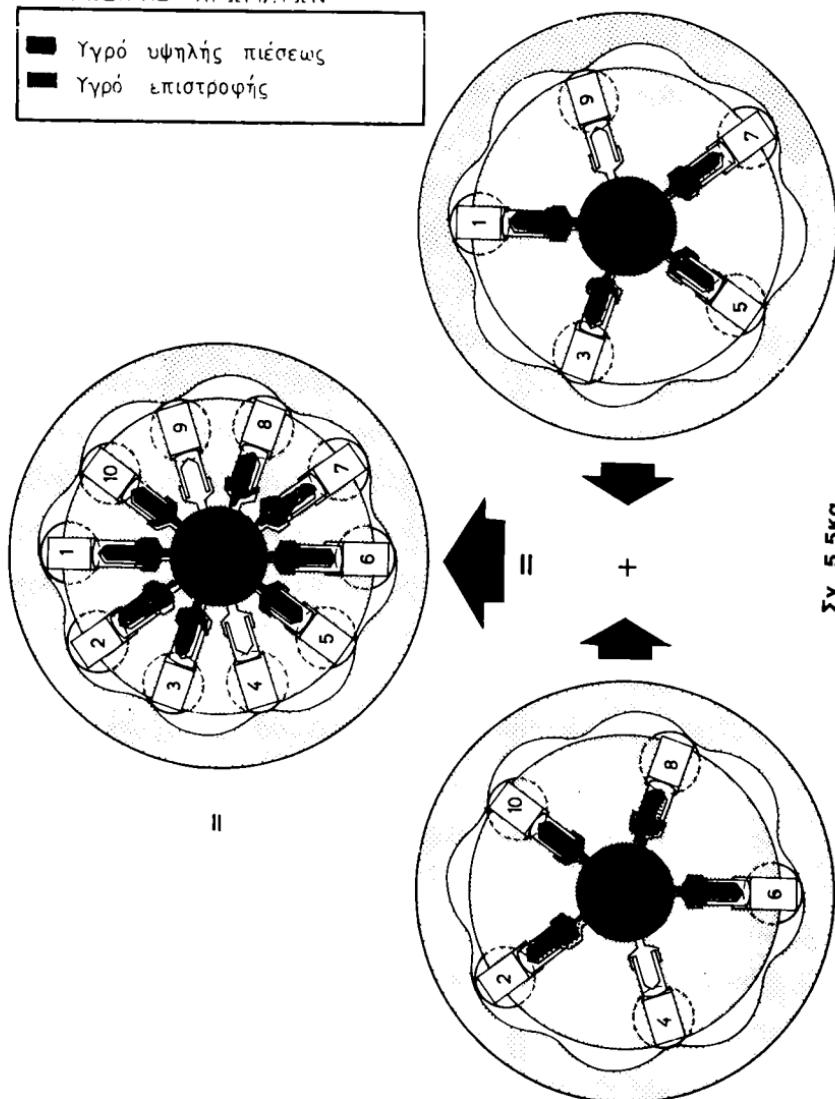
Ο διανομέας ρυθμίσεως στροφών, με τη βοήθεια του οποίου αδρανοποιούνται οι ανωτέρω πέντε κύλινδροι, βρίσκεται μέσα σε κοιλότητα του άξονα του κινητήρα και ελέγχεται από ένα σύρτη χειρισμού (pilot) μέσω σερβομηχανισμού που λειτουργεί με υγρό υπό πίεση.

Το σχήμα 5.5κδ (α), (β), (γ), δείχνει το μηχανισμό με τον οποίο επιτυγχάνεται η αδρανοποίηση των πέντε κυλίνδρων.

Όταν ο σύρτης χειρισμού Σ βρίσκεται στη θέση του σχήματος 5.5κδ (α), ο διανομέας ρυθμίσεως στροφών Δ, επιτρέπει σε όλους τους κυλίνδρους να επικοινωνούν με τον αγωγό εισόδου και τα έμβολά τους

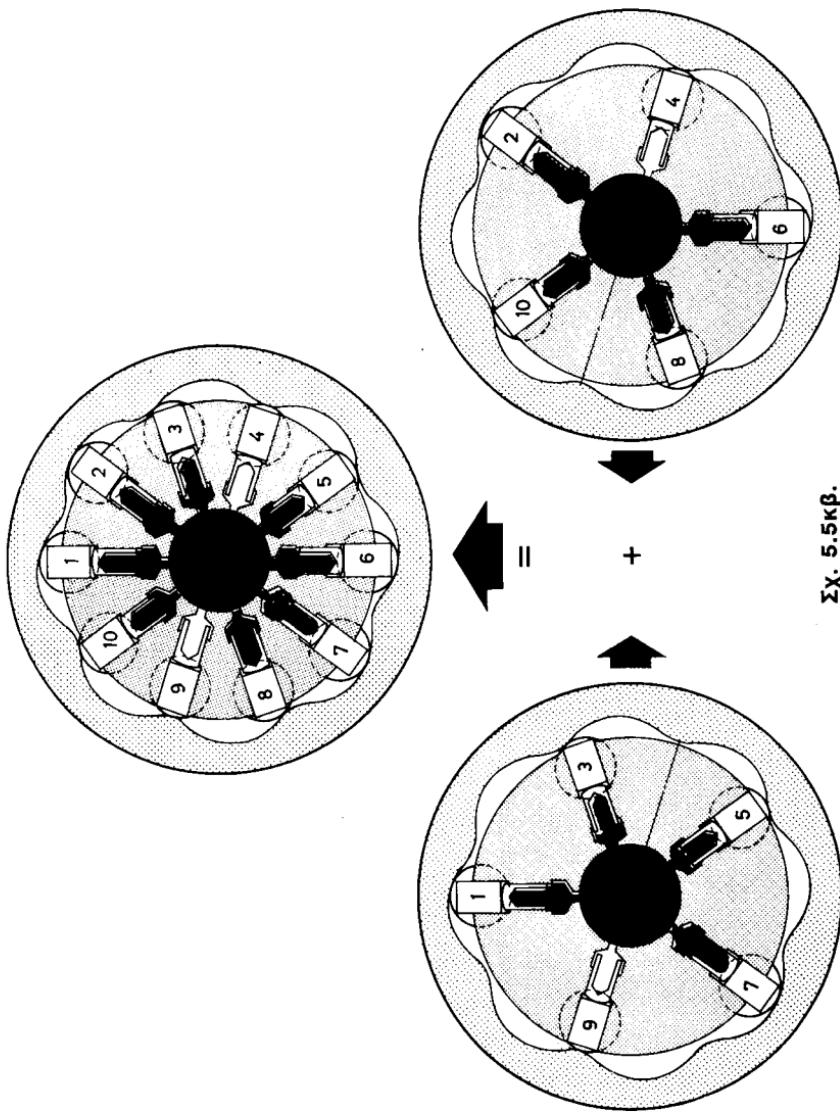
ΚΩΔΙΚΑΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ

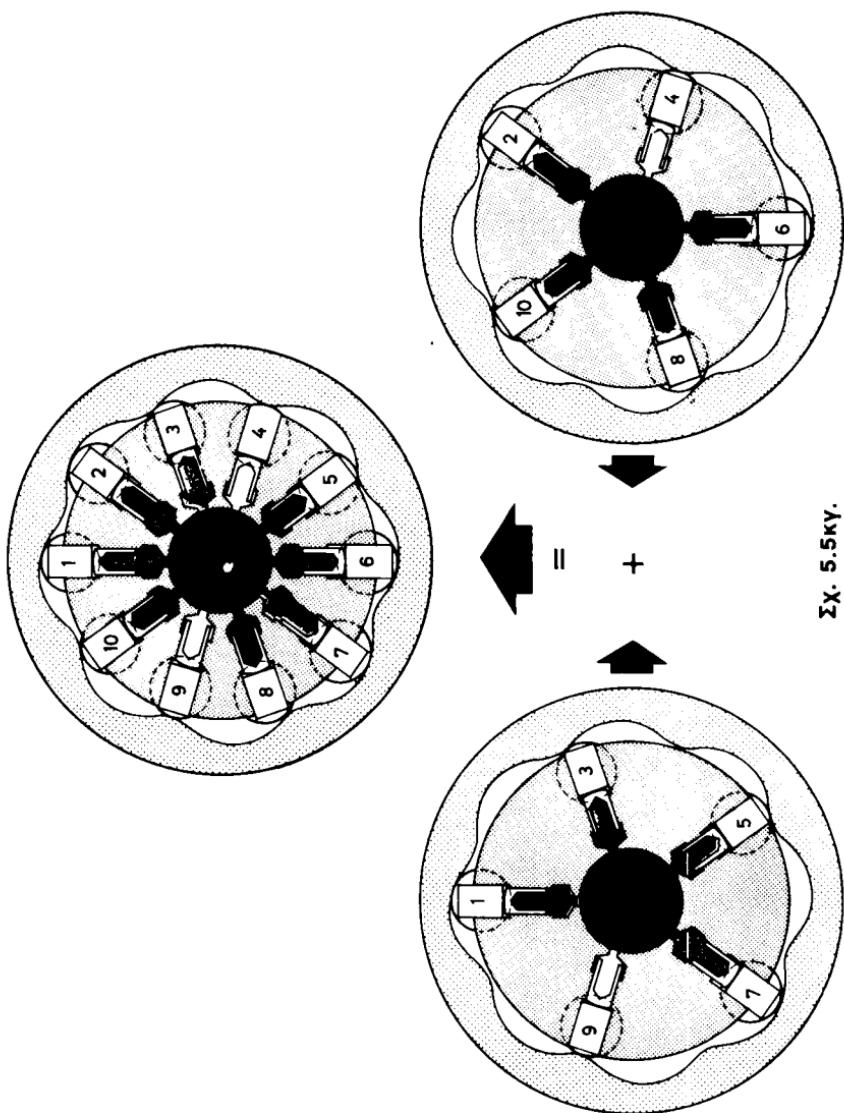
- Υγρό υψηλής πιέσεως
- Υγρό επιστροφής



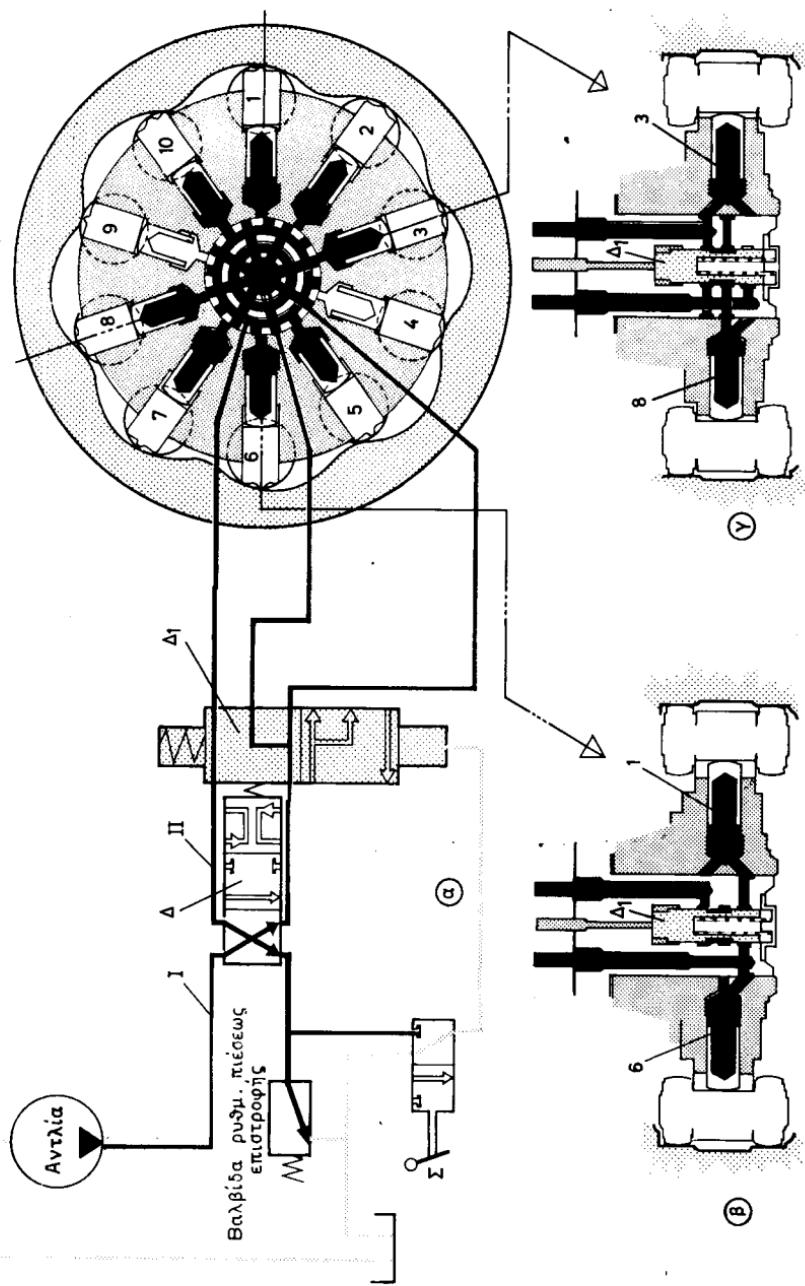
ΣΧ. 5.5κα.

$\Sigma X \cdot 5.5 k\beta.$





ΣΧ. 5.5ΚΥ.



Σχ. 5.5κδ.
Στους κυλίνδρους, 1, 3, 5, 7, 9 και ο δύο οπές επικονιωνίας με τις διόδους του διανομέα είναι υπό κλιση ως προς τον άξονα του κινητήρα, ενώ στους κυλίνδρους 2, 4, 6, 8, 10 η μία από αυτές είναι κάθετη ως προς τον άξονα.

να ασκούν κινητήρια ροπή οκτώ φορές ανά εκάστη στροφή του ρότορα [στα σχήματα 5.5κδ (β) και 5.5κδ (γ), φαίνεται το δίκτυο των διόδων του Δ, σε δύο αξονικές τομές του κινητήρα]. Εάν φέρομε το σύρτη χειρισμού Σ στη θέση του σχήματος 5.5κε (α), ο εσωτερικός διανομέας Δ, λαμβάνει θέση [σχ. 5.5κε (β) και (γ)] τέτοια, ώστε οι κύλινδροι 2, 4, 6, 8 και 10, να επικοινωνούν μόνο με την επιστροφή, οπότε οι ροπές που ασκούν τα έμβολά τους εξουδετερώνονται αμοιβαία. Έτσι οι κύλινδροι αυτοί αδρανοποιούνται.

Εάν, μέσω του κεντρικού διανομέα Δ, εναλλάξομε τους ρόλους των αγωγών εισόδου I και επιστροφής II, χωρίς να αλλάξομε τη θέση του σύρτη Σ, τότε οι κύλινδροι 2, 4, 6, 8 και 10 έχουν δυνατότητα επικοινωνίας μόνο με τον αγωγό εισόδου [σχ. 5.5κστ (α), (β) και (γ)]: έτσι αδρανοποιούνται πάλι, ενώ η κινητήρια ροπή που ασκείται από τα έμβολα των υπολοίπων κυλίνδρων, αλλάζει φορά.

Στην περίπτωση επικοινωνίας των εκτός λειτουργίας κυλίνδρων με τον αγωγό επιστροφής, οι διαφυγές είναι μικρότερες παρά στην περίπτωση επικοινωνίας τους με τον αγωγό εισόδου.

Αποτέλεσμα αυτού είναι να έχομε καλύτερο ογκομετρικό βαθμό αποδόσεως κατά τη φορά περιστροφής, που αντιστοιχεί στην πρώτη περίπτωση.

— Ρύθμιση με αλλαγή του εν ενεργείᾳ αριθμού προεξοχών του στάτορα.

Στους κινητήρες, όπου η ροπή ρυθμίζεται με τον τρόπο αυτό, οι οπές του διανομέα του στάτορα κατανέμονται σε ομάδες (σειρές) οι οποίες καταλήγουν σε ισάριθμους αγωγούς (κανάλια), που διατρυπούν κατά μήκος τον άξονα του κινητήρα.

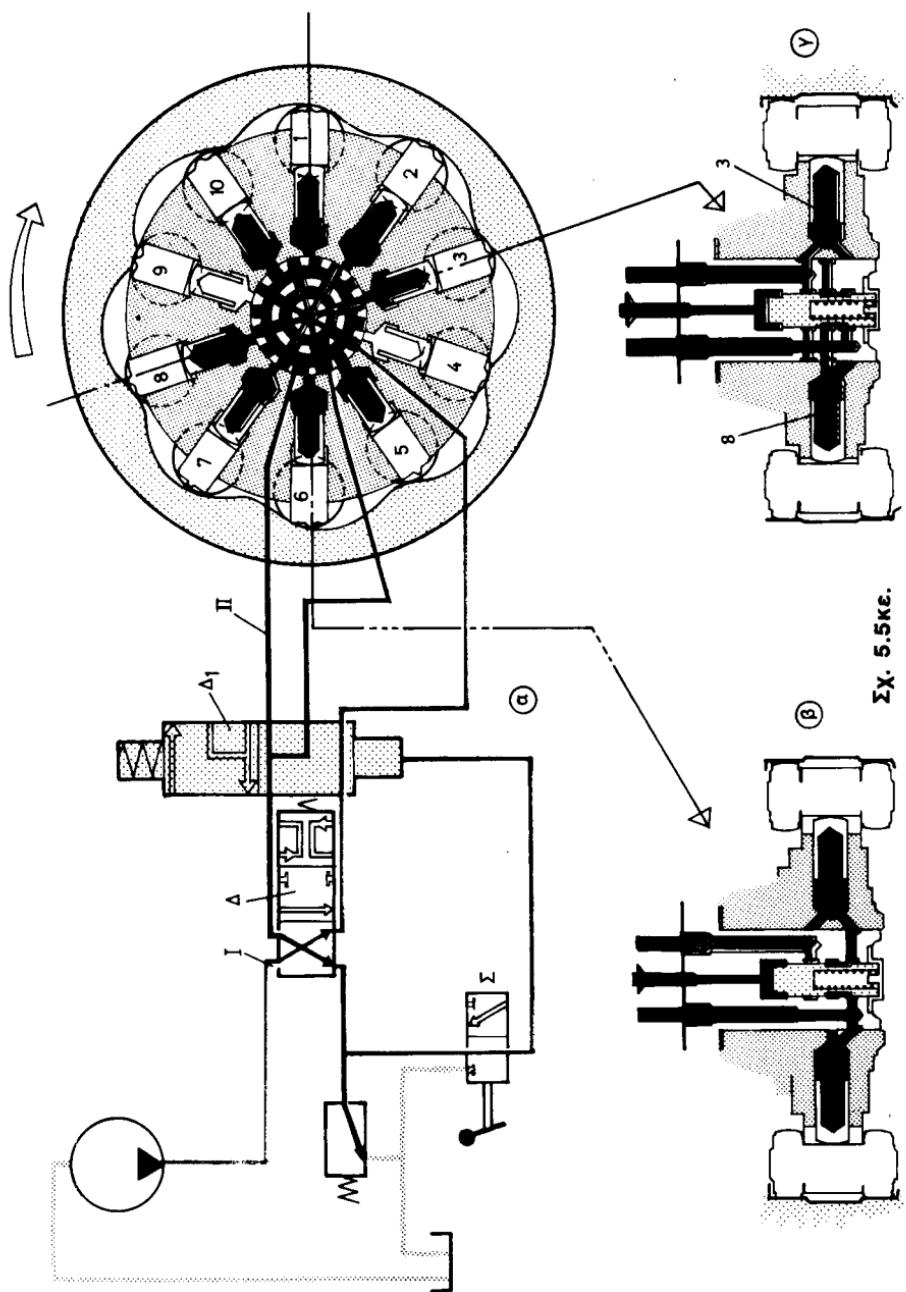
Τα κανάλια αυτά έρχονται σε επικοινωνία άλλοτε με τον αγωγό εισόδου και άλλοτε με τον αγωγό επιστροφής, ανάλογα της εκάστοτε θέσεως του διανομέα ρυθμίσεως στροφών.

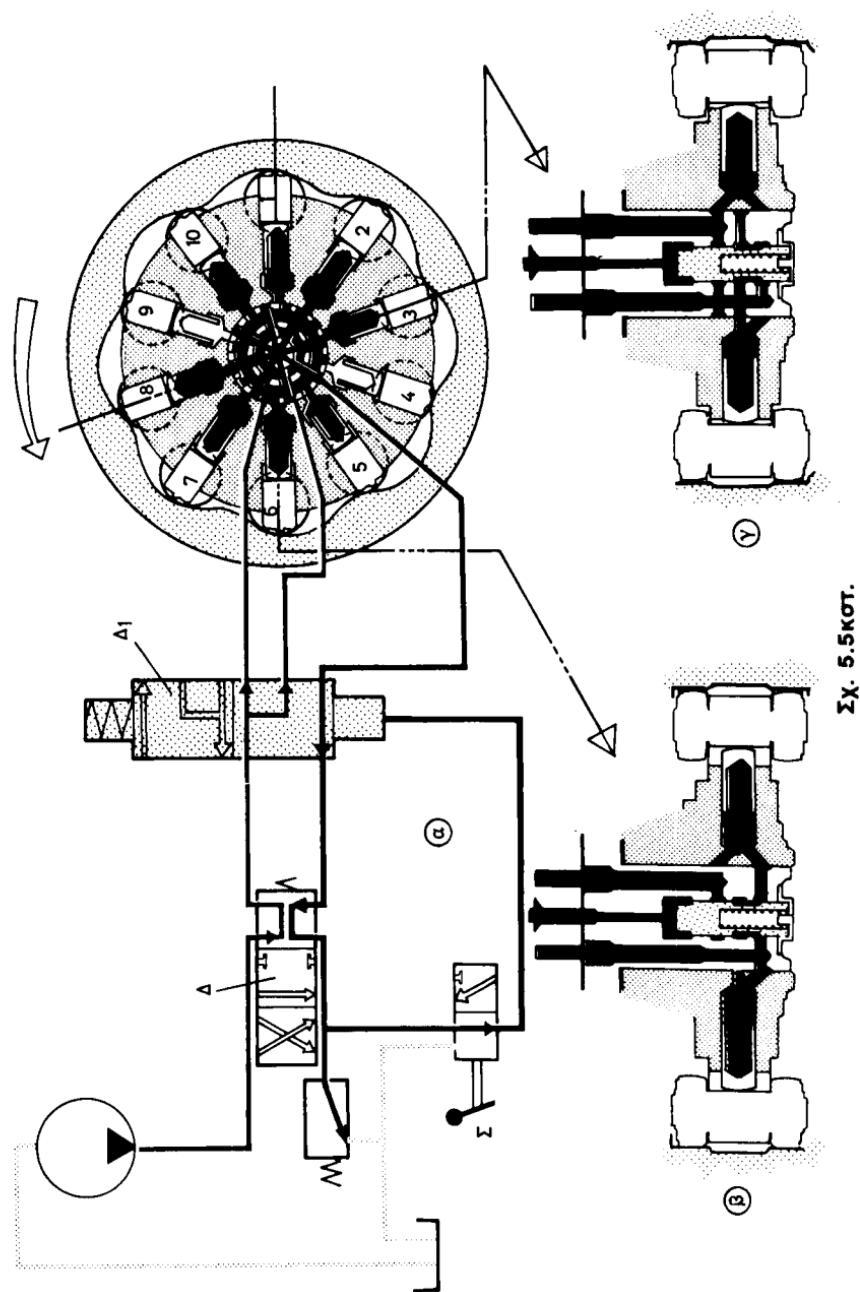
Έτσι το εκάστοτε έμβολο που προχωρεί προς μια εσοχή του στάτορα ασκεί ή όχι κινητήρια ροπή, ανάλογα με τον αγωγό, στον οποίο καταλήγει μέσω του καναλιού της ομάδας της, η οπή του διανομέα του στάτορα, η επικοινωνούσα με τον αντίστοιχο κύλινδρο. Αν δηλαδή η οπή καταλήγει στον αγωγό εισόδου, ασκείται ροπή από το έμβολο. Αν καταλήγει στον αγωγό εξόδου, δεν ασκείται ροπή και η αντίστοιχη προεξοχή του στάτορα δεν βρίσκεται "εν ενεργείᾳ".

Το σχήμα 5.5κζ δείχνει το ανάπτυγμα των προεξοχών και των οπών του διανομέα του στάτορα σε συσχετισμό με τη θέση των εμπρός από αυτές διερχομένων κυλίνδρων, όταν όλες οι προεξοχές είναι εν ενεργείᾳ.

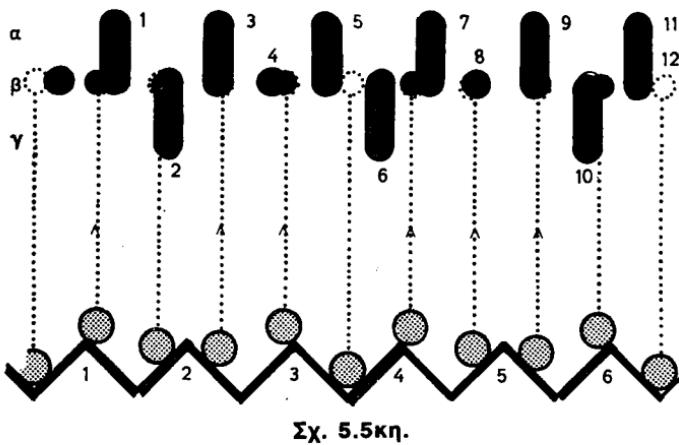
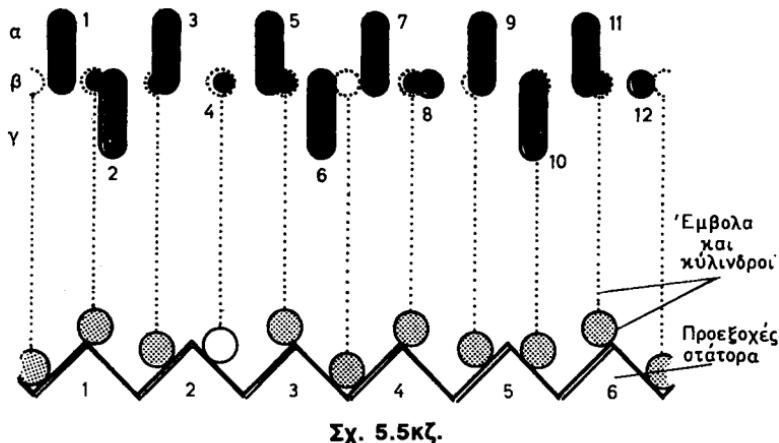
Οι οπές του διανομέα του στάτορα κατανέμονται σε τρεις σειρές, α, β, γ.

Η πρώτη σειρά, η α, περιλαμβάνει τις οπές 1, 3, 5, 7, 9, 11. Η

 $\Sigma X. 5.5 \text{ kg}$



ΣΧ. 5.5ΚΩΤ.



δεύτερη, η β, τις οπές 4, 8 και 12 και η τρίτη, η γ, τις οπές 2, 6 και 10.

Με τη βοήθεια του διανομέα ρυθμίσεως στροφών φέρομε σε επικοινωνία τις σειρές β και γ με τον αγωγό εισόδου του κινητήρα, και τη σειρά α με τον αγωγό επιστροφής. Τότε κάθε έμβολο που διέρχεται εμπρός από μια προεξοχή του στάτορα ασκεί, κατά την προς τα έξω διαδρομή του (διαδρομή κατά τη φυγόκεντρη φορά), κινητήρια ροπή πάνω στο ρότορα, γιατί κατά τη διαδρομή αυτή επικοινωνεί με τον αγωγό εισόδου (μέσω των οπών με άρτιο δείκτη).

Έτσι όλες οι προεξοχές του στάτορα συμβάλλουν στην κινητήρια ροπή, και κάθε κύλινδρος γίνεται ενεργός έξι φορές σε κάθε στροφή του κινητήρα.

Εάν τώρα, μέσω του διανομέα ρυθμίσεως στροφών φέρομε σε επικοινωνία τις σειρές α και β με τον αγωγό επιστροφής του κινητήρα και μόνο τη σειρά γ με τον αγωγό εισόδου (σχ. 5.5κη), τότε μόνο τα

έμβολα των κυλίνδρων που επικοινωνούν με τις οπές της σειράς γ, θα ασκούν κινητήρια ροπή κατά την προς τα έξω διαδρομή τους. Έτσι αξιοποιούνται μόνο οι προεξοχές 2, 4 και 6 που βρίσκονται απέναντι από τις οπές της σειράς γ, και ο κάθε κύλινδρος γίνεται ενεργός τρεις φορές σε κάθε στροφή του κινητήρα αντί έξι, οπότε η ροπή του κινητήρα περιορίζεται στο ήμισυ (μισό).

β) Υδραυλικοί κινητήρες εμβολοφόροι με έκκεντρο και διωστήρες.

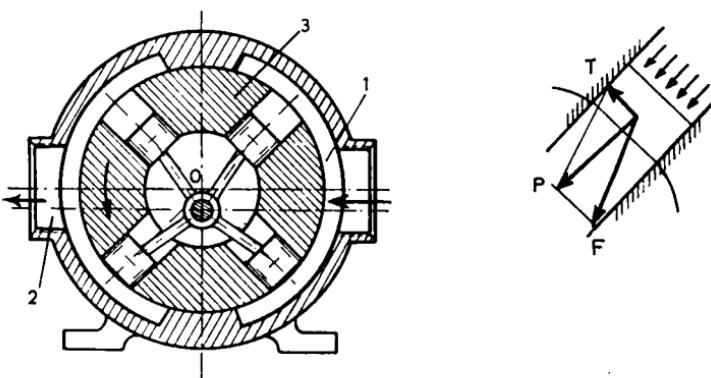
Υπάρχουν εμβολοφόροι κινητήρες ακτινικοί αστεροειδείς με ένα έκκεντρο και διωστήρες.

Στον τύπο του σχήματος 5.5κθ το υγρό εισέρχεται από το άνοιγμα 1 και ωθεί τα έμβολα των κυλίνδρων, που επικοινωνούν με το άνοιγμα αυτό, με δύναμη P , η οποία αναλύεται σε μια συνιστώσα T κάθετη προς τα τοιχώματα του κυλίνδρου και μια F κατά τη διεύθυνση του διωστήρα.

Η πρώτη δημιουργεί ροπή ως προς το κέντρο Ο. Η δεύτερη εξουδετερώνεται από την αντίδραση του διωστήρα.

Στους κυλίνδρους που επικοινωνούν με την έξοδο η αντίστοιχη P , πολύ μικρότερη αναλύεται κατά τον ίδιο τρόπο και δίνει αντίστοιχες δυνάμεις T . Το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών ως προς Ο, οι οποίες προκαλούνται από τις δυνάμεις T όλων των εμβόλων, αποτελεί την κινητήρια ροπή. Η ροπή αυτή εξαναγκάζει το ρότορα 3 σε περιστροφή κατά τη φορά του βέλους περί άξονα, ο οποίος διέρχεται από το Ο.

Κατά την περιστροφή του ρότορα τα έμβολα παλινδρομούν, άλλοτε ωθούμενα προς το κέντρο από το εισερχόμενο υγρό, και



Σχ. 5.5κθ.

άλλοτε κινούμενα από το μηχανισμό προς την περιφέρεια και εκτοπίζοντας το υγρό προς την έξοδο 2.

Η ροπή στρέψεως ασκείται από διαφορά φάσεως από τα διάφορα έμβολα, πράγμα που βελτιώνει την ομοιομορφία της.

Ο τύπος εμβολοφόρου ακτινικού κινητήρα με έκκεντρο και διωστήρα του σχήματος 5.5λ χρησιμοποιείται για την προώθηση τροχών. Η προσαγωγή και απαγωγή του υγρού γίνεται μέσω ακινήτου διανομέα από τον άξονα του τροχού.

Γ. **Υδραυλικοί κυλίνδροι** (hydraulic rams, hydraulische Arbeitszylinder, verins hydrauliques).

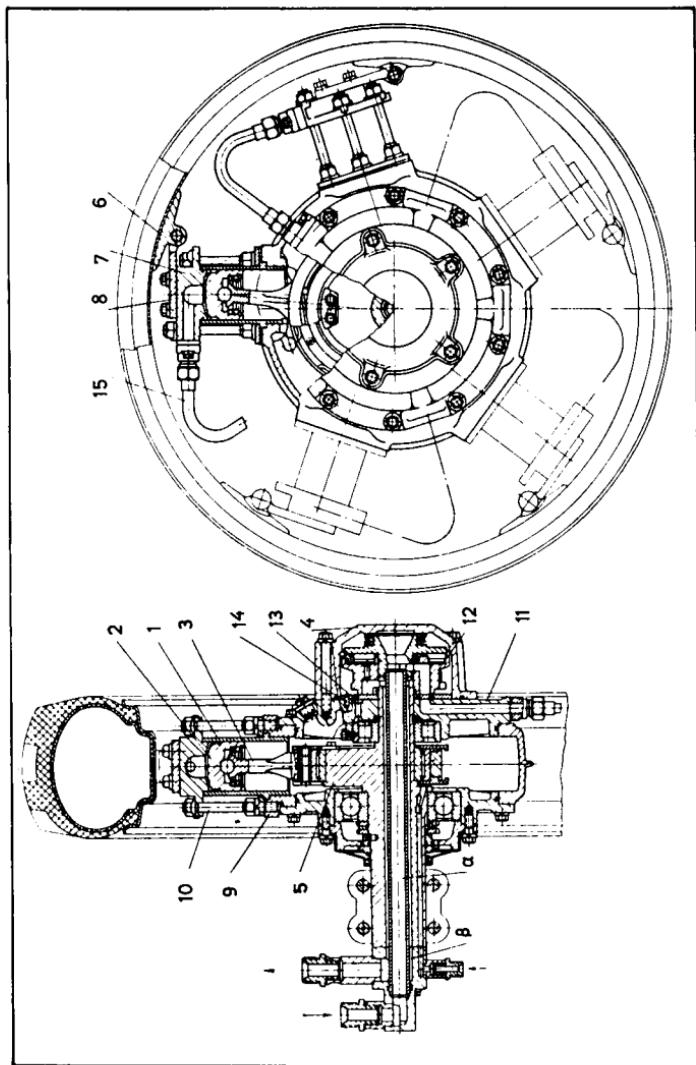
Σ' αυτούς η πίεση του εισερχόμενου υγρού ωθεί ένα έμβολο, το οποίο συνήθως είναι μηχανικά συνδεδεμένο με το φορτίο που θέλουμε να θέσομε σε κίνηση. Σε σύγκριση προς τους περιστρεφόμενους υδραυλικούς κινητήρες η κίνησή τους είναι βραδεία.

Διακρίνομε υδραυλικούς κυλίνδρους **απλής** και **διπλής** ενέργειας.

Στους **απλής** ενέργειας (σχ. 5.5λα) το υγρό ασκεί πίεση από τη μια μόνο πλευρά του εμβόλου και το ωθεί προς την κατεύθυνση υπερνικήσεως του φορτίου, όταν δε πάψει να ασκείται η πίεση αυτή, το έμβολο επιστρέφει κάτω από την ενέργεια του βάρους του φορτίου (όταν πρόκειται περί ανυψούμενου φορτίου) ή κάτω από την ενέργεια ενός ελατηρίου και εκτοπίζει το υγρό προς την έξοδο.

Στους κυλίνδρους **διπλής** ενέργειας (σχ. 5.5λβ) εισέρχεται το υπό πίεση υγρό από ένα στόμιο εισόδου και ωθεί το έμβολο από τη μια πλευρά του, ενώ από την άλλη εκτοπίζεται υγρό προς ένα στόμιο εξόδου. Υπάρχει δε η δυνατότητα, με επέμβαση πάνω στο διανομέα του υγρού [παράγρ. 5.5 (Δ)], να γίνεται εναλλαγή του ρόλου των στομάων εισόδου και εξόδου και να ασκείται η πίεση από τη μια ή την άλλη πλευρά του εμβόλου, οπότε αντιστρέφεται αντίστοιχα και η φορά της κινήσεως του φορτίου.

Για εξασφάλιση στεγανότητας τοποθετούνται μεταξύ βάκτρου και κυλίνδρου στυπειοθλίπτες 3 (σχ. 5.5λβ) από ελαστικό υλικό, από δέρμα εμποτισμένο με λιπαντικό, από διάφορα σύνθετικά υλικά, κλπ. και μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου δακτύλιοι με τομή Ν ή Ο, ή σχήματος κυπέλλου [σχ. 5.5λγ (5)] από συνθετικό υλικό, από δέρμα ή από ελαστικό ανθεκτικό στα ορυκτέλαια, μεταλλικοί δακτύλιοι μεγάλης ελαστικότητας κλπ.



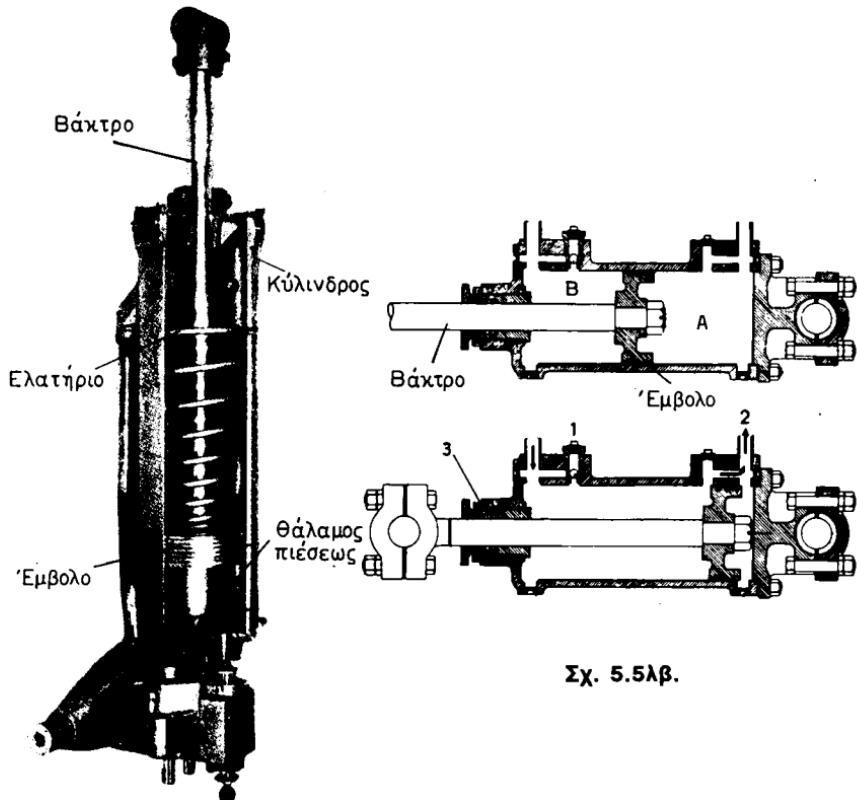
Σχ. 5.5Α.

1. Κυλινδρίσικος. 2. Εμβολο. 3. Διαστίρας. 4. Διανομέας. 5. Έκκεντρο. 6. Σπήριγμα επί του τροχού. 7. Κεφαλή κυλινδρίσικου. 8. Πλάκα στηρίζεως κυλινδροκεφαλής. 9. Σώμα. 10. Κοχλίας. 11. Κάλυμμα. 12. Κεφαλή του διανομέα. 13. Περιστρεφόμενη ροδέλα. 14. Πείροι. 15. Αγωγός υγρού. α και β. Κανάλια εισόδου και εξόδου.

Με την άφιξη του εμβόλου στο τέρμα της διαδρομής του, δημιουργείται από την πλευρά της αθήσεως αυξημένη πίεση λόγω μειώσεως της ταχύτητας ροής του υγρού. (Η μείωση αυτή οφείλεται σε μείωση μέχρι μηδενισμού της ταχύτητας του εμβόλου).

Γι' αυτό προβλέπεται διάταξη, η οποία προκαλεί μείωση της πιέσεως, πριν φθάσει το έμβολο στο τέρμα της διαδρομής του.

Στο παράδειγμα του σχήματος 5.5λβ η διάταξη αυτή συνίσταται σε δύο σχισμές 1 και 2, μέσω των οποίων ο πίσω από το έμβολο χώρος, όπου ασκείται η μεγάλη πίεση, έρχεται σε επικοινωνία με την έξοδο, ώστε το εντός αυτού υγρό να χάνει την πίεσή του, όταν το έμβολο πλησιάζει προς το αντίστοιχο τέρμα της διαδρομής του.



Σχ. 5.5λα.

Σχ. 5.5λβ.

Η θεωρητική δύναμη F_1 , (χωρίς να υπολογίζονται οι αντιστάσεις τριβής), που ασκείται στο έμβολο από την πλευρά Α (σχ. 5.5λβ) (όπου ολόκληρη η επιφάνεια του εμβόλου είναι εκτεθειμένη στην πίεση του υγρού) κατά τη διαδρομή εισόδου του υγρού από την πλευρά αυτή, δίνεται από τη σχέση:

$$F_1 = p_1 \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (35)$$

όπου: p_1 η πίεση του εισερχόμενου υγρού· D η διάμετρος του εμβόλου.

Και η θεωρητική δύναμη F_2 που ασκείται από την πλευρά Β (σχ. 5.5λβ) (πλευρά του βάκτρου) κατά την (ίδια διαδρομή είναι:

$$F_2 = p_2 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \quad (36)$$

όπου: d η διάμετρος του βάκτρου.

