



**Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών**

**«ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ»**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΣΧΩΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ (Α.Μ.11595)**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΠΑΤΣΟΥΛΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2022

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου του πρώην τμήματος Μ.Υ.Π του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και αναφέρεται στον σχεδιασμό μηχανών και συγκεκριμένα μεταφορικών και ανυψωτικών μηχανών. Είναι γνωστό ότι ένα σύστημα μεταφοράς είναι ένα κοινός μηχανικός εξοπλισμός που μετακινεί υλικά από τη μια θέση στην άλλη. Οι μηχανικοί μεταφορείς αλλά και οι ανυψωτικοί είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι σε εφαρμογές που συνεπάγονται τη μεταφορά βαρέων ή ογκωδών υλικών. Τα συστήματα μεταφοράς και ανύψωσης επιτρέπουν την γρήγορη και αποτελεσματική μεταφορά για μεγάλη ποικιλία υλικών, τα οποία τα καθιστούν πολύ δημοφιλή στις βιομηχανίες.

Αρχικά παρουσιάζονται εισαγωγικές έννοιες για τις μεταφορικές και ανυψωτικές μηχανές. Έπειτα δίνονται στοιχεία για τα δομικά στοιχεία και όργανα έλξεως βαρών, τις μεταφορικές και ανυψωτικές μηχανές, τις διατάξεις ασφάλειας των μεταφορικών και ανυψωτικών μηχανών.

Το θέμα της παρούσης πτυχιακής εργασίας είναι ο «Σχεδιασμός Μηχανών - Μεταφορικές και Ανυψωτικές μηχανές», και αναλύεται ως εξής:

Στο 1^ο κεφάλαιο οι: «Εισαγωγικές έννοιες» παρουσιάζονται οι μεταφορικές - ανυψωτικές μηχανές, τα ανυψωτικά μηχανήματα, πραγματοποιείται διάκριση μεταφορικών - ανυψωτικών μηχανών και η βιβλιογραφική επισκόπηση.

Στο 2^ο κεφάλαιο τα: «Δομικά στοιχεία / όργανα έλξεως βαρών» παρατίθενται τα καννάβινα καλώδια / σχοινιά (τρόπος κατασκευής, τρόπος χρήσης, υπολογισμός καννάβινων καλωδίων, τροχαλίες καννάβινων καλωδίων, σχοινιά συνθετικών υλών), τα συρματόσχοινα (ιδιότητες, είδη συρματόσχοινων, υπολογισμός των συρματόσχοινων, συντήρηση και προφύλαξη των συρματόσχοινων κατά την διάρκεια της χρήσης τους, συνδεσμολογία των συρματόσχοινων και των τροχαλιών τους), οι αλυσίδες (αλυσίδες με κρίκους, υπολογισμός κοινών αλυσίδων, αρθρωτές αλυσίδες / σύνθετες), τα άγκιστρα (υπολογισμός / κατασκευή άγκιστρου), τα τύμπανα και τα στρόφαλα (τρόπος ανάρτησης των φορτίων).

Στο 3^ο κεφάλαιο οι: «Μεταφορικές και ανυψωτικές μηχανές» προτάσσονται οι ανυψωτικές μηχανές (γενικά στοιχεία, τροχαλίες, πολύσπαστα, βαρούλκα, γρύλοι, γερανοί - γερανογέφυρες) και οι μεταφορικές μηχανές (μεταφορικές ταινίες, μεταφορά με αέρα, βοηθητικά μηχανήματα μετακίνησης υλικών).

Στο 4^ο κεφάλαιο οι: «Διατάξεις ασφάλειας των μεταφορικών και ανυψωτικών μηχανών» επισημαίνονται γενικά στοιχεία για τα όργανα ασφάλειας, οι τροχοί αναστολής (τροχοί αναστολής με εξωτερική οδόντωση, τροχός αναστολής με εσωτερική οδόντωση, τροχοί αναστολής με τριβή), τα φρένα (γενικά στοιχεία, φρένα με σιαγόνα, φρένα με ταινία ή ταινιοπέδες), η συντήρηση και επίβλεψη συστημάτων ασφάλειας, η συντήρηση μεταφορικών μηχανήματων και η πρόληψη ατυχημάτων (προληπτικά μέτρα κατά τον χειρισμό των γερανών, υπερφόρτωση του άγκιστρου, πρόωρη φθορά εξαρτημάτων, γενικά μέτρα ασφαλείας).

Στο 5^ο κεφάλαιο γίνεται μια εφαρμογή που αφορά τον σχεδιασμό ενός βαρούλκου

Στο 6^ο και τελευταίο κεφάλαιο της πτυχιακής παρουσιάζονται τα: «Συμπεράσματα» για τον σχεδιασμό Μηχανών – Μεταφορικών και Ανυψωτικών.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ Νικόλαο Μπατσούλα, Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iv
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Μεταφορικές – Ανυψωτικές Μηχανές.....	1
1.2 Ανυψωτικά Μηχανήματα.....	2
1.3 Διάκριση Μεταφορικών – Ανυψωτικών Μηχανών.....	4
1.4 Βιβλιογραφική Έρευνα	6
2 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ / ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΞΕΩΣ ΒΑΡΩΝ.....	9
2.1 Κανναβινά Καλώδια / Σχοινιά.....	9
Τρόπος Κατασκευής	9
Τρόπος Χρήσης.....	10
Υπολογισμός καννάβινων καλωδίων	10
Τροχαλίες καννάβινων καλωδίων.....	11
Σχοινιά συνθετικών υλών	12
2.2 Συρματόσχοινα.....	12
Ιδιότητες.....	12
Είδη συρματόσχοινων.....	15
Υπολογισμός τών συρματοσχοίνων	15
Συντήρηση και προφύλαξη των συρματόσχοινων κατά την διάρκεια της χρήσης τους.....	17
Συνδεσμολογία των συρματόσχοινων και των τροχαλιών τους.....	18
2.3 Αλυσίδες.....	20
Αλυσίδες με κρίκους.....	21
Υπολογισμός κοινών αλυσίδων.....	21
Αρθρωτές αλυσίδες / σύνθετες.....	22
2.4 Άγκιστρα.....	22
Υπολογισμός / Κατασκευή άγκιστρου	23
2.5 Τύμπανα.....	28
2.6 Στρόφαλα.....	28
Τρόπος ανάρτησης των φορτίων	28
3 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΥΨΩΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	30
3.1 Ανυψωτικές Μηχανές.....	30
Γενικά στοιχεία	30