Επομένως η συνισταμένη δύναμη που ωθεί το έμβολο κατά την διαδρομή εισόδου από την πλευρά Α είναι:

$$F_A = F_1 - F_2 = \frac{\pi}{4} [p_1 \cdot D^2 - p_2 (D^2 - d^2)] \quad (37)$$

Κατά τη διαδρομή εισόδου από την πλευρά Β, η δύναμη που ωθεί το έμβολο είναι αντιστοίχως:

$$F_B = p_1 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) - p_2 \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (37a)$$

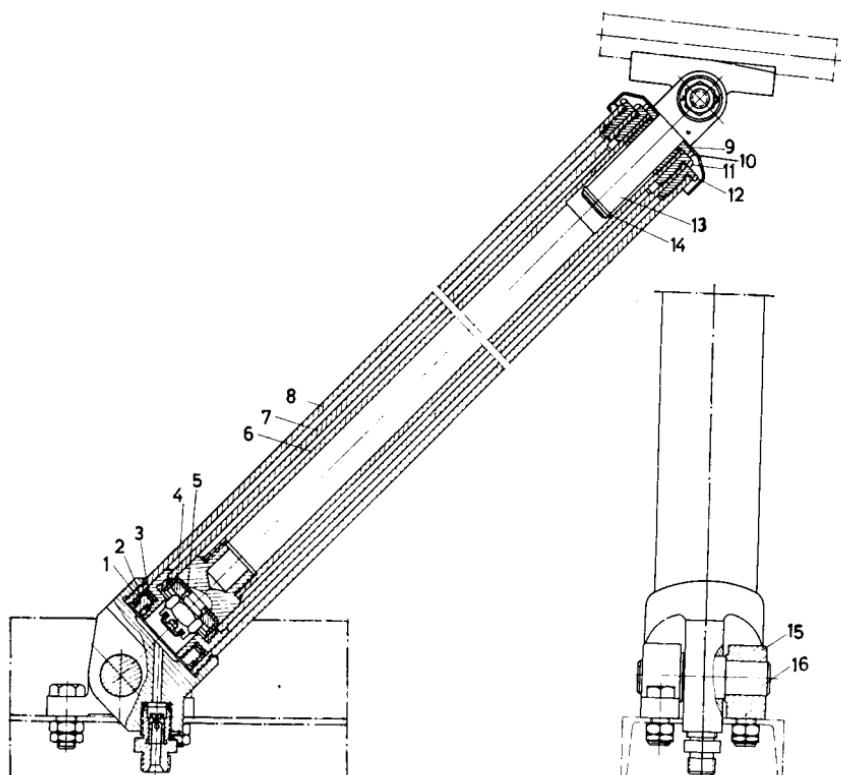
Από τις σχέσεις αυτές προκύπτει ότι:

$$F_B < F_A$$

Δηλαδή η ωθούσα δύναμη είναι μικρότερη, όταν το υγρό εισέρχεται από την πλευρά του βάκτρου.

Όταν θέλουμε μεγάλη διαδρομή εμβόλου χωρίς αντίστοιχη αύξηση του μήκους του κυλίνδρου, χρησιμοποιούμε υδραυλικούς κυλίνδρους **τηλεσκοπικού** τύπου.

Στους κυλίνδρους αυτούς (σχ. 5.5λγ) υπάρχει σειρά χιτώνων, που μπορούν να ολισθαίνουν το ένα μέσα στο άλλο. Το έμβολο ολισθαίνει μέσα στο πρώτο χιτώνιο. Όταν το έμβολο φθάσει στο τέρμα της διαδρομής του, και δεν είναι δυνατόν να προχωρήσει πια, το υγρό που εξακολουθεί να εισέρχεται, ωθεί το πρώτο χιτώνιο, έως ότου συμπληρώσει και αυτό τη διαδρομή του, οπότε και σταματάει (και το έμβολο και τα χιτώνια έχουν ορισμένη διαδρομή, που τερματίζεται όταν το πίσω μέρος τους



Σχ. 5.5λγ.

1. Περικόχλιο. 2 και 5. Δακτύλιος στεγανότητας σχήματος κυπέλλου.
3 και 14. Δακτύλιοι. 4. Ροδέλα. 6. Βάκτρο. 7. Εσωτερικός κύλινδρος
(χιτώνιο). 8. Εξωτερικός κύλινδρος. 9. Κάλυμμα. 10, 11 και 12.
Περικόχλια. 13. Τεμάχιο συνδέσεως. 15. Έδρανο. 16. Πείρος.

φθάσει σε ένα αντίστοιχο σταθερό εμπόδιο). Τότε ωθείται το δεύτερο χιτώνιο, το οποίο ολισθαίνει μέσα στο τρίτο κ.ο.κ. Έτσι, ενώ το μήκος του κυλίνδρου αντιστοιχεί στη διαδρομή του εμβόλου μέσα στο πρώτο χιτώνιο, η διαδρομή του εμβόλου είναι τόσες φορές μεγαλύτερη, όσος είναι ο αριθμός των χιτωνίων (περιλαμβανομένου και του κυλίνδρου).

Δ. Υδραυλικά κυκλώματα.

Τα κύρια μέρη του υδραυλικού κυκλώματος, συνίστανται στο δοχείο αποθηκεύσεως του υγρού (ντεπόζιτο), την τροφοδο-

τική αντλία, το διανομέα (control valve, Verteiler, distributeur), τη **βαλβίδα ρυθμίσεως πιέσεως** ή ανακουφιστική (relief valve, Sicherheitsventil, régulateur de pression), το **δίκτυο** των σωληνώσεων (αγωγών προσαγωγής του υγρού στον καταναλωτή, επιστροφής στο χώρο αναρροφήσεως της αντλίας, συνδέσεως μεταξύ στοιχείων του κυκλώματος κλπ.), τον **καταναλωτή** της θλιπτικής ενέργειας του υγρού (υδραυλικό κύλινδρο ή κινητήρα), ο οποίος κινεί κάποιο μηχανισμό του εκσκαφέα.

Δευτερεύοντα στοιχεία του υδραυλικού κυκλώματος είναι οι βαλβίδες περιορισμού πιέσεως, οι βαλβίδες μη επιστροφής, οι βαλβίδες επαναπληρώσεως, οι στραγγαλιστικές βαλβίδες, οι διανομείς για τη ρύθμιση στροφών κλπ. (διανομείς Δ₁, σχ. 5.5κδ).

- Με το διανομέα ελέγχομε την κυκλοφορία του υγρού αναγκάζοντας αυτό να ακολουθεί τον εκάστοτε επιθυμητό δρόμο.
- Η βαλβίδα ρυθμίσεως πιέσεως ανοίγει τη δίοδο προς την επιστροφή (προς το χώρο αναρροφήσεως της αντλίας), όταν η πίεση στην έξοδο της αντλίας φθάσει στην ανώτερη επιθυμητή τιμή της (στην οποία ρυθμίζεται εκ των προτέρων η βαλβίδα). Έτσι διατηρεί την πίεση κάτω από την τιμή αυτή και προστατεύει το κύκλωμα από τυχόν επικίνδυνες υπερβάσεις πιέσεως και τον κινητήρα της αντλίας από υπερβολικά φορτία, οφειλόμενα στις υψηλές πιέσεις (βαλβίδες Β₁, Β₂, σχ. 5.5λστ).
- Οι βαλβίδες περιορισμού πιέσεως ανοίγουν τη δίοδο προς την επιστροφή, όταν η πίεση σε ένα στοιχείο του κυκλώματος, π.χ. σε ένα υδραυλικό κύλινδρο, υψωθεί απότομα π.χ. από σταμάτημα λόγω υπερβολικού φορτίου (βαλβίδες / και /', σχ. 5.5λστ).
- Οι βαλβίδες μη επιστροφής, ενώ αφήνουν ελεύθερη τη δίοδο ενός αγωγού κατά τη μια φορά ροής, κλείνουν τη δίοδο κατά την αντίθετη φορά, για να προληφθεί τυχόν ανεπιθύμητη αντίθετη ροή, η οποία θα ήταν δυνατόν να προκληθεί συμπτωματικά από διάφορους λόγους (βαλβίδες β, σχ. 5.5λστ).
- Οι βαλβίδες επαναπληρώσεως βοηθούν το φρενάρισμα των υδραυλικών κινητήρων, οι οποίοι λόγω αδράνειας εξακολουθούν να κινούνται μετά την επαναφορά του διανομέα τους στην ουδέτερη θέση (βαλβίδες μ και μ', σχ. 5.5λστ).

Πολλές φορές μια αντλία στέλνει υγρό σε περισσότερους καταναλωτές. Τότε ο κάθε καταναλωτής διαθέτει κατά κανόνα

δικό του διανομέα για τον έλεγχο της λειτουργίας του, η δε τροφοδότηση των καταναλωτών γίνεται στη σειρά ή παράλληλα.

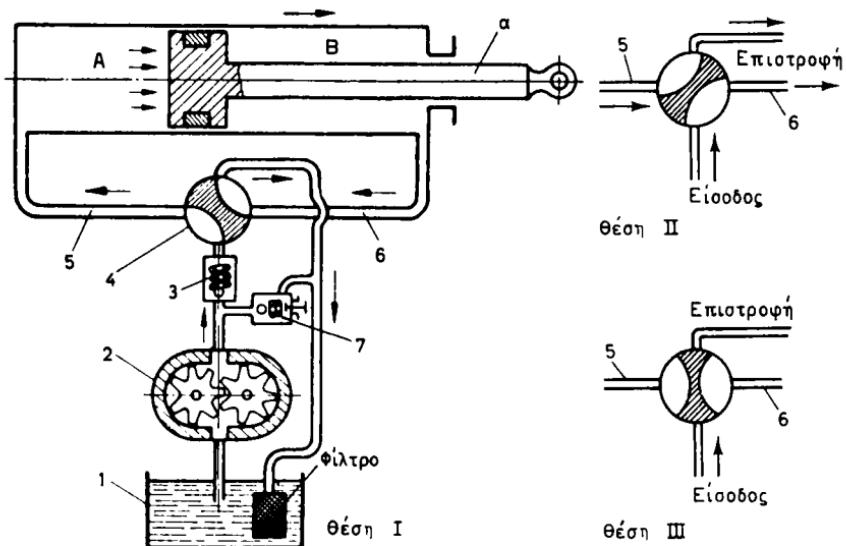
Στην περίπτωση τροφοδοτήσεως στη σειρά το υγρό που εξέρχεται από ένα καταναλωτή εισέρχεται στον επόμενο Κ.Ο.Κ. Ολόκληρη η ποσότητα του υγρού που καταθλίβεται από την αντλία, περνά διαδοχικά από όλους τους καταναλωτές, των οποίων ο διανομέας βρίσκεται σε θέση λειτουργίας. Έτσι όλοι οι καταναλωτές αυτοί μπορούν να λειτουργούν συγχρόνως, με την ίδια ποσότητα υγρού.

Στην περίπτωση τροφοδοτήσεως παράλληλα, ο κάθε καταναλωτής αποτελεί χωριστό κλάδο του υδραυλικού κυκλώματος. Το καταθλιβόμενο υγρό κατανέμεται τότε στους διάφορους κλάδους έτσι, ώστε η πτώση πιέσεως από το σημείο διακλαδώσεως, από όπου ξεκινούν οι σωλήνες εισόδου προς τους καταναλωτές των διαφόρων κλάδων, μέχρι του σημείου όπου συναντώνται οι σωλήνες εξόδου από τους καταναλωτές αυτούς, να είναι η ίδια για όλους τους κλάδους. Έτσι, όταν οι καταναλωτές λειτουργούν συγχρόνως, το ποσοστό του υγρού που περνάει από τον κάθε κλάδο, εξαρτάται από τη σχέση της αντιστάσεως ροής του υγρού μέσω του αντίστοιχου καταναλωτή, προς την ισοδύναμη αντίσταση ροής μέσω του συνόλου των καταναλωτών (από τους κλάδους μεγάλης αντιστάσεως περνά λιγότερο υγρό). Η λειτουργία επομένως του κάθε καταναλωτή επηρεάζεται σημαντικότατα από τις αντιστάσεις ροής μέσω των άλλων καταναλωτών.

Το σχήμα 5.5λδ δίνει τη σχηματική παράσταση ενός στοιχειώδους υδραυλικού κυκλώματος, με δοχείο αποθηκεύσεως (ντεπόζιτο), όπου το υγρό βρίσκεται υπό ατμοσφαιρική πίεση (ανοικτό).

Το υγρό από το δοχείο αποθηκεύσεως 1 αναρροφάται από την αντλία 2, και αφού περάσει από τη βαλβίδα μη επιστροφής 3, οδηγείται στο διανομέα 4, ο οποίος καθορίζει την περαιτέρω πορεία του. Εάν δηλαδή ο διανομέας βρίσκεται στη θέση I (σχ. 5.5λδ), το υγρό που έρχεται από την αντλία οδηγείται μέσω του σωλήνα 5 στο χώρο A του κυλίνδρου και ωθεί το έμβιολο, ενώ το υγρό του χώρου B, εκδιωκόμενο, φθάνει, μέσω του σωλήνα 6 στο χώρο του διανομέα, που επικοινωνεί με το δοχείο αποθηκεύσεως, για να επιστρέψει στο δοχείο αυτό.

Εάν ο διανομέας βρίσκεται στη θέση II (σχ. 5.5λδ), το υγρό που έρχεται από την αντλία, οδηγείται μέσω του σωλήνα 6 στο χώρο B του κυλίνδρου, και ωθεί το έμβιολο κατά την αντίθετη της προηγούμενης φοράς· αντίθετα το υγρό από το χώρο A εκδιώ-



Σχ. 5.5λδ.

κεται προς το σωλήνα 5 για να επιστρέψει μέσω της ανοικτής διόδου επιστροφής του διανομέα στο δοχείο αποθηκεύσεως.

Εάν ο διανομέας βρίσκεται στη θέση III (σχ. 5.5λδ), απομονώνονται και οι δύο εκατέρωθεν του εμβόλου χώροι τόσο από την είσοδο, όσο και από την επιστροφή του υγρού.

Τότε το έμβολο σταθεροποιείται στη θέση όπου βρίσκεται, γιατί, επειδή το υγρό είναι ασυμπίεστο, οι δυνάμεις από τις δύο πλευρές του εμβόλου εξισώνονται με ελάχιστη μετακίνησή του προς την πλευρά της μικρότερης πιέσεως· το υγρό που συνεχίζει έρχεται από την αντλία, επειδή δεν βρίσκει διέξοδο, ανοίγει τη ρυθμιστική βαλβίδα 7, μόλις η πίεσή του υπερβεί την πίεση, στην οποία έχει ρυθμισθεί η βαλβίδα αυτή, και επιστρέφει στο δοχείο αποθηκεύσεως.

Σπανιότερα συναντώνται και κλειστά υδραυλικά κυκλώματα, όπου το υγρό που επιστρέφει από τον καταναλωτή οδηγείται στην αναρρόφηση της αντλίας χωρίς τη μεσολάβηση του δοχείου αποθηκεύσεως.

Στην περίπτωση αυτή για την αναπλήρωση των διαφυγών του υγρού υπάρχει μια βοηθητική αντλία, η οποία αναρροφάει υγρό από ένα δοχείο αποθηκεύσεως και το στέλνει μέσω βαλβίδας μη επιστροφής στο κύκλωμα.

E. Ρύθμιση της ταχύτητας των υδραυλικώς κινουμένων μηχανισμών.

Ανάλογα με τη διάταξη των κυκλωμάτων, τον τρόπο λειτουργίας των υδραυλικών κινητήρων, τις δυνατότητες και επιδιώξεις στις εκάστοτε ειδικές περιπτώσεις, υπάρχουν πολλοί τρόποι ρυθμίσεως της ταχύτητας των υδραυλικώς κινουμένων μηχανισμών, είτε συνεχώς (με δυνατότητα επιτεύξεως όλων των ενδιαμέσων τιμών της περιοχής μεταβολής της ταχύτητας), είτε κατά βαθμίδες.

Γι' αυτό μπορούμε να επέμβομε:

α) Στην τροφοδοτική αντλία.

- Με ρύθμιση της παροχής της, όταν η αντλία είναι μεταβλητής παροχής [παράγρ. 5.5 (Α, 3)].
- Με σύζευξη ή αποσύζευξη στο κύκλωμα αντλιών εν παραλλήλω. Με το σύστημα αυτό, όταν θέλουμε να αυξήσουμε την ταχύτητα, π.χ. ενός εμβόλου, θέτομε σε λειτουργία και δεύτερη αντλία, τοποθετημένη παράλληλα προς την πρώτη, και αν απαιτείται άκομη μεγαλύτερη ταχύτητα και τρίτη κ.ο.κ. Το αντίθετο γίνεται όταν θέλουμε να ελαττώσουμε την ταχύτητα.

Μειονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι η μη συνεχής ρύθμιση και η μη αξιοποίηση όλων των αντλιών στις μικρές ταχύτητες.

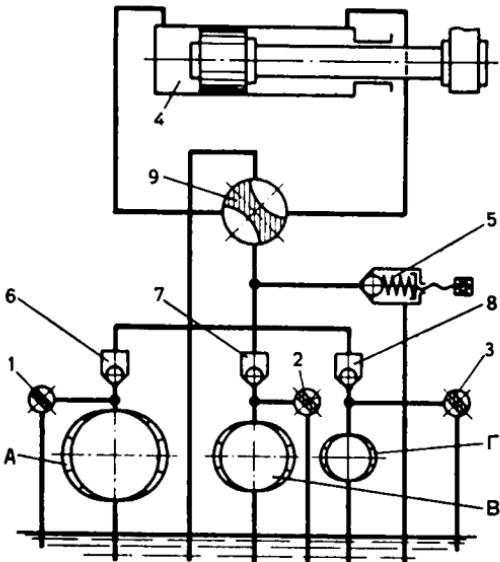
Στο παράδειγμα του σχήματος 5.5λε υπάρχουν οι τρεις αντλίες Α, Β, Γ. Με τη βοήθεια των διακοπτών 1, 2, 3, οι οποίοι τοποθετούνται πάνω σε γραμμή επιστροφής, μπορούμε να απομονώνουμε μια ή δύο, οποιεσδήποτε από τις αντλίες, ή να θέτομε σε λειτουργία και τις τρεις ανάλογα με την απαιτούμενη ταχύτητα εμβόλου.

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνουμε 7 συνδυασμούς λειτουργίας των αντλιών, που αντιστοιχούν σε 7 ταχύτητες εμβόλου του υδραυλικού κυλίνδρου 4. Στην έξοδο κάθε αντλίας υπάρχει απαραίτητα μια βαλβίδα μη επιστροφής, ώστε το υγρό που καταθλίβεται από μια αντλία να μη μπορεί να περάσει στην άλλη.

β) Στον υδραυλικό κινητήρα.

- Με ρύθμιση των στροφών του κατά διάφορους τρόπους [παράγρ. 5.5 (Β, 3α)].

Στην περίπτωση αυτή η τροφοδοτική αντλία εργάζεται υπό πλήρη παροχή για όλες τις ταχύτητες του κινητήρα.



Σχ. 5.5λε.

1. 2. 3. Διακόπτες. 4. Υδραυλικός κύλινδρος. 5. Βαλβίδα ρυθμίσεως πιέσεως. 6. 7. 8. Βαλβίδες μη επιστροφής. 9. Διανομέας.

γ) Στην τροφοδοτική αντλία και στον υδραυλικό κινητήρα συγχρόνως.

- Με ρύθμιση της παροχής της αντλίας δύο και κατ' ευθείαν των στροφών του υδραυλικού κινητήρα.

Με το τελευταίο σύστημα επιτυγχάνομε μεγάλο εύρος ρυθμίσεως.

δ) Στο υδραυλικό κύκλωμα.

- Με ρυθμιστική (στραγγαλιστική) βαλβίδα (π.χ. βάνα), η οποία τοποθετείται στον αγωγό υψηλής πιέσεως ή στον αγωγό επιστροφής. Ανοίγοντας τη στραγγαλιστική βαλβίδα αυξάνομε την ποσότητα του κυκλοφορούντος υγρού, άρα και την ταχύτητα του τροφοδοτούμενου κινητήρα ή υδραυλικού κυλίνδρου και αντίστροφα.

Το σύστημα αυτό συνεπάγεται πτώση πιέσεως και απώλεια ενέργειας στη στραγγαλιστική βαλβίδα, αλλά η ρύθμιση είναι συνεχής (σχ. 5.5λζ).

- Επίσης μπορεί να γίνει ρύθμιση και με συνδυασμό των πα-

ραπάνω συστημάτων, όπως π.χ. με συνδυασμό συζεύξεως - αποσυζεύξεως αντλιών και στραγγαλιστικού οργάνου.

Με το σύστημα αυτό η ρύθμιση γίνεται κατ' αρχήν κατά βαθμίδες με σύζευξη και αποσύζευξη αντλιών εν παραλλήλω, και όταν επιτύχομε το συνδυασμό αντλιών, που αντιστοιχεί στην πλησιέστερη προς την επιθυμητή ταχύτητα, προβαίνομε στη λεπτομερή ρύθμιση με στραγγαλιστική βαλβίδα.

Με τον τρόπο αυτό περιορίζονται οι απώλειες στη στραγγαλιστική βαλβίδα, αφού η βαλβίδα αυτή χρησιμοποιείται πια μόνο για τις μεταξύ των βαθμίδων στενές περιοχές ταχυτήτων, χωρίς να χάνεται το πλεονέκτημα της συνεχούς ρυθμίσεως.

ΣΤ. Περιγραφή διαφόρων τύπων υδραυλικών εκσκαφέων.

1) Πλήρως υδραυλικός εκσκαφέας.

Το σχήμα 5.5λστ δείχνει (με το συμβολικό τρόπο παραστάσεως) το υδραυλικό κύκλωμα ενός πλήρως υδραυλικού ερπυστριοφόρου εκσκαφέα.

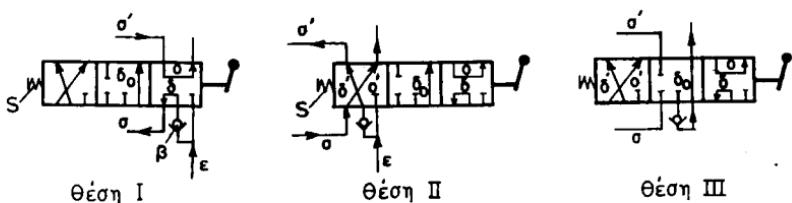
Υπάρχουν δύο αντλίες τροφοδοτήσεως, η A_1 , και η A_2 , συνδεδεμένες παράλληλα μεταξύ τους.

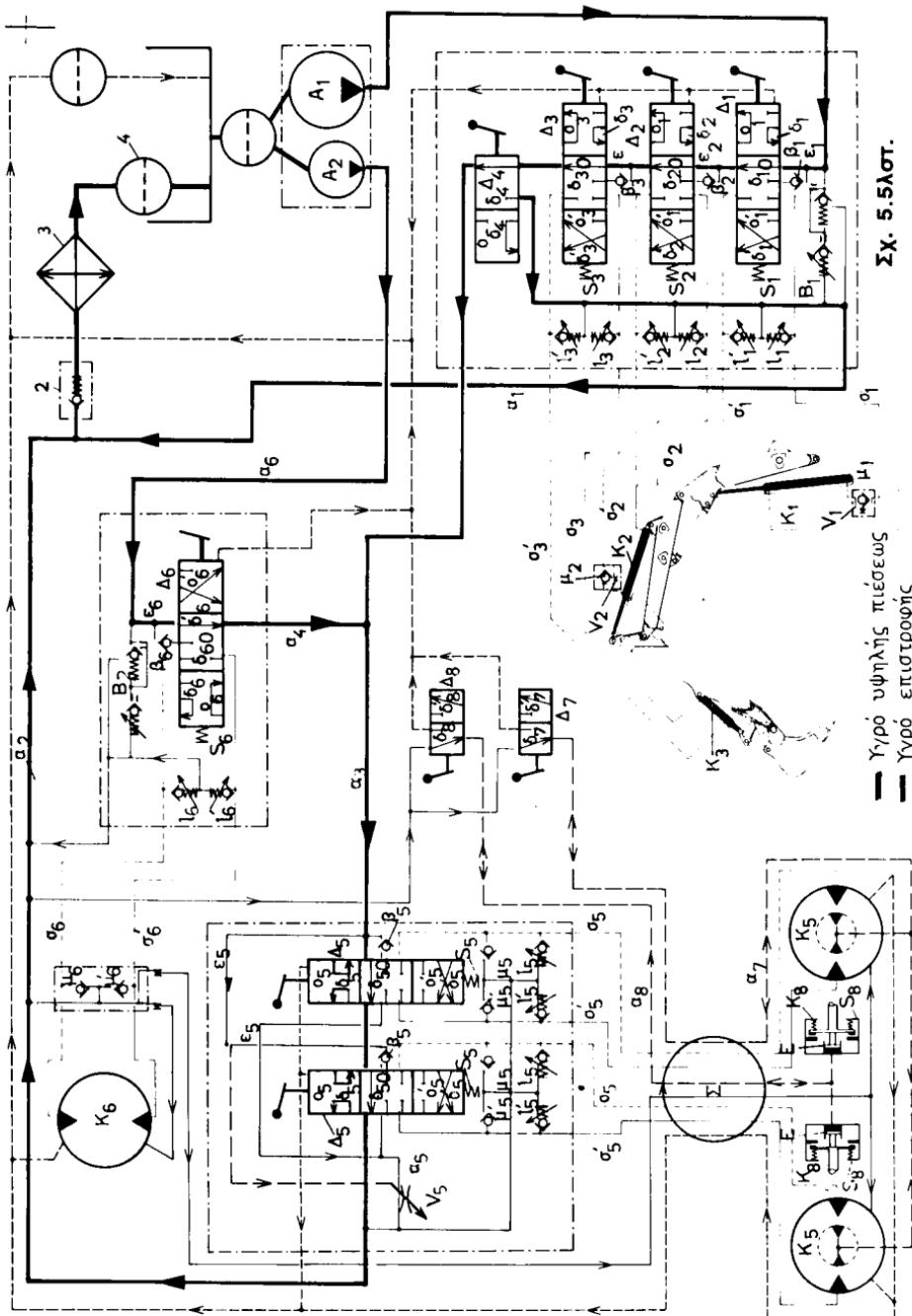
Η πρώτη τροφοδοτεί τους τρεις υδραυλικούς κυλίνδρους, που ελέγχουν τις κινήσεις του κάδου και τους δύο κινητήρες πορείας του εκσκαφέα.

Η δεύτερη τροφοδοτεί τον κινητήρα περιστροφής του σκάφους και εν μέρει τους κινητήρες πορείας.

- **Το κύκλωμα ελέγχου των κινήσεων του κάδου περιλαμβάνει τους τρεις διανομείς, Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 , που ελέγχουν αντίστοιχα τους τρεις υδραυλικούς κυλίνδρους διπλής ενέργειας: K_1 (ανυψώσεως της κεραίας), K_2 (αλλαγής κλίσεως του βυθιστή), και K_3 (αλλαγής κλίσεως του κάδου). Οι τρεις διανομείς είναι διατεταγμένοι στη σειρά, δηλαδή το υγρό που εξέρχεται από τον πρώτο εισέρχεται στο δεύτερο Κ.Ο.Κ.**

Ο κεντρικός διανομέας Δ_4 ελέγχει την παρεμβολή ή μη του κλάδου τροφοδοτήσεως των κινητήρων πορείας στο κύκλωμα της αντλίας A_1 .





$$\Sigma X \cdot 5.5\lambda\sigma\tau.$$

ԵԱՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ

Όταν ο διανομέας αυτός βρίσκεται στη θέση I, το υγρό που έρχεται από την αντλία A₁, αφού τροφοδοτήσει το σύστημα ελέγχου των κινήσεων του κάδου, επιστρέφει μέσω του αγωγού a₁, της βαλβίδας σειράς 2, του ψυγείου 3 και του φύλτρου 4 στο ντεπόζιτο του υγρού.

Όταν ο διανομέας βρίσκεται στη θέση II, το υγρό που επιστρέφει από το σύστημα ελέγχου των κινήσεων του κάδου, περνάει από τους διανομείς Δ₂, του συστήματος πορείας και μέσω του αγωγού a₂ οδηγείται προς την επιστροφή.

Τα κυκλώματα των κυλίνδρων K₁, K₂, και K₃ ελέγχονται από τους διανομείς Δ₁, Δ₂, Δ₃ αντίστοιχως ως εξής:

Εάν φέρομε το διανομέα Δ, στη θέση I, το υγρό που έρχεται από τον αντίστοιχο αγωγό εισόδου ε₁, μέσω της βαλβίδας μη επιστροφής β₁, οδηγείται από την ανοικτή δίοδο δ, του διανομέα μέσω του σωλήνα σ₁ και της βαλβίδας μη επιστροφής μ, στον κύλινδρο K₁ από την κάτω πλευρά του εμβόλου του και ανυψώνει την κεραία. Από την επάνω πλευρά του εμβόλου το υγρό αθείται, μέσω της στραγγαλιστικής βαλβίδας V, και του σωλήνα σ₁, στη δίοδο εξόδου ο', του διανομέα. Εάν αφήσουμε ελεύθερο το μοχλό του διανομέα, το ελατήριο S, τον επαναφέρει στην ουδέτερη θέση III και το υγρό που φθάνει στο διανομέα οδηγείται κατ' ευθείαν μέσω της δίοδου δ₁₀ στην έξοδό του, ενώ οι δύο σωλήνες σ₁ και σ₁₀, που οδηγούν στον αντίστοιχο κύλινδρο, αποκλείονται από κάθε επικοινωνία.

Τότε το έμβολο παραμένει σε θέση ισορροπίας, για την οποία οι δυνάμεις που υφίσταται από το υγρό και από τις δύο πλευρές του είναι ίσης εντάσεως και αντίρροπες. Έτσι η κεραία σταθεροποιείται στην αντίστοιχη θέση.

Παρόμοια διαδικασία γίνεται και κατά τη λειτουργία των άλλων δύο υδραυλικών κυλίνδρων K₂ και K₃ που ελέγχονται από τους διανομείς Δ₂ και Δ₃ αντίστοιχα.

- **Το σύστημα πορείας** περιλαμβάνει δύο υδραυλικούς κινητήρες, ένα για κάθε ερπύστρια. Οι κινητήρες αυτοί είναι ακτινικοί εμβολοφόροι με περιφερόμενα έμβολα (σχ. 5.5ιζ) και η φορά περιστροφής τους αλλάζει με την αλλαγή φοράς ροής του υγρού.

Το κύκλωμα του συστήματος πορείας ελέγχεται από τους διανομείς Δ₅.

Όταν οι διανομείς αυτοί βρίσκονται στη θέση I, το υγρό που έρχεται από τον κεντρικό διανομέα Δ₄ φθάνει, μέσω του αγωγού a₃, των βαλβίδων μη επιστροφής β₅, των διόδων δ₅ των διανομέων Δ₅ και του συνδέσμου Σ με τον περιφερειακό δακτύλιο, στους σωλήνες σ₅ των κι-

νητήρων πορείας K_5 . Θέτει σε κίνηση τους κινητήρες αυτούς, και μέσω των σωλήνων σ_5 και της διόδου α_5 των διανομέων, οδηγείται δια του κλάδου a_5 και της στραγγαλιστικής βαλβίδας V_5 στον αγωγό επιστροφής a_2 . Ο σύνδεσμος Σ (σχ. 5.5λστ και 5.5λθ) με τον περιφερειακό δακτύλιο παρόμοιο προς αυτόν του σχήματος 5.5λθ αποτελεί το μεταβατικό στοιχείο, μέσω του οποίου περνάει το υγρό από το περιστρεφόμενο σκάφος στο μη περιστρεφόμενο φορείο, όπου βρίσκονται οι κινητήρες.

Όταν οι διανομείς Δ_5 βρίσκονται στη θέση II, γίνεται αντιστροφή της ροής του υγρού στους δύο κινητήρες και επομένως αντιστροφή της φοράς περιστροφής τους.

Όταν αφήσουμε ελεύθερους τους μοχλούς και των δύο διανομέων Δ_5 , τα ελατήρια S_5 τους επαναφέρουν στην ουδέτερη θέση III. Τότε το υγρό που φθάνει στους διανομείς οδηγείται μέσω των διόδων δ_{50} στην έξοδο των διανομέων, οι σωλήνες σ_5 και σ_5' που οδηγούν στους κινητήρες απομονώνονται από κάθε επικοινωνία, τα έμβολα σταθεροποιούνται σε μια θέση ισορροπίας και οι κινητήρες σταματούν.

Οι διανομείς Δ_5 είναι τελείως ανεξάρτητοι μεταξύ τους και μπορούμε να τους χειρίζομαστε χωριστά. Έτσι είναι δυνατόν να θέτομε σε κίνηση τον ένα μόνο κινητήρα πορείας κατά τη μια ή την άλλη φορά περιστροφής επιτυγχάνοντας κλειστή στροφή του εκσκαφέα δεξιά ή αριστερά αντίστοιχα, ή και τους δύο κινητήρες κατ' αντιθέτους φορές, επιτυγχάνοντας επί τόπου στροφή του εκσκαφέα [παράγρ. 2.4 (6)].

Για την αποφυγή υπερβολικής αυξήσεως της ταχύτητας πορείας, όπως συμβαίνει π.χ. στον κατήφορο, προβλέπεται η στραγγαλιστική βαλβίδα V_5 , η οποία αυξάνει την αντίσταση διόδου του υγρού δια του κλάδου επιστροφής a_5 και επιβραδύνει τους κινητήρες.

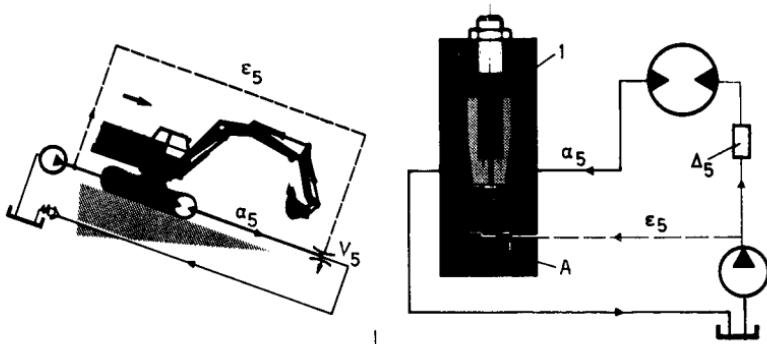
Το άνοιγμα και το κλείσιμο της βαλβίδας αυτής ελέγχεται αυτόματα (automatically piloted) με τη βοήθεια υγρού, το οποίο διοχετεύεται στη βαλβίδα από τη διακλάδωση ε_5 του αγωγού εισόδου a_5 .

Το σχήμα 5.5λζ δείχνει τη λειτουργία της βαλβίδας V_5 του σήματος 5.5λστ.

Όταν η πίεση στο χώρο A, που επικοινωνεί με τη διακλάδωση ε_5 , φθάσει στο ανώτερο επιθυμητό όριο, για το οποίο έχει ρυθμιστεί το ελατήριο 1, η βαλβίδα ανοίγει και επιτρέπει ελεύθερη διόδο του υγρού από τον κλάδο a_5 στην επιστροφή.

Εάν η πίεση ελαττώθει, όπως συμβαίνει στην περίπτωση ελαττώσεως της ανθιστάμενης ροπής και υπερταχύνσεως του κινητήρα, το ελατήριο μειώνει τη διατομή διόδου της βαλβίδας και αυξάνει έτσι την αντίσταση ροής του υγρού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πιέσεως στην έξοδο των κινητήρων και τη δημιουργία πρόσθετης ανθιστάμενης ροπής, η οποία προκαλεί αντίστοιχη μείωση της ταχύτητάς τους.

- Ο κινητήρας περιστροφής του σκάφους τροφοδοτείται από την αντλία A_2 (σχ. 5.5λστ) μέσω του διανομέα Δ_6 . Όταν ο διανομέας Δ_6



Σχ. 5.5λζ.

βρίσκεται στη θέση I, το υγρό οδηγείται μέσω του αγωγού a_6 , της βαλβίδας μη επιστροφής β_6 . Αφού τον θέσει σε κίνηση, επιστρέφει μέσω της διόδου σ_6 του διανομέα, των αγωγών a_4 , a_3 και των διανομέων Δ_5 , στον αγωγό a_2 .

Όταν φέρομε το διανομέα Δ_6 στη θέση II, το υγρό διέρχεται από τη δίοδο δ'_6 , εισέρχεται στον κινητήρα από το σωλήνα σ'_6 και εξέρχεται από το σ'_6 θέτοντας σε κίνηση τον κινητήρα κατά αντιστροφή της προηγούμενης φοράς.

Ο κινητήρας είναι επίσης ακτινικός εμβολοφόρος με περιφερόμενα έμβολα και αλλάζει φορά περιστροφής με την αντιστροφή της ροής του υγρού.

Εάν αφήσουμε ελεύθερο το μοχλό του διανομέα Δ_6 , το ελατήριο S_6 τον επαναφέρει στην ουδέτερη θέση. Τότε το υγρό διέρχεται από τη δίοδο δ_{60} του διανομέα για να οδηγηθεί στην επιστροφή, ενώ οι σωλήνες σ_6 και σ'_6 , που οδηγούν στον κινητήρα K_6 , αποκλείονται από κάθε επικοινωνία και ο κινητήρας αυτός σταματάει.

- Όλοι οι σωλήνες σ και σ' που οδηγούν στους καταναλωτές (υδραυλικούς κυλίνδρους και κινητήρες), διακλαδίζονται μέσω των ρυθμιζομένων βαλβίδων περιορισμού της πίεσεως I και I' προς την επιστροφή. Οι βαλβίδες αυτές προστατεύουν τους καταναλωτές από τυχόν υπερπίεσεις (οφειλόμενες π.χ. σε μεγάλο φορτίο, απότομο σταμάτημα της κινήσεως κλπ.). Αυτό το επιτυγχάνουν, γιατί ανοίγουν δρόμο προς την επιστροφή, όταν η πίεση στο χώρο του καταναλωτή που επικοινωνεί με τον αντίστοιχο σωλήνα σ ή σ' , φθάσει το ανώτερο ανεκτό δριο πιέσεως, για το οποίο ρυθμίζομε το ελατήριο των βαλβίδων.
- Στους σωλήνες σ_1 και σ'_2 από τους οποίους διέρχεται το υγρό, που επιστρέφει από τους κυλίνδρους K_1 (κατά την κάθοδο της κεραίας) και K_2 (κατά την κάθοδο του βυθιστή) αντίστοιχα, παρεμβάλλονται

οι στραγγαλιστικές βαλβίδες V₁, και V₂. Αυτό γίνεται προς αποφυγή απότομης καθόδου, γιατί οι βαλβίδες αυτές μειώνουν την ταχύτητα επιστροφής του υγρού και επιβραδύνουν την κάθοδο της κεραίας και του βυθιστή.

Κατά την αντίθετη φορά ροής, οπότε έχομε ανύψωση της κεραίας και του βυθιστή και δεν χρειάζεται επιβράδυνση, το υγρό διέρχεται από τις βαλβίδες μη επιστροφής μ₁ και μ₂, που παρουσιάζουν τη μικρότερη αντίσταση διόδου κατά τη φορά αυτή.

- **Οι βαλβίδες μη επιστροφής β (β₁, β₂, β₃, β₅, β₆)** δεν επιτρέπουν τη ροή του υγρού από ένα φορτωμένο καταναλωτή προς την επιστροφή, όταν κατά τη μετάβαση του αντίστοιχου διανομέα από την ουδέτερη σε μια ενεργό θέση, ο αντίστοιχος σωλήνας σ' ή σ' που οδηγεί στον καταναλωτή, έρχεται προσωρινά σε επικοινωνία με την επιστροφή.

Αυτό συμβαίνει κατά το μικρό χρονικό διάστημα κατά το οποίο, ενώ η δίοδος δ' από τον αγωγό εισόδου ε (ε₁, ε₂, ε₃, ε₅, ε₆) του διανομέα προς τον αντίστοιχο σωλήνα σ' ή σ' έχει αρχίσει να ανοίγει, η επικοινωνία μεταξύ του ίδιου αγωγού εισόδου ε και τις επιστροφής μέσω της κατ' ευθείαν διόδου δ, δεν έχει ακόμη κλείσει (παρόμοια περίπτωση στο παράδειγμα του σχήματος 5.5μθ).

- **Οι βαλβίδες ρυθμίσεως πίεσεως Β₁**, και Β₂ [παράγρ. 5.5 (Δ)] των αντλιών A₁, και A₂ αντίστοιχα είναι διβάθμιου τύπου, αποτελούνται δηλαδή από μια κυρίως βαλβίδα, η οποία ανοίγει μετά το άνοιγμα μιας ρυθμιζόμενης βοηθητικής βαλβίδας.

Το σχήμα 5.5η δείχνει την τομή βαλβίδας του τύπου αυτού.

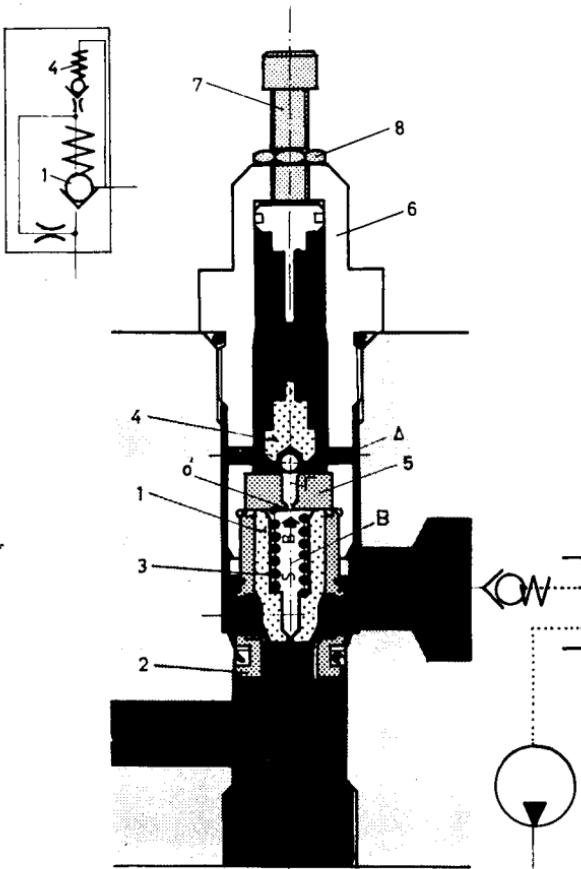
Το υγρό από τον αγωγό καταθλίψεως της αντλίας φθάνει στο θάλαμο A, ο οποίος επικοινωνεί μέσω της στενής οπής ο με τον εσωτερικό χώρο B της κυρίως βαλβίδας 1 και στη συνέχεια μέσω της οπής σ', που διαπερνάει την έδρα 5 της βοηθητικής βαλβίδας 4, με τον εντός της έδρας αυτής χώρος Γ. Έτσι όταν οι δύο βαλβίδες είναι κλειστές, επικρατεί στους χώρους A, B και Γ η ίδια πίεση p, ίση προς την πίεση καταθλίψεως της αντλίας. Τότε η κυρίως βαλβίδας υφίσταται, λόγω της πίεσεως p, τις εξής δυνάμεις:

- Από την πλευρά του θαλάμου A δύναμη F₁, ίση προς το γινόμενο της πίεσεως καταθλίψεως p επί την εκτεθειμένη στην πίεση αυτή επιφάνεια s:

$$F_1 = p \cdot s$$

- Από την πλευρά του θαλάμου B δύναμη F₂, ίση προς το γινόμενο της πίεσεως p επί την εκτεθειμένη στην πίεση του υγρού του θαλάμου B επιφάνεια S, η οποία είναι μεγαλύτερη της s:

$$F_2 = p \cdot S$$



Σχ. 5.5λη.

1. Κυρίως βαλβίδα.
2. Έδρα κυρίων βαλβίδας.
3. Ελατήριο.
4. Βοηθητική βαλβίδα.
5. Έδρα βοηθητικής βαλβίδας.
6. Κεφαλή βαλβίδας.
7. Ρυθμιστικός κοχλίας.
8. Περικόχλιο.

Η συνισταμένη F των παραπάνω δυνάμεων, δηλαδή:

$$F = p (S - s)$$

έχει φορά από το χώρο B προς το χώρο A , και τείνει, σε συνεργασία με το ελατήριο 3 να καθηλώσει τη βαλβίδα στην κλειστή της θέση, και μάλιστα τόσο ισχυρότερη, όσο μεγαλύτερη είναι η πίεση p .

Όταν όμως η πίεση p αυξηθεί τόσο, ώστε να φθάσει το όριο p' , για το οποίο έχει ρυθμισθεί η τάση του ελατηρίου της βοηθητικής βαλβίδας 4, υπερνικάται η τάση του ελατηρίου αυτού και η βοηθητική βαλ-

βίδα ανοίγει, οπότε αρχίζει ροή του υγρού από το θάλαμο Α μέσω των οπών ο, ο' και της διόδου Δ προς την επιστροφή.

Με τη ροή όμως του υγρού, εξαιτίας της μεγάλης αντιστάσεως διαβάσεως του από τη στενή οπή ο, η πίεση στο θάλαμο Β ελαττώνεται τόσο, ώστε η δύναμη F , η οποία ενεργεί πάνω στην κυρίως βαλβίδα και οφείλεται στις πιέσεις, όχι μόνο να αλλάξει φορά αλλά και να καταστεί ικανή να υπερνικήσει την αντίσταση του ελατηρίου της κυρίως βαλβίδας. (Η δύναμη F δίνεται από τη σχέση $F = p \cdot S - p' \cdot s$ όπου: p είναι η νέα πίεση στο θάλαμο Β και τα S και s είναι κατάλληλα υπολογισμένα, ώστε $p \cdot S < p' \cdot s$, οπότε προκύπτει $F < 0$, δηλαδή με φορά από το Α προς το Β).

'Ετσι η F ανοίγει την κυρίως βαλβίδα και φέρνει σε επικοινωνία το χώρο Α, και επομένως το χώρο καταθλίψεως της αντλίας με την επιστροφή.

Η σύνθετη αυτή βαλβίδα παρουσιάζει μεγαλύτερη στεγανότητα από την απλή και έχει ασθενέστερο ελατήριο, με μικρή διαφορά τάσεως στην αρχή και το τέλος του ανοίγματος της βαλβίδας, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα ακριβέστερη ρύθμιση πιέσεως και μικρότερη απώλεια ενέργειας από την παραμόρφωση του ελατηρίου. Επίσης η ρύθμιση της πιέσεως στην επιθυμητή τιμή της γίνεται ευκολότερα.

- Οι βαλβίδες μη επιστροφής μ και μ' (μ_5 , μ_5' και μ_8 , μ_8' , σχ. 5.5λστ) (βαλβίδες επαναπληρώσεως), στο κύκλωμα των κινητήρων πορείας και περιστροφής του σκάφους βοηθούν στο φρενάρισμα των κινητήρων αυτών μετά την επαναφορά του διανομέα στην ουδέτερη θέση.

Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής:

Με την επαναφορά του διανομέα στην ουδέτερη θέση, ενώ οι κύλινδροι των κινητήρων έχουν αποκλεισθεί από την είσοδο και έξοδο του διανομέα, οι ρότορες εξακολουθούν να περιστρέφονται λόγω αδράνειας.

Κατά την περιστροφή αυτή, το υγρό που ωθείται από τα έμβολα, που διέρχονται προ των προεξοχών του στάτορα, επειδή δεν έχει άλλη διέξοδο, ανοίγει μία από τις βαλβίδες περιορισμού πιέσεως, / ή /', (ανάλογα με τη φορά περιστροφής του κινητήρα) και οδηγείται προς την επιστροφή. Αν δεν υπήρχαν οι βαλβίδες επαναπληρώσεως μ και μ' κάθε φορά που ένας κύλινδρος, μετά την εκδίωξη του υγρού του μέσω μιας από τις βαλβίδες / ή /' θα διερχόταν προ μιας εσοχής (θέσεως με μεγαλύτερη διάμετρο) του στάτορα, δεν θα έμπαινε πια στον κύλινδρο αυτό το νέο υγρό για να ωθήσει το αντίστοιχο έμβολο προς τα έξω, επειδή ο διανομέας θα βρισκόταν στην ουδέτερη θέση. Έτσι το έμβολο θα έμενε κάτω από την περιφέρεια των προεξοχών του στάτορα και θα έχανε την επαφή του με το στάτορα. Το ίδιο θα συνέβαινε με όλους τους κυλίνδρους κατά σειρά, και τότε ως μόνος παράγοντας επιβραδύνσεως της περιστροφής θα παρέμεναν οι τριβές του μηχανισμού.

Χάρη όμως στις βαλβίδες μ και μ' γίνεται δυνατή η επιστροφή υγρού από τον αγωγό α και η επαναπλήρωση των κυλίνδρων, που δεν ωθούνται από τις προεξοχές του στάτορα, με υγρό πιέσεως πολύ μικρότερης από την πίεση εισόδου. Το υγρό αυτό δεν έχει επαρκή πίεση για να προκαλέσει αισθητή κινητήρια ροπή κατά την διαδρομή αναρροφήσεως. Αντίθετα κατά τη διαδρομή καταθλίψεως συμπιεζόμενο, έως ότου ανοίξει μια από τις βαλβίδες / ή /, φρενάρει την κίνηση των εμβόλων και του ρότορα.

- Στον κεντρικό αγωγό επιστροφής παρεμβάλλεται η **βαλβίδα σειράς 2**, ώστε να διατηρείται, λόγω της αντιστάσεως ροής του υγρού μέσω της βαλβίδας αυτής, υπερπίεση μερικών ατμοσφαιρών στην έξοδο των κινητήρων. Η υπερπίεση αυτή επιβραδύνει την επιστροφή του υγρού και διευκολύνει το φρενάρισμα.
- Ο **σύρτης Δ₇** (pilot) ελέγχει τον εσωτερικό διανομέα, δια του οποίου ρυθμίζεται ο αριθμός των ενεργών εμβόλων των κινητήρων πορείας. Ο έλεγχος γίνεται με τη μεσολάβηση υγρού, το οποίο διέρχεται από τον αγωγό α, και το σύνδεσμο Σ.
- Ο **διανομέας Δ₈** ελέγχει τα φρένα των κινητήρων πορείας. 'Όταν ο διανομέας αυτός βρίσκεται στη θέση I, το υγρό οδηγείται μέσω της διόδου δ₈ του διανομέα του αγωγού α₈ και του συνδέσμου Σ στους κυλινδρίσκους Κ₈ των φρένων, όπου ωθεί τα έμβολα Ε υπερνικώντας την τάση των ελατηρίων τους. Τότε σταματάει η επαφή των επιφανειών τριβής των φρένων και οι τροχοί είναι ελεύθεροι.

'Όταν ο Δ₈ βρίσκεται στη θέση II, τα έμβολα των κυλινδρίσκων Κ₈, κάτω από την επίδραση των ελατηρίων Σ₈ ωθούνται αντίθετα, οι επιφάνειες τριβής πιέζονται μεταξύ τους και οι τροχοί φρενάρονται, ενώ το υγρό οδηγείται μέσω του αγωγού α₈ και της διόδου δ'₈ του διανομέα στην επιστροφή.

Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση κατά την οποία δεν υπάρχει πίεση στο κύκλωμα. 'Έτσι εξασφαλίζεται μόνιμο φρενάρισμα, όταν το μηχάνημα δεν λειτουργεί.

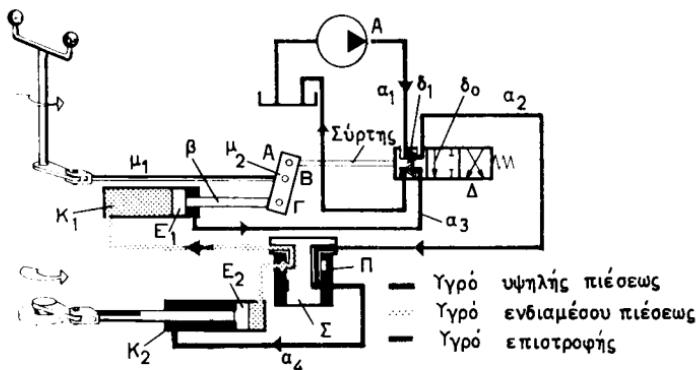
Στους εκσκαφείς του παραδείγματός μας μπορούμε εύκολα να προσαρμόσουμε διάφορα είδη εξαρτήσεων, π.χ. ανεστραμμένου πτύου, αρπάγης, φορτωτή, τραπεζοειδή αυλακωτήρα κλπ.

2) Σύστημα διευθύνσεως πλήρως υδραυλικού τροχοφόρου εκσκαφέα.

Τα σχήματα 5.5λθ και 5.5μ δείχνουν το κύκλωμα του υδραυλικού συστήματος διευθύνσεως τροχοφόρου εκσκαφέα.

Το κύκλωμα τροφοδοτείται από την αντλία A. 'Όταν το τιμόνι βρίσκεται σε θέση ευθύγραμμης πορείας, ο διανομέας Δ σταθεροποιείται με τη βοήθεια του ελατηρίου του στην ουδέτερη θέση.

Τότε το υγρό που καταθλίβεται από την αντλία, οδηγείται μέσω του αγωγού α, και της διόδου δ₀ του διανομέα στην επιστροφή.



Σχ. 5.5λθ.

Οι αγωγοί α_2 και α_3 , που οδηγούν στους υδραυλικούς κυλίνδρους ελέγχου της διευθύνσεως, απομονώνονται και τα έμβολα των κυλίνδρων αυτών ακινητοποιούνται σε μια θέση, για την οποία εξισορροπούνται οι δυνάμεις που ασκούνται από το υγρό στις δύο πλευρές τους.

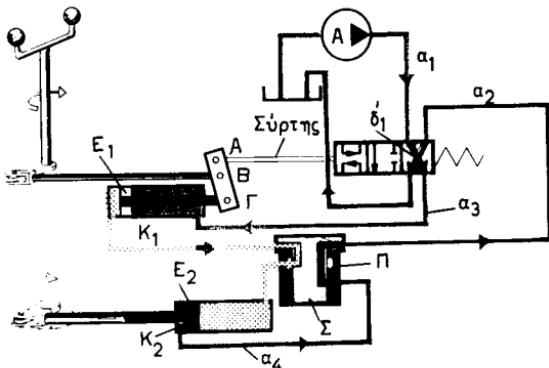
Εάν στρέψουμε το τιμόνι κατά τη μια φορά, π.χ. κατά τη φορά του βέλους (σχ. 5.5λθ), ο μοχλός μ , ωθείται προς το μέρος του διανομέα και παρασύρει μέσω του μοχλίσκου μ_2 , με τον οποίο συνδέεται με άρθρωση, το σύρτη του διανομέα Δ , και το μεταθέτει στη θέση I (σχ. 5.5λθ).

Τότε το υγρό από την αντλία οδηγείται μέσω της διόδου δ_1 , του διανομέα, του αγωγού α_2 , του συνδέσμου Σ με τον περιφερειακό δακτύλιο Π και του αγωγού α_4 , στον υδραυλικό κύλινδρο K_2 , όπου ωθεί το έμβολο E_2 , και παρασύρει σε στροφή το συγκρότημα των οδηγητηρίων τροχών.

Από την άλλη πλευρά του εμβόλου E_2 το υγρό εκδιώκεται προς τον κύλινδρο αντισταθμίσεως K_1 . Εκεί ωθεί το έμβολο E_1 , του οποίου το βάκτρο β συνδέεται με το άκρο του μοχλίσκου μ_2 , ενώ από την άλλη πλευρά του E , οδηγείται προς την επιστροφή.

Εάν στρέψουμε το τιμόνι κατά την αντίθετη φορά, ο σύρτης του διανομέα μετατίθεται στη θέση II (σχ. 5.5μ) και το υγρό ακολουθεί την αντίστροφη πορεία και αναγκάζει τον τροχό να στραφεί αντίθετα. Εάν αφήσουμε το τιμόνι, ο διανομέας επανέρχεται στην ουδέτερη θέση κάτω από την επίδραση του ελατηρίου του, η ροή του υγρού σταματάει και ο τροχός διατηρεί τη γωνία κλίσεως που έχει αποκτήσει, και η οποία είναι ανάλογη προς τη γωνία στροφής του τιμονιού.

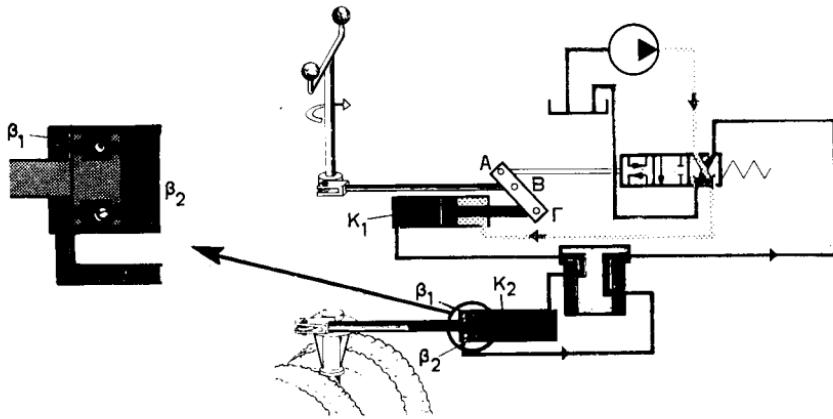
Το έμβολο του κυλίνδρου αντισταθμίσεως K_1 , και στις δύο περιπτώσεις ωθείται κατά την ίδια φορά με το έμβολο του K_2 και παρασύρει το άκρο Γ του μοχλίσκου μ_2 . Έτσι μεταδίδει στο σύρτη του διανομέα αντισταθμιστική κίνηση, η οποία τον εμποδίζει να προχωρήσει πέρα από



Σχ. 5.5μ.

τα όρια καλής λειτουργίας του διανομέα (κανονικής αντιστοιχίας των οπών του με τις οπές των αγωγών εισόδου και εξόδου) σε περίπτωση μεγάλης στροφής του τιμονιού.

Επάνω στο έμβολο E_2 προβλέπονται οι βαλβίδες β_1 και β_2 (σχ. 5.5μα). Οι βαλβίδες αυτές, όταν το έμβολο φθάσει στο τέρμα της διαδρομής του, ανοίγουν και επιτρέπουν την έξοδο του υγρού προς την επιστροφή. (Η β_1 ανοίγει στο τέρμα της διαδρομής κατά τη μία φορά και η β_2 στο τέρμα της διαδρομής κατά την αντίθετη φορά, όταν η αντίστοιχη προεξοχή πέλθει σε επαφή με τον κύλινδρο). Οι βαλβίδες αυτές επιτρέπουν τον αυτόματο επανασυγχρονισμό των εμβόλων E_1 και E_2 όταν, για οποιονδήποτε λόγο, το ένα καθυστερεί ως πρός το άλλο (αυτό υποβοηθείται δια στροφής του τιμονιού δεξιά και αριστερά μέχρι τέρματος της διαδρομής του κατ' επανάληψη).

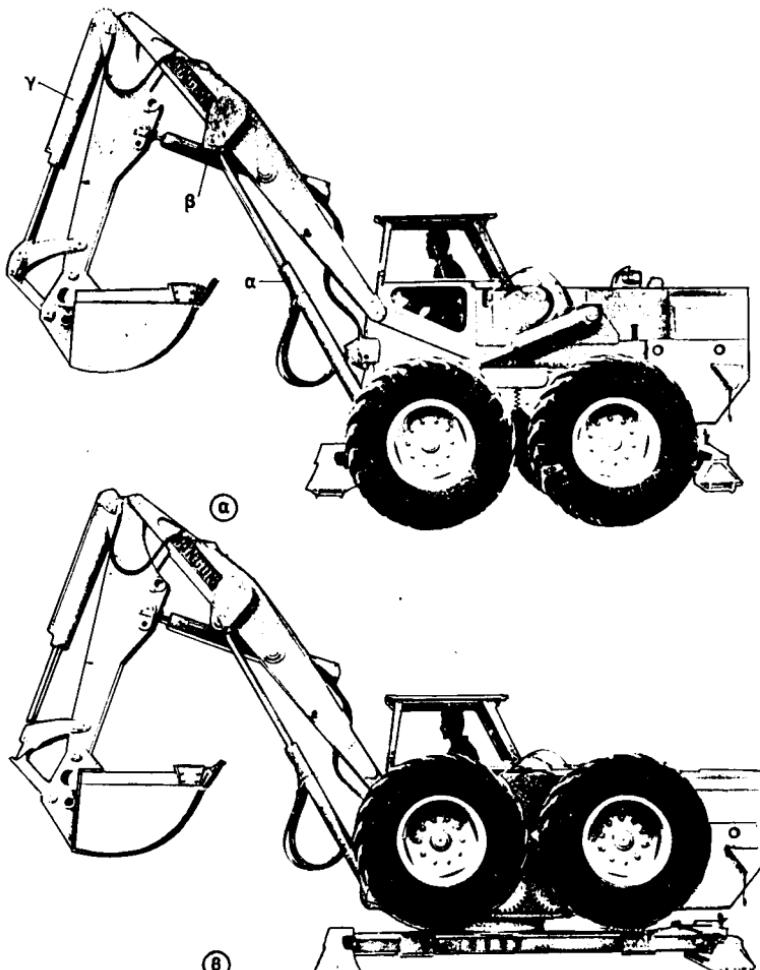


Σχ. 5.5μα.

Με το άνοιγμα της β_1 ο καθυστερημένος κύλινδρος K_1 ωθείται ταχύτερα προς το αριστερό τέρμα λόγω μειώσεως της αντιθλίψεως.

3) Τροχοφόρος υδραυλικός εκσκαφέας.

- Ο τροχοφόρος εκσκαφέας του σχήματος 5.5μβ (α) και (β) έχει:
- Ένα ζεύγος υδραυλικών κυλίνδρων α για την ανύψωση της κεραίας όταν τα έμβολα των κυλίνδρων αυτών ωθούνται προς τα έξω, η κεραία ανυψώνεται και αντίστροφα.
 - Ένα υδραυλικό κύλινδρο β για την ώθηση ή έλεγχο του βυθιστή στην περίπτωση εξαρτήσεως ανεστραμμένου πτύου με την ώθηση προς τα έξω του αντίστοιχου εμβόλου ωθείται και ο βυθιστής και αντίστροφα.



Σχ. 5.5μβ.

- Ένα υδραυλικό κύλινδρο γ για την αλλαγή κλίσεως και ανατροπή του κάδου.

Στην εξάρτηση αρπάγης (σχ. 5.5μγ) ο κύλινδρος β αθεί ή έλκει το βραχίονα 1, από τον οποίο κρέμεται με άρθρωση ο κάδος, ενώ ο κύλινδρος γ ελέγχει το άνοιγμα και το κλείσιμο των σιαγόνων της αρπάγης.

Εκτός των συνηθισμένων εξαρτήσεων, στον εκσκαφέα αυτόν μπορούμε να προσαρμόσουμε και εξάρτηση φορτωτή (σχ. 5.5μδ), οπότε ο κύλινδρος β θα ελέγχει το βραχίονα ανυψώσεως και ο κύλινδρος γ την κλίση του κάδου, εξάρτηση εκχιονιστήρα, εξάρτηση γερανού.

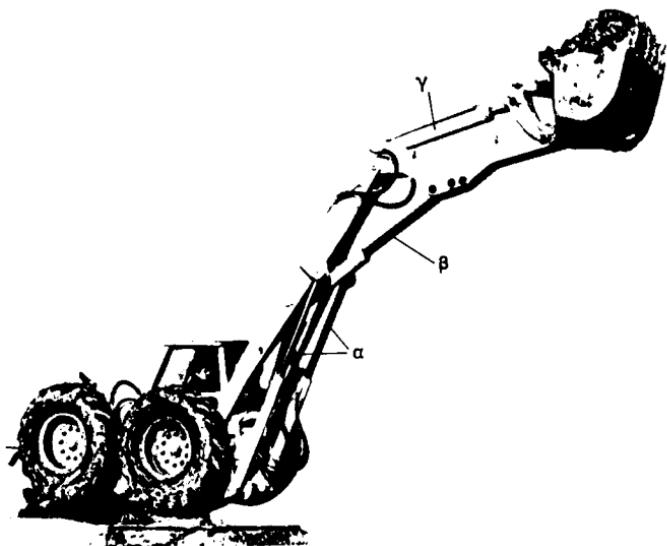
Μπορεί να προσαρμοσθεί και "μαχαίρι" προωθητήρα με την προσθήκη δύο υδραυλικών κυλίνδρων για τον έλεγχο των κινήσεών του (σχ. 5.5με).

Έτσι με το ίδιο μηχάνημα μπορούμε να εκτελούμε και διάφορες βιοηθητικές εργασίες, χωρίς να χρειασθεί να μεταφέρομε άλλα μηχανήματα στον τόπο του έργου.

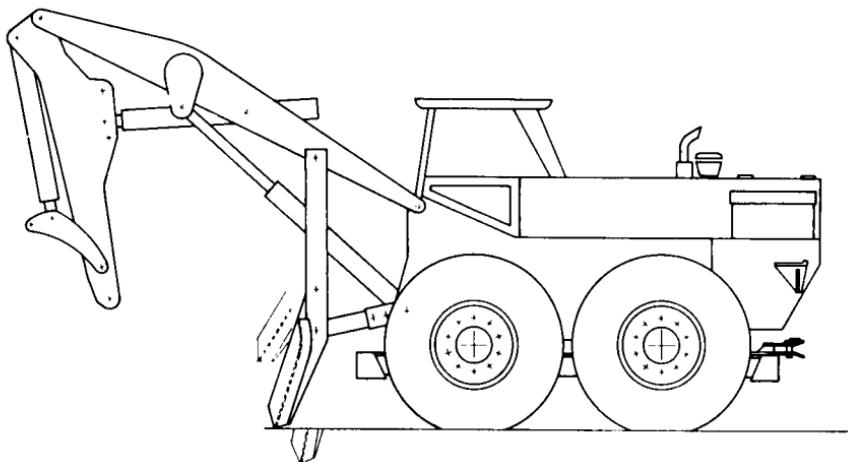
Υπάρχει και υδραυλικός μηχανισμός, που επιτρέπει να ανυψώνομε το σύστημα των τροχών, οπότε το σκάφος κατέρχεται και στηρίζεται σε μια μεγάλη βάση εδράσεως [σχ. 5.5μβ (β), 5.5μγ, 5.5μδ], η οποία σταθεροποιεί τον εκσκαφέα κατά την εργασία. Κατά την περιστροφή του



Σχ. 5.5μγ.



Σχ. 5.5μδ.

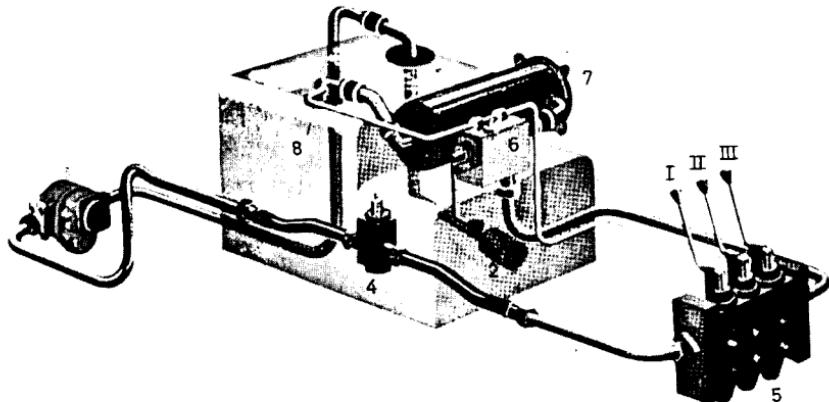


Σχ. 5.5με.

σκάφους η βάση μένει ακίνητη, ενώ οι ανυψωμένοι τροχοί στρέφονται μαζί με το σκάφος.

Το σχήμα 5.5μστ δίνει μια εικόνα του υδραυλικού κυκλώματος με τους διανομείς, που ελέγχουν τη ροή του υγρού προς τους υδραυλικούς κυλίνδρους, οι οποίοι θέτουν σε κίνηση τα υδραυλικώς κινούμενα μέρη του εκσκαφέα.

Η αντλία 3 αναρροφάει το υγρό από το ντεπόζιτο 1 μέσω του φίλ-



Σχ. 5.5μστ.

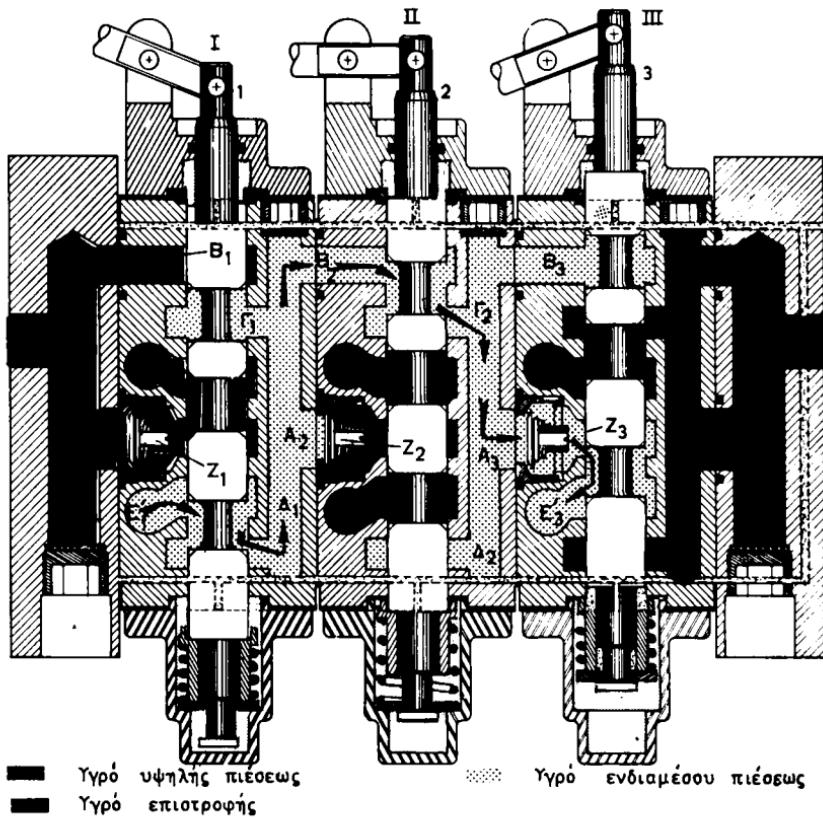
τρου 2 και το καταθλίβει μέσω της διαφορικής βαλβίδας ρυθμίσεως πιέσεως 4, στο διανομέα 5 και κατόπιν στο κιβώτιο διανομής 6. Ο διανομέας 5 ελέγχει τη ροή του υγρού προς τους υδραυλικούς κυλίνδρους των μηχανισμών του κάδου, και το κιβώτιο 6 τη ροή του υγρού προς τους υδραυλικούς κυλίνδρους ανυψώσεως των τροχών.

Το σχήμα 5.5μζ δείχνει τομή του διανομέα, ο οποίος έχει τρεις σύρτες. Κάθε σύρτης ελέγχει την κυκλοφορία του υγρού σε ένα από τα τρία συστήματα υδραυλικών κυλίνδρων, α, β, και γ (σχ. 5.5μβ, 5.5μγ, 5.5μδ και 5.5μη), για την εκτέλεση των κινήσεων του κάδου, δηλαδή ο σύρτης I στον κύλινδρο γ, ο σύρτης II στο ζεύγος των κυλίνδρων α και ο σύρτης III στον κύλινδρο β.

Οι τρεις σύρτες είναι όμοιας κατασκευής και εργάζονται κατά τον ίδιο τρόπο. Οι οχετοί E_1 , E_2 , E_3 (σχ. 5.5μζ) οδηγούν το υγρό προς τη μια πλευρά του εμβόλου των αντίστοιχων υδραυλικών κυλίνδρων (την πλευρά του βάκτρου ή πλευρά της μικρής διατομής). Οι οχετοί E' , E'_2 και E'_3 το οδηγούν προς την άλλη πλευρά (την πλευρά της μεγάλης διατομής).

Έστω ότι οι τρεις σύρτες βρίσκονται στη θέση που δείχνει το σχήμα 5.5μζ.

Τότε το λάδι, που καταθλίβεται από την αντλία, φθάνει στην είσοδο A, του σύρτη I, υπερνικάει την αντίσταση της βαλβίδας μη επιστροφής Z, και οδηγείται μέσω του ανοικτού οχετού E_1 από την πλευρά του βάκτρου του εμβόλου στον αντίστοιχο υδραυλικό κύλινδρο γ (σχ. 5.5μη). Εκεί ωθείται ο έμβολος και προκαλεί τη σχετική κίνηση του κάδου. Από την άλλη πλευρά του εμβόλου του κυλίνδρου αυτού το υγρό μέσω των οχετών E' , και Δ , του διανομέα αωθείται στο χώρο B_2 και μέσω της ανοικτής διόδου Γ_2 , φθάνει στην είσοδο A_3 του σύρτη III. Εκεί υπερνικάει την αντίσταση της αντίστοιχης βαλβίδας μη επιστροφής Z_3 και φθάνει στο χώρο E'_3 για να οδηγηθεί από την πλευρά της μεγάλης διατομής

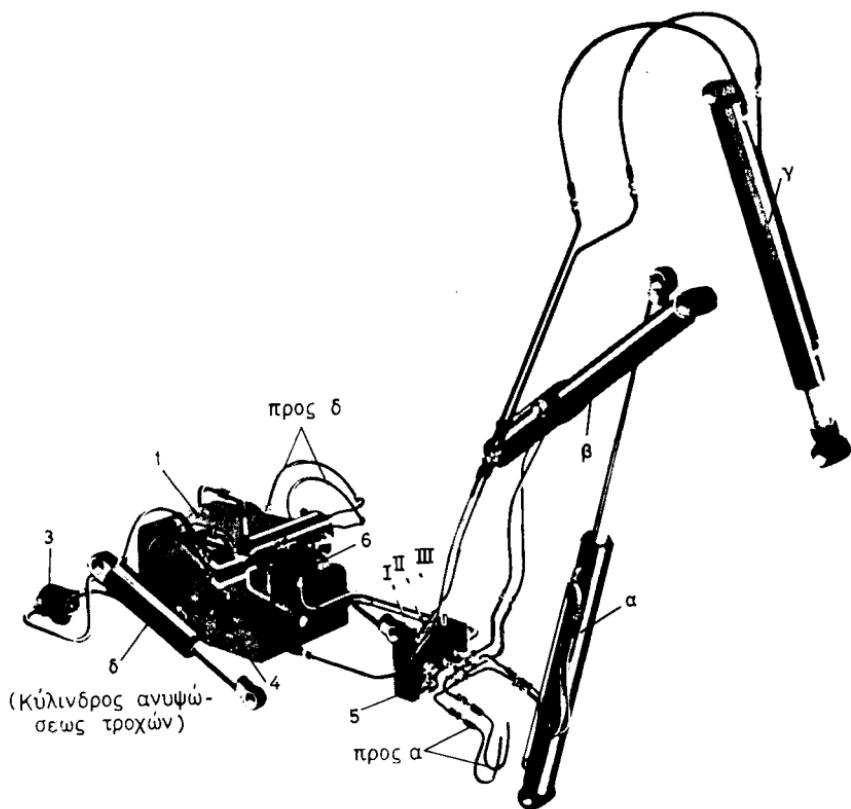


Σχ. 5.5μζ.

του εμβόλου και προκαλεί τη σχετική κίνηση του κάδου. Από την άλλη πλευρά του εμβόλου του κυλίνδρου β το εκδιωκόμενο υγρό μέσω των ανοικτών οχετών E_3 και G_3 επιστρέφει στο ντεπόζιτο, αφού περάσει και από το διανομέα 6 (σχ. 5.5μστ), ο οποίος ελέγχει την κυκλοφορία του υγρού στους υδραυλικούς κυλίνδρους ανυψώσεως των τροχών δ (σχ. 5.5μη).

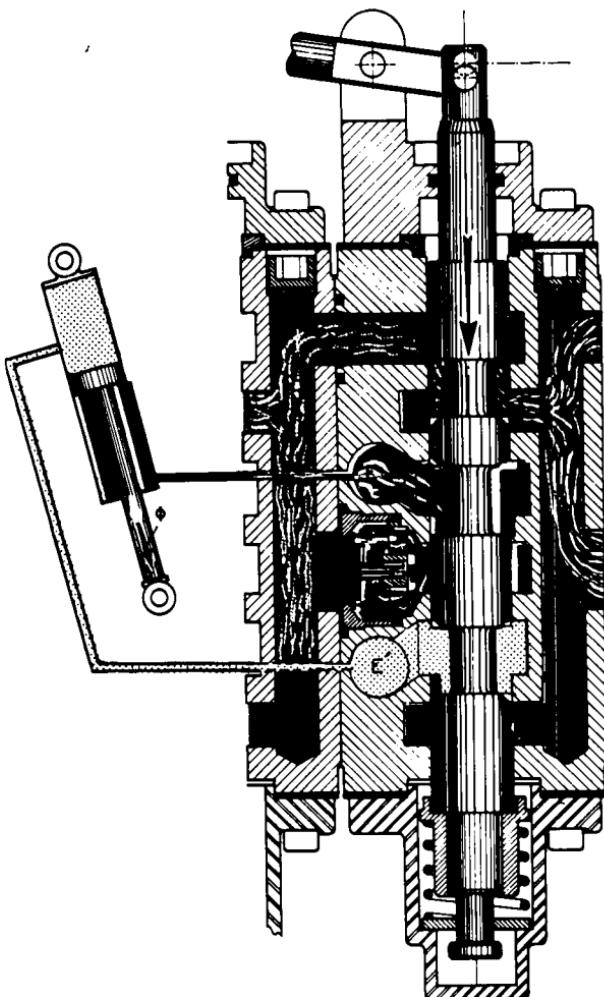
Στο ζεύγος υδραυλικών κυλίνδρων α (σχ. 5.5μη), οι οποίοι αντιστοιχούν στο σύρτη II, το έμβολο μένει ακίνητο, γιατί ο σύρτης II βρίσκεται στην ουδέτερη θέση και έχει απομονώσει και τους δύο χώρους των υδραυλικών αυτών κυλίνδρων.

Κατά παρόμοιο τρόπο, φέρνοντας τους τρεις σύρτες στην εκάστοτε κατάλληλη θέση, μπορούμε να ελέγχουμε την κυκλοφορία του υγρού έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ο εκάστοτε επιθυμητός συνδυασμός κινήσεων του κάδου.



Σχ. 5.5μη.

Οι βαλβίδες μη επιστροφής δεν επιτρέπουν να επιστρέψει υγρό από έναν από τους χώρους Ε (σχ. 5.5μζ) (οι οποίοι επικοινωνούν με τους υδραυλικούς κυλίνδρους), προς τον αντίστοιχο χώρο Α, όταν ο σύρτης βρίσκεται σε θέση, η οποία να επιτρέπει την επικοινωνία του χώρου Α με την επιστροφή, οπότε το υγρό χάνει την πίεσή του στο χώρο αυτό. Έτσι αποφεύγεται η επιστροφή του υγρού από έναν υδραυλικό κύλινδρο σε μια ανεπιθύμητη στιγμή, όπως π.χ. θα συνέβαινε όταν ο αντίστοιχος σύρτης, κατά το χειρισμό μεταθέσεώς του από την ουδέτερη θέση στη θέση του σύρτη I του σχήματος 5.5μζ (προς το σκοπό διοχετεύσεως του υγρού μέσω του χώρου Ε στον υδραυλικό κύλινδρο από την πλευρά του βάκτρου του εμβόλου), θα έπαιρνε την ενδιάμεση θέση του σχήματος 5.5μθ. Στη θέση αυτή, ενώ η δίοδος Κ έχει ανοίξει, η δίοδος Β, η οποία θέτει σε επικοινωνία το χώρο Α με την επιστροφή, δεν έχει ακόμη κλείσει. Τότε, αν δεν υπήρχε η βαλβίδα μη επιστροφής, ο αντίστοιχος κύλινδρος (σχ. 5.5μθ) μέσω του χώρου Ε και της δίοδου Κ που αφήνει ο σύρτης, θα επικοινωνούσε με το χώρο Α και με την επιστροφή από την

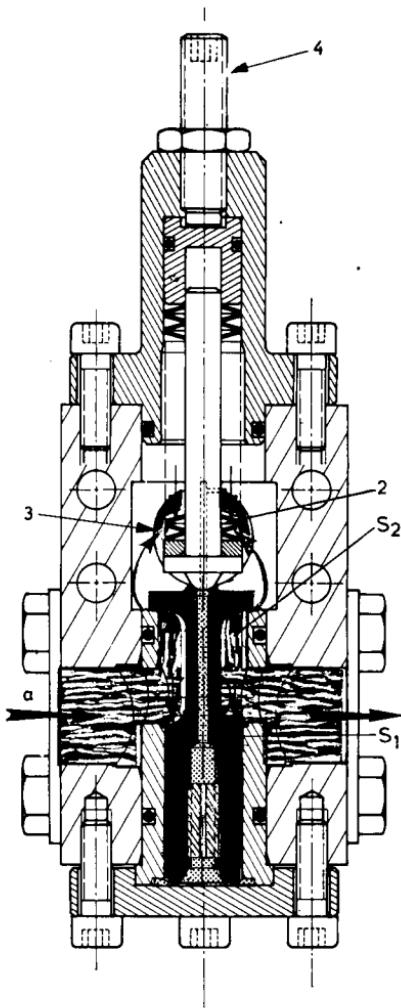


Σχ. 5.5μθ.

πλευρά του βάκτρου. Έτσι το υγρό από την πλευρά αυτή του κυλίνδρου θα έχανε την πίεσή του και θα επέτρεπε στο φορτίο Φ (π.χ. στο βάρος του κάδου, αν πρόκειται περί μηχανισμού ανυψώσεως αυτού) να ωθήσει το έμβολο και να εκδιώξει το υγρό από την πλευρά του βάκτρου προς την επιστροφή, ενώ ο χειρισμός της μεταθέσεως του σύρτη I απέβλεπε σε εισροή υγρού από την πλευρά αυτή προς υπερνίκηση του φορτίου Φ.

Η ρύθμιση της πίεσεως στο υδραυλικό σύστημα επιτυγχάνεται με τη διαφορική βαλβίδα 4 (σχ. 5.5μστ και 5.5μη).

Το σχήμα 5.5ν δείχνει τομή της βαλβίδας αυτής.



Σχ. 5.5v.