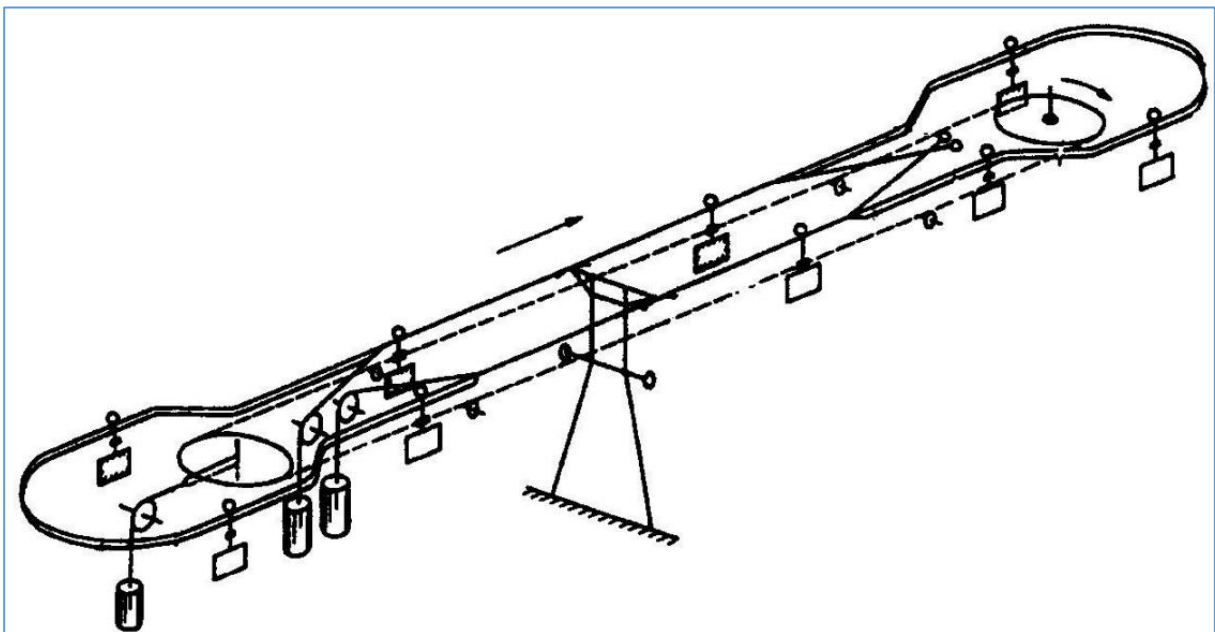
Τροχαλίες	30
Πολύσπαστα	31
Βαρούλκα	34
Γρύλοι.....	36
Γερανοί - Γερανογέφυρες	40
3.2 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ	47
Μεταφορικές Ταινίες	47
Μεταφορά με Αέρα.....	49
Βοηθητικά μηχανήματα μετακίνησης υλικών.....	53
Ποικίλα μεταφορικά μέσα μετακίνησης υλικών.....	55
4 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ	58
4.1 Γενικά Στοιχεία Για Τα Όργανα Ασφαλείας	58
4.2 Τρόχοι Αναστολής.....	59
Τροχοί αναστολής με εξωτερική οδόντωση	59
Τροχός αναστολής με εσωτερική οδόντωση	60
Τροχοί αναστολής με τριβή	61
4.3 Φρένα.....	62
Γενικά στοιχεία	62
Φρένα με σιαγόνα	63
Φρένα με ταινία ή ταινιοπέδες.....	63
4.4 Συντήρηση Και Επίβλεψη Συστημάτων Ασφαλείας.....	63
4.5 Συντήρηση Μεταφορικών Μηχανών.....	64
4.6 Πρόληψη Ατυχημάτων.....	65
Προληπτικά μέτρα κατά τον χειρισμό των γερανών.....	66
Υπερφόρτωση του άγκιστρου.....	66
Πρόωρη φθορά εξαρτημάτων	67
Γενικά μέτρα ασφαλείας.....	67
5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΛΚΟΥ	68
6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Μεταφορικές – Ανυψωτικές Μηχανές

Ανυψωτικές μηχανές ονομάζονται τα μηχανικά συγκροτήματα, τα όποια χρησιμεύουν για την μεταφορά βαρών κατακόρυφα ή οριζόντια και κατακόρυφα συγχρόνως. Σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως και μεταφορικά μηχανήματα για την μετακίνηση υλικών από μια θέση σε άλλη.

Ο προορισμός των ανυψωτικών μηχανών με την πάροδο του χρόνου γίνεται περισσότερο σημαντικός σε όλους τους κλάδους της σύγχρονης βιομηχανίας. Χρησιμοποιούνται στην βαριά βιομηχανία για την μετακίνηση μεγάλων βαρών, στις αποβάθρες και τους σιδηροδρομικούς σταθμούς για την φόρτωση υλικών, στα εργοστάσια για τις μετακινήσεις μηχανών και υλικών, στα πολυώροφα κτίρια για την εξυπηρέτηση ανυψωτικών και μεταφορικών αναγκών και υλικών σε όλους τους ορόφους, στα μεταλλεία, στα δομικά έργα και εν γένει παντού, όπου παρουσιάζεται ανάγκη ανύψωσης ή μετακίνησης υλικών.



Σχ. 1.1: Έλξη με τη βοήθεια συρματόσχοινου.[7]

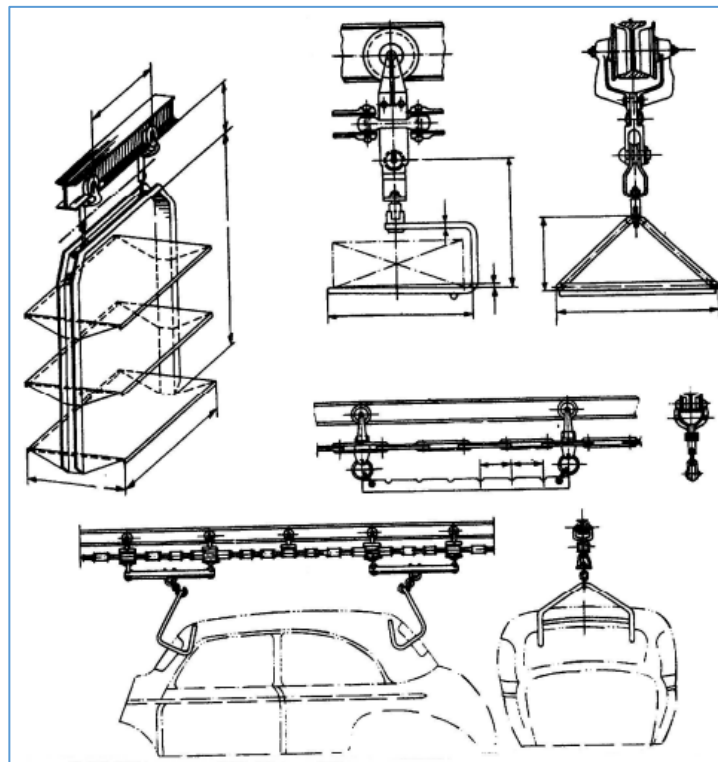
Με την χρησιμοποίησή τους εξοικονομούνται εργατικά χεριά, δεν υπάρχει απώλεια χρόνου και δεν καταπονείται το προσωπικό με βαριές εργασίες.