Το υγρό που έρχεται από την αντλία, όταν φθάσει στη βαλβίδα από την είσοδο α , ασκεί αντίθετης φοράς πιέσεις στις δύο επιφάνειες του εμβολιδίου 1. Οι επιφάνειες αυτές έχουν προβολές (κάθετες προς τη διεύθυνση κινήσεως του εμβολιδίου) S_1 και S_2 αντίστοιχα. Επειδή η S_2 είναι λίγο μεγαλύτερη από την S_1 , ασκείται από το εμβολίδιο προς τα επάνω δύναμη ίση προς το γινόμενο της διαφοράς επιφανειών $S_2 - S_1$, επί την πίεση του υγρού. Στη δύναμη αυτή αντιδράει η τάση του ελαστηρίου 2.

Όταν η πίεση του υγρού μέσα στη βαλβίδα δεν είναι αρκετά με-

γάλη, ώστε η προς τα επάνω δύναμη που προκαλεί να μπορεί να υπερνικήσει την τάση του ελατηρίου 2, τότε το υγρό που έρχεται από την είσοδο α φεύγει από την έξοδο και συνεχίζει το δρόμο του προς το διανομέα 5 (σχ. 5.5μστ.). Όταν όμως η πίεση του υγρού αυξηθεί τόσο, ώστε η προς τα επάνω δύναμη που προκαλεί να υπερνικά την τάση του ελατηρίου, τότε το εμβολίδιο ανασηκώνεται και το υγρό επιστρέφει στο ντεπόζιτο από την έξοδο 3 (σχ. 5.5ν).

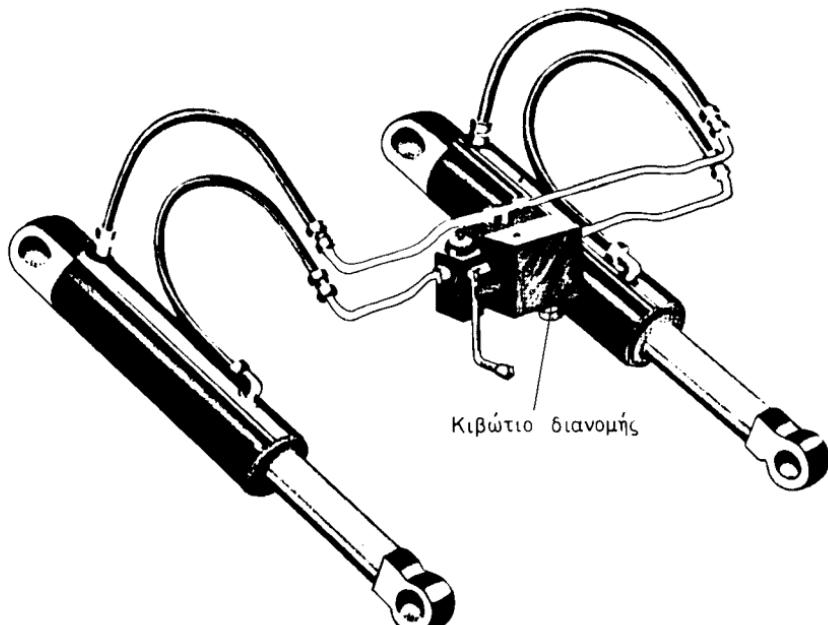
Ρυθμίζοντας επομένως την τάση του ελατηρίου στην κατάλληλη τιμή μπορούμε να έχομε το επιθυμητό όριο πιέσεως στο υδραυλικό σύστημα (η ρύθμιση επιτυγχάνεται με κατάλληλη στροφή του κοχλία 4).

Η διαφορική βαλβίδα σε σχέση με την απλή παρουσιάζει μεγαλύτερη στεγανότητα και εργάζεται με ασθενέστερο ελατήριο.

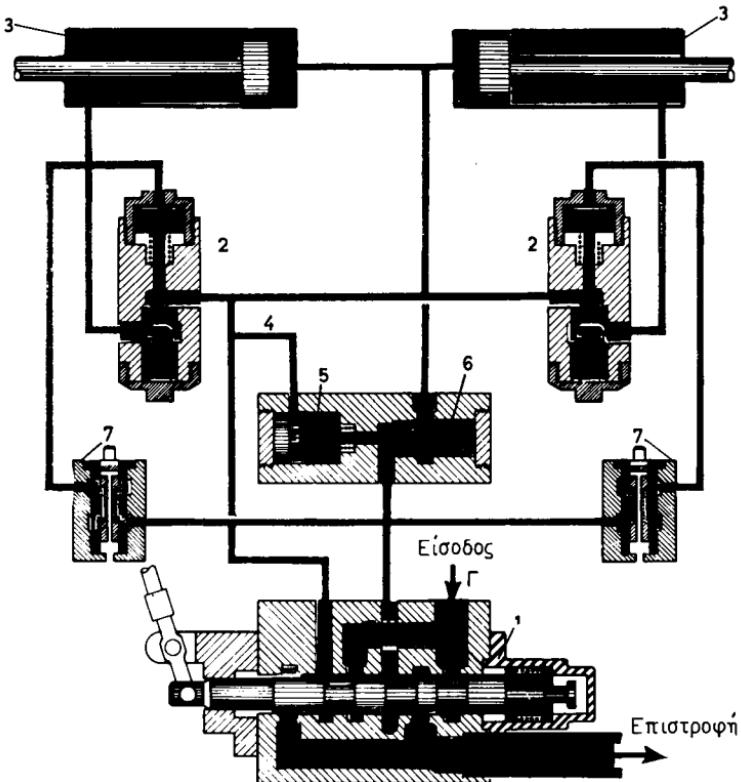
Το ανέβασμα και το κατέβασμα των τροχών γίνεται με δύο υδραυλικούς κυλίνδρους, που βρίσκονται στα πλάγια του οχήματος (σχ. 5.5μη και 5.5να).

Οι υδραυλικοί αυτοί κύλινδροι είναι στερεωμένοι στο σκάφος.

Τομή του υδραυλικού κυκλώματος ανυψώσεως των τροχών δείχνουν τα σχήματα 5.5νβ, νγ, νδ και νε. Το υγρό που έρχεται με πίεση από το διανομέα 5 (σχ. 5.5μστ και μζ, μη) που περιγράψαμε φθάνει στο κιβώτιο διανομής 6 (σχ. 5.5μστ) του συστήματος ανυψώσεως των τροχών, όπου εισέρχεται από το στόμιο Γ (σχ. 5.5νβ, νγ, νδ και νε).



Σχ. 5.5να.



Σχ. 5.5νβ.

Ανέβασμα και των δύο τροχών.

Η περαιτέρω πορεία του καθορίζεται από τη θέση των συρτών του διανομέα 1 και των μικροδιανομέων 7 (σχ. 5.5νβ, νγ, νδ και νε) οι οποίοι βρίσκονται μέσα στο κιβώτιο 6 του σχήματος 5.5μστ.

– Θέση I (σχ. 5.5νβ) (ανύψωση και των δύο τροχών).

Όταν οι σύρτες του διανομέα 1 και των μικροδιανομέων 7 βρίσκονται στη θέση του σχήματος 5.5νβ, το υγρό διέρχεται από τις διόδους του διανομέα 1, που βρίσκει ελεύθερες και ανοίγει τις βαλβίδες μη επιστροφής 2. Μετά έρχεται στους υδραυλικούς κυλίνδρους ανυψώσεως 3, όπου ωθεί τα έμβολα από την πλευρά Α προς την κατεύθυνση ανυψώσεως των τροχών.

Συγχρόνως μέρος του υγρού, μετά την έξοδό του από το διανομέα 1, περνά από τη διακλάδωση 4, ωθεί το εμβολίδιο 5 και ανοίγει τη βαλβίδα 6. Επιτρέπει έτσι στο υγρό που βρίσκεται από την άλλη πλευρά των εμβόλων (πλευρά Β), να επιστρέψει μέσω των διόδων επιστροφής του διανομέα 1 στο ντεπόζιτο του υγρού.

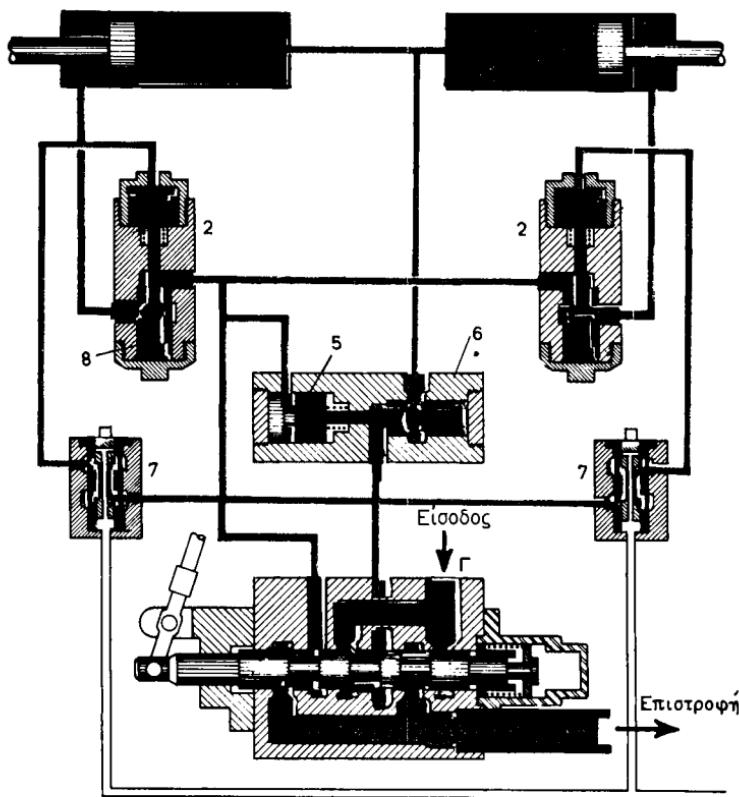
- Θέση II (σχ. 5.5νγ) (κατέβασμα και των δύο τροχών).

'Όταν οι σύρτες του διανομέα 1 και των μικροδιανομέων 7 βρίσκονται στη θέση του σχήματος 5.5νγ, το υγρό από το διανομέα 1 οδηγείται κατ' ευθείαν στη βαλβίδα 6. Ανοίγει τη βαλβίδα αυτή, φθάνει στους υδραυλικούς κυλίνδρους 3 από την αντίθετη πλευρά των εμβόλων (πλευρά B) και ωθεί τα έμβολα προς την κατεύθυνση καθόδου των τροχών.

Συγχρόνως μέρος του υγρού, μετά την έξοδό του από το διανομέα 1, αφού περάσει από τους μικροδιανομείς 7 φθάνει στους κυλινδρίσκους των βαλβίδων 2 και ωθεί τα εμβολίδια 8, που ανοίγουν τις βαλβίδες αυτές. Επιτρέπει έτσι στο υγρό, που εκδιώκεται από την πλευρά A των εμβόλων, να επιστρέψει μέσω του διανομέα 1 στο ντεπόζιτο.

- Θέση III (5.5νδ) (κατέβασμα των τροχών της μιας πλευράς μόνο).

'Όταν ο σύρτης του διανομέα 1 βρίσκεται στη θέση καθόδου των τροχών και ο σύρτης του ενός από τους δύο μικροδιανομείς 7 έχει



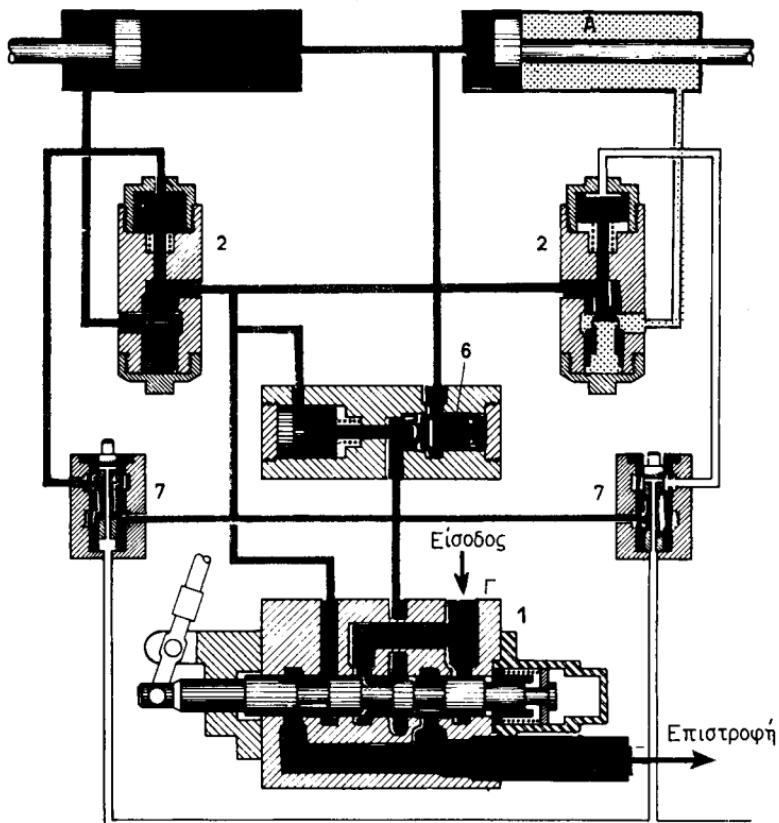
Σχ. 5.5νγ.
Κατέβασμα και των δύο τροχών.

μετατεθεί έτσι, ώστε να κλείνει τη δίοδο προς τον κυλινδρίσκο της αντίστοιχης βαλβίδας 2, η βαλβίδα αυτή μένει κλειστή και σταματάει η επικοινωνία του χώρου Α του αντίστοιχου κυλίνδρου με την επιστροφή. Το υγρό από το διανομέα φθάνει τότε στο χώρο Β του κυλίνδρου, αλλά, το έμβολο δεν μπορεί να κινηθεί, λόγω της αντιθλίψεως που δημιουργείται στο χώρο Α από το εγκλωβισμένο υγρό. Έτσι οι τροχοί της αντίστοιχης πλευράς παραμένουν στη θέση ανυψώσεως.

Ο σύρτης του άλλου μικροδιανομέα 7, που ελέγχει τους τροχούς της απέναντι πλευράς, αφήνει ανοικτή τη δίοδο προς τον κυλινδρίσκο της αντίστοιχης βαλβίδας 2, η οποία ανοίγει τότε και επιτρέπει στο υγρό να ακολουθήσει την πορεία προς την κατεύθυνση καθόδου των τροχών, όπως και στη θέση II. Έτσι οι τροχοί της πλευράς αυτής κατεβαίνουν.

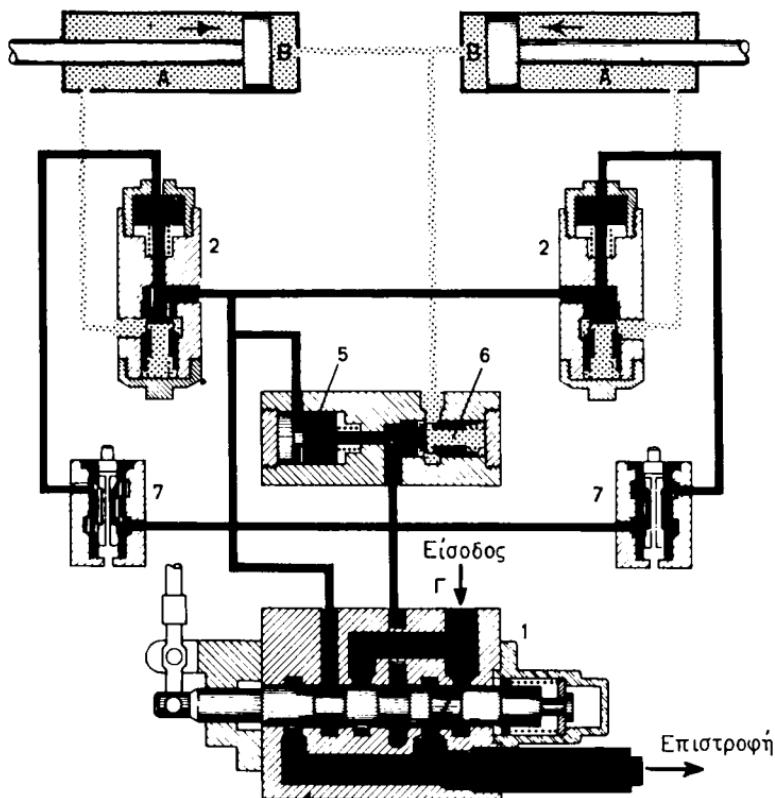
- Θέση IV (σχ. 5.5νε) (ουδέτερη θέση).

Στη θέση αυτή η είσοδος του διανομέα 1 επικοινωνεί με την επιστροφή. Επομένως δεν δημιουργείται πίεση και οι βαλβίδες είναι κλειστές.



Σχ. 5.5νδ.

Κατέβασμα τροχών της μιας πλευράς.



Σχ. 5.5νε.

Τότε, εάν μεν οι τροχοί είναι υψωμένοι, το βάρος τους ασκεί επάνω στα έμβολα δύναμη, η οποία τείνει να τα ωθήσει προς την κατεύθυνση καθόδου των τροχών δηλαδή προς εκδίωξη του λαδιού από την πλευρά Α.

Η δύναμη όμως αυτή δημιουργεί αυξημένη πίεση στους χώρους Α των κυλίνδρων και επειδή οι βαλβίδες 2 μένουν κλειστές, το λάδι παραμένει μέσα στους χώρους Α, όπου δημιουργεί αντίθλιψη και δεν επιτρέπει στα έμβολα να κινηθούν. Έτσι οι τροχοί παραμένουν στη θέση τους.

Εάν οι τροχοί έχουν κατεβεί, οπότε έχει ανυψωθεί το σκάφος, το βάρος του σκάφους με τη βάση εδράσεως ασκεί δύναμη, η οποία τείνει να ωθήσει τους κυλίνδρους προς τα έμβολα. Η δύναμη όμως αυτή δημιουργεί αυξημένη πίεση στους χώρους Β των κυλίνδρων, και επειδή η βαλβίδα μένει κλειστή, το λάδι παραμένει μέσα στους χώρους Β, όπου δημιουργεί αντίθλιψη και δεν επιτρέπει στους κυλίνδρους να κινηθούν. Έτσι το σκάφος δεν κατέρχεται και οι τροχοί παραμένουν πάλι στη θέση τους.



Σχ. 5.5νστ.

Το σύστημα πορείας του εκσκαφέα αυτού είναι μηχανικό (η κίνηση μεταδίδεται από τον κινητήρα Diesel μέσω συστήματος με γρανάζια και διαφορικά).

4) Υδραυλικός εκσκαφέας με τηλεσκοπική κεραία (σχ. 5.5γτ).

Στον εκσκαφέα αυτό η κεραία αποτελείται από δύο τμήματα. Το ένα από αυτά έχει αρθρωμένο στο άκρο του τον κάδο και μπορεί να παλινδρομεί τηλεσκοπικά μέσα στο άλλο με τη βοήθεια υδραυλικού κυλίνδρου διπλής ενέργειας. Έτσι μπορούμε να ρυθμίζομε το μήκος της κεραίας, εκτείνοντας ή συμπτύσσοντας αυτήν.

Το ανέβασμα και κατέβασμα της κεραίας γίνεται με δύο υδραυλικούς κυλίνδρους διπλής ενέργειας.

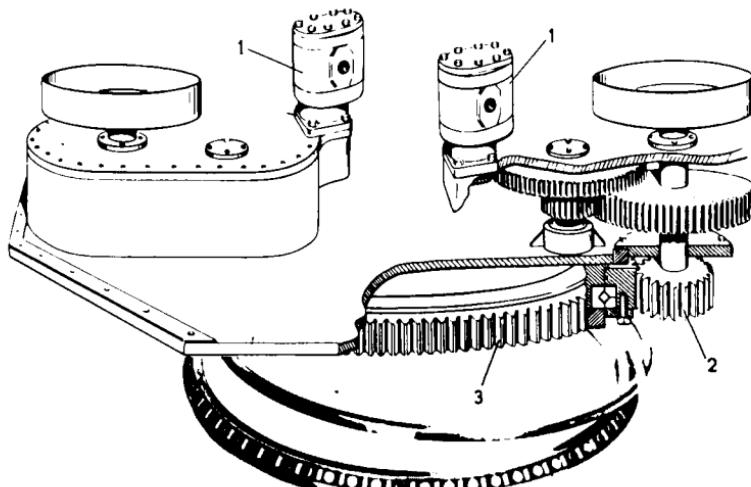
Επίσης με τη βοήθεια υδραυλικού κυλίνδρου μπορούμε να στρέφομε την κεραία περί τον άξονά της μέχρι 45° δεξιά ή αριστερά, ώστε να δίνομε στον κάδο την εκάστοτε κατάλληλη κλίση, όταν θέλομε π.χ. να διαμορφώσομε κεκλιμένα εδάφη από τα πλάγια (χωρίς κατά μέτωπο προσβολή) (σχ. 5.5ζ), να παραμερίσομε εμπόδια κλπ.



Σχ. 5.5νζ.

Άλλος υδραυλικός κύλινδρος επιτρέπει να ανατρέπομε τον κάδο κατά το άδειασμα και να αλλάζομε την κλίση του προκειμένου να επιτύχομε την εκάστοτε κατάλληλη γωνία κοπής για αποτελεσματική εκσκαφή ανάλογα με το είδος του εδάφους, ή να εξασφαλίσουμε τη συγκράτηση του υλικού όταν ο κάδος είναι γεμάτος (πλήρης).

Η περιστροφή του σκάφους γίνεται με δύο υδραυλικούς κινητήρες 1 (σχ. 5.5νη), οι οποίοι μέσω μειωτήρων στροφών δί-



Σχ. 5.5νη.

νουν κίνηση στα γρανάζια 2 του σκάφους και τα αναγκάζουν να κυλιούνται γύρω από την οδοντωτή στεφάνη 3 του φορείου και να παρασύρουν σε περιστροφή ολόκληρο το σκάφος.

Οι σύρτες των διανομέων που ελέγχουν τις κινήσεις των υδραυλικώς κινουμένων μηχανισμών όταν αφήνομε τους αντίστοιχους μοχλούς χειρισμού, επιστρέφουν με τη βοήθεια ελατηρίων στην ουδέτερη θέση.

Η θέση αυτή αντιστοιχεί σε σταθεροποίηση του εκάστοτε ελεγχόμενου μηχανισμού στη θέση όπου βρίσκεται. Έτσι οι κινήσεις γίνονται μόνο εφόσον μεταχειριζόμαστε τους μοχλούς χειρισμού.

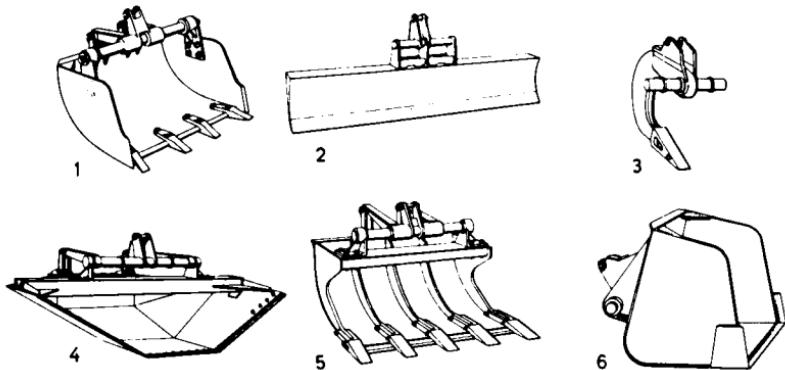
Στον ερπιστριοφόρο τύπο δύο υδραυλικοί κινητήρες δίνουν χωριστή κίνηση στις δύο ερπύστριες.

Η εργασία με τους εκσκαφείς του τύπου αυτού γίνεται ως εξής:

Στρέφομε το σκάφος για να φέρομε την κεραία εμπρός από το μέτωπο εκσκαφής και την εκτείνομε ή την συμπτύσσομε έτσι, ώστε ο κάδος να βρεθεί ακριβώς επάνω από τη θέση, από την οποία θέλουμε να αρχίσει η εκσκαφή. Κατεβάζομε τότε την κεραία, φέρομε τον κάδο σε επαφή με το έδαφος, και με το μηχανισμό συμπτύξεως της κεραίας τον έλκομε προς το σκάφος, ώστε να αρχίσει να σκάβει. Όταν γεμίσει του δίνομε κλίση ώστε το ανοικτό μέρος του να βλέπει προς τα επάνω για να μην αδειάζει· ανυψώνομε την κεραία και στρέφομε το σκάφος εκτείνοντας ή συμπτύσσοντας κατάλληλα την κεραία, έως ότου ο κάδος βρεθεί επάνω από τη θέση εκφορτώσεως. Τότε πάλι, με το μηχανισμό αλλαγής, κλίσεως ανατρέπομε τον κάδο για να αδειάσει το υλικό.

Εκτός του κάδου [σχ. 5.5νθ (1)], μπορούμε να προσαρμόζομε στο άκρο της κεραίας «μαχαίρι» επιφανειακής εκσκαφής [σχ. 5.5νθ (2)], αναμοχλευτήρα [σχ. 5.5νθ (3)], κάδο ειδικής μορφής για την εκσκαφή αυλάκων [σχ. 5.5νθ (4)], περονωτό κάδο για την αφαίρεση οδοστρώματος [σχ. 5.5νθ (5)], κάδο για μεταφορά υλικού σε χύμα [σχ. 5.5νθ (6)], άγκιστρο γερανού κλπ.

Ο εκσκαφέας του τύπου αυτού μπορεί να εργάζεται και σε πολύ περιορισμένο χώρο. Είναι δυνατόν να περάσουμε την κεραία του από ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες), και να το χρησιμοποιήσουμε με εξάρτηση γερανού για να αποσύρομε διάφορα υλικά από το εσωτερικό οικοδομών.



Σχ. 5.5νθ.

5) Διάφοροι άλλοι τύποι και μηχανισμοί υδραυλικών εκσκαφέων.

Ο τύπος του σχήματος 5.5ξ είναι ενδιάμεσος μεταξύ εκσκαφέα και φορτωτή. Ο μηχανισμός ελέγχου των κινήσεων του κάδου του επιτρέπει αφ' ενός μεν προώθηση του κάδου σε αρκετά μεγάλη απόσταση επάνω σε οριζόντιο επίπεδο, ώστε να εργάζεται σαν φορτωτής, αφ' ετέρου δε την εκτέλεση όλων των κινήσεων της εξαρτήσεως τσάπας (σόβελ).

Το σχήμα 5.5ξ δίνει ένα παράδειγμα υδραυλικού εκσκαφέα με εξάρτηση ανεστραμμένης τσάπας επάνω σε φορτηγό αυτοκίνητο.

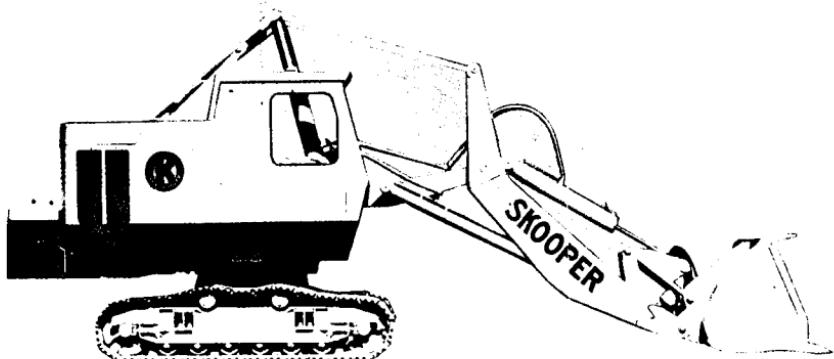
Ο υδραυλικός κύλινδρος α ελέγχει την άνοδο και κάθοδο της κεραίας, ο β τις κινήσεις του βυθιστή και ο γ την κλίση του κάδου.

'Όπως και στο παράδειγμα του σχήματος 5.5νστ, η κεραία είναι τηλεσκοπική και το μήκος της ρυθμίζεται με υδραυλικό κύλινδρο.

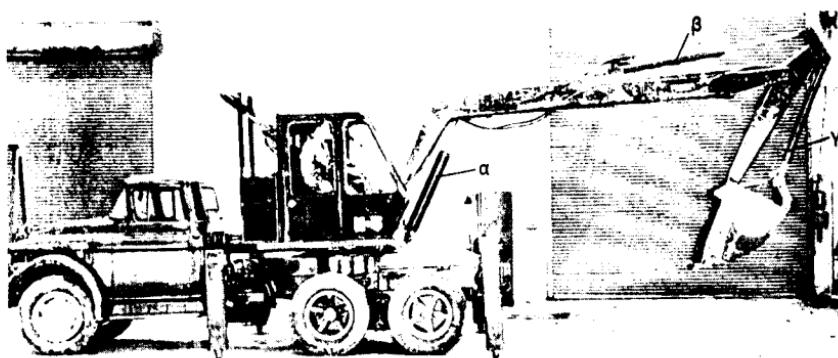
Μερικοί στενοί κάδοι είναι εφοδιασμένοι με αποξεστήρα, ο οποίος στερεώνεται επάνω στο βυθιστή και ωθεί το υλικό προς τα έξω, όταν ο κάδος αδειάζει και έτσι αποσπάει από τα τοιχώματα του κάδου τυχόν συνεκτικά υλικά.

Υπάρχουν και μικροί εκσκαφέις επάνω σε φορτηγό, όπου οι μηχανισμοί που ελέγχουν τις κινήσεις του κάδου κατά την εργασία λαμβάνουν κίνηση από τον κινητήρα του φορτηγού.

Για την περιστροφή του σκάφους χρησιμοποιείται σπανιότερα και το σύστημα με δύο οδοντωτούς κανόνες και γρανάζι.



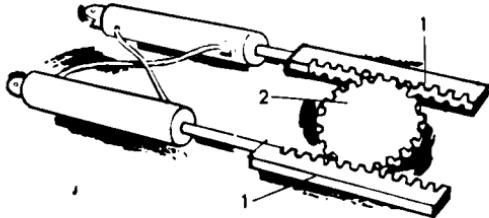
Σχ. 5.5ξ.



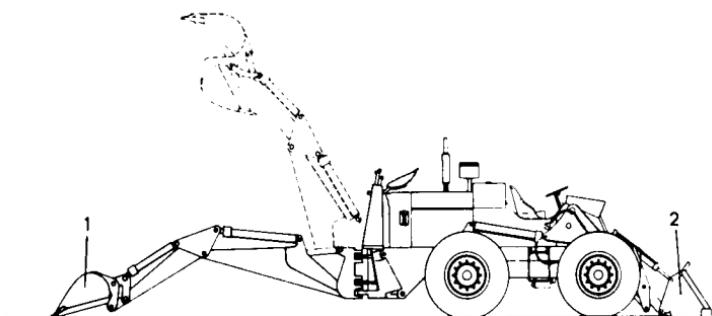
Σχ. 5.5ξα.

Στο σύστημα αυτό τα έμβολα δύο υδραυλικών κυλίνδρων, ωθούμενα κατ' αντίθετη φορά παρασύρουν στην ευθύγραμμη κίνησή τους τους δύο οδοντωτούς κανόνες 1 (σχ. 5.5ξβ), οι οποίοι με τη σειρά τους παρασύρουν σε περιστροφή ένα γρανάζι 2, που θέτει σε κίνηση το σύστημα περιστροφής του σκάφους.

Το σχήμα 5.5ξγ δείχνει μια υδραυλική εξάρτηση ανεστραμμένης τσάπας 1 για κάδους μικρής χωρητικότητας, συναρμολογημένη στο οπίσθιο μέρος ελκυστήρα με δυνατότητα περιστροφής της περί κατακόρυφο άξονα κατά 190° . Στο εμπρόσθιο μέρος του ελκυστήρα υπάρχει εξάρτηση φορτωτή 2 για βοηθητικές εργασίες, (καθαρισμό και ισοπέδωση της περιοχής εργασίας, επαναπλήρωση αυλάκων κλπ.), η οποία εκτελεί και χρέη αντιβάρους για την ευστάθεια του εκσκαφέα.



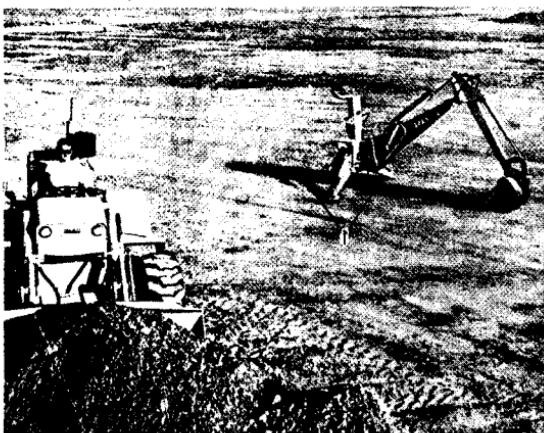
Σχ. 5.5ξβ.



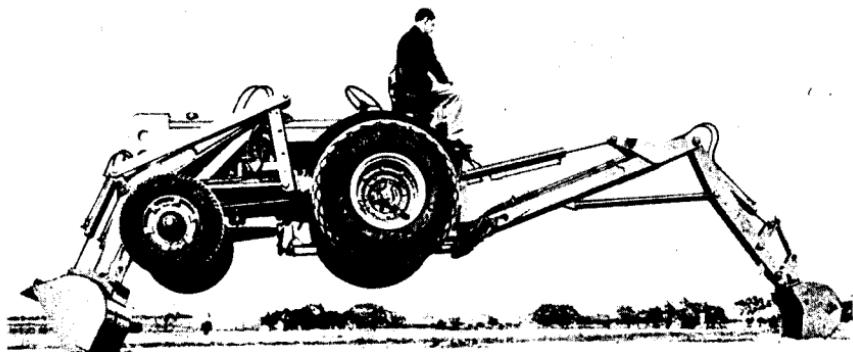
Σχ. 5.5ξγ.

Όταν το μηχάνημα πρόκειται να εργασθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα σαν φορτωτής, αποσυναρμολογούμε την εξάρτηση εκσκαφέα, αφού την στηρίζουμε στους δύο υδραυλικούς γρύλους 1 και στον κάδο της (σχ. 5.5ξδ), και στη θέση της τοποθετούμε αντίβαρα για την ευστάθεια του φορτωτή.

Στους εκσκαφείς του τύπου αυτού, αν στηρίζουμε τους κάδους και των δύο εξαρτήσεων σε ανυποχώρητα στηρίγματα και δώσουμε προς τα κάτω ώθηση με την υδραυλική δύναμη στα έμβολα που πιέζουν τους κάδους στο έδαφος κατά την εκσκαφή, επειδή τα έμβολα αυτά, λόγω των στερεών στηριγμάτων των κάδων, δεν μπορούν να προχωρήσουν προς τα κάτω, η πίεση του υγρού αναγκάζει τους αντίστοιχους κυλίνδρους να κινηθούν προς τα επάνω και μαζί ανυψώνεται ολόκληρος ο ελκυστήρας (σχ. 5.5ξε). Έτσι μπορούμε να ανυψώνουμε το όχημα π.χ. σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται να τοποθετήσουμε υπόστρωμα κάτω από τους τροχούς του, όπως κατά την εργασία σε πολύ μαλακά εδάφη [παράγρ. 5.3 (Γ, 2)].



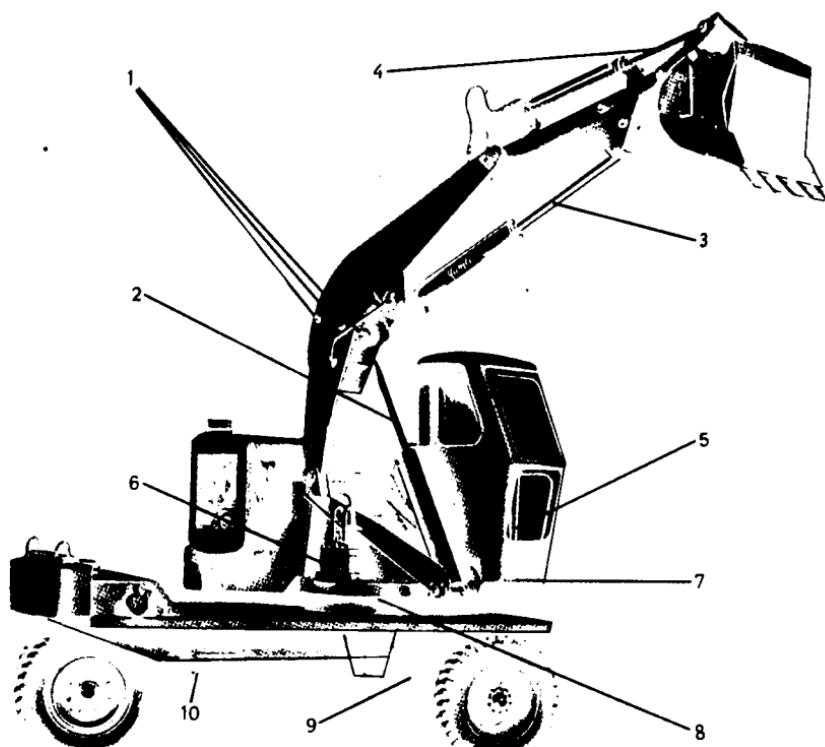
Σχ. 5.5Ξδ.



Σχ. 5.5Ξε.

Ο κύκλος εργασίας των υδραυλικών εκσκαφέων επάνω σε ελκυστήρα είναι πολύ σύντομος (η διάρκειά του μπορεί να κατέβει στα 8 sec) για μικρά βάθη εκσκαφής (2 m περίπου).

Ο εκσκαφέας του σχήματος 5.5Ξστ αυτοπροωθείται με υδραυλικό κινητήρα εμβολοφόρου τύπου, ο οποίος δίνει κίνηση στο διαφορικό. Η αλλαγή διευθύνσεως γίνεται με υδραυλικό κύλινδρο. Το σκάφος μπορεί να κάνει πλήρη περιστροφή (360°). Για μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις, η εξάρτηση αναδιπλώνεται και ο εκσκαφέας ρυμουλκείται (σχ. 5.5Ξζ).



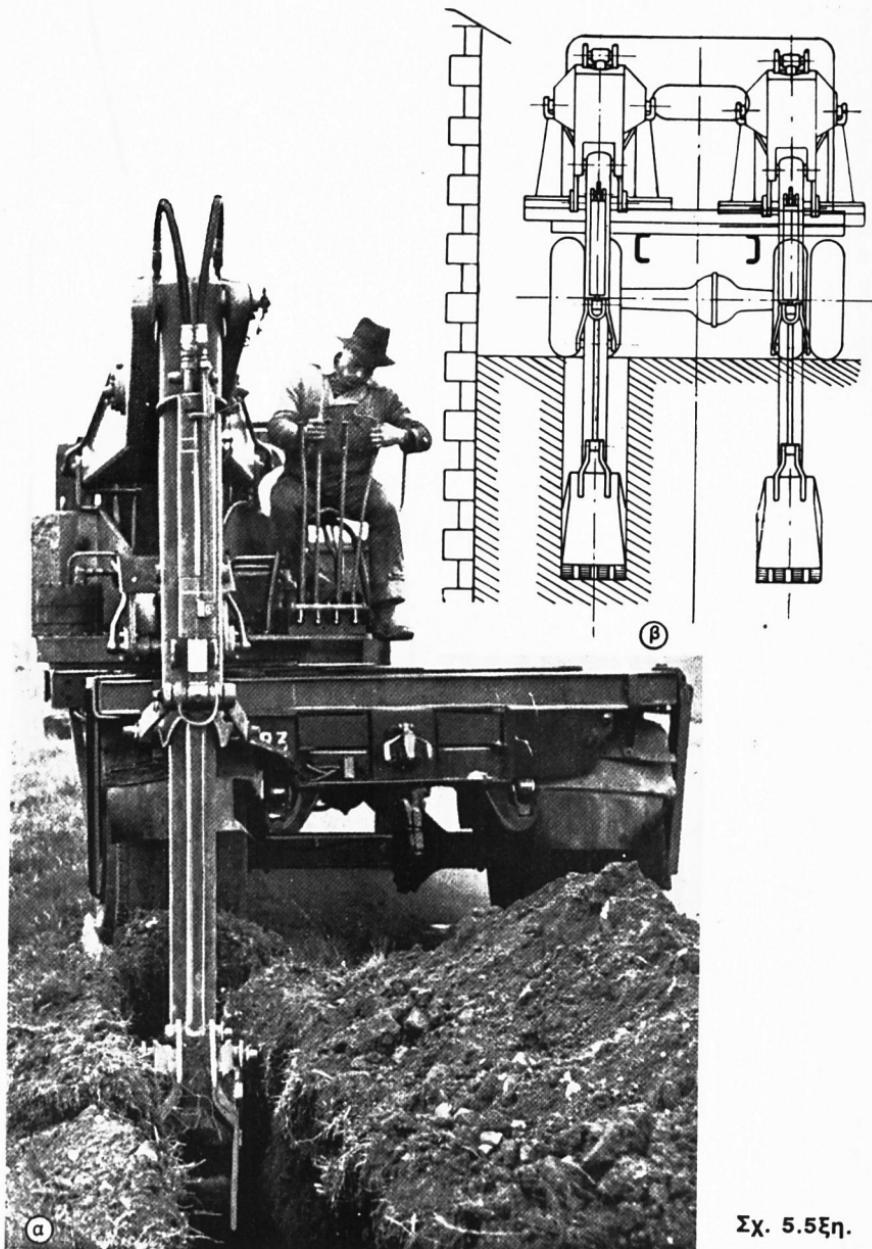
Σχ. 5.5ξτ.