Οι ανυψωτικές μηχανές τελειοποιούνται συνεχώς, διότι καθημερινά τα φορτία που πρέπει να ανυψώνονται γίνονται μεγαλύτερα, ενώ παράλληλα η ταχύτητα ανύψωσης πρέπει να βελτιώνεται, η παραγωγή να γίνεται οικονομικότερη και συγχρόνως να πληρούνται και οι όροι άνεσης και αισθητικής. Προκειμένου να μελετηθούν οι ανυψωτικές μηχανές, θα εξετασθούν πρώτα τα μηχανικά στοιχεία, από τα οποία αποτελούνται, και κατόπιν ως σύνολα μηχανισμών (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Πέτρου, 2013).

1.2 Ανυψωτικά Μηχανήματα

Τα ειδικά αυτά στοιχεία των ανυψωτικών μηχανών κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Πέτρου, 2013):

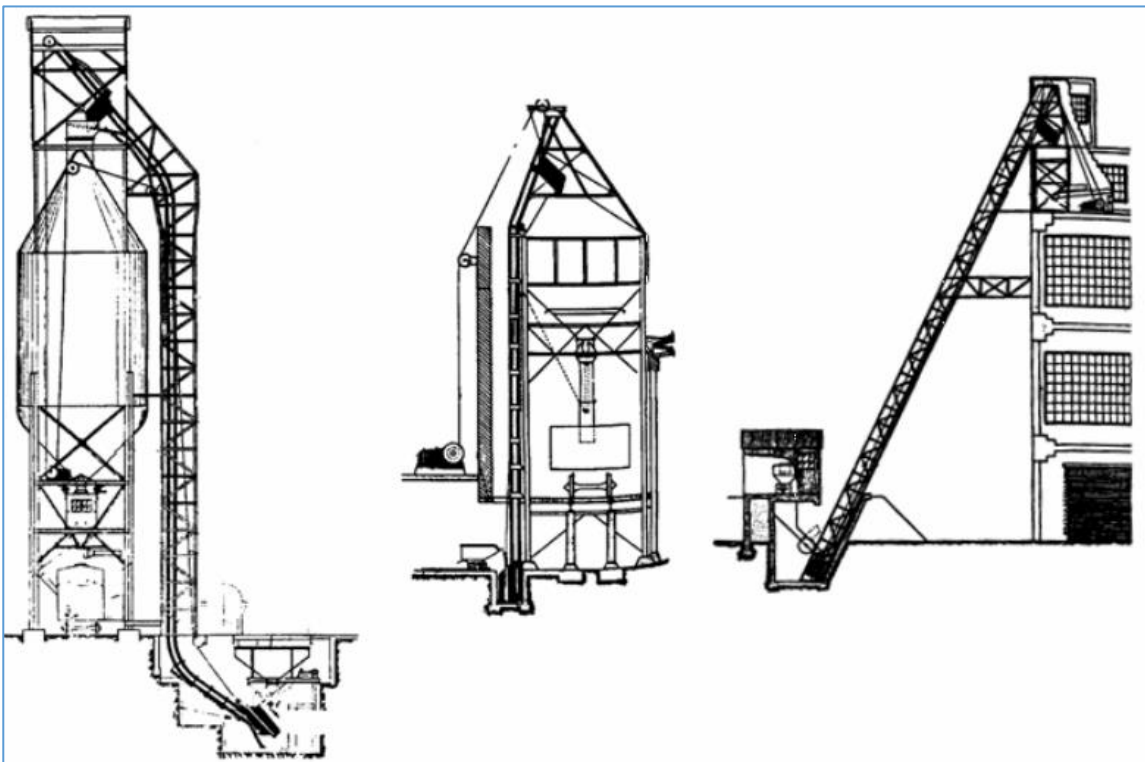
- a) Όργανα Έλξης των βαρών, δηλαδή καλώδια, αλυσίδες, άγκιστρα, τύμπανα, τροχαλίες και στρόφαλοι.
- b) Διατάξεις ασφαλείας των ανυψωτικών μηχανών, δηλαδή τροχοί αναστολής και πέδες.



Σχ.1.2: Έλξη με τη βοήθεια αλυσίδας.[7]

Οι ανυψωτικές μηχανές κατατάσσονται σε 6 κατηγορίες:

1. Απλές μηχανές: για την ανύψωση μικρών βαρών συνήθως κατακόρυφα, δηλαδή: τροχαλίες, πολύσπαστα, βαρούλκα και γρύλοι διάφοροι.
2. Γερανό: για την ανύψωση βαρών κατακόρυφα και οριζόντια συγχρόνως σε ορισμένη όμως τροχιά.
3. Γερανογέφυρες: για την εξυπηρέτηση ανυψωτικών αναγκών καθ' όλη την έκταση αιθουσών εργοστασίων, χυτηρίων, αποθηκών και χώρων εγκαταστάσεων.
4. Ανελκυστήρες (Ascenseurs): για την εξυπηρέτηση ανόδου και καθόδου προσώπων ή φορτίων σε κτίρια, σιδηροδρομικούς σταθμούς, ορυχεία κ.λπ.
5. Μηχανισμοί εναέριων μεταφορών.
6. Μηχανήματα μετακίνησης υλικών.



Σχ. 1.3: Έλξη κάδου υλικού με συρματοσχοινο.[7]

1.3 Διάκριση Μεταφορικών – Ανυψωτικών Μηχανών

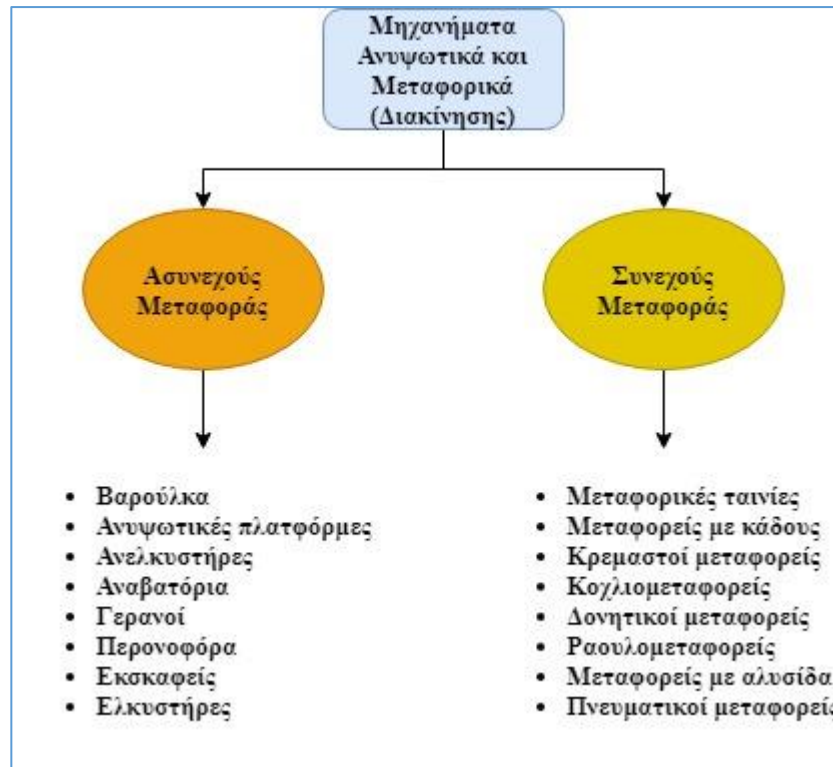
Οι δύο μεγάλες κατηγορίες των μηχανημάτων διακίνησης είναι (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Πέτρου, 2013):

- Τα μηχανήματα ασυνεχούς μεταφοράς τα οποία επιτελούν διαδοχικές διαδρομές εργασίας και επιστροφής.
- Τα μηχανήματα συνεχούς μεταφοράς τα οποία δουλεύουν διαρκώς, για μεγάλο χρονικό διάστημα, μεταφέροντας υλικά σε μορφή τεμαχίων ή χύδην.



Σχ. 1.4: Διάκριση της Τεχνικής των Μεταφορών.[9,14]

Τα μηχανήματα συνεχούς μεταφοράς κατά κανόνα δουλεύουν πιο οικονομικά. Με το ίδιο βάρος μεταφέρουν μεγαλύτερες ποσότητες υλικών με μικρότερη ισχύ από τα μηχανήματα ασυνεχούς μεταφοράς. Η πιο μικρή ισχύς δημιουργείται από τα μικρότερα νεκρά βάρη, τις σπάνιες εκκινήσεις και τις μικρότερες μαζικές δυνάμεις οι οποίες αναπτύσσονται κατά την εκκίνηση και πέδηση. Τα μηχανήματα ασυνεχούς μεταφοράς χρησιμοποιούνται τις πιο πολλές φορές για μικρότερο αριθμό τεμαχίων ανά μονάδα χρόνου και για βαριά μεμονωμένα φορτία, όπως και σε διαδικασίες αποθήκευσης για την εξυπηρέτηση των ραφιών (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Πέτρου, 2013).



Σχ. 1.5: Είδη μηχανημάτων ασυνεχούς και συνεχούς μεταφοράς [9,14]

Στο σχήμα 1.2. παρουσιάζεται μια λεπτομερέστερη αναφορά στα είδη μηχανημάτων ασυνεχούς και συνεχούς μεταφοράς.

Για τη μελέτη και κατόπιν την κατασκευή των μηχανημάτων διακίνησης έχει μεγάλη σημασία να τηρούνται οι προδιαγραφές για την πρόληψη ατυχημάτων και την προστασία του περιβάλλοντος, την ασφάλεια εργασίας, το μικρό βάρος, την απλή συντήρηση, τον εύκολο χειρισμό και την κατάλληλη διαμόρφωση για τη διευκόλυνση της μεταφοράς.

Επίσης σε δύο κατηγορίες χωρίζονται τα υλικά προς διακίνηση¹ (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Πέτρου, 2013): ¹Η διακίνηση προσώπων μέσω ανελκυστήρων, κυλιόμενων κλιμάκων ή εναερίων σιδηροδρόμων με συρματόσχοινο αποτελεί αντικείμενο μιας ιδιαίτερης περιοχής.

- Σε υλικά σε μορφή τεμαχίων. Πρόκειται για μεμονωμένα φορτία και έχουν σχήμα κουτιού, μπάλας, κιβωτίου, παλέτας κλπ. διαφόρων διαστάσεων και ιδιοτήτων. Ένα ή περισσότερα τεμάχια που συγκεντρώνονται σε ένα μέσο μεταφοράς (για παράδειγμα, παλέτα, εμπορευματοκιβώτιο) αποτελούν συνήθως μια μονάδα μεταφοράς.

- Σε υλικά χύδην που αποτελούνται από πολλά επί μέρους τεμάχια με μικρές σχετικά διαστάσεις όπως άμμος, κάρβουνο, δημητριακά. Στις βασικές τους ιδιότητες είναι η πυκνότητα, το μέγεθος των κόκκων, η γωνία πρανούς, η περιεκτικότητα σε υγρασία και ποικίλες άλλες ιδιαίτερες ιδιότητες όπως ευαισθησία σε πίεση.