1. Αρθρώσεις ρυθμίσεως θέσεως κεραίας. 2, 3 και 4. Έμβολα υδραυλικών κυλίνδρων. 5. Χειριστήριο. 6. Υδραυλικός κινητήρας περιστροφής σκάφους. 7. Θάλαμος οδηγού. 8. Στεφάνη φορείου. 9. Υδραυλικός κινητήρας διαφορικού. 10. Θέση ρυμουλκήσεως.



Σχ. 5.5ξζ.

Για την εκσκαφή αυλάκων στα άκρα δρόμων, κοντά σε τοίχους κλπ., κατάλληλος είναι ο εκσκαφέας του σχήματος 5.5η (α). Ο εκσκαφέας αυτό βρίσκεται επάνω σε φορτηγό και η εξάρτησή του, εκτός της

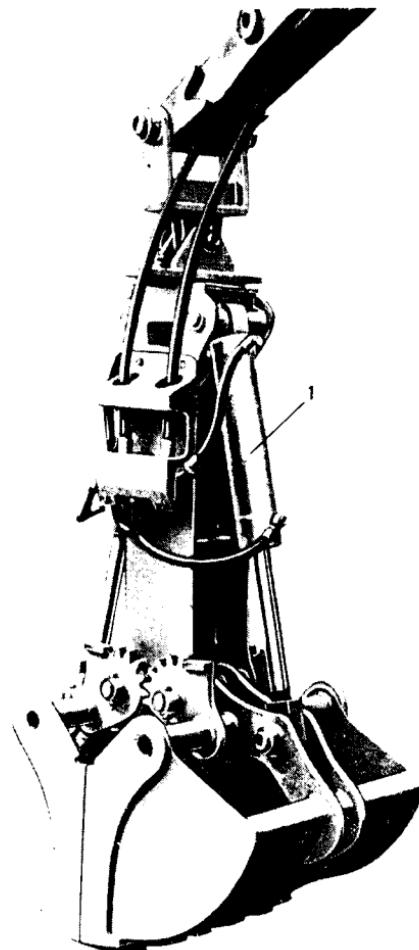


Σχ. 5.5η.

περιστροφής, έχει και τη δυνατότητα παράλληλης μεταθέσεως κατά την έννοια του πλάτους του φορτηγού, ώστε να τοποθετείται δεξιά - αριστερά ή στο μέσο του μετώπου του φορτηγού ανάλογα με την εκάστοτε επιθυμητή θέση του αυλακιού που θέλομε να εκσκάψουμε [σχ. 5.5ξη (β)].

Το σχήμα 5.5ξθ δείχνει τύπο υδραυλικού μηχανισμού για το άνοιγμα και κλείσιμο των σιαγόνων του κάδου μιας εξαρτήσεως αρπάγης.

Όταν τα έμβολα των υδραυλικών κυλίνδρων 1 ανέρχονται, οι σιαγόνες ανοίγουν.



Σχ. 5.5ξθ.

5.6 Ηλεκτρικοί εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας.

1) Περιγραφή και μηχανισμοί.

Στους ηλεκτρικούς εκσκαφείς, όλες οι κινήσεις γίνονται με ηλεκτρικούς κινητήρες.

Το ρεύμα τροφοδοτήσεως των ηλεκτρικών εκσκαφέων, συνήθως τριφασικό υψηλής τάσεως (2000 έως 7000 V), προέρχεται από γειτονικό δίκτυο ή από γειτονικές εγκαταστάσεις γεννητριών.

Η παροχή του ρεύματος γίνεται συνήθως με εύκαμπτο ισχυρά μονωμένο καλώδιο, οι αγωγοί του οποίου μέσω κιβωτίου ακροδεκτών οδηγούνται σε τρεις δακτύλιους ομοκεντρικούς με τον άξονα περιστροφής του σκάφους και στηριγμένους στο φορείο. Κάθε δακτύλιος βρίσκεται σε μόνιμη επαφή με ένα όμοιο δακτύλιο· οι δεύτεροι αυτοί δακτύλιοι είναι στηριγμένοι στο περιστρεφόμενο σκάφος, και συνδέονται με τους αγωγούς που οδηγούν στον πίνακα ελέγχου και διανομής του ρεύματος.

Όλοι οι δακτύλιοι βρίσκονται μέσα σε κιβώτιο, το οποίο είναι γεμάτο λάδι και προστατεύεται από την υγρασία.

Πολλές φορές υπάρχει και γειωμένος ουδέτερος αγωγός.

Για τις διάφορες κινήσεις του εκσκαφέα χρησιμοποιούνται συνήθως χωριστοί κινητήρες μαζί με μειωτήρες στροφών.

Τις πιο πολλές φορές χρησιμοποιούνται κινητήρες συνεχούς ρεύματος, που είναι καταλληλότεροι για κυμαινόμενα φορτία (ιδίως οι κινητήρες σειράς), και έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

Προσαρμόζουν σε μεγάλα όρια τη ροπή τους προς την εκάστοτε ροπή του φορτίου, η αλλαγή καμπύλης συσχετίσεως ροπής στροφών είναι εύκολη, διαθέτουν μεγάλη ροπή εκκινήσεως και μικρότερη ροπή αδράνειας σε σχέση με τους ασύγχρονους κινητήρες, πράγμα που εξασφαλίζει γρήγορο σταμάτημα και αλλαγή φοράς περιστροφής. Το συνεχές ρεύμα παράγεται από γεννήτριες, οι οποίες κινούνται με τριφασικό κινητήρα τροφοδοτούμενο από το τριφασικό ρεύμα, που φθάνει στον εκσκαφέα. Σπανιότερη λύση είναι η χρησιμοποίηση συστήματος μετασχηματιστή - ανορθωτή.

Συνεχές ρεύμα προερχόμενο από ανορθωτές χρησιμοποιείται επίσης για την τροφοδότηση ηλεκτρομαγνητών για έμμεσους χειρισμούς διακοπών, αντιστάσεων, διαφόρων οργάνων ρυθμίσεων, φρένων, συμπλεκτών κλπ., για τη διέργερση κινητήρων

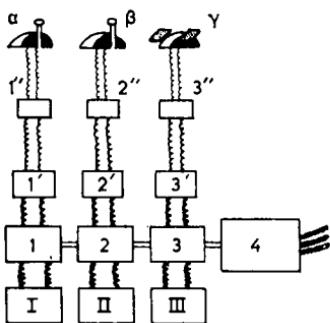
ανεξάρτητης διεγέρσεως, καθώς και για διάφορους άλλους σκοπούς.

Πολλές φορές οι έμμεσοι χειρισμοί είναι μικτοί, ηλεκτρο-δραυλικοί ή ηλεκτροπνευματικοί, γίνονται δηλαδή με τη μεσολάβηση ηλεκτρομαγνητών, οι οποίοι ενεργούν στους σύρτες των διανομέων υδραυλικών ή πνευματικών κυκλωμάτων.

Επειδή τα ρεύματα που διαρρέουν τους κινητήρες είναι ισχυρά, για να αλλάξουμε την καμπύλη συσχετίσεως ροπής - στροφών αλλάζομε το πολύ ασθενέστερο ρεύμα διεγέρσεως της γεννήτριας τροφοδοτήσεώς τους (σύστημα Ward - Leonard), π.χ. μέσω ροοστατών (ρυθμιζομένων αντιστάσεων σειράς). Στην περίπτωση αυτή ο κάθε κινητήρας τροφοδοτείται συνήθως από χωριστή γεννήτρια συνεχούς.

Οι γεννήτριες αυτές κινούνται είτε από χωριστούς, είτε από ένα κεντρικό τριφασικό ηλεκτροκινητήρα, με τροφοδότηση από το δίκτυο. Στο πολυβάθμιο σύστημα Ward - Leonard (σχ. 5.6a) το ρεύμα διεγέρσεως της κάθε γεννήτριας προέρχεται από δεύτερη μικρότερη γεννήτρια, το ρεύμα διεγέρσεως της δεύτερης από τρίτη, μικρότερη γεννήτρια κ.ο.κ. Έτσι ρυθμίζεται μόνο τα ρεύματα διεγέρσεως της τελευταίας γεννήτριας, της μικρότερης δύλων, δηλαδή ένα πολύ μικρό υποπολλαπλάσιο του ρεύματος του κινητήρα και εξασφαλίζεται ρύθμιση σε ευρέα δρια.

Η κάθιδος κάδου γίνεται συνήθως με αναστροφή της φο-



Σχ. 5.6a.

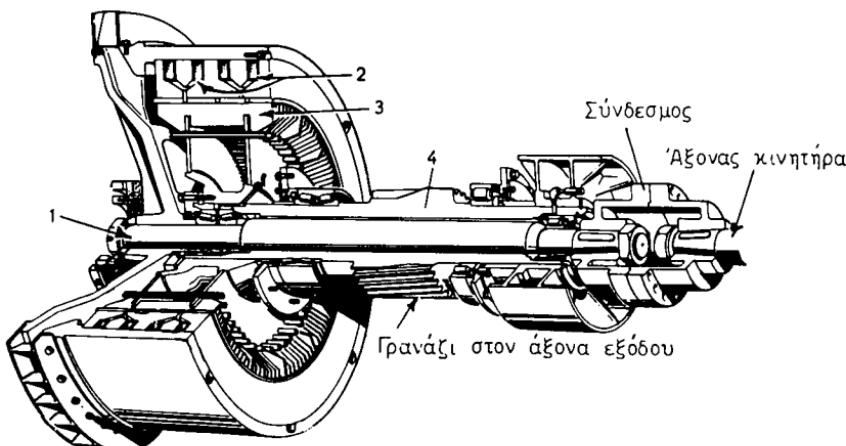
- I. II. III. Κινητήρες ανυψώσεως κάδου, προωθήσεως βυθιστή και περιστροφής σκάφους. 1'. 2'. 3'. Γεννήτριες τροφοδοτήσεως κινητήρων.
4. Ηλ/τίρας εναλλασσόμενου για την κίνηση των γεννητριών. 1''. 2''. 3'' και 1''. 2''. 3''. Γεννήτριες διεγέρσεως 1ης και 2ας βαθμίδας. α. β. γ. Ρυθμιστές ρεύματος διεγέρσεως τελευταίας βαθμίδας.

ράς περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα, που δίνει κίνηση στο τύμπανο ανυψώσεως. Έτσι ο κάδος δεν πέφτει ελεύθερα, αλλά κατέρχεται με ελεγχόμενη ταχύτητα.

Μεταξύ του κινητήρα ανυψώσεως του κάδου και του συστήματος μειωτήρων, που δίνει την κίνηση στο αντίστοιχο βαρούλκο, παρεμβάλλεται συνήθως συμπλέκτης ολισθήσεως. Ο συμπλέκτης αυτός ρυθμίζεται κατάλληλα, ώστε να ολισθαίνει όταν ο κάδος συναντήσει αντίσταση μεγαλύτερη από ένα όριο και να μην μεταβιβάζονται έτσι στον κινητήρα τυχόν υπερβολικά ή κρουστικά φορτία (π.χ. αντιστάσεις που προκαλούν απότομο «σταμάτημα» του κάδου).

Υπάρχουν και ηλεκτρομαγνητικοί συμπλέκτες ρυθμιζόμενης ροής εξόδου.

Το σχήμα 5.6β δείχνει ένα συμπλέκτη του είδους αυτού. Στον άξονα εισόδου 1 του συμπλέκτη, ο οποίος λαμβάνει κίνηση από τον κινητήρα, είναι σφηνωμένος ένας ρότορας 2 με περιέλιξη, που διαρρέεται από ρεύμα. Ο ρότορας αυτός περιβάλλει ένα επαγωγικό τύμπανο 3 σφηνωμένο στον άξονα εξόδου 4, που περιβάλλει τον άξονα εισόδου 1. Μεταξύ ρότορα και τυμπάνου υπάρχει ένα πολύ μικρό δακτυλιωτό διάκενο αέρα. Λόγω του ρεύματος που αναπτύσσεται εξ επαγωγής στο τύμπανο 3, δημιουργείται ροπή στρέψεως που θέτει σε περιστροφή τον άξονα εξόδου. Η ροπή αυτή μεγαλώνει, όταν π.χ. λόγω αυξήσεως του φορτίου μειώνονται οι στροφές του άξονα εξόδου και αντίστροφα. Εξασφαλίζεται έτσι προσαρμογή της κινητήριας ροπής στρέψεως στην εκάστοτε ροπή του φορτίου.



Σχ. 5.6β.

Το ρεύμα που στέλνομε στο ρότορα μπορούμε να το ρυθμίζομε, και έτσι να μεταβάλλομε κατά βούληση τη συσχέτιση ροπής - στροφών στον άξονα εξόδου (παράγρ. 2.2).

Όταν πάψουμε να στέλνομε ρεύμα στο ρότορα, δεν μεταβιβάζεται ροπή στον άξονα εξόδου και έχουμε αποσύμπλεξη.

Ο συμπλέκτης αυτός δεν έχει τριβόμενες επιφάνειες εκτός από τις ψήκτρες, που μεταφέρουν το ρεύμα στο ρότορα. Το κινητήριο και το παρασυρόμενο σε κίνηση τμήμα του δεν έρχονται καθόλου σε επαφή. Έτσι αποφεύγονται οι φθορές. Επίσης η σύμπλεξη και αποσύμπλεξη γίνονται γρήγορα, ομαλά και αθόρυβα.

Ο ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης χρησιμοποιείται και σε ντζελοκίνητους εκσκαφείς, οπότε τροφοδοτείται από γεννήτρια, η οποία κινείται από τον κινητήρα ντζελ. Δι' αυτού μεταδίδεται κίνηση σε διάφορα συστήματα, όπως π.χ. το σύστημα στροφής του σκάφους, όπου έχουμε συνές συμπλέξεις και αποσυμπλέξεις, οι οποίες με τις αναπόφευκτες ολισθήσεις, θα προκαλούσαν γρήγορα φθορές σε περίπτωση συμπλεκτών τριβής [παράγρ 5.5 (B)].

Στους ηλεκτρικούς εκσκαφείς τα φρένα είναι συνήθως ηλεκτρομαγνητικά και ενεργούν μόνον όταν πάψει το κύκλωμά τους να διαρρέται από ρεύμα. Έτσι σταματούν την κίνηση, μόλις διακοπεί το ρεύμα του δικτύου ή του τοπικού τους κυκλώματος, και αποφεύγεται κάθε ανεξέλεγκτη κίνηση των μηχανισμών του εκσκαφέα, π.χ. λόγω αδράνειας ή λόγω βάρους.

Η ψύξη των ηλεκτροκινητήρων γίνεται με ρεύμα αέρα προερχόμενο από ανεμιστήρες τοποθετημένους σε κατάλληλη θέση. Ο αέρας αυτός στην είσοδό του περνάει από φίλτρο για να μην παρασύρει σκόνη στους κινητήρες.

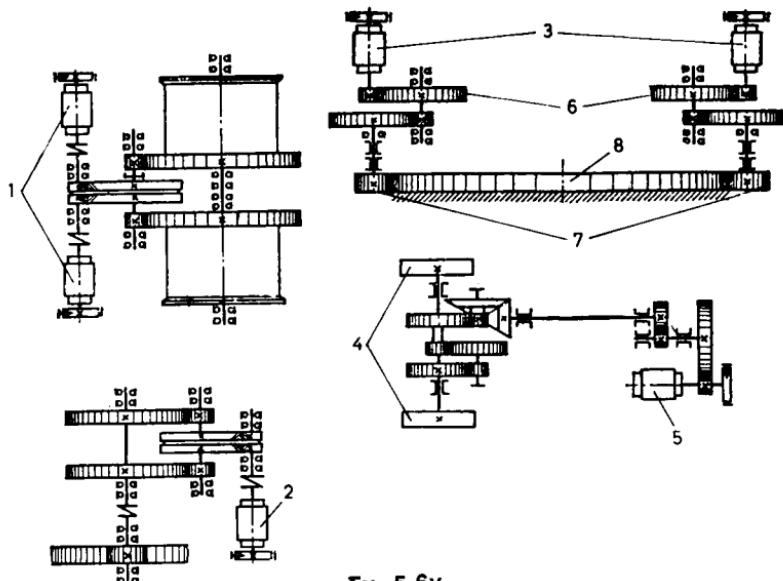
Το σχήμα 5.6γ δίνει παράδειγμα κατανομής των ηλεκτροκινητήρων στους διάφορους μηχανισμούς ενός εκσκαφέα με εξάρτηση μετωπικής τσάπας.

Οι δύο κινητήρες με κοινό άξονα 1 δίνουν κίνηση μέσω μειωτήρων στροφών στο τύμπανο του βαρούλκου ανυψώσεως του κάδου και ο κινητήρας 2, επίσης μέσω μειωτήρων στο μηχανισμό του βυθιστή. Οι δύο κινητήρες 3, που εργάζονται με συγχρονισμό, δίνουν κίνηση στο μηχανισμό περιστροφής του σκάφους μέσω των μειωτήρων 6 και των οδοντωτών τροχών 7, που κυλιούνται επάνω στη στεφάνη 8 του φορείου.

Το φορείο έχει τέσσερα ζεύγη ερπιστριών 4, κάθε ζεύγος λαμβάνει κίνηση από ανεξάρτητο ηλεκτροκινητήρα 5 μέσω μειωτήρων στροφών και κωνικών γραναζιών.

Ένας μικρός ηλεκτροκινητήρας δίνει κίνηση στο μηχανισμό, ο οποίος ανοίγει τον πυθμένα του κάδου.

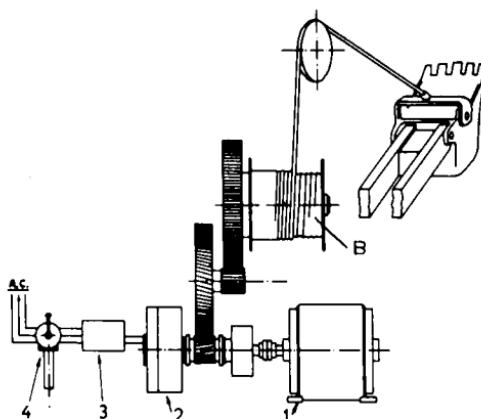
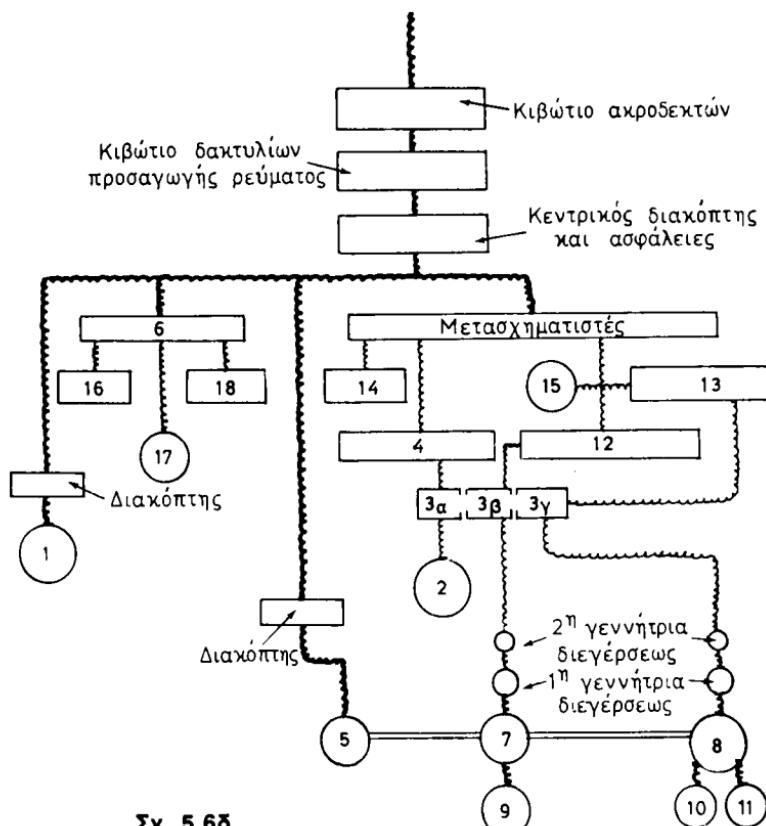
Το σχήμα 5.6δ δίνει σχηματικά ένα παράδειγμα διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος στους μηχανισμούς εκσκαφέα λατομείου με εξάρ-



Σχ. 5.6γ.

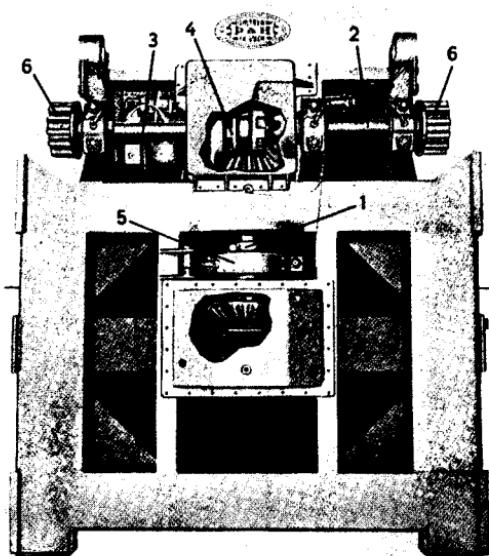
τηση τσάπας. Ο κινητήρας 1 του βαρούλκου ανυψώσεως του κάδου εργάζεται με εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής τάσεως και μεταδίδει την κίνηση μέσω του ηλεκτρομαγνητικού συμπλέκτη 2, ρυθμιζόμενης ροπής εξόδου. Ο συμπλέκτης 2 εργάζεται με συνεχές ρεύμα, προερχόμενο από τον ανορθωτή 3α και ρυθμιζόμενο μέσω του ρυθμιστή 4, ο οποίος επενεργεί στο ρεύμα τροφοδοτήσεως του ανορθωτή. Με το συμπλέκτη αυτό, ο οποίος παρεμβάλλεται κατά τη μετάδοση κινήσεως μεταξύ κινητήρα και μειωτήρα στροφών του βαρούλκου Β (σχ. 5.6ε), ρυθμίζομε την ταχύτητα ανυψώσεως του κάδου.

Ο κεντρικός κινητήρας υψηλής τάσεως 5 (σχ. 5.6δ) κινεί τις γεννήτριες συνεχούς 7 και 8. Από αυτές η πρώτη τροφοδοτεί τον κινητήρα στροφής του σκάφους 9 και η δεύτερη εναλλάξ τον κινητήρα 10 του συστήματος πορείας και τον κινητήρα 11, που ελέγχει τις κινήσεις του βυθιστή. Οι γεννήτριες αυτές διεγέρονται με συνεχές ρεύμα που προέρχεται από τους ανορθωτές 3β και 3γ και ρυθμίζεται μέσω των ρυθμιστών 12 και 13 αντίστοιχα, που επενεργούν στο εναλλασσόμενο ρεύμα τροφοδοτήσεως των ανορθωτών. Το ρεύμα τροφοδοτήσεως των ανορθωτών 3α, 3β και 3γ, είναι χαμηλής τάσεως προερχόμενο από μετασχηματιστές. Με εναλλασσόμενο ρεύμα χαμηλής τάσεως λειτουργούν επίσης η εγκατάσταση φωτισμού 14 και διάφοροι βοηθητικοί κινητήρες 15. Το κύκλωμα ελέγχου των φρένων 16, ο κινητήρας 17 που ανοίγει τον πυθμένα του κάδου, και η διέγερση 18 του κεντρικού κινητήρα 5, λειτουργούν με συνεχές ρεύμα προερχόμενο από τον ανορθωτή 6.



Σχ. 5.6ε.

1. Ηλεκτροκινητήρας βαρούλκου.
2. Ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης.
3. Ανορθωτής.
4. Ρυθμιστής ρεύματος ηλεκτρομαγνητικού συμπλέκτη.



Σχ. 5.6στ.

Το σχήμα 5.6στ. δείχνει τον τρόπο μεταβιβάσεως της κινήσεως στις ερπύστριες.

Ο ηλεκτροκινητήρας της πορείας κινεί μέσω συστήματος οδοντωτών τροχών ένα κατακόρυφο άξονα, από τον οποίο λαμβάνει κίνηση ο οριζόντιος κεντρικός άξονας 1 και στη συνέχεια τα ημιαξόνια 2 και 3.

Το ημιαξόνιο λαμβάνει κίνηση από τον άξονα 1 μέσω ζεύγους κωνικών γραναζιών χωρίς συμπλέκτη, ενώ το ημιαξόνιο 3 λαμβάνει την κίνηση από το ημιαξόνιο 2 μέσω του συμπλέκτη 4.

Έτσι το ημιαξόνιο 2 συνδέεται μόνιμα με το μηχανισμό που μεταφέρει την κίνηση στο σύστημα πορείας, ώστε να ενισχύει την ασφάλεια έναντι τυχόν κυλίσεως του εκσκαφέα σε κατήφορο κάτω από την ενέργεια του βάρους του· και αυτό γιατί κατά την κύλιση του αντίστοιχου κινητήριου τροχού παρασύρονται σε κίνηση όλες οι περιστρεφόμενες μάζες του συστήματος μεταδόσεως κινήσεως μέχρι του τροχού αυτού, των οποίων η αδράνεια και οι τριβές καθώς και η πέδηση από τον κινητήρα περιορίζουν την επιτάχυνση κυλίσεως.

Ο κεντρικός άξονας 1 έχει το φρένο 5, που σφίγγεται κάτω από την επίδραση του ελατηρίου του, όταν πάψει να διέρχεται ρεύμα από τον κινητήρα πορείας. Έτσι κατά την εργασία, οπότε δεν διέρχεται ρεύμα από τον κινητήρα πορείας, ο άξονας 1 και μαζί του τα ημιαξόνια των ερπυστριών, φρενάρονται και ο εκσκαφέας δεν μετακινείται κάτω από την επίδραση των δυνάμεων εκσκαφής [παράγρ. 5.4 (Α, 1)].

Η αλλαγή διευθύνσεως γίνεται με τον συμπλέκτη 4 και το φρένο του ημιαξονίου 3. Έτσι, όταν θέλομε να κάνομε στροφή προς την πλευ-

ρά του ημιαξονίου 3, αποσυμπλέκομε το συμπλέκτη 4 και σφίγγομε το φρένο του ημιαξονίου αυτού. Όταν θέλομε να κάνομε στροφή προς την αντίθετη πλευρά, κινούμεθα με την όπισθεν και κάνομε τον ίδιο χειρισμό, έως ότου ο εκσκαφέας λάβει την επιθυμητή κατεύθυνση, οπότε αρχίζομε ξανά την προς τα εμπρός πορεία.

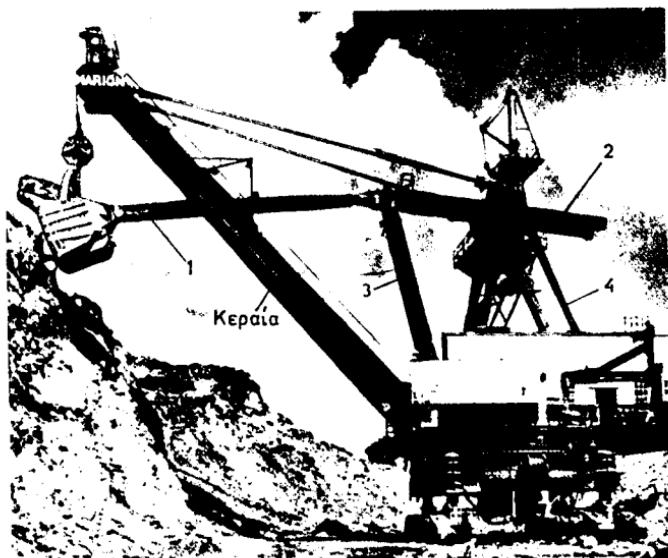
Ο συμπλέκτης 4 και τα φρένα ελέγχονται με ηλεκτροϋδραυλικό χειρισμό [παράγρ. 2.4 (2)]. Τα μικρά γρανάζια 6 μεταδίδουν την κίνηση σε μεγάλα γρανάζια του τελικού μειωτήρα στροφών, τα οποία κινούν τους κινητήριους τροχούς.

Στον ηλεκτρικό εκσκαφέα - γίγαντα του σχήματος 5.6ζ το σύστημα πορείας συνίσταται σε 4 ζεύγη ερπυστριών, τα οποία εξασφαλίζουν μεγάλη επιφάνεια επαφής με το έδαφος, επάνω στην οποία καταμερίζεται το τεράστιο βάρος του εκσκαφέα.

Κάθε ζεύγος ερπυστριών λαμβάνει κίνηση από έναν ιδιαίτερο ηλεκτροκινητήρα και έχει τη δυνατότητα να στρέφεται περί κατακόρυφο άξονα για αλλαγή διευθύνσεως. Επίσης οι ερπύστριες είναι δυνατόν να ταλαντεύονται και να παρακολουθούν τις ανωμαλίες του εδάφους.

Τα ζεύγη των ερπυστριών συνδέονται με το πλαίσιο του φορείου μέσω υδραυλικών γρύλων, οι οποίοι επιτρέπουν στο σκάφος να μένει οριζόντιο, όποιες και αν είναι οι ανωμαλίες του εδάφους.

Στον εκσκαφέα αυτό, για να μειωθεί η καταπόνηση της κεραίας, επομένως και το βάρος της, χρησιμοποιείται αρθρωτός βυθιστής (σπαστός). Ο βυθιστής αυτός αποτελείται από δύο αρθρωμένα μεταξύ τους



Σχ. 5.6ζ.

στελέχη 1 και 2, που συνδέονται στη θέση αρθρώσεώς τους με ένα τρίτο στέλεχος 3, αρθρωμένο στο σκάφος όπισθεν της κεραίας. Το πρώτο στέλεχος 1 περνάει από ένα άνοιγμα της κεραίας, χωρίς να ακουμπάει σε αυτήν και καταλήγει στον κάδο. Το δεύτερο 2 φέρει οδοντωτό κανόνα, ο οποίος λαμβάνει κίνηση από ένα γρανάζι στερεωμένο στο δικτύωμα 4 του σκάφους, και μπορεί να προχωρεί ή να οπισθοχωρεί παρασύροντας, μέσω του μηχανισμού των αρθρωτών στελεχών, σε αντίστοιχες κινήσεις τον κάδο.

Έτσι η κεραία καταπονείται μόνο από τις δυνάμεις που ασκούν τα συρματόσχοινα, ενώ οι δυνάμεις που μεταβιβάζει ο βυθιστής παραλαμβάνονται από το σκάφος μέσω των στελεχών 2 και 3.

2) Σύγκριση ηλεκτρικών με άλλα είδη εκσκαφέων.

Οι ηλεκτρικοί εκσκαφείς παρουσιάζουν τα γνωστά πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών μηχανημάτων: έλλειψη καυσαερίων, ευχέρεια χειρισμών και αναστροφής της κινήσεως, σχετικά αθόρυβη λειτουργία, καλό βαθμό αποδόσεως των κινητήρων, απλούστερη και λιγότερη δαπανηρή συντήρηση και καθαριότητα. Εξ άλλου για έκτακτες ανάγκες η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί αμέσως και επί πλέον παρέχεται ευχέρεια χρησιμοποιήσεως αυτομάτων συστημάτων ασφάλειας. Δεν υπάρχουν παλινδρομούντα μέρη, ούτε ανομοιομορφία στους κινητήρες, με αποτέλεσμα σημαντική μείωση δονήσεων.

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο από τους κινητήρες εσωτερικής καύσεως για την ίδια ισχύ, μας απαλλάσσουν από τα καύσιμα και καταναλίσκουν λιγότερα λιπαντικά. Η ευχέρεια χρησιμοποιήσεως χωριστών κινητήρων για τις διάφορες κινήσεις επιτρέπει την κατάργηση συμπλεκτών και των συναφών μηχανισμών χειρισμούς τους, καθώς και την πληρέστερη εκμετάλλευση της ισχύος των κινητήρων.

Η ισχύς στους ηλεκτροκινητήρες επηρεάζεται πολύ λιγότερο από το υψόμετρο και τη θέρμοκρασία του περιβάλλοντος παρά στους κινητήρες εσωτερικής καύσεως, η δε ικανότητα υπερφορτίσεως είναι σημαντικά μεγαλύτερη.

Επίσης ορισμένα είδη ηλεκτροκινητήρων, ιδίως οι ηλεκτροκινητήρες σειράς συνεχούς ρεύματος, είναι ιδιεώδη για τα κυμαινόμενα φορτία των εκσκαφέων γιατί έχουν την ικανότητα να προσαρμόζουν την κινητήρια ροπή τους στην εκάστοτε ροπή του φορτίου τους σε ευρύτατα όρια. Δηλαδή, αν για οποιονδήποτε λόγο, π.χ. λόγω σκληρού πετρώματος, αυξηθεί σημαντικά η αν-

θιστάμενη ροπή που προκύπτει από την αντίσταση εκσκαφής, ο κινητήρας επιβραδυνόμενος αναπτύσσει μεγαλύτερη ροπή, ικανή να αντιμετωπίσει την αύξηση αυτή του φορτίου. Αντιθέτως οι κινητήρες εσωτερικής καύσεως δεν μπορούν να προσαρμόσουν τη ροπή τους στο φορτίο χωρίς ανωμαλία λειτουργίας, παρά μόνο σε μια πολύ περιορισμένη περιοχή ροπών και χρειάζονται συμπλέκτες ολισθήσεως, μετατροπείς ροπών, κιβώτια ταχυτήτων κλπ. Επίσης στους ηλεκτροκινητήρες τόσο του συνεχούς ρεύματος, όσο και στους δακτυλιοφόρους τριφασικούς με μεταβλητή αντίσταση, μπορούμε εύκολα με ρύθμιση των ηλεκτρικών αντιστάσεων, να μεταβάλλουμε τη συσχέτιση ροπής - στροφών κατά συνεχή τρόπο (χωρίς βαθμίδες).

Οι ηλεκτρικοί εκσκαφείς είναι κατάλληλοι και για υπόγειες εργασίες, γιατί δεν καταναλώνουν οξυγόνο και δεν μολύνουν το περιβάλλον με καυσαέρια.

Δεν έχουν στη ράχη τους την πηγή ενέργειας για τη λειτουργία τους (κινητήρα Diesel, ντζελογεννήτρια), πλεονέκτημα που γίνεται ιδιαίτερα αισθητό σε εκσκαφείς μεγάλης ισχύος.

Είναι όμως εξαρτημένοι από το δίκτυο που τους τροφοδοτεί και συνεπάγονται κινδύνους από τυχόν βλάβες των μονώσεων των καλωδίων κλπ. οι οποίες, λόγω της εργασίας στο ύπαιθρο, εμφανίζονται συχνότερα. Ανεξάρτητοι από το δίκτυο είναι οι ντζελοηλεκτρικοί εκσκαφείς [παράγρ. 5.2(1)].

Σε ηλεκτρικούς εκσκαφείς συναντώνται οι μεγαλύτερες χωρητικότητες κάδων (φθάνουν τα 200 m³).

5.7 Εκσκαφείς με κρεμαστό κάδο.

1) Γενικά.

Οι εκσκαφείς με κρεμαστό κάδο χρησιμεύουν για εκσκαφές μεγάλων εκτάσεων από ομοιόμορφο υλικό, καθώς και για εκσκαφές από απόσταση σε δυσπρόσιτα μέρη (π.χ. κάτω από το νερό), όπου απαιτείται μεγάλη ακτίνα δράσεως. Επίσης χρησιμοποιούνται για αποκόμιση οικοδομικού υλικού από εκτεταμένες περιοχές ή από βυθούς. Ο κάδος κρέμεται από συρματόσχοινα, που γεφυρώνουν την απόσταση μεταξύ δύο βάσεων. Η μία βάση είναι η αφετηρία, όπου εκφορτώνεται το υλικό και όπου βρίσκονται οι μηχανισμοί ελέγχου των κινήσεων του κάδου, και η άλλη το τέρμα όπου αρχίζει η εκσκαφή και η φόρτωση. Η εκσκαφή γίνεται κατά μήκος μιας ζώνης μεταξύ των δύο αυτών βάσεων, και το υλικό αδειάζεται στην αφετηρία σε σωρούς, σε μεταφορικές ταινίες, σε οχήματα ή σε χώρους αποθηκεύσεως.

Το τέρμα είναι μεταθετό και το μετακινούμε συνήθως κατά τόξο κύκλου κάθε φορά που τελειώνει η εκσκαφή μιας ζώνης, ώστε η εργασία να προχωρεί κατά ζώνες ακτινικές με κέντρο την αφετηρία. Όταν όμως θέλομε να σκάψουμε κατά παράλληλες ζώνες, όπως συμβαίνει π.χ. κατά την κατασκευή διωρύγων, αναχωμάτων ποταμών, κλπ., τότε προχωρούμε από ζώνη σε ζώνη μεταθέτοντας παράλληλα αφετηρία και τέρμα.

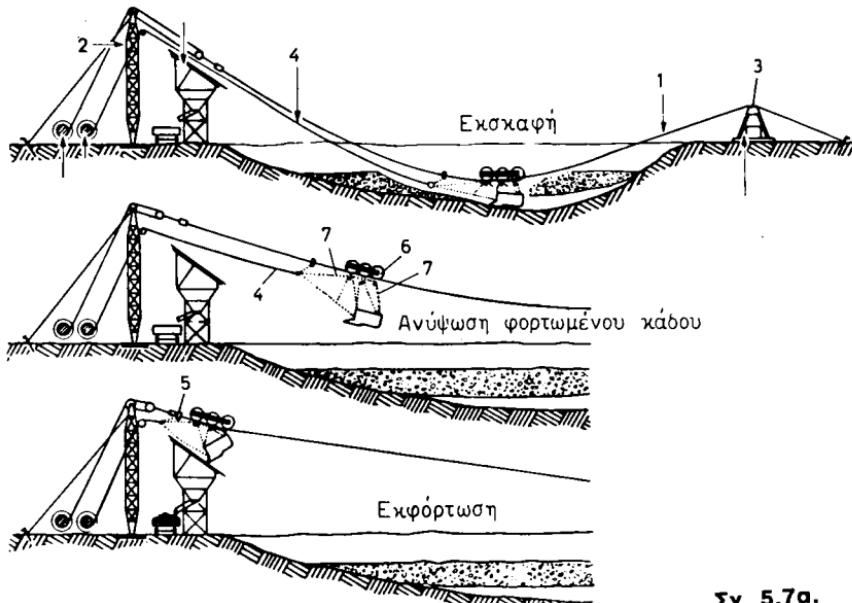
Η ακτίνα ενέργειας των εκσκαφέων αυτών φθάνει τα 400 έως 500 m και η χωρητικότητα των κάδων τους τα 8 έως 10 m³.

Έχουν γρήγορο κύκλο λειτουργίας χάρη στις μικρές κινούμενες μάζες τους. Για να χρησιμοποιηθούν όμως πρέπει να υπάρχει αρκετή εργασία, που να δικαιολογεί τη διαδικασία και τα έξοδα εγκαταστάσεώς τους. Δεν είναι κατάλληλοι γι' εκλεκτική εκσκαφή επερογενών στρωμάτων υλικού, ή για εκσκαφή υλικού με ογκώδη τεμάχια (ογκόλιθους), που δεν θα ήταν δυνατό να εισέλθουν στους κάδους τους. Επίσης, λόγω της καθορισμένης τροχιάς διαδρομής τους, δεν μπορούν να παρακάμψουν τυχόν σκληρά εμπόδια.

Διακρίνομε κρεμαστούς κάδους κυλιόμενους επάνω σε συρματόσχοινο και κρεμαστούς κάδους χωρίς πυθμένα (έρποντες).

2) **Κρεμαστοί κάδοι κυλιόμενοι επάνω σε συρματόσχοινο** (slacklines, Kabelbagger, dragues sur cable).

Οι κάδοι αυτοί κυλιούνται με τροχίσκους (ράουλα) επάνω σε ένα συρματόσχοινο 1 (σχ. 5.7a) του φέροντος συρματόσχοινου ή συρμα-



Σχ. 5.7α.

τόσχοινο κυλίσεως (track cable, Tragseil, cable porteur), το οποίο συνδέει την αφετηρία 2 με το τέρμα 3.

Η τάση του συρματόσχοινου αυτού και επομένως και το ύψος της καμπύλης που σχηματίζει, το ύψος δηλαδή της τροχιάς του κάδου, ρυθμίζεται με τη βοήθεια βαρούλκου, του λεγόμενου **βαρούλκου τανύσεως**.

Ένα άλλο βαρούλκο, το **βαρούλκο έλξεως**, ελέγχει την κύλιση του κάδου επάνω στο φέρον συρματόσχοινο με τη βοήθεια του **συρματόσχοινου έλξεως** 4.

Κατά την εκσκαφή χαλαρώνομε το φέρον συρματόσχοινο, ώστε να κατεβάσουμε τον κάδο στο βάθος, όπου θέλουμε να σκάψουμε, και με τη βοήθεια του βαρούλκου έλξεως τον έλκουμε προς την αφετηρία. Όταν γεμίσει για να τον ανυψώσουμε, αυξάνουμε την τάνυση του φέροντος συρματοσχοίνου, ενώ συνεχίζουμε την έλξη.