1.4 Βιβλιογραφική Έρευνα

Ο Σιδέρης - Μαλλούς, (2018) στην πτυχιακή εργασία με θέμα «Ανυψωτικές και Μεταφορικές Μηχανές» παρουσιάζει στοιχεία και συστήματα που αποτελούν τις διατάξεις των ανυψωτικών μηχανών. Συγκεκριμένα, αναφέρεται στα συρματόσχοινα, στις τροχαλίες, στα τύμπανα, στα βαρούλκα, στα πολύσπαστα και στα μέσα παραλαβής φορτίου που αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους κλάδους των ανυψωτικών μηχανών διότι με αυτά αναρτώνται τα φορτία. Στη συνέχεια αναλύει τις αρχές λειτουργίας των ανυψωτικών μηχανημάτων, επισημαίνει τις διατάξεις ασφαλείας των συστημάτων πέδησης και τις υπολογίζει διαχωρίζοντας τα είδη και τα χαρακτηριστικά των γερανών. Κατόπιν, μελετά έναν περιστροφικό γερανό τοίχου κάνοντας ανάλυση στην επιλογή των στοιχείων του σύμφωνα με τους κανόνες και την χρήση τυποποιημένων πινάκων και τον τρόπο υπολογισμού του συγκεκριμένου τύπου γερανού. Στη δεύτερη μελέτη παρουσιάζονται τα δομικά μέρη ενός ανελκυστήρα. Αυτά είναι τα συστήματα ασφαλείας που τον απαρτίζουν, οι διακόπτες ορόφων, ο οροφοδιαλογέας αλλά και τα κατασκευαστικά στοιχεία του φρέατος. Αναλυτικότερα όμως η μελέτη του εστιάζεται σε έναν υδραυλικό ανελκυστήρα και στον τρόπο λειτουργίας του και ανάρτησής του, στην αναλυτική δομή της εγκατάστασής του, στην επιλογή των εξαρτημάτων οδήγησής του και στα συστήματα ασφαλείας του. Στο τελευταίο μέρος γίνεται έλεγχος της διάταξης του υδραυλικού ανελκυστήρα με την χρήση κανόνων, μεθόδων και πινάκων (Σιδέρης - Μαλλούς, 2018).

Οι Hichri, Fauroux, Adouane, Doroftei, & Mezouar, (2019) παρουσιάζουν μια μεθοδολογία σχεδίασης για τη δημιουργία συνεργατικών ρομπότ ικανών να χειριστούν και να μεταφέρουν ωφέλιμα φορτία. Η στρατηγική βασίζεται στη σύσφιξη του ωφέλιμου φορτίου μεταξύ ενός συνόλου κινητών ρομπότ που ονομάζεται m-bots. Ένας μηχανισμός ανύψωσης με δύο βαθμούς ελευθερίας τοποθετημένος σε κάθε κινητό ρομπότ επιτρέπει στη συνέχεια να ανυψώσει το ωφέλιμο φορτίο και να το τοποθετήσει σε κάθε κορυφαία πλατφόρμα m-bot για μεταφορά. Οι διαρθρωτικές και διαστατικές αναλύσεις παρουσιάζονται λεπτομερώς προκειμένου να αναπτυχθεί ο προτεινόμενος μηχανισμός. Επίσης, εμφανίζονται αποτελέσματα προσομοίωσης δυναμικού λογισμικού πολλαπλών σωμάτων χρησιμοποιώντας διαφορετική

ενεργοποίηση για τον μηχανισμό ανύψωσης. Τα πειράματα που βασίζονται σε ένα ανεπτυγμένο δοκιμαστικό πάγκο και είναι κατασκευασμένα πρωτότυπα, επιτρέπουν την επικύρωση της διαδικασίας ανύψωσης του ωφέλιμου φορτίου (Hichri, Fauroux, Adouane, Doroftei, & Mezouar, 2019).

Ο Πέτρου (2013) στη διπλωματική του εργασία κάνει μια ανασκόπηση των κύριων ανυψωτικών μηχανών που συναντώνται σήμερα. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζει τα βασικά δομικά στοιχεία τα οποία απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία των ανυψωτικών συστημάτων. Επίσης παρουσιάζει και τα διάφορα είδη φορτίου τα οποία μπορεί να συναντήσει κάποιος. Ακόμα, γίνεται αναφορά στις διάφορες διατάξεις ασφαλείας που πρέπει να υπάρχουν και στην εισαγωγή στις αρχές λειτουργίας των ανυψωτικών μηχανών. Επιπλέον, εμφανίζονται ορισμένα ανυψωτικά συστήματα έλξης τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα, διάφορα είδη και διάφορες λειτουργίες των γερανών όπως επίσης και τα ανυψωτικά μέσα σε διαδρόμους. Οι ανυψωτικές μηχανές έχουν σημαντικό ρόλο στη μετακίνηση υλικών ή προσώπων καθώς η μαζική παραγωγή, η αυτοματοποίηση, η αύξηση των ανταμοιβών και η απαίτηση για καταπολέμηση της βαριάς σωματικής εργασίας, διατέλεσαν τις κινητήριες δυνάμεις για την έντονη ανάπτυξη της τεχνικής της διακίνησης υλικών τις τελευταίες δεκαετίες. Τα μέσα διακίνησης, όπως γερανοί, μηχανήματα στοιβάσις, μεταφορικές ταινίες, αναβατόρια, παλάγκα, ανελκυστήρες, κυλιόμενες κλίμακες χρησιμοποιούνται όπου πρέπει να μετακινηθούν υλικά ή πρόσωπα (Πέτρου, 2013).

Ο Ceccarelli (2018) παρουσίασε σε μελέτη τον σχεδιασμό του μηχανισμού που επηρεάζει τις περαιτέρω εξελίξεις των σύγχρονων συστημάτων. Συζητούνται οι προκλήσεις σε θέματα Καινοτομίας και Σχεδιασμού Μηχανισμών όπως ήταν και εξακολουθούν να είναι θεμελιώδους σημασίας για την τεχνολογική μεταφορά από τον Μηχανισμό και την Επιστήμη Μηχανών σε καινοτόμα επιτυχημένα μηχανικά σχέδια σύγχρονων συστημάτων (Ceccarelli, 2018).

Ο Μαργαρίτης (2011) αναφέρει αναλυτικά τη νομοθεσία και τις οδηγίες, οι οποίες αναφέρονται στην ασφάλεια λειτουργίας ανυψωτικών και μεταφορικών διατάξεων όπως και των παρελκόμενων τους. Επίσης, συγκεντρώνεται το σύνολο των παρεμφερών νομοθεσιών και σχολιάζονται (Μαργαρίτης, 2011).

Ο Adolfsson και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν το περιβάλλον σχεδιασμού μηχανών (modular machine design environment / MMDE), ένα περιβάλλον λογισμικού που επιτρέπει την «εικονική σχεδίαση / μηχανική» των μηχανολογικών συστημάτων παραγωγής εξαρτημάτων. Αποτελείται από μια σειρά πολύ ολοκληρωμένων εργαλείων που υποστηρίζουν την απεικόνιση, το σχεδιασμό, τον προγραμματισμό, την επαλήθευση και την αξιολόγηση συστημάτων μηχανών

που κατασκευάζονται από μηχανικά, ηλεκτρονικά και λογισμικά στοιχεία / ενότητες σε ένα εικονικό περιβάλλον. Με τη χρήση τρισδιάστατης (3-D) γραφικής προσομοίωσης με πολλά πρόσθετα εργαλεία, το MMDE υποστηρίζει την οπτικοποίηση, τον σχεδιασμό, την προσομοίωση και την επαλήθευση τόσο του φυσικού μοντέλου όσο και του λογικού ελέγχου για το σχεδιασμό ή την αλλαγή των απαιτήσεων των εφαρμογών / πελατών πριν γίνει οποιαδήποτε πραγματική εφαρμογή (Adolfsson, και συν., 2002).

Ο Χαράμης στην πτυχιακή του εργασία αναφέρεται στα ανυψωτικά μηχανήματα. Ο βασικός στόχος της εργασίας του είναι η ενημέρωση και η παρουσίαση των ανυψωτικών μηχανημάτων από τα αρχαία χρόνια μέχρι και σήμερα. Επίσης, στους στόχους της εργασίας είναι και η διάκριση των κατηγοριών ανυψωτικών μηχανημάτων όπως γερανογέφυρες πάσης φύσεως, ηλεκτρικά βαρούλκα συρματόσχοινου και αλυσίδας, παλάγκα, παλετοφόρα και περονοφόρα, οι βασικές αρχές λειτουργίας των ανυψωτικών μηχανημάτων, οι αρχές λειτουργίας των περονοφόρων ανυψωτικών μηχανημάτων και τα είδη που εντοπίζονται σε αυτά, τα μέτρα συντήρησης για γόνιμη χρήση και τις βιομηχανικές χρήσεις που ισχύουν και τέλος οι χρήσεις ασφαλείας ως προς το νομικό πλαίσιο των περονοφόρων μηχανημάτων και η απόκτηση άδειας χειρισμού και ασφάλειας (Χαράμης, 2011).

Ο Δάλλας στην πτυχιακή του εργασία, αναφέρει τη συλλογή, την αξιολόγηση και τη συζήτηση στοιχείων που οριοθετούνται στο πλαίσιο της ανάλυσης βιβλιογραφικών δεδομένων για την λειτουργία των σύγχρονων μηχανών και τα μεταβατικά φαινόμενα που συμβαίνουν, δημιουργώντας πρόβλημα στις εν λόγω λειτουργίες. Συνεπώς, η εν λόγω εργασία θεωρείται ορθή και αποτελεσματική ως προς τα στοιχεία που εξετάζει και χωρίζεται σε τρία κεφάλαια. Το πρώτο είναι εκείνο της Έννοιας και των Χαρακτηριστικών των Μηχανών στις Μέρες μας καθώς και ο Τρόπος Λειτουργίας – Συντήρησης τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται και αναλύεται η Έννοια των Μεταβατικών Φαινομένων στα Σύγχρονα Μηχανήματα και στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται η Αναγκαιότητα της Συντήρησης και Λίπανσης Μηχανημάτων για την Αποφυγή των Μεταβατικών Φαινομένων στα Σύγχρονα Μηχανήματα (Δάλλας, 2018).

2 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ / ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΞΕΩΣ ΒΑΡΩΝ

Τα δομικά στοιχεία / όργανα έλξεως βαρών κατά τον Σχεδιασμό Μεταφορικών και Ανυψωτικών μηχανών είναι τα εξής:

2.1 Κανναβινά Καλώδια / Σχοινιά

Τρόπος Κατασκευής

Ως πρώτη ύλη για την κατασκευή των φυτικών σχοινιών χρησιμοποιούνται διάφορες υφάνσιμες ύλες, όπως η κάνναβη, το βαμβάκι, η γιούτα, το σιζάλ κ.λπ. (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977).

Συνήθως για τα φυτικά σχοινιά των ανυψωτικών μηχανών χρησιμοποιείται η ευρωπαϊκή κάνναβη. Οι ίνες της κάνναβης στα κλωστήρια μετατρέπονται σε νήματα. Πολλά νήματα συστρεφόμενα αποτελούν δέσμες, συνήθως όμως τρία νήματα, με νέο στρίψιμο αποτελούν το κανναβένιο καλώδιο, του οποίου η διατομή είναι περίπου κυκλική.

Η ποιότητα των κανναβένιων καλωδίων εξαρτάται από την ποιότητα των ινών και από το μέγεθος τους. Τα σχοινιά από κοντές ίνες είναι μικρότερης αντοχής από εκείνα που αποτελούνται από μακρές ίνες.

Για να επιτευχθεί ελάττωση των φθορών των σχοινιών από τις καιρικές συνθήκες, βουτιούνται πρώτα σε διάλυμα σαπουνιού για την αφαίρεση των λιπών και κατόπιν, αφού ξεραθούν, σε θερμή πίσσα. Η κατεργασία αυτή παρατείνει μεν την ζωή των σχοινιών, ελαττώνει δε την αντοχή τους κατά 10% περίπου (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

Τρόπος Χρήσης

Τα καννάβινα καλώδια χρησιμοποιούνται για μεταφορά μικρών βαρών και για αποστάσεις μέχρι 25 m. Η χρησιμοποίησή τους περιορίζεται στην ανύψωση φορτίων με απλές και ελαφρές ανυψωτικές μηχανές και στην πρόσδεση των φορτίων επί των αγκίστρων. Συνίσταται ο περιοδικός έλεγχος της αντοχής τους και η έγκαιρη αντικατάσταση των φθαρμένων καλωδίων.

Ο έλεγχος της αντοχής τους γίνεται με εξάρτηση από αυτά φορτίου μεγαλύτερου του ωφέλιμου κατά 50% επί μία έως δύο ώρες (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

Υπολογισμός καννάβινων καλωδίων

Τα καννάβινα καλώδια καταπονούνται σε εφελκυσμό. Ως ωφέλιμη διατομή λαμβάνονται τα 2/3 της πραγματικής διατομής τους.

Η τάση θραύσης λαμβάνεται $\sigma_{\theta\rho} = 1200$ έως 1350 kg/cm^2 για καινούργια καλώδια και $\sigma_{\theta\rho} = 500 \text{ kg/cm}^2$ για παλιά. Ο συντελεστής ασφαλείας λαμβάνεται $\nu = 8$.