Όταν φθάσει στην αφετηρία επάνω από τη θέση εκφορτώσεως, ένα εμπόδιο 5 στερεωμένο επί του φέροντος συρματοσχοίνου σε κατάλληλη θέση (ρυθμιζόμενη εκ των προτέρων, ώστε ο κάδος να αδειάζει στην εκάστοτε επιθυμητή θέση), σταματά την κύλιση του κάδου. Τότε το συρματόσχοινο έλξεως επειδή δεν μπορεί να κινήσει πια τα ράουλα 6, έλκει την αλυσίδα 7 και ανατρέπει τον κάδο, ο οποίος έτσι αδειάζει.

Το τέρμα βρίσκεται χαμηλότερα από την αφετηρία, ώστε ο όδειος κάδος να επιστρέψει παρασυρόμενος από το βάρος του.

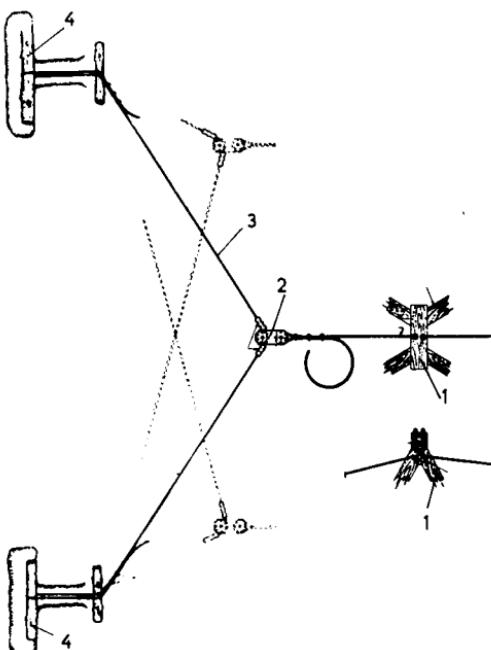
Το βαρούλκο έλξεως διαθέτει συνήθως δύο ταχύτητες: μια χαμηλή για την αντιμετώπιση της μεγάλης αντιστάσεως που παρουσιάζεται κατά την εκσκαφή, και μια υψηλή για την ταχεία έλξη του πλήρους κάδου προς τη θέση εκφορτώσεως.

Στην αφετηρία και στο τέρμα τα συρματόσχοινα στηρίζονται σε ιστούς ή πύργους.

Ο πύργος της αφετηρίας είναι μεταθετός μόνο στην περίπτωση, όπου η εκσκαφή γίνεται κατά παράλληλες ζώνες. Άλλως στερεώνεται μόνιμα σε ισχυρές αγκυρώσεις με αντιανέμια συρματόσχοινα περιφερειακά διατεταγμένα.

Στο τέρμα, το φέρον συρματόσχοινο μπορεί να στηρίζεται επάνω σε βαρύ πύργο με μεγάλη βάση, αρκετά ευσταθή έναντι των δυνάμεων εκσκαφής, ώστε να μην χρειάζεται πρόσθετη αγκύρωση. Κατά τη μετάθεση από τη μια ζώνη εκσκαφής στην άλλη ο πύργος αυτός προχωρεί επάνω σε σιδηροτροχιές ή σε ερπύστριες, ρυμουλκούμενος ή αυτοπρωθούμενος.

Άλλοτε πάλι για τη σταθεροποίηση του πύργου τέρματος χρησιμοποιείται μεταχειρισμένο βαρύ τρακτέρ, ή φορτωμένο ρυμουλκό αυτοκινήτου, όπου προσδένεται το φέρον συρματόσχοινο, αφού περάσει από μια τροχαλία στην κορυφή του πύργου τέρματος, ο οποίος στηρίζεται σε ολισθητήρες τύπου ελκύθρου. Κατά τη μετάθεση του τέρματος το τρακτέρ ή το φορτηγό ελευθερώνεται από το φέρον συρματόσχοινο και ρυμουλκεί τον πύργο στη νέα θέση εργασίας.



Σχ. 5.7β.

Για μικρές μεταθέσεις χρησιμοποιείται η διάταξη του σχήματος 5.7β.

Το φέρον συρματόσχοινο, αφού περάσει από μια οδηγό τροχαλία στην κορυφή του καβαλέτου 1, συνδέεται, μέσω του συνδέσμου διακλαδώσεως 2 με ένα οδηγό συρματόσχοινο 3, που έχει τα άκρα του στερεωμένα σε δύο ισχυρές αγκυρώσεις 4.

Για να μεταθέσουμε το τέρμα, μεταφέρομε το σύνδεσμο 2 κατά μήκος του οδηγού συρματοσχοίνου 3 μέχρι που το φέρον συρματόσχοινο λάβει τη διεύθυνση της νέας τροχιάς που θέλομε να ακολουθήσει ο κάδος.

Ασφαλίζομε κατόπιν το σύνδεσμο 2 στη θέση του και μετακινούμε το καβαλέτο, έως ότου η τροχαλία της κορυφής του λάβει πάλι τη θέση οδηγού στην ευθυγραμμία μεταξύ αφετηρίας και συνδέσμου 2.

Η μετάθεση του συνδέσμου 2 μπορεί να γίνει και με τη βοήθεια ιδιαίτερου συρματοσχοίνου, που ελέγχεται από ένα βαρούλκο στην αφετηρία.

Αντί να μεταθέτομε το σύνδεσμο 2 μπορούμε να κινούμε προς τη μια ή προς την άλλη αγκύρωση το οδηγόν συρματόσχοινο 3, με τη βοήθεια δύο χειροκινήτων βαρούλκων εγκατεστημένων στις θέσεις αγκυρώσεως. Στα βαρούλκα αυτά το οδηγόν συρματόσχοινο είναι τυλιγ-

μένο έτσι, ώστε όταν τυλίγεται στο ένα, να εκτυλίσσεται από το άλλο. Στρέφοντας τότε το ένα βαρούλκο ή το άλλο, αναγκάζομε το συρματόσχοινο και μαζί του το σύνδεσμο 2 να κινηθεί προς τη μια ή την άλλη αγκύρωση αντίστοιχα.

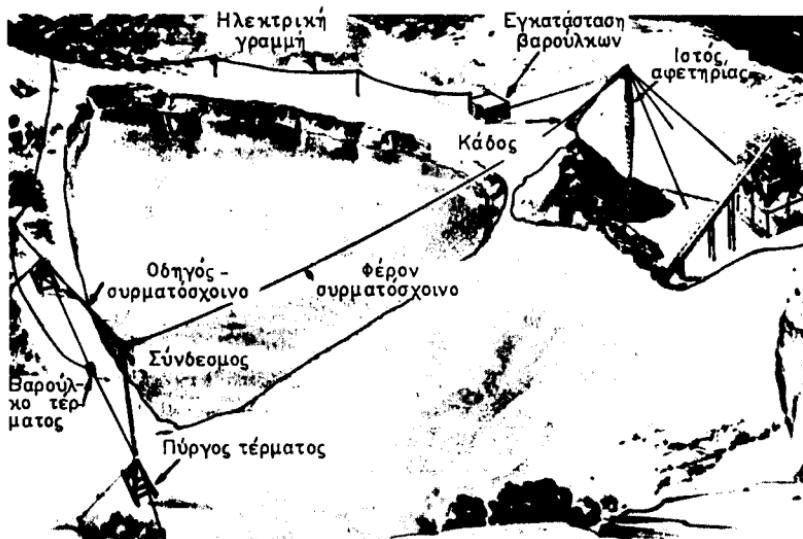
Όταν υπάρχει δυνατότητα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από την αφετηρία στο τέρμα, το οδηγόν συρματόσχοινο 3 μπορεί να κινείται με τη βοήθεια ηλεκτροκίνητου βαρούλκου εγκατεστημένου στο τέρμα και ελεγχόμενου από την αφετηρία (σχ. 5.7γ).

Πολλές φορές, όταν χρειαζόμαστε μεταθετή αφετηρία και η ακτίνα ενέργειας δεν είναι πολύ μεγάλη, μπορούμε αντί του πύργου αφετηρίας να χρησιμοποιήσουμε εκσκαφέα με βαρούλκα για εξάρτηση συρόμενου κάδου [παράγρ. 5.4 (Γ, 1)].

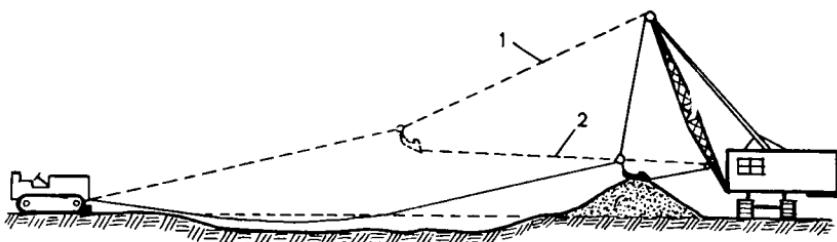
Στην περίπτωση αυτή (σχ. 5.7δ) το συρματόσχοινο ανυψώσεως 1 φθάνει στην απέναντι πλευρά του πεδίου εκσκαφής, όπου δένεται σε μία σταθερή βάση (π.χ. σε ένα βαρύ τρακτέρ) και ο κάδος (με πυθμένα ή χωρίς πυθμένα) κυλίεται κατά μήκος του συρματοσχοίνου ανυψώσεως παρασυρόμενος από το συρματόσχοινο έλξεως 2.

Η εκσκαφή γίνεται με κατάλληλους συνδυασμούς χειρισμών των βαρούλκων ανυψώσεως και έλξεως.

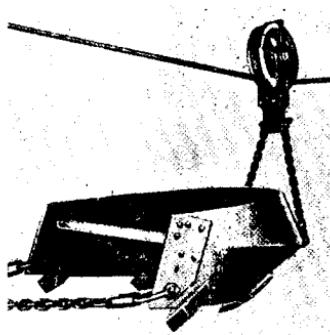
Όταν η απόσταση αφετηρίας - τέρματος είναι σχετικά μεγάλη ή το φορτίο βαρύ, ενισχύομε την ευστάθεια του εκσκαφέα με αντιανέμια συρματόσχοινα, που αρχίζουν από την κεραία και δένονται σε πασσάλους.



Σχ. 5.7γ.



Σχ. 5.7δ.



Σχ. 5.7ε.

Ο κυλιόμενος κάδος είναι συνήθως όμοιος με αυτόν της εξαρτήσεως συρομένου κάδου (σχ. 5.7α).

Χρησιμοποιούνται όμως και κάδοι χωρίς πυθμένα (σχ. 5.7ε) με δύο αλυσίδες, από τις οποίες η μία κρέμεται μέσω τροχαλίας κυλίσεως από το φέρον συρματόσχοινο και η άλλη συνδέεται με το συρματόσχοινο έλξεως.

Οι κάδοι αυτοί, όταν γεμίσουν σύρονται προς την αφετηρία, χωρίς να υψώνονται επάνω από το έδαφος, έως ότου φθάσουν στη θέση εκφορτώσεως, όπου εγκαταλείπουν το υλικό τους. Το επάνω μέρος τους έχει κλίση προς τα μέσα έτσι, ώστε όταν γεμίσουν, η αντίσταση που ασκείται από το έδαφος να έχει μια συνιστώσα προς τα επάνω.

Η συνιστώσα αυτή αναγκάζει τα χείλη του κάδου με τα δόντια να ανασηκώνονται. Έτσι ο κάδος σταματάει να σκάβει, μόλις γεμίσει και η αντίστασή του στην έλξη μετριάζεται.

Όπως και στην εξάρτηση συρόμενου κάδου, η δύναμη διεισδύσεως του κυλιόμενου κάδου εξαρτάται από το βάρος του. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε βαρύτερους κάδους για τα σχετικά σκληρότερα εδάφη.

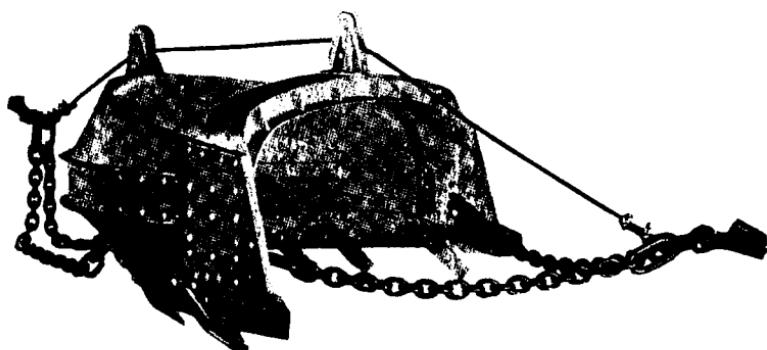
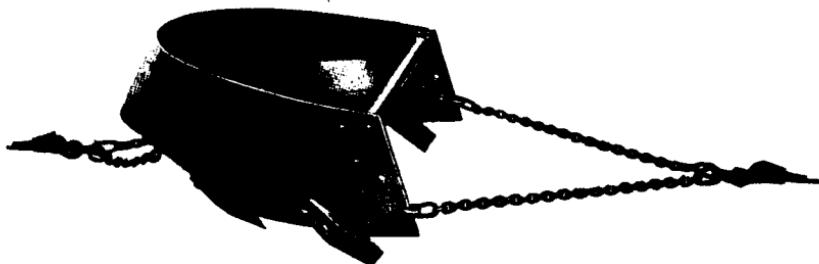
Όταν λόγω σκληρότητας του εδάφους δεν επιτυγχάνεται επαρκής διείσδυση, συνιστώνται κάδοι με δόντια.

3) Κρεμαστοί κάδοι έρποντες (drag scrapers, Seilschrapper, racleurs au sol).

Οι κάδοι αυτοί δεν έχουν πιθμένα (σχ. 5.7στ.) και για να μην φεύγει το περιεχόμενό τους είμαστε υποχρεωμένοι να τους σύρομε έρποντας επάνω στο έδαφος μετά το γέμισμα.

Λείπουν το φέρον συρματόσχοινο και τα ράουλα· ο κάδος κρέμεται με αλυσίδες από δύο συρματόσχοινα. Το ένα από αυτά, το συρματόσχοινο έλξεως 1 (σχ. 5.7ζ), είναι στερεωμένο στο εμπρός μέρος του κάδου (το ανοικτό μέρος), διέρχεται δια μιας οδηγού τροχαλίας του πύργου της αφετηρίας και καταλήγει στο τύμπανο του βαρούλκου έλξεως. Το άλλο συρματόσχοινο, το λεγόμενο συρματόσχοινο επιστροφής 2, που είναι στερεωμένο στο πίσω μέρος του κάδου, διέρχεται δια μιας τροχαλίας 3 του πύργου τέρματος, όπου αλλάζει διεύθυνση, διανύει την απόσταση από το τέρμα στην αφετηρία, διέρχεται δια μιας τροχαλίας του πύργου της αφετηρίας, τοποθετημένης ψηλότερα από την αντίστοιχη τροχαλία του συρματόσχοινου έλξεως, και καταλήγει στο τύμπανο του λεγόμενου βαρούλκου επιστροφής.

Όταν το συρματόσχοινο έλξεως τυλίγεται στο αντίστοιχο τύμπανο, το συρματόσχοινο επιστροφής ξετυλίγεται (εκτυλίσσεται) και αντίστροφα.



Σχ. 5.7στ.



Σχ. 5.7ζ.

Έτσι, όταν συμπλέκομε τον συμπλέκτη του βαρούλκου επιστροφής, ο κάδος επιστρέφει προς το τέρμα, ενώ το συρματόσχοινο έλξεως ξετυλίγεται (εκτυλίσσεται). Αντίθετα, όταν συμπλέκομε το συμπλέκτη του βαρούλκου έλξεως, ο κάδος έλκεται προς την αφετηρία, σκάβει και γεμίζει.

Για να μην χαλαρώνεται το εκάστοτε ξετυλιγόμενο συρματόσχοινο, σφίγγεται μερικώς το φρένο του βαρούλκου του κατά το ξετύλιγμα.

Για την επιστροφή του κάδου προς το τέρμα χρησιμοποιούμε μεγαλύτερη ταχύτητα, επειδή το αντίστοιχο βαρούλκο έλκει τον κάδο κενό και αντιμετωπίζει επομένως μικρότερο φορτίο.

Η αφετηρία (θέση εκφορτώσεως) βρίσκεται χαμηλότερα από το τέρμα, ο δε πύργος της αφετηρίας δεν χρειάζεται να είναι πολύ ψηλός, γιατί ο κάδος δεν εγκαταλείπει το έδαφος, μέχρις ότου το υλικό αδειάσει στην αφετηρία.

Η μετάθεση του τέρματος γίνεται με παρόμοιους τρόπους, όπως και στην περίπτωση των κυλιόμενων κάδων.

Για το "στρώσιμο" των σωρών, που σχηματίζονται στην αφετηρία από το υλικό που σκάβεται, αναστρέφομε τον κάδο έτσι, ώστε τα δόντια του να είναι στραμμένα προς το τέρμα, οπότε το γέμισμα του κάδου και η μεταφορά του υλικού γίνεται αντίστροφα (όταν έλκεται το συρματόσχοινο επιστροφής) και το υλικό των σωρών απλώνεται προς τα πίσω.

Οι έρποντες κάδοι έχουν λιγότερο δαπανηρή εγκατάσταση από τους κυλιόμενους, αλλά οι κυλιόμενοι είναι ταχύτεροι και γι' αυτό προτιμώνται για μεγαλύτερες αποστάσεις αφετηρίας - τέρματος και για μεγαλύτερα βάθη εκσκαφής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Για συνεχή εκσκαφή μεγάλων όγκων υλικού, π.χ. σε επιφανειακά ορυχεία, σε έργα κατασκευής διωρύγων, αποκαλύψεως μεταλλείων κλπ., χρησιμοποιούνται εκσκαφείς συνεχούς λειτουργίας. Οι εκσκαφείς αυτοί σκάβουν χωρίς διακοπή από το ένα μέρος και εκφορτώνουν το εκσκαπτόμενο υλικό από το άλλο, ενώ προχωρούν ή στρέφουν το σκάφος τους σε συγχρονισμό προς την εκσκαφή, ώστε να αφαιρούν διαρκώς νέο υλικό.

Διακρίνομε εκσκαφείς συνεχούς λειτουργίας με ατέλειωτη (ατέρμονα) αλυσίδα κάδων και με καδοφόρο τροχό.

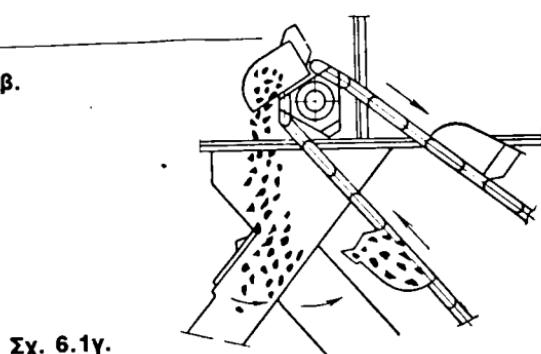
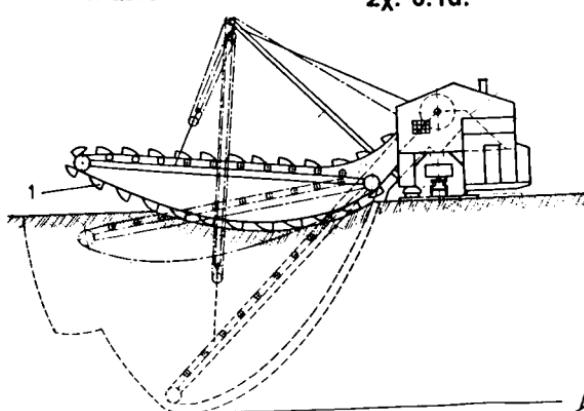
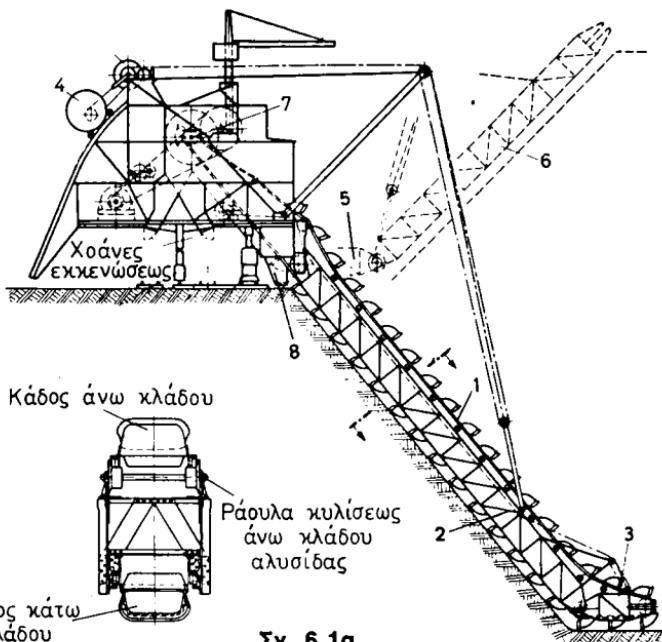
6.1 Εκσκαφείς με ατέλειωτη αλυσίδα κάδων (Eimerkettenbagger, excavateurs à godets multiples).

A. Γενικά.

Στους εκσκαφείς αυτούς το εκσκαπτικό όργανο αποτελείται από μια καδοφόρο ατέλειωτη αλυσίδα 1 (σχ. 6.1α και 6.1β), η οποία κινείται επάνω σε κεκλιμένο πλαίσιο 2 (σκάλες) έτσι, ώστε ο κάτω κλάδος της να έλκεται προς τον εκσκαφέα και ο επάνω να οδηγεί προς τη θέση εκσκαφής. Οι κάδοι του κάτω κλάδου (του κλάδου γεμίσματος) σκάβουν και γεμίζουν με υλικό ο ένας πίσω από τον άλλο. Όταν φθάσουν στη θέση όπου η αλυσίδα αλλάζει φορά κινήσεως, αδειάζουν ένας - ένας (σχ. 6.1γ) και κατόπιν εισέρχονται στην τροχιά του επάνω κλάδου (του κλάδου επιστροφής), επιστρέφοντας στη θέση εκσκαφής για να ξαναγεμίσουν κ.ο.κ.

Ο εκσκαφέας προχωρεί καθέτως προς την αλυσίδα, σκάβοντας διαρκώς νέα τμήματα εδάφους, ενώ το εκσκαπτόμενο υλικό εκφορτώνεται χωρίς διακοπή σε συγχρονισμό προς την εκσκαφή.

Οι εκσκαφείς αυτοί σκάβουν και σε βάθος και σε ύψος.



B. Κύρια μέρη.

Τα κύρια μέρη ενός εκσκαφέα με αλυσίδα κάδων είναι: το σκάφος με τον κινητήρα και τους διάφορους μηχανισμούς, το σύστημα κυλίσεως, η αλυσίδα των κάδων και το σύστημα απαγωγής των προϊόντων εκσκαφής.

1) Σκάφος.

Το σκάφος είναι δυνατόν να είναι περιστρεφόμενο ή όχι. Όταν τα προϊόντα της εκσκαφής "αδειάζονται" από το κάτω μέρος, έχει συνήθως τη μορφή πυλώνα (σχ. 6.1β).

Επάνω στο σκάφος βρίσκονται ο κινητήρας, οι μηχανισμοί ελέγχου των κινήσεων (βαρούλκα, μηχανισμός αυτοπροωθήσεως, τυχόν μηχανισμός περιστροφής του σκάφους), τα αντίβαρα ευστάθειας κλπ.

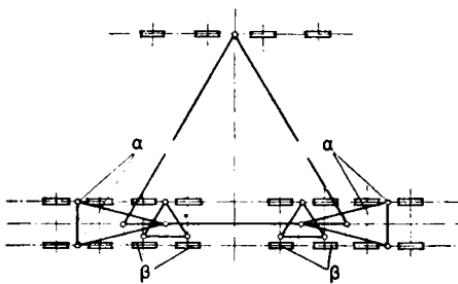
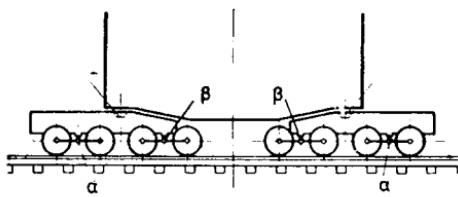
Οι μηχανισμός αυτοπροωθήσεως, επειδή οι εκσκαφείς αυτοί προχωρούν και κατά την εργασία, έχει δύο περιοχές ταχυτήτων, μία περιοχή υψηλών ταχυτήτων για την απλή μετακίνηση του εκσκαφέα και μία χαμηλών ταχυτήτων για την προώθηση κατά την εργασία.

2) Σύστημα κυλίσεως.

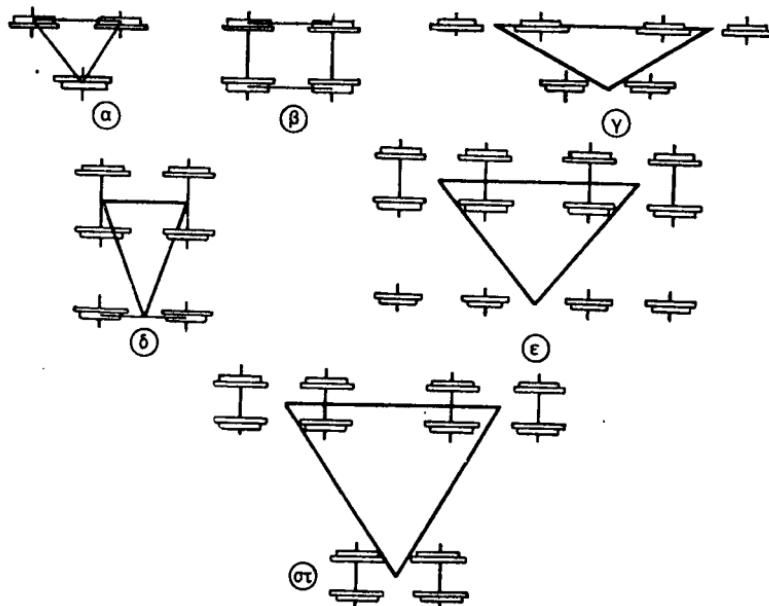
Το σύστημα κυλίσεως των εκσκαφέων συνεχούς λειτουργίας είναι με σιδηροτροχίες ή με ερπύστριες.

Συνήθως, ιδίως στις μεγάλες μονάδες, συνδέεται με το σκάφος κατά τρόπο ώστε να μπορεί να παρακολουθεί τις ανωμαλίες του εδάφους και να εξασφαλίζεται μεγαλύτερη ομοιομορφία κατανομής των αντιδράσεων του εδάφους στους τροχούς όπως π.χ. στο σύστημα στηρίξεως δια τριών σημείων, όπου το σκάφος στηρίζεται στα φορεία των τροχών με τρεις σφαιρικές αρθρώσεις. Το σχήμα 6.1δ δείχνει ένα σύστημα, όπου όχι μόνο η σύνδεση του σκάφους με το σύστημα κυλίσεως, αλλά και των φορείων των τροχών α με τα φορεία των τροχών β γίνεται με σφαιρικές αρθρώσεις, ενώ ο τρόπος στηρίξεως των περισσοτέρων τροχών στα φορεία τους τους επιτρέπει να ταλαντεύονται ανά δύο περί οριζόντιο άξονα.

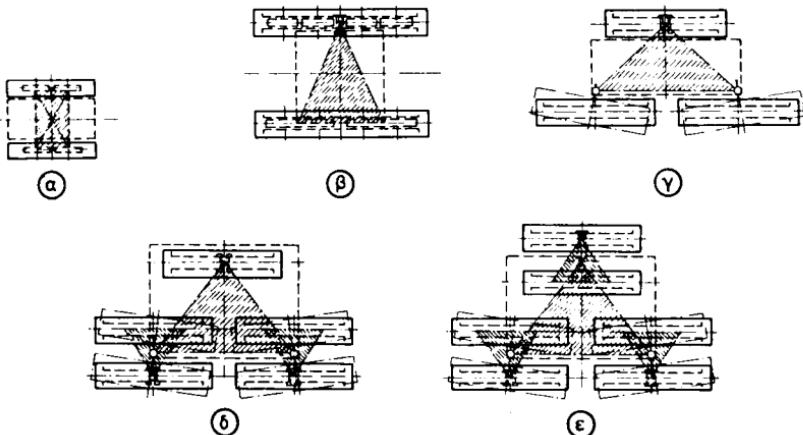
Το σύστημα κυλίσεως είναι δυνατόν να είναι συμμετρικό [σχ. 6. 1 ε (β) και σχ. 6.1 στ (α) και (β)] ή μη συμμετρικό [σχ. 6.1ε, (α), (γ), (δ), (ε), (στ) και σχ. 6.1στ (γ), (δ) (ε)].



Σχ. 6.1δ.



Σχ. 6.1ε.



Σχ. 6.1στ.

Στο μη συμμετρικό σύστημα τα φορεία με τους περισσότερους τροχούς βρίσκονται προς την πλευρά της αλυσίδας των κάδων, όπου συγκεντρώνεται και το μεγαλύτερο μέρος του βάρους του εκσκαφέα. Έτσι η ειδική πίεση [παράγρ. 2.5(1)] μεταξύ σιδηροτροχιών ή ερπυστριών και εδάφους στην πλευρά αυτή μετριάζεται και πλησιάζει κατά το δυνατόν την αντίστοιχη ειδική πίεση στην απέναντι πλευρά. Έτσι εξασφαλίζεται κάποια ομοιομορφία πιέσεων και δεν υπάρχουν θέσεις αυξημένης ειδικής πιέσεως, όπου θα υπήρχε φόβος υποχωρήσεως του εδάφους.

Από την πλευρά της αλυσίδας των κάδων βρίσκονται συνήθως και τα κινητήρια φορεία (τα φορεία με τους κινητήριους τροχούς) στα μη συμμετρικά συστήματα, ενώ στα συμμετρικά κατανέμονται και στις δύο πλευρές.

Στους μεγάλους εκσκαφείς υπάρχει ιδιαίτερος κινητήρας για το σύστημα τροχών κάθε κινητήριου φορείου.

Για τη σταθεροποίηση του συγκροτήματος από τον άνεμο ή την κλίση εδάφους κλπ., όταν δεν εργάζεται, χρησιμοποιούνται αυτόματοι μηχανισμοί με άρπαγες, φρένα κλπ., που ασφαλίζουν τον εκσκαφέα, μόλις σταματήσει να εργάζεται το σύστημα πορείας. Σε πολλούς τύπους μεγάλων εκσκαφέων, όταν ο άνεμος σε ώρα εργασίας υπερβεί ένα ορισμένο όριο ταχύτητας, αρχίζουν να ηχούν σειρήνες, ή σταματούν οι κινητήρες και φρενάρονται αυτόματα οι τροχοί.

3) Αλυσίδα κάδων.

Αποτελείται από δύο σειρές στοιχείων, που κινούνται μεταξύ ενός ζεύγους κινητηρίων και ενός ζεύγους οδηγών τροχαλιών. Επάνω στα στοιχεία στερεώνονται οι κάδοι από τις δύο πλευρές τους και διατάσσονται ο ένας πίσω από τον άλλο σε αρκετή απόσταση, ώστε να μένουν μεταξύ τους μερικά (π.χ. 4, 6 ή 8) στοιχεία της αλυσίδας ελεύθερα, ανάλογα με το είδος του εκσκαπτόμενου υλικού (για τα βαρέα και δύσκολα εκκενούμενα από τον κάδο υλικά, ιδίως για μεγάλα βάθη, τηρούνται οι μεγαλύτερες αποστάσεις). Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κάδων λέγεται **βήμα** της αλυσίδας.

Οι κάδοι αποτελούνται από χαλύβδινα ελάσματα και έχουν στο εμπρόσθιο μέρος τους ένα μαχαίρι από σκληρό χάλυβα (συνήθως μαγγανιούχο ή χρωμιονικελιούχο). Το μαχαίρι αυτό παρουσιάζει κοπτικές ακμές και στα πλάγια του κάδου, ώστε να σχίζει το έδαφος και κατά την εγκάρσια διεύθυνση (τη διεύθυνση προχωρήσεως του εκσκαφέα). Για σκληρά εδάφη προβλέπονται δόντια.

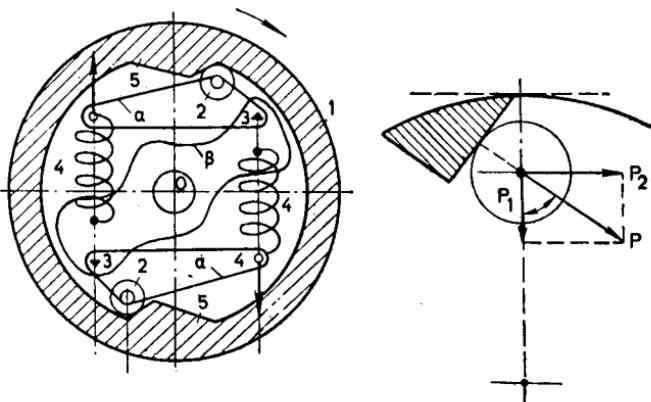
Ολόκληρη η αλυσίδα στηρίζεται επάνω σε ένα πλαίσιο 2 (σχ. 6.1a) της **σκάλας**, που είναι αρθρωμένη στο σκάφος και κρέμεται με συρματόσχοινα από μια κεραία.

Οι κινητήριες τροχαλίες 7 (σχ. 6.1a) της αλυσίδας βρίσκονται στο επάνω μέρος της και λαμβάνουν κίνηση από τον κινητήρα μέσω συμπλέκτη και συστήματος μεταδόσεως.

Ο συμπλέκτης είναι συνήθως συμπλέκτης ασφαλείας έναντι υπερφορτώσεως, δηλαδή αποσυμπλέκεται και σταματάει να μεταβιβάζει ροπή, όταν οι κάδοι συναντούν υπερβολική αντίσταση. Έτσι προστατεύεται η καδοφόρος αλυσίδα, το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως και ο κινητήρας από τυχόν επικίνδυνες καταπονήσεις.

Το σχήμα 6.1ζ δείχνει ένα τύπο συμπλέκτη ασφαλείας που αποσυμπλέκεται, όταν η ροπή στον άξονα εξόδου του υπερβεί ένα ορισμένο όριο, το οποίο καθορίζομε με κατάλληλη ρύθμιση της τάσεως δύο ελατηρίων.

Η εξωτερική στεφάνη 1 λαμβάνει κίνηση από τον άξονα εισόδου. Ένας εσωτερικός δίσκος β είναι σφηνωμένος στον άξονα εξόδου και συνδέεται με δύο μοχλούς α αφ' ενός μεν μέσω των αρθρώσεων 3, αφ' ετέρου δε μέσω των ελατηρίων 4. Ο δίσκος παρασύρεται σε περιστροφή από τη στεφάνη 1 μέσω των τροχίσκων 2, που είναι στερεωμένοι επάνω στους μοχλούς α και εισέρχονται σε αντίστοιχες υποδοχές της στεφάνης.



Σχ. 6.1ζ.

Όταν η ροπή του φορτίου στον άξονα εξόδου αυξηθεί τόσο, ώστε η συνιστώσα P_1 , της αντιδράσεως P (ανάλογη προς την εφαπτομενική συνιστώσα) P_2 , που μεγαλώνει με τη ροπή του φορτίου) να υπερβεί την προκαλούμενη υπό των ελατήριών αντίθετη δύναμη στη θέση των τροχίσκων, τότε οι τροχίσκοι ολισθαίνουν προς τα μέσα και ο εσωτερικός δίσκος μαζί με τον άξονα εξόδου παύουν να παρασύρονται σε περιστροφή.

Σαν συμπλέκτες ασφαλείας χρησιμοποιούνται και συμπλέκτες τριβής, που αρχίζουν να ολισθαίνουν και σταμάτούν να μεταβιβάζουν ροπή σε περίπτωση υπερφόρτωσεως.

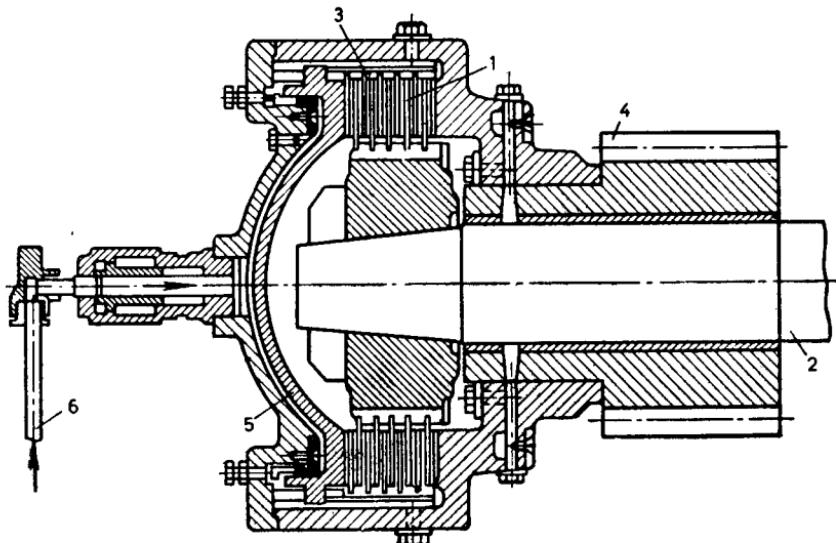
Στον πνευματικό συμπλέκτη του σχήματος 6.1η οι δίσκοι τριβής 1 του άξονα εξόδου 2 πιέζονται κατά τη σύμπλεξη έπάνω στους δίσκους 3, των περιστρέφομένων με το κινητήριο γρανάζι 4, με τη βοήθεια του διαφράγματος 5, που ωθείται με πεπιεσμένο αέρα προερχόμενο από το σωλήνα 6. Όταν η ροπή του φορτίου υπερβεί ένα όριο, εξαρτώμενο από την πίεση του αέρα και το συντελεστή τριβής μεταξύ κινητηρίων και κινουμένων δίσκων, αρχίζει η ολίσθηση [παράγρ. 2.3 (Α, 1)].

Το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως στις κινητήριες τροχαλίες είναι με γρανάζια, με πλανητικούς μειωτήρες ή με αλυσίδες.

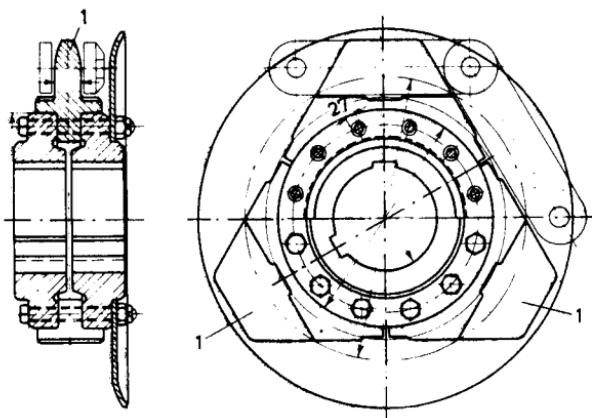
Το σχήμα 6.1θ δείχνει μια κινητήρια τροχαλία με πολυγωνικές προεξοχές 1, οι οποίες εισέρχονται στα κενά των στοιχείων της καδοφόρου αλυσίδας. Οι προεξοχές αυτές υπόκεινται σε μεγαλύτερη φθορά, και αποτελούνται από ιδιαίτερα τεμάχια, τα οποία αντικαθίστανται.

Οι τροχαλίες οδηγοί, που βρίσκονται στο κάτω μέρος της αλυσίδας στηρίζονται επάνω στη σκάλα με ελαστικά έδρανα, ώστε οι τυχόν κρούσεις που παρουσιάζονται κατά την εκσκάφη, να μην μεταβιβάζονται στη σκάλα καί στο σκάφος.

Η τάνυδη της αλυσίδας ρυθμίζεται με μετακίνηση των οδηγών τροχαλιών με τη βοήθεια χειροκίνητου, ηλεκτροκίνητου ή άλλου μηχανισμού.



Σχ. 6.1η.



Σχ. 6.1θ.

Όι αλυσίδες είναι **οδηγούμενες ή κρεμαστές**.

Στις οδηγούμενες (σχ. 6.1α), και οι δύο κλάδοι της αλυσίδας κινούνται επάνω σε αντίστοιχους οδηγούς της σκάλας και παρακολουθούν την κλίση της. Έτσι σχηματίζεται μετά την εκσκαφή επιφάνεια διαμορφωμένη σύμφωνα προς την κλίση της σκάλας.

Όταν δεν ενδιαφέρει η μορφή της τελικής επιφάνειας, αλλά απλώς η αποκόμιση του υλικού, χρησιμοποιούμε κυρίως σε εδάφη που

προκαλούν φθορές λόγω τριβής όπως η άμμος, τις κρεμαστές αλυσίδες, όπου ο κάτω κλάδος αφήνεται ελεύθερος να κρέμεται (σχ. 6.1β).

Οι αλυσίδες αυτές καταναλίσκουν λιγότερη ενέργεια κατά την κίνησή τους και παρουσιάζουν λιγότερες φθορές, γιατί λείπουν οι τριβές μεταξύ του κάτω κλάδου τους και του οδηγού της σκάλας. Παρουσιάζουν όμως περισσότερο απότομη κλίση, με συνέπεια μεγαλύτερο κίνδυνο κατολισθήσεως του εδάφους. Η τομή του σχηματιζόμενου ορύγματος είναι καμπύλη.