Συνεπώς για την ανύψωση φορτίου Q με καινούργιο καννάβινο καλώδιο διαμέτρου d :

[2.1]

$$Q = \frac{2}{3} \pi \frac{d^2}{4} \sigma_{\epsilon\pi}$$

$$\text{Επειδή } \sigma_{\epsilon\pi} = \frac{\sigma_{\theta\rho}}{\nu} = \frac{1280}{8} = 160 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, \quad Q = \frac{d^2}{2} 160 \text{ και } d = \sqrt{\frac{Q}{80}}$$

Στον Πίνακα 2.1 αναγράφονται οι συνηθισμένες τυποποιημένες διαμέτροι καλωδίων σε mm και τα επιτρεπόμενα φορτία τους σε kg (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

Οι διάμετροι των τυμπάνων ή τροχαλιών, γύρω από τα οποία τυλίγονται τα καννάβινα καλώδια, λαμβάνονται $D \geq 10d$.

Πίνακας 2.1: Τυποποιημένα καννάβινα καλώδια.

Διάμετρος καλωδίου	Μέγιστου Επιτρεπόμενου φορτίου λειτουργίας	Βάρος ανά τρέχον μέτρον σε kg
13	330	0,14
16	200	0,21
15	250	0,25
20	315	0,31
23	420	0,39
26	530	0,51
29	660	0,57
33	850	0,80
36	1000	0,96
39	1200	—
46	1660	—
52	2100	—
55	2200	—
60	2500	—

Πηγή: (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

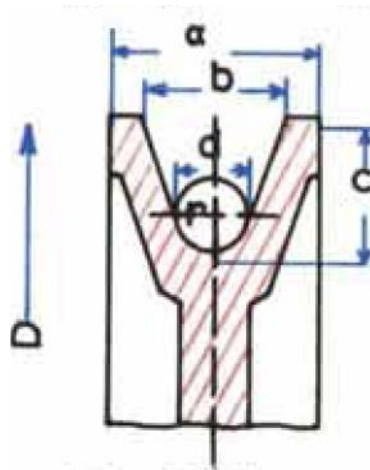
Τροχαλίες καννάβινων καλωδίων

Στην Εικόνα 2.1 φαίνεται η μορφή σχοινοτροχαλίας για καννάβινο καλώδιο.

[2.2]

Λαμβάνονται συνήθως $c = 2d$, $b = 2d$ και:

$$\frac{\alpha - \beta}{2} = \frac{d}{3} + 3 \text{ mm}$$



Σχ. 2.1: Τροχαλία κανναβίνων καλωδίων.

Για τις τυποποιημένες σχοινοτροχαλίες τα μεγέθη αυτά αναγράφονται στον Πίνακα 2.2 (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

Πίνακας 2.2: Τροχαλία κανναβίνων καλωδίων κατά DIN 15061.

R	c	B	A	
			Χυτοσίδηρος	Χαλύβδινη
4	15	17,8	28	—
5	17,5	21,2	32	—
6,3	20	25	38	36
7	22,5	28	41	39
8	25	31,4	45	43
9	30	36,9	55	50
10	32,5	40,3	60	55
11	35	43,7	65	60
12,5	37,5	47,8	70	65

Πηγή: (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Σχοινιά συνθετικών υλών

Σήμερα για μεγάλα κυρίως βάρη χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα σχοινιά από συνδετικές ύλες πολυπροπυλενίων, πολυαμιδών (Perfon - Nylon), πολυεστέρων (Diolen-Trevira) κ.ά.

Η χρησιμοποίηση των συνθετικών υλών για την κατασκευή σχοινιών, όπως συμβαίνει και για ποικίλες άλλες τεχνικές εφαρμογές, ευρύνεται συνεχώς. Αυτό οφείλεται στα πλεονεκτήματα τους, έναντι των φυτικών, όπως η μεγαλύτερη αντοχή τους, η μικρότερη επίδραση των καιρικών συνθηκών, η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής τους και η ευχέρεια επιτεύξεως της επιθυμητής καλαισθησίας (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

2.2 Συρματόσχοινα

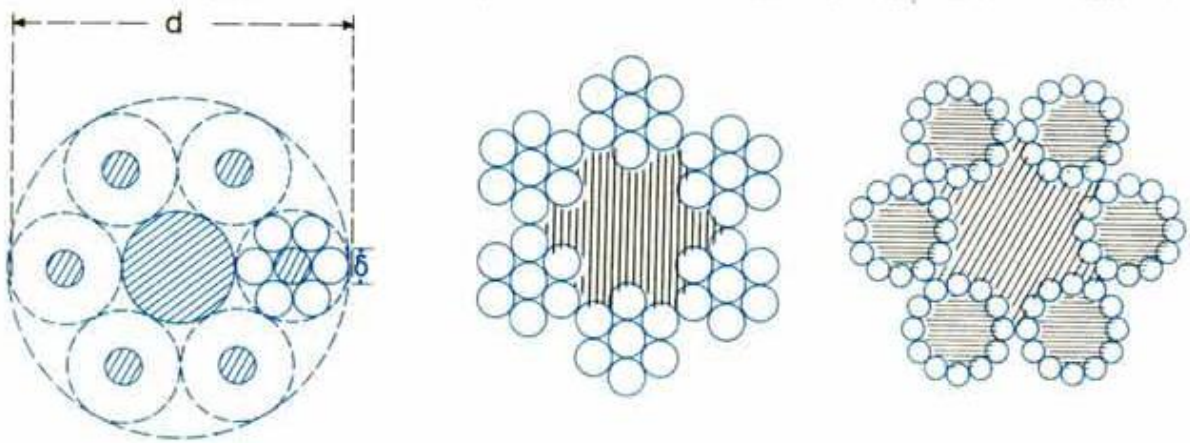
Ιδιότητες

Τα συρματόσχοινα ή χαλύβδινα καλώδια κατασκευάζονται από χαλύβδινα συρματίδια υψηλής αντοχής (130 έως 180 kg/mm²).

Πολλά συρματίδια τυλιγμένα ελικοειδώς γύρω από έναν πυρήνα από κάνναβη σχηματίζουν δέσμες. Πολλές δέσμες, συνήθως 6 έως 8, τυλιγμένες πάλι γύρω από πυρήνα από

κάνναβη σχηματίζουν το πολύκλωνο καλώδιο (συρματόσχοινο). Αναλόγως της φοράς των δεσμών διακρίνουμε δεξιόστροφα και αριστερόστροφα συρματόσχοινα. Το πάχος των συρματιδίων κυμαίνεται από 0,4 έως 2,4 mm προκειμένου να είναι εύκαμπτο το καλώδιο (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

Το σχήμα 2.1 παριστάνει κάθετες τομές συρματόσχοινων.