Η σκάλα έχει μεταβλητή κλίση, την οποία μπορούμε να ρυθμίζομε με τη βοήθεια βαρούλκου. Συνήθως εργάζεται με κλίση μέχρι 45° περίπου ως προς τον ορίζοντα.

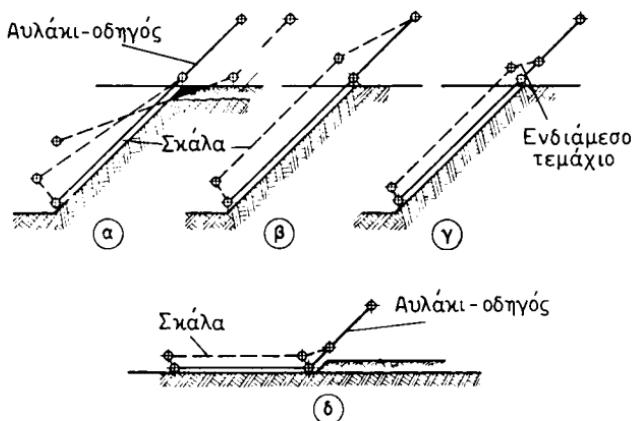
Μέσα στο σκάφος η αλυσίδα οδηγείται από έναν οδηγό αυλάκι 8 (σχ. 6.1α).

Πολλές φορές το οδηγόν αυτό αυλάκι είναι σταθερό [σχ. 6.1 (α)].

Εάν το αυλάκι έχει τη δυνατότητα να στρέφεται γύρω από άρθρωση επάνω στο σκάφος [σχ. 6.1 (β)], ή αν μεταξύ του σταθερού αυλακιού και της σκάλας παρεμβληθεί δι' αρθρώσεων ένα ενδιάμεσο τεμάχιο, η σκάλα μπορεί να μετατίθεται παράλληλα προς τον εαυτόν της [σχ. 6.1 (γ) και (δ)].

Η δυνατότητα παράλληλης μεταθέσεως της σκάλας επιτρέπει να την ανυψώνουμε και να την καταβιβάζουμε, χωρίς να αλλάζουμε την κλίση της, προκειμένου να πραγματοποιήσουμε εκσκαφή παράλληλα προς την επιφάνεια του εδάφους.

Το μήκος της σκάλας και αντιστοίχως της καδοφόρου αλυσίδας μπορούμε να το αυξομειώνουμε προσθέτοντας ή αφαιρώντας ενδιαμέσως τμήματά τους.



Σχ. 6.1.

Όταν θέλομε επίπεδο πυθμένα (χωρίς τις αυλακώσεις που σχηματίζονται κατά την εκσκαφή) (σχ. 6.1κ), χρησιμοποιούμε πρόσθετο τμήμα 3 (σχ. 6.1α), το *τμήμα ισοπεδώσεως*, αρθρωμένο στο κάτω μέρος της σκάλας. Το τμήμα αυτό είναι παράλληλο προς τον πυθμένα του εκσκαπτόμενου πρανούς και το διαμορφώνει επίπεδο.

Για την ισορρόπηση του βάρους της σκάλας και της αλυσίδας των κάδων χρησιμοποιούνται αντίβαρα, τα οποία υπολογίζονται έτσι, ώστε στη δυσμενέστερη θέση της σκάλας και κάτω από τις δυσμενέστερες συνθήκες (άνεμος κλπ.) τόσο κατά την εργασία, οπότε ενεργούν και οι δυνάμεις εκσκαφείς, όσο και εν στάσει, να έχομε αρκετά περιθώρια ασφαλείας από ανατροπή [παράγρ. 5.3 (Δ)].

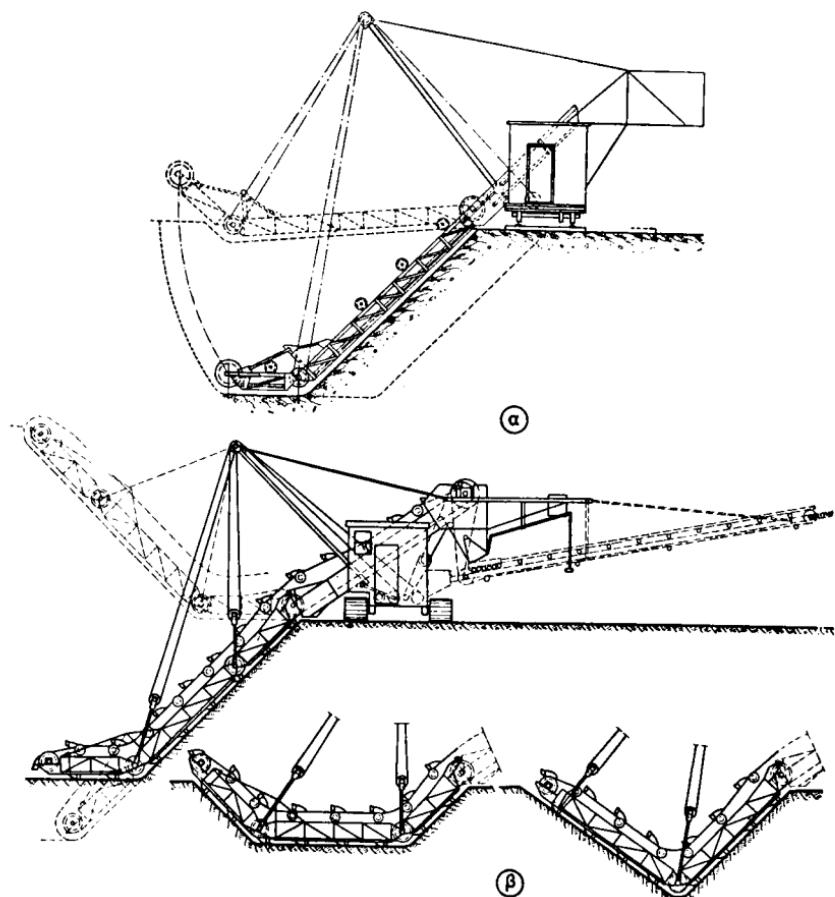
Τα αντίβαρα αυτά, εκτός της ευστάθειας από ανατροπή, εξασφαλίζουν και σχετική ομοιομορφία κατανομής των πιέσεων στις επιφάνειες επαφής των ερπυστριών ή των σιδηροτροχιών του εκσκαφέα με το έδαφος.

Τα αντίβαρα είναι δυνατόν να είναι ακίνητα ή κινητά. Τα ακίνητα είναι άλλοτε μόνιμα και άλλοτε φορητά, ώστε να μπορούμε να αλλάζομε το βάρος ή τη θέση τους προκειμένου να επιτύχομε τον καταλληλότερο δυνατό συνδυασμό τους ανάλογα με την εκάστοτε θέση της αλυσίδας κατά την εργασία ή εν στάσει. Τα κινητά, που χρησιμοποιούνται κυρίως σε μεγάλους εκσκαφείς, έχουν τη δυνατότητα να κυλιόνται πάνω σε τροχούς με τη βοήθεια χειροκίνητου ή αυτόματου μηχανισμού ώστε να είναι ευχερής η μετάθεσή τους στην εκάστοτε ευνοϊκότερη κατά το δυνατόν θέση, τόσο για την ευστάθεια του εκσκαφέα, όσο και για την ομοιόμορφη κατανομή των πιέσεων στις επιφάνειες επαφής με το έδαφος. Στο παράδειγμα του σχήματος 6.1α το αντίβαρο 4, ανηρτημένο μέσω συρματοσχοίνου μπορεί να κυλιέται επάνω σε καμπύλη τροχιάς.

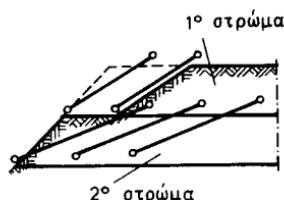
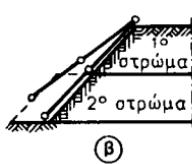
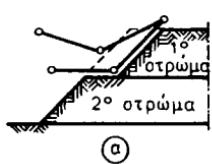
Όταν θέλομε να σχηματισθεί επιφάνεια ορισμένης τελικής κατατομής χρησιμοποιούμε σκάλες αρθρωτές τεθλασμένης μορφής σε διάφορα σχήματα ανάλογα με την εκάστοτε επιθυμητή κατατομή [σχ. 6.1 (α) και (β)].

Η σκάλα στην περίπτωση αυτή αποτελεί ένα είδος καλίμπρας (καλουπιού) της τελικής επιφάνειας. Η ανάρτηση γίνεται τότε, κατά κανόνα από περισσότερα σημεία της [σχ. 6.1α (β)]. Σε κάθε θέση αλλαγής της διευθύνσεως της σκάλας τοποθετούνται δύο τροχαλίες για την οδήγηση της αλυσίδας. Οι τροχαλίες αυτές έχουν ελαστική έδραση για την απόσβεση των κρούσεων.

Η αρθρωτή σκάλα τεθλασμένης μορφής με δυνατότητα αλλαγής κλίσεως των τμημάτων της μας βοηθάει πολύ, όταν θέλομε να αποκομίσουμε χωριστά τα υλικά διαφόρων ετερογενών στρωμάτων. Ένα παράδειγμα δίνει το σχήμα 6.1ιβ, όπου η σκάλα χρησιμοποιείται με την τεθλασμένη μορφή της για την αποκόμιση τμήματος του πρώτου (ανωτέρου) στρώματος [σχ. 6.1ιβ (α)] και κατόπιν ευθυγραμμίζεται προκειμέ-



Σχ. 6.1α.



Σχ. 6.1β.

Σχ. 6.1γ.

νου να αποκομισθεί το υλικό του αποκαλυφθέντος δεύτερου στρώματος [σχ. 6.1ιβ (β)]. Στην περίπτωση όμως ευθύγραμμης σκάλας θα είμαστε υποχρεωμένοι να σκάψουμε πρώτα ένα τμήμα του πρώτου στρώματος (σχ. 6.1γ), ώστε να αποκαλυφθεί αρκετά μεγάλη επιφάνεια του δεύτερου, να καταβιβάσομε τον εκσκαφέα στην αποκαλυφθείσα επιφάνεια και κατόπιν να αρχίσουμε την εκσκαφή του δεύτερου στρώματος.

4) Σύστημα απαγωγής των προϊόντων εκσκαφής.

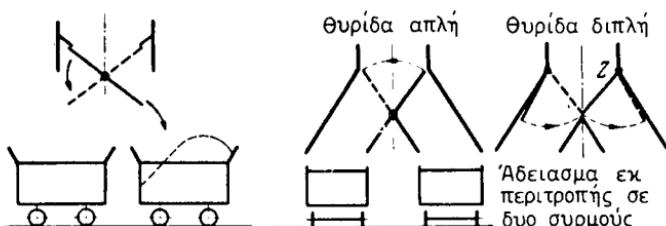
Όταν οι κάδοι φθάσουν στην επάνω τροχαλία, όπου η αλυσίδα αλλάζει φορά κινήσεως, ανατρέπονται και αδειάζουν ένας - ένας σε μια χοάνη που οδηγεί το υλικό τους σε οχήματα φορτώσεως ή σε μεταφορείς. Η έξοδος του υλικού από τη χοάνη ελέγχεται με θυρίδες (σχ. 6.1δ), οι οποίες ανοιγοκλείνουν με μηχανισμό που κινείται συνήθως με πεπιεσμένο αέρα, με ατμό (στους παλαιούς ατμοκίνητους εκσκαφείς), κλπ.

Στην περίπτωση εκσκαφέων με σιδηροτροχιές το υλικό εκφορτώνεται σε συρμούς από βαγόνια, που συνήθως μένουν στάσιμα κατά την διάρκεια της εκσκαφής.

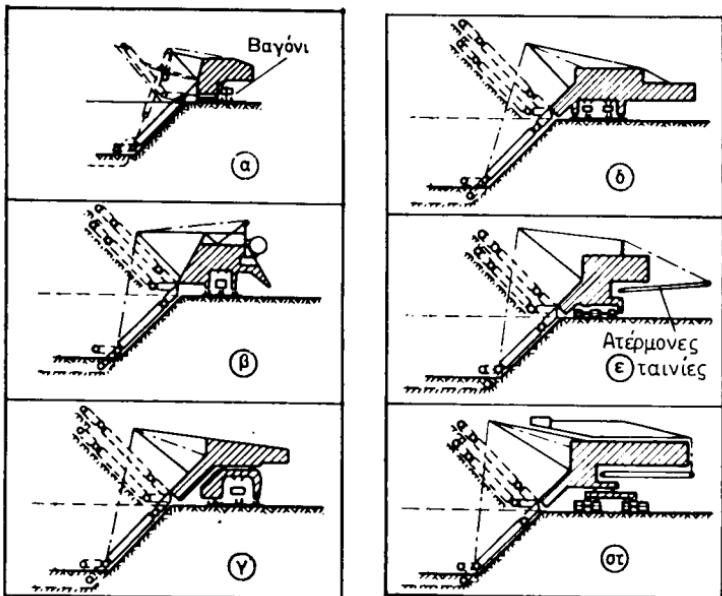
Ο εκσκαφέας προχωρεί παράλληλα προς τους συρμούς αρκετά αργά, ώστε οι ανερχόμενοι κάδοι του να προλαβαίνουν να γεμίζουν κανονικά τα βαγόνια, δηλαδή το υλικό που εκκενώνεται ανά μέτρο προχωρήσεως να συμπληρώνει τον όγκο που διαθέτουν τα βαγόνια ανά μέτρο μήκους τους.

Όταν η απόδοση του εκσκαφέα είναι τόσο μεγάλη ώστε το περιεχόμενο των κάδων του να μην χωράει στα βαγόνια, έστω και όταν ο εκσκαφέας προχωρεί με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα, τότε αναγκάζομε και τα βαγόνια να προχωρούν κατά αντίθετη διεύθυνση προς τον εκσκαφέα, ώστε να διατίθονται περισσότερα βαγόνια στον ίδιο χρόνο για τη φόρτωση του υλικού. Ο έλεγχος της πορείας των βαγονιών στην περίπτωση αυτή γίνεται από το χειριστή του εκσκαφέα.

Τα βαγόνια κυλιούνται επάνω σε ιδιαίτερες σιδηροτροχιές, είτε παραπλεύρως του εκσκαφέα [σχ. 6.1ε (α)], είτε κάτω από το σκάφος του [σχ. 6.1ε (β, γ, δ)].



Σχ. 6.1δ.



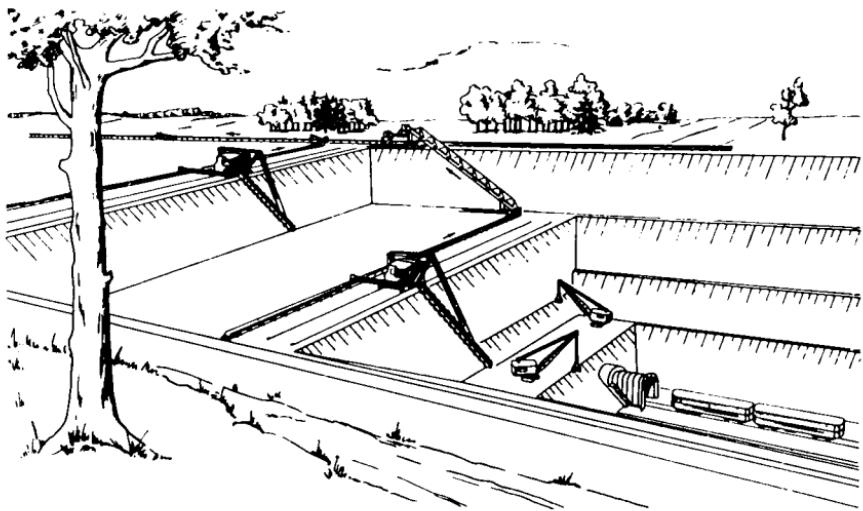
Σχ. 6.1ε.

Πολλοί εκσκαφείς, ιδίως ερπυστριοφόροι, αδειάζουν το υλικό σε μεταφορείς με ατέρμονα ταινία (ταινιοδρόμους), οι οποίοι το μεταφέρουν σε απομακρυσμένους χώρους εκφορτώσεως ή σε συρμούς οχημάτων. Έχουν κατασκευασθεί σειρές μεταφορέων αυτού του είδους που καλύπτουν μεγάλα μήκη (160 έως 170 km) (σχ. 6.1ιστ).

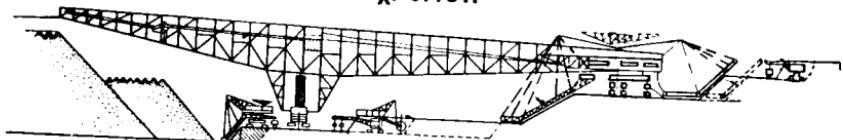
Υπάρχουν και μεταφορείς - οχήματα, οι οποίοι προχωρούν σε συγχρονισμό με τον εκσκαφέα και μεταφέρουν το υλικό για να το αδειάσουν είτε σε σωρούς παράλληλους προς τη διαδρομή του εκσκαφέα, οπότε λέγονται **αποθέτες**, είτε σε συρμούς.

Πολλές φορές σε εκτεταμένες εργασίες μεταλλείων, όπου η απόθεση γίνεται σε μεγάλη απόσταση, ο εκσκαφέας (με μια ή με δύο αλυσίδες που εργάζονται σε βάθος και σε ύψος αντίστοιχα) μαζί με τον αποθέτη αποτελούν ένα συγκρότημα υπό μορφή γέφυρας (σχ. 6.1ζ).

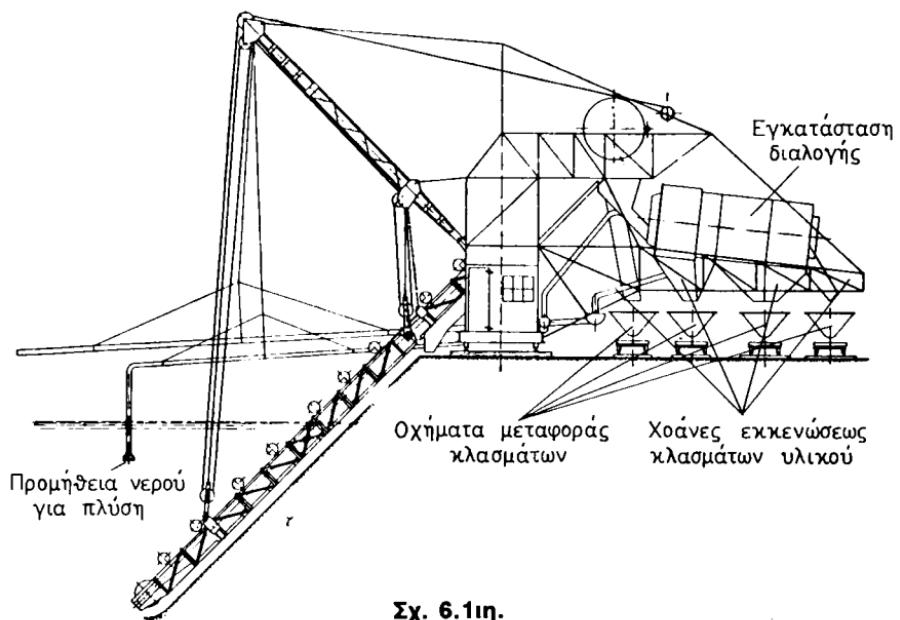
Μερικές φορές, σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται περαιτέρω ταξινόμηση του αποκομιδόμενου υλικού, ο εκσκαφέας συνοδεύεται από κινητές εγκαταστάσεις διαλογής με κόσκινα (σχ. 6.1η), οι οποίες παραλαμβάνουν το εκσκαπτόμενο υλικό, και αφού το χωρίσουν σε κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων του, αδειάζουν τα προκύπτοντα κλάσματα σε χωριστά οχήματα, που προχωρούν παράλληλα και σε συγχρονισμό με τον εκσκαφέα. Όταν υπάρχει δυνατότητα εφοδιασμού με νερό, χρησιμοποιούνται και εγκαταστάσεις πλύσεως.



Σχ. 6.1στ.



Σχ. 6.1ζ.



Σχ. 6.1η.

Γ. Τρόπος εργασίας.

Η εκσκαφή γίνεται κατά στρώματα ομοιόμορφου πάχους σε διαδοχικές παλινδρομικές διαδρομές του εκσκαφέα με γραμμή πορείας κάθετη προς την αλυσίδα των κάδων. Όταν συμπληρώσει την εκσκαφή ενός τμήματος που καλύπτει την ακτίνα ενέργειάς του, ο εκσκαφέας μετατίθεται εγκαρδίως προς τη γραμμή πορείας του (σε περίπτωση κινήσεως επάνω σε σιδηροτροχιές μετατίθονται και οι σιδηροτροχιές με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων), για να αρχίσει νέες διαδρομές εκσκαφής κ.ο.κ.

Δημιουργείται τότε στο έδαφος ένα όρυγμα που παρουσιάζει προς το μέρος του εκσκαφέα κεκλιμένη επιφάνεια (πρανές), με την κλίση που είχε η σκάλα κατά την τελευταία διαδρομή (σχ. 6.1θ και 6.1η). Στην περίπτωση κρεμαστών αλυσίδων δημιουργείται μια επιφάνεια, της οποίας η κατακόρυφη τομή έχει τη μορφή του κάτω κλάδου της αλυσίδας (σχ. 6.1β).

Όταν το οδηγόν αυλάκι της αλυσίδας είναι σταθερό [παράγρ. 6.1

- . (Β, 3)], η εκσκαφή προχωρεί κατ' ακτίνα, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.1ιθ.

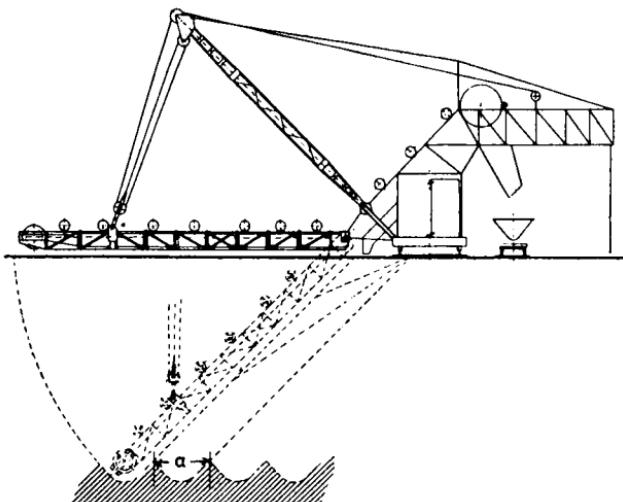
Δηλαδή στο τέλος κάθε διαδρομής κατεβάζομε τη σκάλα (στρέφοντας αυτή γύρω από το σταθερό σημείο αρθρώσεώς της), όσο χρειάζεται για να αποκόψωμε ένα τμήμα υλικού κατάλληλου μεγέθους, που εξαρτάται από την ικανότητα του εκσκαφέα, και, όταν φθάσομε στο βάθος που θέλομε, αφού ανυψώσομε τη σκάλα, μετατέθομε τον εκσκαφέα εγκαρδίως προς τη γραμμή πορείας του και αρχίζομε την εργασία κατά τον ίδιο τρόπο, αποκόπτοντας κατ' αρχή τη γωνία του πρανούς που σχηματίσθηκε και εν συνεχείᾳ τμήματα διαρκώς αυξανόμενου πλάτους, όπως δείχνουν οι διακεκομμένες γραμμές του σχήματος. Συνεχίζοντας έτσι την εργασία αυξάνομε διαρκώς το πλάτος του ορύγματος κάθετα προς τη γραμμή πορείας.

Στον πυθμένα του σχηματιζόμενου ορύγματος παρουσιάζονται αυλακώσεις πλάτους ίσου προς την απόσταση α (βήμα) της εγκάρσιας μεταθέσεως του εκσκαφέα. Οι αυλακώσεις αυτές αποφεύγονται, αν προσθέσομε στο κάτω μέρος της σκάλας ένα τμήμα ισοπεδώσεως [παράγρ. 6.1 (β, 3)].

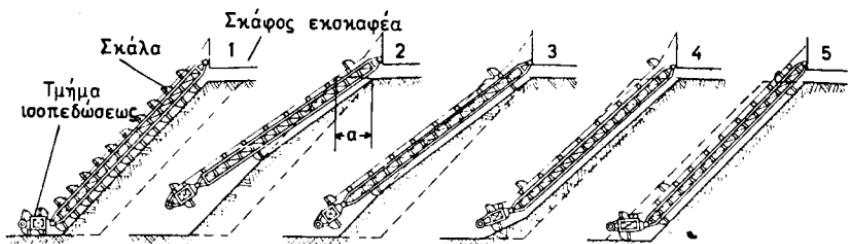
Στο σχήμα 6.1κ φαίνονται οι διαδοχικές θέσεις, τις οποίες λαμβάνει το τμήμα ισοπεδώσεως κατά την εκσκαφή κατά ακτίνα.

Η εκσκαφή κατά ακτίνα δεν γίνεται με πλήρη απόδοση, γιατί οι κάδοι του κλάδου πληρώσεως δεν βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος καθ' όλη τη διάρκεια της ανόδου στις περισσότερες διαδρομές και δεν γεμίζουν καλά.

Εάν η σκάλα έχει τη δυνατότητα να κατέρχεται, χωρίς να αλλάζει κλίση (με παράλληλη μετάθεση) [παράγρ. 6.1 (Β, 3)], η εκσκαφή γίνεται κατά παράλληλες λωρίδες και με πλήρη απόδοση, γιατί οι ανερχόμενοι κάδοι βρίσκονται συνεχώς σε επαφή με το έδαφος.



Σχ. 6.11θ.



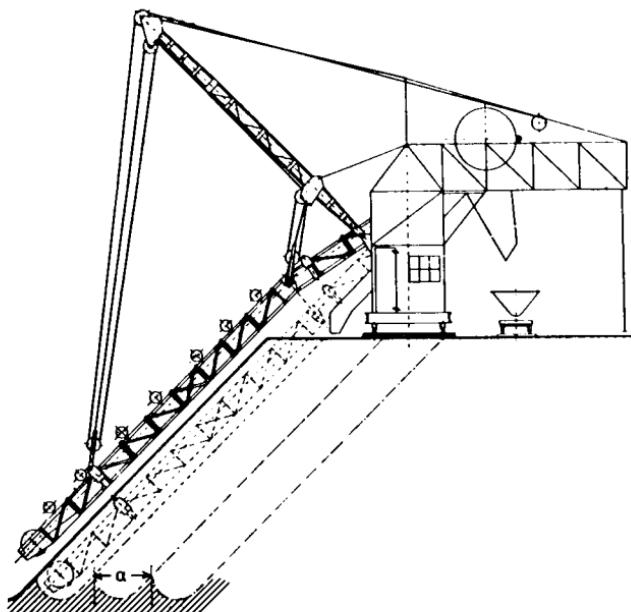
Σχ. 6.1κ.

Το σχήμα 6.1κα δείχνει τον τρόπο εργασίας στην περίπτωση αυτή.

Μετά τη διαδρομή εκσκαφής της πιρώτις λωρίδας καταβιβάζομε με παράλληλη μετάθεση τη σκάλα όσο χρειάζεται για να αποκόψουμε τη δεύτερη λωρίδα στο κατάλληλο πάχος, αρχίζομε τη διαδρομή εκσκαφής της δεύτερης λωρίδας κ.ο.κ. Όταν εξαντλήσουμε τα περιθώρια της προς τα κάτω παράλληλης μεταθέσεως της σκάλας, μεταθέτομε τον εκσκαφέα εγκαρσίως προς τη γραμμή πορείας, επαναλαμβάνομε κατά τον ίδιο τρόπο νέα σειρά διαδρομών κ.ο.κ.

Επειδή τα περιθώρια παράλληλης μεταθέσεως της σκάλας είναι περιορισμένα, τα αυλάκια του πυθμένα γίνονται στενά και έχουμε αντιστοίχως μικρό βήμα α εγκάρσιας μεταθέσεως του εκσκαφέα.

Με σκάλα παράλληλης μεταθέσεως εργαζόμαστε και σε περίπτωση εκσκαφής σε ύψος. Η σκάλα 6 (σχ. 6.1α) έχει τότε την κλίση της προς τα επάνω και οι κάδοι σκάβουν κατερχόμενοι προς το σκάφος. Το κάτω



Σχ. 6.1κα.

τμήμα της σκάλας 5 αποτελεί ιδιαίτερο τεμάχιο, που συνδέεται με την υπόλοιπη σκάλα 6, καθώς και με το σκάφος του εκσκαφέα μέσω αρθρώσεων, ώστε να λαμβάνει εύκολα οποιαδήποτε κλίση, χωρίς να αλλάζει η κλίση της υπόλοιπης σκάλας.

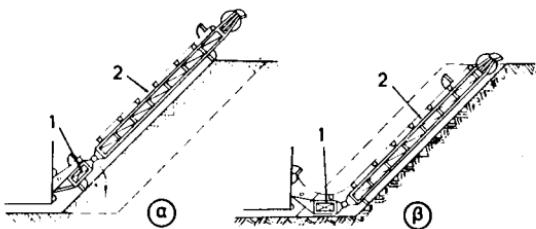
Όταν θέλομε να αφαιρέσουμε ένα επιφανειακό στρώμα, δίνομε στη σκάλα την κατάλληλη κλίση, ώστε να γίνει παράλληλη προς την επιφάνεια του εδάφους.

Το σχήμα 6.1κβ δείχνει τον τρόπο εκσκαφής σε ύψος. Αρχίζομε την εργασία με ολόκληρη τη σκάλα παράλληλη προς το πρανές [σχ. 6.1κβ (α)].

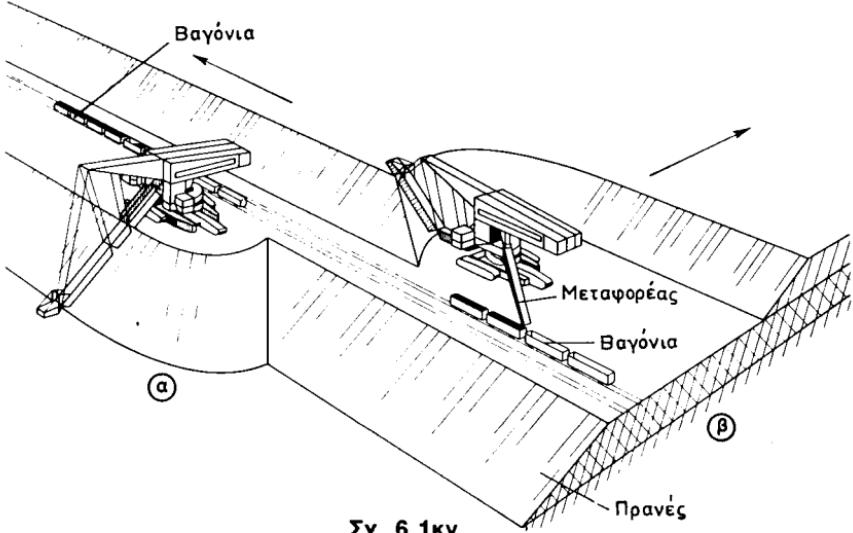
Σε κάθε νέα διαδρομή καταβιβάζομε τη σκάλα έτσι, ώστε το μεν επάνω τμήμα της 2 να διατηρεί την κλίση του, το δε κάτω 1 να λαμβάνει κλίση διαρκώς μικρότερη.

Όταν το κάτω τμήμα γίνει οριζόντιο [σχ. 6.1κβ (β)], μεταθέτομε τον εκσκαφέα εγκαρσίως προς τη γραμμή πορείας και τον πλησιάζομε προς το πρανές, έως ότου η σκάλα γίνει πάλι ευθύγραμμη και παράλληλη προς το πρανές, οπότε επαναλαμβάνομε νέα σειρά διαδρομών κ.ο.κ. Το βήμα της εγκάρσιας μεταθέσεως ισούται με το μήκος του κάτω τμήματος 1 της σκάλας.

Κατά την εκσκαφή σε ύψος, καταναλίσκεται λιγότερη ενέργεια, γιατί οι κάδοι σκάβουν προς τα κάτω και το μεγαλύτερο μέρος του



Σχ. 6.1κβ.



Σχ. 6.1κγ.

προϊόντος της εκσκαφής κυλά λόγω του βάρους του και ακολουθεί την κλίση του πρανούς, χωρίς να χρειάζεται παρά απλή ώθηση εκ μέρους των κάδων.

Οι κάδοι αρχίζουν να γεμίζουν όταν φθάσουν στην κάτω τροχαλία και έτσι δεν προλαβαίνουν να γεμίσουν καλά, ιδίως όταν το έδαφος είναι συνεκτικό.

Η συντήρηση των σιδηροτροχιών κατά την εκσκαφή σε ύψος είναι δυσκολότερη, γιατί τα τυχόν ρέοντα νερά (βρόχινα κλπ.) του πρανούς φθάνουν στο επίπεδο εδράσεως του εκσκαφέα και διαποτίζουν το έδαφος κάτω από τις σιδηροτροχιές.

Οι ερπυστριοφόροι εκσκαφείς με περιστρεφόμενο σκάφος, οι οποίοι δεν δεσμεύονται από σιδηροτροχιές, μπορούν εκτός από τη συνηθισμένη εκσκαφή (με την αλυσίδα κάθετη προς τη γραμμή πορείας του εκσκαφέα) [σχ. 6.1κγ (α)], να εκτελούν και εκσκαφή κατά μέτωπο, δηλαδή με την αλυσίδα παράλληλη προς τη γραμμή πορείας [σχ. 6.1κγ (β)].

Δ. Γενικά χαρακτηριστικά, επιδόσεις και χρήσεις.

Οι εκσκαφείς με αλυσίδα κάδων χρησιμοποιούνται για σχετικά μαλακά και χωρίς πέτρες εδάφη (αργίλους, άμμους κλπ.), όταν πρόκειται να εκσκαφούν μεγάλες ποσότητες υλικού, ώστε να δικαιολογούνται τα έξοδα και ο χρόνος συναρμολογήσεως και αποσυναρμολογήσεώς τους. Το πεδίο εφαρμογής τους είναι επομένως περιορισμένο.

Αποτελούν ογκώδες και δυσκίνητο συγκρότημα, γιατί φέρουν τη βαριά αλυσίδα με τους κάδους καθώς και τα αντίβαρα ευστάθειας [παράγρ. 6.1 (B, 3)].

Είναι ιδεώδεις για την εκσκαφή και σύγχρονη διαμόρφωση, σύμφωνα προς ορισμένη κατατομή, ορυγμάτων μεγάλου μήκους (διωρύγων). Επίσης για τη χωριστή αποκόμιση υλικών ετερογενών στρωμάτων, χάρη στην ικανότητα που έχουν να αποχωρίζουν λεπτά στρώματα υλικού με ομοιόμορφο πάχος. Γι' αυτό μια εκ των κυριοτέρων χρήσεών τους είναι η αποκάλυψη και εκμετάλλευση επιφανειακών ορυχείων.

Υφίστανται ζημιές, όταν συναντούν πέτρες ή άλλα ογκώδη και σκληρά σώματα μέσα στο έδαφος. Γι' αυτό αποφεύγομε να τους χρησιμοποιούμε σε εδάφη, όπου υπάρχουν πέτρες.

Κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη με βάρη που φθάνουν τους 3000 έως 4000 t. Η χωρητικότητα των κάδων φθάνει τα 1,5 m³ περίπου και η απόδοση μέχρι 5000 έως 6000 m³/h στα μεγάλα συγκροτήματα μορφής γέφυρας με δύο αλυσίδες και αποθέτη (σχ. 6.1ιζ).

Το βάθος εκσκαφής είναι δυνατόν να φθάσει τα 40 έως 45 m.

Η ταχύτητα κοπής φθάνει τα 1 έως 1,4 m/sec και η ταχύτητα προχωρήσεως κατά την εργασία είναι της τάξεως των 50 έως 100 m/h για τους βραδύτερους και των 400 έως 1000 m/h για τους ταχύτερους, που αποσπούν λεπτές λωρίδες, ενώ κατά τη μετακίνηση άνευ εκσκαφής της τάξεως των 1,5 έως 3 km/h και 6 έως 12 km/h αντιστοίχως.

Η ταχύτητα διελεύσεως των κάδων φθάνει τους 30 έως 35 κάδους ανά λεπτό.

6.2 Εκσκαφείς με καδοφόρο τροχό (wheel excavators, Schaufelradbagger, roues - pelles).

A. Περιγραφή.

Είναι εκσκαφείς με περιστρεφόμενο σκάφος, κατά κανόνα ερπυστριοφόροι.

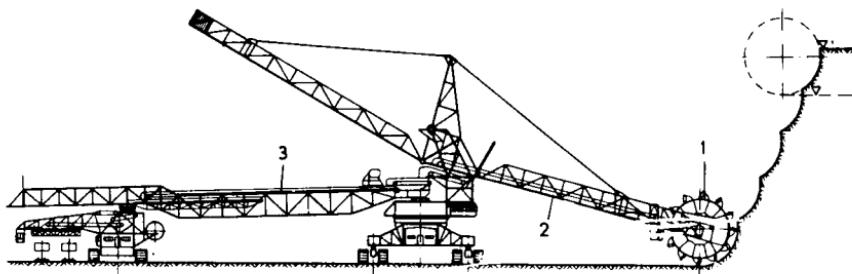
Το εκσκαπτικό τους όργανο αποτελείται από ένα μεγάλο στρεφόμενο τροχό με κάδους 1 (σχ. 6.2α), που βρίσκεται στο άκρο της κεραίας τους.

Κατά την περιστροφή του τροχού οι κάδοι σκάβουν και μεταφέρουν το εκσκαπτόμενο υλικό σε μία ατέρμονα μεταφορική

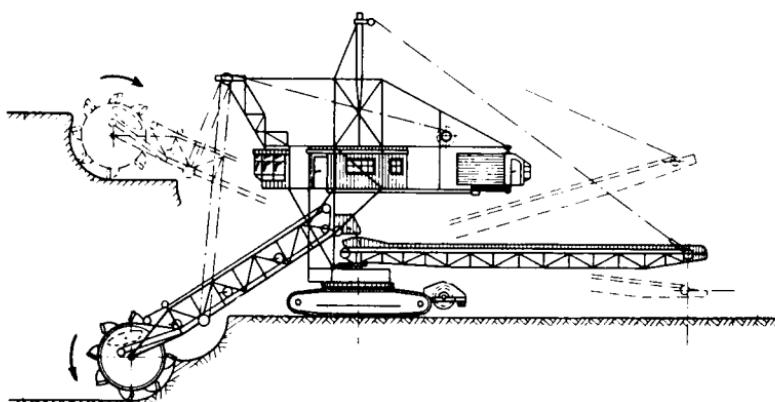
ταινία 2, που κινείται κατά μήκος της κεραίας. Από την ταινία αυτή το υλικό οδηγείται σε άλλο μεταφορέα 3 για να μεταφερθεί στη θέση εκφορτώσεως. Η κεραία έχει μεταβλητή κλίση.

Οι εκσκαφείς αυτοί σκάβουν συνήθως σε επίπεδο υψηλότερο από την επιφάνεια εδράσεώς τους και με την κοιλότητα των κάδων προς τα έξω, όπως και οι εκσκαφείς με εξάρτηση μετωπικής τσάπας.

Μερικές φορές είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και για εκσκαφή σε βάθος με ορισμένες τροποποιήσεις [αλλαγή της φοράς περιστροφής και προσανατολισμό του καδοφόρου τροχού έτσι, ώστε η κοιλότητα των κάδων του να βλέπει προς τον εκσκαφέα (σχ. 6.2β)].



Σχ. 6.2α.



Σχ. 6.2β.

Ο καδοφόρος τροχός (σχ. 6.2γ) λαμβάνει συνήθως κίνηση από ένα, δύο ή τρεις ηλεκτροκινητήρες μέσω μειωτήρα στροφών και υδραυλικού συνδέσμου [παράγρ. 2.3 (B)] ή συμπλέκτη, που έχει τη δυνατότητα να ολισθαίνει, όταν ο τροχός συναντήσει υπερβολική αντίσταση [παράγρ. 6.1 (B, 3)].

Μπορούμε να ρυθμίζομε τις στροφές των κινητήρων, ώστε να δίνομε στον τροχό την εκάστοτε κατάλληλη περιστροφική ταχύτητα ανάλογα με το είδος του εκσκαπτόμενου εδάφους.

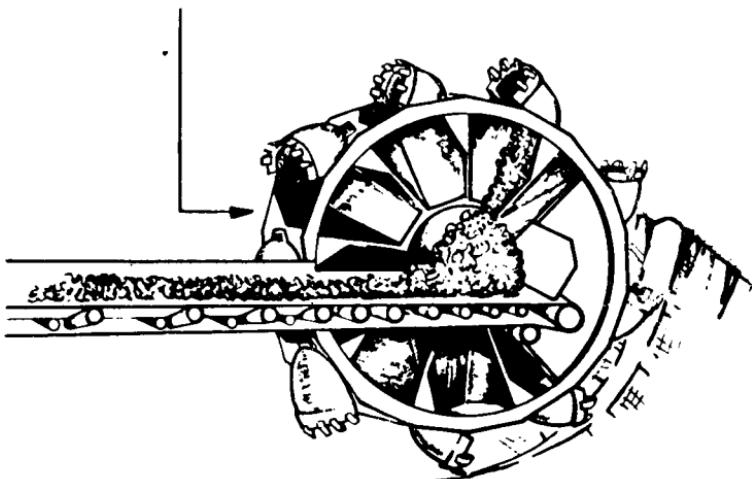
Οι κάδοι αδειάζουν το υλικό σε μια χοάνη, η οποία το οδηγεί στη μεταφορική ταινία της κεραίας. Η χοάνη είναι εφοδιασμένη πολλές φορές με αποξεστήρες, περιστρεφόμενες ράβδους κλπ., που εμποδίζουν την προσκόλληση των συνεκτικών υλικών στα τοιχώματά της.

Η περιφερειακή ταχύτητα του καδοφόρου τροχού δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένα όρια, γιατί η μεγάλη ταχύτητα έχει σαν αποτέλεσμα ατελές γέμισμα των κάδων, μεγαλύτερη φθορά στα δόντια και τα χείλη τους και αύξηση της φυγόκεντρης δυνάμεως, η οποία δυσκολεύει την εκκένωσή τους.

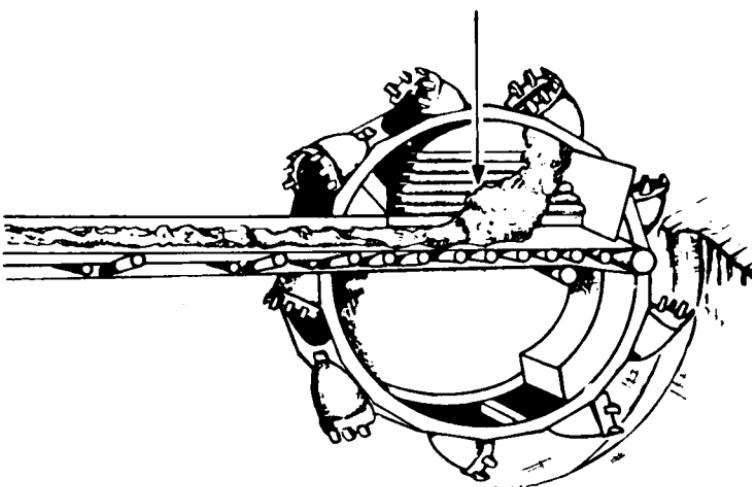
Στους παλαιότερους τροχούς που χωρίζαν σε διαμερίσματα (σχ. 6.2δ) με κεκλιμένες χοάνες, η περιφερειακή ταχύτητα ήταν περιορισμένη,



Σχ. 6.2γ.



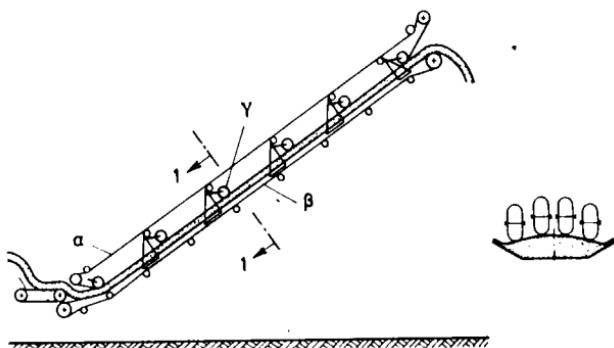
Σχ. 6.2δ.



Σχ. 6.2ε.

γιατί έπρεπε να δίνεται χρόνος, ώστε να αδειάζει ο κάθε κάδος και η αντίστοιχη χοάνη, πριν η κλίση της χοάνης, με τη συνέχιση της περιστροφής, γίνει ανεπαρκής για την ολίσθηση του υλικού από τη χοάνη προς τη μεταφορική ταινία της κεραίας.

Στους τροχούς όμως χωρίς διαμερίσματα (σχ. 6.2ε), όπου σε κάθε στροφή διατίθεται μεγαλύτερη γωνία για την πτώση του υλικού από τον κάδο στη μεταφορική ταινία, η περιφερειακή ταχύτητα είναι δυνατόν να αυξηθεί σημαντικά και να φθάσει τα 4 έως 5 m/sec στα χείλη του κάδου



Σχ. 6.2στ.

για σκληρά πετρώματα, η δε ταχύτητα διελεύσεως των κάδων τούς 120 έως 130 κάδους ανά λεπτό.

Για να έχει τη δυνατότητα η κεραία να παίρνει μεγάλες κλίσεις, χωρίς να ολισθαίνει (γλιστράει) το υλικό από τη μεταφορική ταινία της, η ταινία αυτή εφοδιάζεται με κάλυμμα τριβής, δηλαδή με μια άλλη μεταφορική ταινία, η οποία κινείται με την ίδια ταχύτητα και πιέζεται επάνω στο υλικό με τη βοήθεια σειράς τροχίσκων (σχ. 6.2στ.).

Έτσι δημιουργείται πρόσθετη τριβή, που εμποδίζει το υλικό να ολισθήσει (γλιστρήσει), και επιτρέπει κλίση της κεραίας 35° ή και μεγαλύτερη ως προς τον ορίζοντα, ενώ χωρίς το κάλυμμα τριβής η κλίση δεν μπορεί να υπερβεί τις 20° .

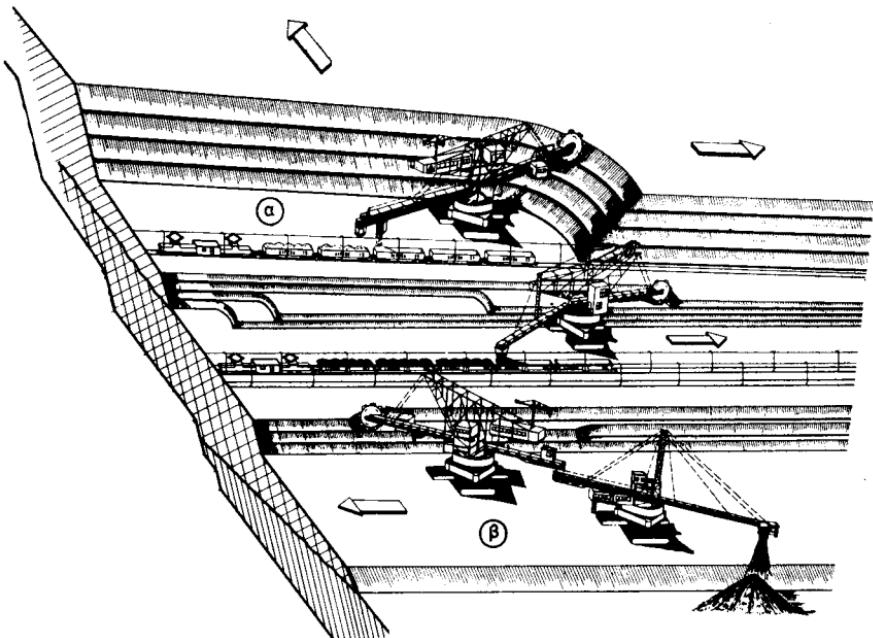
Σε μερικούς τύπους η κεραία έχει τη δυνατότητα να μετακινείται κατά τη διεύθυνση του μήκους της, γλιστρώντας επάνω σε οδηγό έτσι ώστε ο καδοφόρος τροχός να προωθείται προς το μέτωπο εκσκαφής ή να οπισθοχωρεί.

Το σκάφος είναι περιστρεφόμενο όπως και στους συνηθισμένους εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας.

Ο μεταφορέας εκφορτώσεως μπορεί να περιστρέφεται είτε μαζί με το σκάφος και να βρίσκεται επάνω στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο με την κεραία, είτε και χωριστά γύρω από κατακόρυφο άξονα. Έτσι μπορεί να παίρνει, ανεξάρτητα από την κεραία, τον προσανατολισμό που του επιτρέπει να εκκενώνει το υλικό στην εκάστοτε επιθυμητή θέση.

Στην πρώτη περίπτωση χρησιμεύει και σαν αντίβαρο της κεραίας. Στη δεύτερη, τόσο η κεραία όσο και ο μεταφορέας αντισταθμίζονται με χωριστά αντίβαρα.

Από το μεταφορέα το υλικό εκφορτώνεται άλλοτε σε συρμούς οχημάτων είτε κατ' ευθείαν [σχ. 6.2ζ (α)], είτε μέσω αυτο-



Σχ. 6.2ζ.

προωθούμενου μεταφορέα (σχ. 6.2α), και άλλοτε στον επιθυμητό χώρο αποθέσεως είτε κατ' ευθείαν, είτε μέσω αποθετών περιστρεφομένου σκάφους [σχ. 6.2ζ (β)] ή ταινιοδρόμων.

Σε πολύ μεγάλους εκσκαφείς πολλοί χειρισμοί αντικαθίστανται με αυτόματα συστήματα.

B. Τρόπος εργασίας.

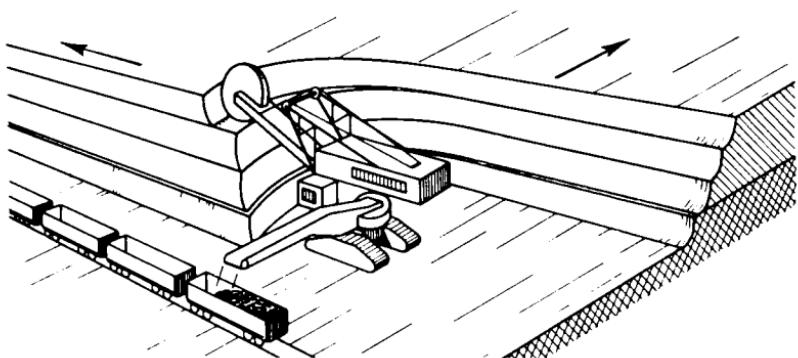
Οι εκσκαφείς με τον καδοφόρο τροχό μπορούν να αφαιρούν το υλικό κατά παράλληλα στρώματα και έτσι επιτρέπουν να αποκομίζομε χωριστά τα υλικά ετερογενών στρωμάτων (εκλεκτική εκσκαφή).

Η εργασία γίνεται κατά δύο μεθόδους:

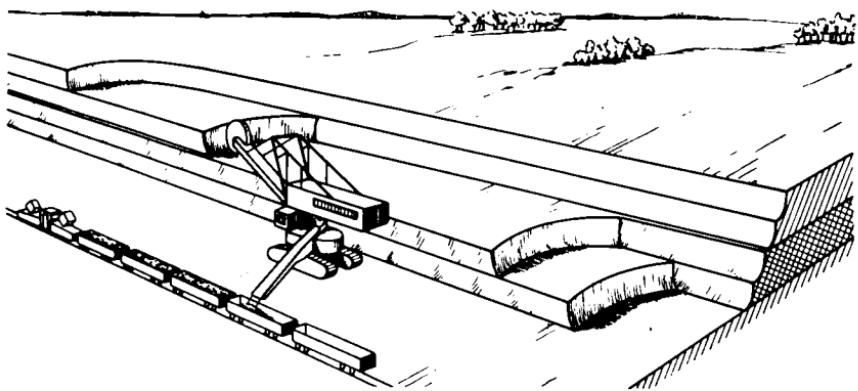
α) Σκάβουν τα διάφορα στρώματα σε όλο το ύψος του μετώπου, πριν προχωρήσουν, όπως και οι εκσκαφείς με εξάρτηση μετωπικής τσάπας (Blockverfahren) (σχ. 6.2η).

β) Εξαντλούν την εκσκαφή μιας εκτάσεως κάθε στρώματος, πριν αρχίσουν την εκσκαφή του αμέσως επόμενου (Strossenverfahren) (σχ. 6.2θ).

Η πρώτη μέθοδος είναι οικονομικότερη. Η δεύτερη έχει σαν αποτέλεσμα περισσότερες μετακινήσεις του εκσκαφέα.



Σχ. 6.2η.



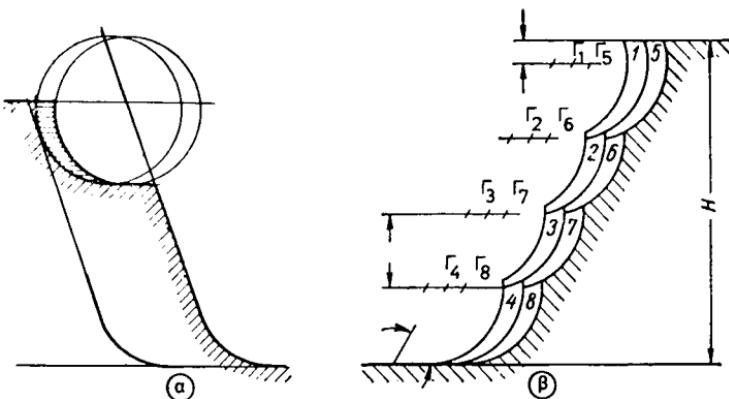
Σχ. 6.2θ.

Και οι δύο μέθοδοι ενδείκνυνται, όταν θέλομε να αποκομίσουμε χωριστά τα ουλικά σχετικά λεπτών ετερογενών στρωμάτων, όπως συμβαίνει π.χ. σε ορυχεία, όπου τα κοιτάσματα εμφανίζονται κατάδι εναλλαγή με στείρο (άχρηστο ουλικό) σε στρώματα μικρού πάχους.

Η προσβολή του μετώπου είναι δυνατόν, να γίνεται είτε επάνω σε κατακόρυφη είτε επάνω σε οριζόντια επιφάνεια, ή εν μέρει επάνω σε κατακόρυφη και εν μέρει επάνω σε οριζόντια επιφάνεια (μικτή μέθοδος).

Κατά την πρώτη μέθοδο εργασίας [σχ. 6.2ι (α)] ο καδοφόρος τροχός τοποθετείται έτσι, ώστε να σκάβουν μόνο οι ανερχόμενοι κάδοι που βρίσκονται κάτω από το κέντρο του.

Κατά την εκσκαφή περιστρέφεται το σκάφος και αποκόπτεται μια



Σχ. 6.21.

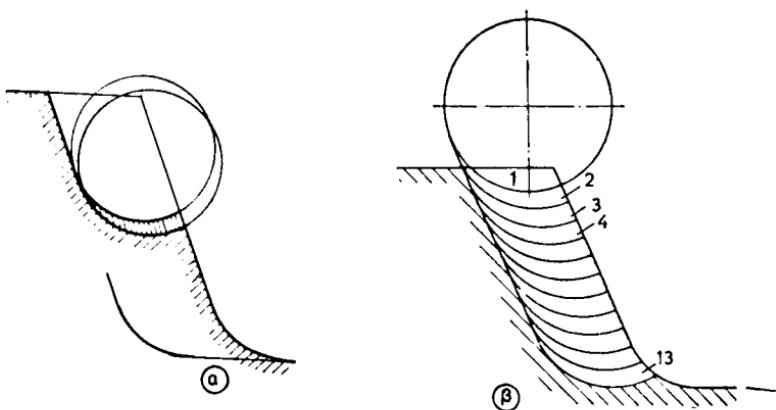
σχεδόν κατακόρυφη τοξοειδής λωρίδα υλικού. Όταν τελειώσει η εκσκαφή μιας λωρίδας, προωθούμε προς το μέτωπο εκσκαφής ολόκληρο τον εκσκαφέα ή μόνο την κεραία του (στους τύπους όπου υπάρχει η δυνατότητα αυτή) και αρχίζομε την εκσκαφή δεύτερης λωρίδας με περιστροφή του σκάφους κατ' αντίθετη της προηγούμενης φορά. Ετσι συνεχίζεται η εργασία, έως ότου εξαντληθεί το περιθώριο προωθήσεως προς το μέτωπο εκσκαφής και σχηματίζεται η πρώτη βαθμίδα εκσκαφής 1 [σχ. 6.21 (β)]. Κατόπιν οπισθοχωρεί ο εκσκαφέας (μετατίθεται το κέντρο του τροχού από τη θέση Γ_1 στη Γ_2 , και μετά το κατέβασμα της κεραίας στην κατάλληλη θέση, αρχίζει η εκσκαφή νέας σειράς λωρίδων κατά τον ίδιο τρόπο, ώστε να σχηματισθεί η βαθμίδα 2. Συνεχίζομε έτσι την εργασία βαθμίδα προς βαθμίδα, έως ότου εξαντληθεί το ύψος του προς εκσκαφή στρώματος. Κατόπιν προχωρούμε για εκσκαφή νέων βαθμίδων (5, 6, 7, 8 κ.ο.κ.).

Με τη μέθοδο αυτή δαπανάται σχετικώς πολύς χρόνος για μετακινήσεις του εκσκαφέα. Επίσης η γωνία κοπής είναι πολύ μικρή και τα δόντια δεν εισδύουν εύκολα, όταν το υλικό είναι σκληρό.

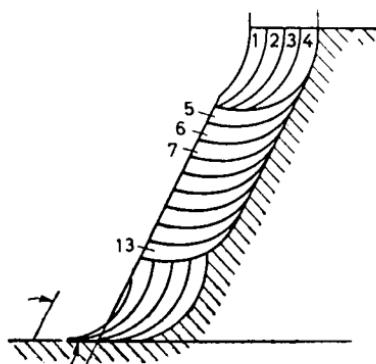
Κατά τη δεύτερη μέθοδο εργασίας [σχ. 6.21α (α)] ο τροχός τοποθετείται έτσι, ώστε να σκάβουν μόνο οι κάτω κάδοι του και να αποκόπτεται το υλικό κατά οριζόντιες λωρίδες. Στην περίπτωση αυτή συμβάλλει και το βάρος του τροχού στη διείσδυση των δοντιών, η δε γωνία κοπής, η οποία πλησιάζει τις 90° , είναι ευνοϊκή για τα σκληρά υλικά.

Ο κάδος τοποθετείται ψηλότερα ως προς το πρανές παρά στην πρώτη περίπτωση κατά την έναρξη της εργασίας, και επομένως για το ίδιο οριακό ύψος του κέντρου του τροχού, το μέγιστο ύψος του μετώπου, όπου μπορούμε να φθάσουμε, είναι μικρότερο. Επίσης η επιφάνεια του σχηματιζόμενου πυθμένα δεν είναι επίπεδη [σχ. 6.21α (β)].

Κατά τη μικτή μέθοδο εργασίας (σχ. 6.21β), για μεν την επάνω και κάτω ζώνη, όπου εμφανίζονται τα μειονεκτήματα της δεύτερης μεθόδου,



Σχ. 6.21α.



Σχ. 6.21β.

εφαρμόζεται η πρώτη, ενώ στη μεσαία ζώνη εφαρμόζεται εφαρμόζεται η δεύτερη μέθοδος, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα λιγότερες μετακινήσεις του εκσκαφέα και εξασφαλίζει μεγαλύτερη διείσδυση των δοντιών.

Γ. Γενικά χαρακτηριστικά, επιδόσεις και χρήσεις.

Σε αντίθεση προς τους εκσκαφείς με αλυσίδα κάδων, όπου η αλυσίδα με τους κάδους σκάβει και συγχρόνως μεταφέρει το υλικό έως τη χοάνη εκφορτώσεως, στους εκσκαφείς με καδοφόρο τροχό το τμήμα μεταφοράς (ατέρμονη ταινία) είναι ανεξάρτητο από το τμήμα εκσκαφής (τον τροχό). Έτσι τα δύο αυτά τμήματα καταπονούνται λιγότερο και είναι δυνατόν επομένως να

κατασκευασθούν ελαφρότερα, πράγμα που επιτρέπει αύξηση της ταχύτητάς τους. Η ταχύτητα κοπής φθάνει τα 4 έως 5 m/sec έναντι της ταχύτητας κοπής 1 έως 1,4 m/sec των εκσκαφέων με αλυσίδα κάδων και η ταχύτητα μεταφοράς τα 5 έως 6 m/sec.

Εκτός από αυτό η ελαφρότερη κατασκευή παρουσιάζει λιγότερες τριβές, άρα μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και λιγότερες φθορές.

Χάρη στη μεγάλη δύναμη ωθήσεως, που μεταβιβάζεται στα δόντια των κάδων τους, οι εκσκαφείς με τροχό μπορούν να εργασθούν και σε σχετικά σκληρότερα εδάφη. Οι κάδοι τους γεμίζουν καλύτερα από τους κάδους αλυσοφόρων εκσκαφέων, που σκάβουν σε ύψος με την κεραία προς τα επάνω.

Κατασκευάζονται σε ποικιλία μεγεθών μέχρι 6000 έως 7000 t βάρους, περιεκτικότητας κάδων μέχρι 4 m³ περίπου και με διάμετρο καδοφόρου τροχού μέχρι 16 έως 20 m. Η απόδοση των μεγάλων μονάδων φθάνει τα 8000 έως 10.000 m³/h και το ύψος, μέχρι του οποίου μπορούν να σκάβουν οι κάδοι, τα 75 έως 80 m.

Χρησιμοποιούνται σε εργασίες "αποκαλύψεως" και αποκομίσεως ορυκτών σε επιφανειακά μεταλλεία, σε μεγάλης εκτάσεως χωματουργικές εργασίες κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7[◦]

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΕΚΣΚΑΦΕΩΝ

7.1 Μέτρα ασφαλείας.

Εφ' όσον οι εκσκαφείς σηκώνουν βάρη, ισχύουν και γι' αυτούς τα μέτρα ασφαλείας, που πρέπει να εφαρμόζονται στα ανυψωτικά μηχανήματα.

Κατά την εργασία προσέχομε, μήπως το μέτωπο εκσκαφής έχει τάση για κατολισθήσεις. Μόλις διαπιστώσομε φαινόμενα, που προαναγγέλουν κατολίσθηση (π.χ. κατρακύλισμα χαλαρού υλικού), στρέφομε το σκάφος, ώστε να μη βλέπομε προς το μέτωπο εκσκαφής, και αν χρειασθεί απομακρυνόμεθα από το επικίνδυνο σημείο.

Επίσης παρακολουθούμε μήπως το έδαφος εδράσεως του εκσκαφέα παρουσιάσει ρωγμές.

Το ύψος του μετώπου δεν πρέπει να υπερβαίνει πέρα του 1 m το μέγιστο ύψος όπου μπορεί να φθάσει ο κάδος, ώστε να μην υποσκάπτεται το μέτωπο με κίνδυνο καταπτώσεως των ανωτέρων στρωμάτων του.

'Όταν σκάβομε σε βάθος, προσπαθούμε να βρίσκεται ο εκσκαφέας όσο το δυνατόν σε απόσταση από την τάφρο. Απαγορεύεται να εργαζόμαστε επάνω σε "χερσονήσους", δηλαδή σε προεξοχές εδάφους μέσα σε τάφρους λόγω του κινδύνου κατολισθήσεων.

'Όταν ένας εκσκαφέας κινδυνεύει να ανατραπεί προς το μέρος της κεραίας, καταβιβάζομε τον κάδο στο έδαφος, αν είναι δυνατόν. Σε εξάρτηση συρόμενου κάδου δεν πρέπει στην περίπτωση αυτή να επιχειρούμε να αδειάσομε τον κάδο, γιατί η προς τα έξω κίνηση του κάδου με σκοπό την εκκένωση αυξάνει τη ροπή ανατροπής [παράγρ. 5.3 (Δ)].

Δεν επιτρέπεται να υπερβαίνομε τα φορτία, που ορίζει ο κατασκευαστής για κάθε κλίση και μήκος κεραίας, ούτε να μετα-

κινούμε τον εκσκαφέα με φορτία, που πλησιάζουν το οριακό φορτίο του.

Το φορτίο πρέπει να μειώνεται, όταν επιβραδύνει την ανύψωση του κάδου, ή τη στροφή του σκάφους.

Όταν εργαζόμαστε πάνω σε κεκλιμένο επιπέδο βλέποντας προς τον ανήφορο, η κεραία δεν πρέπει να είναι ψηλά, γιατί τότε το φορτίο πλησιάζει πολύ προς την κεραία και σε ενδεχόμενη μετακίνησή του προς τα πίσω υπάρχει ο κίνδυνος να παρασυρθεί η κεραία προς το σκάφος [παράγρ. 5.3 (Δ)].

Αντίθετα, όταν εργαζόμαστε βλέποντας προς τον κατήφορο, η κεραία δεν πρέπει να είναι χαμηλά, γιατί τότε, αφ' ενός μεν αυξάνεται ο μοχλοβραχίονας της ανατροπής προς τα εμπρός, αφ' ετέρου δε η συνισταμένη των πιέσεων επάνω στο έδαφος μεταφέρεται προς τα εμπρός, και η ειδική πίεση αυξάνει στο μέρος αυτό της επιφάνειας επαφής με το έδαφος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, όταν το έδαφος είναι μαλακό, να υποχωρεί περισσότερο στο εμπρόσθιο μέρος και να αυξάνεται έτσι η κατηφορική κλίση του.

Γενικά πρέπει να αποφεύγομε τις ακραίες θέσεις της κεραίας [παράγρ. 5.3 (Δ)].

Σε εξαρτήσεις όπου ο κάδος κρέμεται με συρματόσχοινα (εξαρτήσεις συρόμενου κάδου και αρπάγης), όταν το φορτίο πλησιάζει το όριο της ανυψωτικής ικανότητας του εκσκαφέα, προσέχομε να μην κάνομε όπισθεν, γιατί τότε ο κάδος αθείται προς τα έξω και αυξάνει ο μοχλοβραχίονας ανατροπής προς τα εμπρός. Επίσης προσέχομε να μην κτυπάει ο κάδος στην κεραία, πράγμα που μπορεί να συμβεί όταν μεταφέρεται ο εκσκαφέας επάνω σε ανώμαλο έδαφος, ή όταν σταματάμε απότομα τη στροφή του σκάφους, οπότε παύει να ασκείται η φυγόκεντρη δύναμη και ο κάδος υφίσταται άθηση προς τα μέσα.

Η κεραία της εξαρτήσεως ανεστραμμένης τσάπας πρέπει να βρίσκεται σχετικά χαμηλά κατά την πορεία, καθώς και κατά τη στροφή του σκάφους προς τον ανήφορο.

Η ταχεία περιστροφή του σκάφους, λόγω της αυξημένης φυγόκεντρης δυνάμεως, είναι δυνατόν να προκαλέσει άθηση του κάδου προς τα έξω, με αποτέλεσμα την αύξηση του μοχλοβραχίονα της ροπής ανατροπής του εκσκαφέα.

Όταν ο κάδος ακουμπάει στο έδαφος, η περιστροφή του σκάφους πρέπει να έχει σταματήσει, γιατί στροφή του σκάφους με τον κάδο στο έδαφος έχει σαν αποτέλεσμα την καταπόνηση της κεραίας σε στρέψη [παράγρ. 5.4 (Α, 2)].

Πρέπει να είμαστε βέβαιοι ότι το έδαφος εδράσεως αντέχει στην πίεση, που δέχεται από τον εκσκαφέα. Ο φόβος υποχωρήσεως του εδάφους είναι μεγαλύτερος, όταν η κεραία βρίσκεται χαμηλά. Και αυτό, γιατί όπως είδαμε στην περίπτωση αυτή, το μεγαλύτερο μέρος των πιέσεων στο έδαφος εντοπίζεται στο εμπρόσθιο μέρος της επιφάνειας εδράσεως του εκσκαφέα, όπου εμφανίζεται τότε αυξημένη ειδική πίεση και επομένως κίνδυνος υποχωρήσεως του εδάφους.

Κατά την εργασία πρέπει να αποφεύγομε κατά το δυνατόν τις κρούσεις και τα απότομα τινάγματα.

Όταν ο εκσκαφέας δεν εργάζεται, καταβιβάζομε τον κάδο μέχρι το έδαφος, γιατί αν τον αφήναμε να αιωρείται συγκρατούμενος με το φρένο του συστήματος ανυψώσεως, θα υπήρχε φόβος να πέσει σε ενδεχόμενη περίπτωση χαλαρώσεως του φρένου, π.χ. λόγω μεταβολής θερμοκρασίας ή λόγω διαρροής του υγρού ή του πεπιεσμένου αέρα σε περίπτωση υδραυλικών ή πνευματικών φρένων.

Κατά τις μετακινήσεις, ο κάδος των εξαρτήσεων συρόμενου κάδου και αρπάγης δεν πρέπει να αιωρείται, αλλά να προσδένεται σταθερά στο μηχάνημα.

Ο κύριος συμπλέκτης να είναι αποσυμπλεγμένος όταν ο κινητήρας δεν εργάζεται.

Το συρματόσχοινο έλξεως [παράγρ. 5.4 (Β, 1)] σε εξάρτηση ανεστραμμένης τσάπας να είναι τεταμένο κατά την πορεία.

Προσέχομε να μην χαλαρώνουν τα συρματόσχοινα κατά την εργασία και να μην σχηματίζουν "θηλειές" και "στριψίματα" (βιρίνες), η δε περιέλιξή τους στα τύμπανα να γίνεται σε κανονικές στρώσεις. Απαγορεύεται να τυλίγομε συρματόσχοινα, όταν εργάζονται οι άλλοι μηχανισμοί του εκσκαφέα.

Τα συρματόσχοινα πρέπει να παρακολουθούνται συνεχώς και να αντικαθίστανται αμέσως μόλις παρουσιάσουν την παραμικρή φθορά. Οι χειριζόμενοι συρματόσχοινα πρέπει να φορούν δερμάτινα γάντια.

Όταν υπάρχουν εναέρια ηλεκτροφόρα σύρματα προσέχομε να μην αγγίζουν στην κεραία. Εάν παρ' όλα αυτά, το μηχάνημα βρεθεί κάτω από τάση και υπάρχει εύκολη διάβαση για το ρεύμα μέσω των μεταλλικών μερών του εκσκαφέα και των ερπιστριών, ο χειριστής δεν κινδυνεύει, εφ' όσον βρίσκεται στο κουβούκλιό του. Εάν όμως αποφασίσει να πηδήξει έξω, πρέπει να προσέξει, ώστε να μη βρεθεί ούτε μια στιγμή σε επαφή με το μηχάνημα και

με το έδαφος συγχρόνως, η δε προσγείωσή του να γίνει όσο το δυνατόν σε απόσταση από τον εκσκαφέα.

Πρέπει να τηρούμε καθαριότητα στο μηχάνημα γιατί τα διασκορπισμένα λάδια στο δάπεδο είναι δυνατόν να προκαλέσουν ολισθήσεις (γλιστρίματα).

Οι διάφοροι μηχανισμοί (ιμάντες, σταυροειδείς σύνδεσμοι αξόνων κλπ.) να έχουν προστατευτικά καλύμματα.

Σε ώρα λειτουργίας του εκσκαφέα να μην γίνεται καμιά εργασία συντηρήσεως.

Απαγορεύεται η παρουσία των ανθρώπων κάτω από εκσκαφέα, που βρίσκεται σε λειτουργία.

Πυροσβεστήρες σε κατάσταση ετοιμότητας και πρόχειρο φαρμακείο πρέπει να υπάρχουν σε κάθε εκσκαφέα.

Τα αναφερόμενα στο κεφάλαιο των ελκυστήρων μέτρα ασφαλείας (παράγρ. 3.2) πρέπει να εφαρμόζονται και για τους εκσκαφείς.

7.2 Συντήρηση, ρυθμίσεις και επισκευές.

Σχετικά με τη συντήρηση του κινητήρα του συστήματος μεταδόσεως κινήσεως, τους ελαστικούς τροχούς κλπ. ισχύουν τα ίδια όπως και για τους ελκυστήρες.

Ρυθμίσεις για την αντιστάθμιση των αποτελεσμάτων της φθοράς γίνονται σύμφωνα προς τις οδηγίες του κατασκευαστή στους συμπλέκτες και τα φρένα των διαφόρων βαρούλκων ή άλλων μηχανισμών, σε ερπύστριες, καδοφόρους αλυσίδες, ιμάντες, αλυσίδες μεταδόσεως κινήσεως, κωνικά γρανάζια, κωνικά ρουλέμαν, ελατήρια τροχών αναστολής (ελατήρια καστάνιας), στο μηχανισμό ανοίγματος του πυθμένα των κάδων, στις βαλβίδες των υδραυλικών συστημάτων κλπ.

Όταν στο σύστημα κυλίσεως του σκάφους επάνω στο φορείο υπάρχουν κωνικά πλευρικά ράουλα (σχ. 5.3ιβ), με την πρόσδο της φθοράς προωθούμε τα ράουλα προς το σκάφος κατ' ακτίνα ώστε να αποκαθίσταται η κανονική επαφή με τις τροχιές τους.

Προσπαθούμε κατά το δυνατόν να τηρούμε οριζόντιο το σκάφος, ώστε ορισμένα μέρη του εκσκαφέα να καταπονούνται ομοιόμορφα, όπως π.χ. τα ράουλα κυλίσεως του σκάφους.

Στους εκσκαφείς συρόμενου κάδου πολλές φορές, η κεραία καταπονείται κατά την εργασία σε κάμψη και στρέψη. Με τις επανειλημμένες αυτές καταπονήσεις μιας δικτυωτής κεραίας

είναι δυνατόν να στρεβλωθούν (να στραβώσουν) τα στοιχεία του δικτυώματος. Στέλνομε τότε την κεραία στο σιδηρουργείο για να αποκαταστήσουμε τη μορφή της. Όταν τα στοιχεία της είναι από σιδηρογωνιές μπορούμε να τα ευθυγραμμίσουμε με τη βοήθεια γρύλου.

Τα δόντια των κάδων τα αναστρέφομε, ώστε να αξιοποιηθεί τελείως και η λιγότερο φθαρμένη πλευρά τους. Όταν φθαρούν και από τις δύο πλευρές, τους επισκευάζομε με αναγόμωση ή με τη βοήθεια κράματος ανθεκτικού στη φθορά ή με συγκόλληση ειδικών σκληρών αιχμών. Τέλος, όταν η φθορά προχωρήσει πολύ, τους αντικαθιστούμε.

Τα συρματόσχοινα και οι αλυσίδες πρέπει να επιθεωρούνται συχνά και να αλλάζομε αμέσως, μόλις παρατηρηθεί το παραμικρό ελάττωμα. Αυτό αποτελεί βασικό κανόνα ασφαλείας, ιδιαίτερα για συρματόσχοινα που σηκώνουν βάρη.

Για να αλλάξουμε το συρματόσχοινο πρέπει πρώτα να σταματήσουμε τον κινητήρα (δεν αρκεί να αποσυμπλέξουμε το συμπλέκτη του σχετικού βαρούλκου). Αν χρειασθεί να περιστρέψουμε κάποιο τύμπανο κατά την εργασία αυτή, θέτομε σε κίνηση τον κινητήρα μόνο κατά το απαραίτητο για να γίνει αυτό χρονικό διάστημα και με μεγάλη προσοχή.

Τα συρματόσχοινα, όταν δεν υπάρχει σκόνη, συνιστάται να λιπαίνονται κατά διαστήματα με ειδικό λιπαντικό. Όταν υπάρχει σκόνη, το λιπαντικό βλάπτει, διότι σχηματίζει μαζί με αυτή διαβρωτικό μίγμα.

Τα εκτεθειμένα γρανάζια λιπαίνονται με ειδικό ασφαλτικό λιπαντικό κατά τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Στα υδραυλικά συστήματα παρακολουθούμε ανελλιπώς τη στεγανότητα των κυκλωμάτων και εξαλείφομε τις εκ πρώτης όψεως πιθανές αιτίες διαρροής (σφίγγομε συνδέσμους σωληνώσεων). Αν η διαρροή εξακολουθεί, αντικαθιστούμε τα τυχόν ελαττωματικά υλικά στεγανότητας (δακτύλιους, τσιμούχες, φλάντζες, σαλαμάστρες κλπ.).

Κατά διαστήματα συμπληρώνομε το υγρό των υδραυλικών συστημάτων στο ντεπόζιτο, ώστε να διατηρείται σταθερή η στάθμη του. Όταν η στάθμη για οποιονδήποτε λόγο, π.χ. λόγω μεγάλης κλίσεως του σκάφους ή ανεπάρκειας υγρού βρεθεί κάτω από το φίλτρο αναρροφήσεως του υγρού, υπάρχει φόβος να αναρροφηθεί από την αντλία τη στιγμή εκείνη αέρας, κατόπιν πάλι υγρό (σε περίπτωση επανόδου της στάθμης) κ.ο.κ. και να προκληθούν επικίνδυνες δονήσεις.

Όταν η στάθμη είναι πολύ ψηλά, υπάρχει φόβος να υπερχειλίσει το ντεπόζιτο και να εκσφενδονισθεί υγρό από το "αναπνευστικό" του σε περίπτωση απότομης επιστροφής υγρού (π.χ. λόγω ταχείας καθόδου, υπό την ενέργεια του βάρους του, ενός εξαρτήματος ελεγχόμενου από υδραυλικό κύλινδρο), ιδίως όταν δεν λειτουργεί η αντλία. Όταν δεν υπάρχει αναπνευστικό, όπως συμβαίνει σε μερικά στεγανά ντεπόζιτα, θα κινδύνευε στην περίπτωση αυτή να εκραγεί το ντεπόζιτο ή κάποιος σωλήνας.

Εκλέγομε το είδος του υγρού που ορίζει ο κατασκευαστής.

Υγρό κακής ποιότητας αφήνει ρητινώδη κατάλοιπα στις βαλβίδες και στις οπές των διανομέων, προκαλεί απόφραξη φίλτρων σωληνώσεων κλπ.

Απόκλιση από το προδιαγραφόμενο ιξώδες του υγρού είτε προς τα επάνω είτε προς τα κάτω, προκαλεί ανωμαλίες ή ζημιές στο κύκλωμα (δύσκολη κυκλοφορία, σπηλαίωση κλπ. όταν το υγρό είναι πολύ παχύρρευστο, υπερθέρμανση, διαρροές κλπ., όταν είναι πολύ λεπτόρρευστο).

Κατά τη ρύθμιση της πιέσεως καταθλίψεως των αντλιών του υγρού προσέχομε να μην υπερβαίνουμε την πίεση που ορίζει ο κατασκευαστής. Τυχόν υπέρβαση της πιέσεως καταπονεί όλα τα στοιχεία του κυκλώματος και τα ρουλεμάν αντλίας και κινητήρα.

Δεν πρέπει να παραμελείται η εκδίωξη του τυχόν υπάρχοντος αέρα από το υδραυλικό κύκλωμα.

Το υγρό δεν πρέπει να σχηματίζει αφρό, όταν αναταράσσεται. Η καθαρότητα του υγρού έχει μεγάλη σημασία. Τα φίλτρα του πρέπει να καθαρίζονται σύμφωνα προς τις οδηγίες.

Όταν η πίεση στο στόμιο αναρροφήσεως της αντλίας του υγρού πέσει πολύ χαμηλά, προκαλείται το φαινόμενο της **σπηλαιώσεως**, δηλαδή ταχεία φθορά του ρότορα και θόρυβος κατά τη λειτουργία.

Γι' αυτό πρέπει να αποφεύγεται κάθε αιτία σημαντικής μειώσεως της πιέσεως στο στόμιο αναρροφήσεως, όπως π.χ. η χρησιμοποίηση υγρού με ιξώδες μεγαλύτερο του προδιαγραφόμενου, η απόφραξη του φίλτρου και του σωλήνα αναρροφήσεως (προλαμβάνεται με επιμελή φροντίδα για την καθαριότητα του υγρού, τη συντήρηση των φίλτρων κλπ.), η πολύ υψηλή ταχύτητα ροής του υγρού.

Προσέχομε τέλος να μην παθαίνουν στρέψη οι ελαστικοί σωλήνες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
----------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

1.1 Χρήσεις ελκυστήρων.....	3
1.2 Δυνάμεις και ροπές που ενεργούν στους ελκυστήρες.....	8
1.3 Δύναμη προωθήσεως του ελκυστήρα	13
1.4 Ολίσθηση κινητηρίων τροχών και μέγιστη δύναμη έλξεως.....	14
1.5 Ισχύς έλξεως	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

2.1 Πλαίσιο (σασσί).....	24
2.2 Κινητήρας	24
2.3 Σύστημα μεταδόσεως κινήσεως από τον κινητήρα στους κινητήριους τροχούς	34
2.4 Σύστημα διευθύνσεως	91
2.5 Σύστημα κυλίσεως.....	109
2.6 Σύστημα πεδήσεως	133
2.7 Διάταξη έλξεως	136

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ

3.1 Ευστάθεια ελκυστήρα.....	139
3.2 Μέτρα ασφαλείας ελκυστήρων.....	149
3.3 Συντήρηση ελκυστήρα που χρησιμοποιείται	152
3.4 Συντήρηση ελκυστήρα εν αργίᾳ.....	164
3.5 Ρυθμίσεις.....	166
3.6 Επισκευές	172

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ

(EXCAVATORS, BAGGER, EXCAVATEURS ή PELLES)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΣΚΑΦΕΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ ΠΕΡΙΟΔΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

5.1 Γενικά	181
5.2 Κύρια μέρη	181
5.3 Μηχανικοί εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας	184
5.4 Εξαρτήσεις μηχανικών εκσκαφέων περιοδικής λειτουργίας	233
5.5 Υδραυλικοί εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας	282
5.6 Ηλεκτρικοί εκσκαφείς περιοδικής λειτουργίας	363
5.7 Εκσκαφείς με κρεμαστό κάδο.....	372

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

6.1 Εκσκαφείς με ατέλειωτη αλυσίδα κάδων (Eimerkettenbagger, excavateurs a godets multiples)	380
6.2 Εκσκαφείς με καδοφόρο τροχό (wheel excavators, Schaufelradbagger, roues - pelles)	398

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΕΚΣΚΑΦΕΩΝ

7.1 Μέτρα ασφαλείας	408
7.2 Συντήρηση, ρυθμίσεις και επισκευές	411

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