Σχ. 2.2: Παράσταση συρματόσχοινων σε διατομή. [10]

Τα συρματόσχοινα πλεονεκτούν των αλυσίδων, διότι παρουσιάζουν αθόρυβη λειτουργία, παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια έναντι απότομων θραύσεων, συντελούν σε μεγαλύτερης ταχύτητας εργασία και έχουν μικρότερο βάρος.

Μία πολύτιμη ιδιότητα, που έχουν τα συρματόσχοινα, είναι η ευκαμψία, προκειμένου να τυλίγονται εύκολα στις τροχαλίες και τα τύμπανα.

Η ευκαμψία των συρματόσχοινων εξαρτάται κυρίως από το πάχος των συρματιδίων και είναι τόσο μεγαλύτερη, όσον τα συρματίδια είναι λεπτότερα. Δεν είναι όμως δυνατή η χρήση πολύ λεπτών συρμάτων, διότι αυτά φθείρονται ταχύτερα λόγω των τριβών και της οξείδωσης, ενώ παράλληλα αυξάνουν το κόστος της κατασκευής. Εκτός από αυτό η ευκαμψία των συρματόσχοινων εξαρτάται και από τον αριθμό των δεσμών και του τρόπου που είναι τυλιγμένα, διευκολύνεται μάλιστα από τον φυτικό πυρήνα τους.

Η μικρή ή μεγάλη ευκαμψία ενός συρματόσχοινου γίνεται φανερή από το πώς τυλίγεται στο τύμπανο ή στην τροχαλία. Όσο η διάμετρος του τυμπάνου ή της τροχαλίας D είναι μεγαλύτερη ως προς την διάμετρο του συρματόσχοινου d , δηλαδή όσο ο συντελεστής περιέλιξης $\omega = \frac{D}{d}$ είναι μεγαλύτερος, τόσο η χρήση του συρματόσχοινου είναι πιο εύκολη και η διάρκεια της ζωής του είναι μεγαλύτερη. Η κατασκευή όμως τροχαλιών και τυμπάνων μεγάλης διαμέτρου αυξάνουν το βάρος και το κόστος των ανυψωτικών μηχανών (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

Είδη συρματόσχοινων

Υπάρχουν πολλοί τύποι συρματόσχοινων ανάλογα με τον αριθμό των δεσμών, τον αριθμό των συρματιδίων ανά δέσμη και τον τρόπο περιέλιξής τους. Τα συρματόσχοινα κατά DIN 655 αποτελούνται από συρματίδια ίσης διαμέτρου, ενώ τα κατά DIN 656 αποτελούνται από συρματίδια διαφορετικού πάχους.

Υπολογισμός τών συρματοσχοίωνων

Τα συρματόσχοινα καταπονούνται (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013):

- 1ο. Κατά τον εφελκυσμό από την έλξη του βάρους.
- 2ο. Στην κάμψη κατά την περιέλιξή τους στις τροχαλίες ή στα τύμπανα.
- 3ο. Στις θλιπτικές πιέσεις τόσο μεταξύ των συρματιδίων, όσο και μεταξύ των εξωτερικών συρμάτων με τα τοιχώματα της τροχαλίας ή του τυμπάνου.
- 4ο. Λόγω τριβών μεταξύ των συρματιδίων και λόγω ολίσθησης επί της επιφάνειας του τυμπάνου ή της τροχαλίας.

Κατά συνέπεια είναι δύσκολο να εκτιμηθεί η συνολική καταπόνηση ενός συρματόσχοινου. Επίσης, αποδείχθηκε ότι ο υπολογισμός με συντελεστή ασφαλείας επί τη βάση του εφελκυσμού λόγω του ανυψούμενου βάρους δεν είναι σήμερα ικανοποιητικός.

Σήμερα με βάση την υπάρχουσα πείρα γίνεται υπολογισμός κατά DIN 15020, ο οποίος αποβλέπει στην εξασφάλιση όχι απλώς στατικής αντοχής αλλά και ικανοποιητικής διάρκειας ζωής.

Για τον υπολογισμό λαμβάνονται υπόψιν οι σχοινοκινήσεις, οι οποίες κατατάσσονται σε πέντε ομάδες ανάλογα προς την συχνότητα διαδοχής των φορτίσεων, της ταχύτητας λειτουργίας και τον αριθμό των κρούσεων.

Η κατάταξη των ομάδων σχοινοκίνησης δίνεται στον Πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3: Κατάταξη των ομάδων σχοινοκίνησης.

Ομάδα	Αριθμός εργασιακών κύκλων καθ' ώρα
0	έως 6
1	6 έως 18
2	18 έως 30
3	30 έως 60
4	άνω των 60

Πηγή: (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Χειροκίνητοι γερανοί, βαρούλκα και διατάξεις συναρμολόγησης κατατάσσονται στην ομάδα «0» ανεξαρτήτως αριθμού εργασιακών κύκλων. Μηχανοκίνητες διατάξεις συναρμολόγησης κατατάσσονται στην ομάδα «1». Η διάμετρος του συρματόσχοινου σε mm δίνεται από την σχέση (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

[2.3]

$$d = K \sqrt{S}$$

όπου K ο συντελεστής, ο οποίος δίνεται από τον Πίνακα 2.4, και S η τάση του καλωδίου.

Πίνακας 2.4: Τιμές του συντελεστή K. [10]

Ομάδα σχοινοκίνησης	K σε mm	Τιμές του συντελεστή K για $\sigma_B = 160 \text{ kg/mm}^2$
0	0,28	4,5 έως 5,5
1	0,30	5,5 έως 6
2	0,32	5,5 έως 6
3	0,35	6 έως 7
4	0,38	7 έως 8,3

Η διάμετρος του τυμπάνου ή της τροχαλίας, στην οποία τυλίγεται το συρματόσχοινο, καθορίζεται από τον συντελεστή περιέλιξης $\frac{D}{d}$ του οποίου οι ελάχιστες τιμές δίνονται από τον Πίνακα 2.5.

Πίνακας 2.5: Ελάχιστες τιμές του συντελεστή περιέλιξης. [10]

Ομάδα σχοινοκίνησης	Ελάχιστες τιμές του λόγου D/d		
	Τυμπάνου	Τροχαλίας	Τροχαλίας εξίσωσης
0	15	16	14
1	18	20	14
2	20	22	15
3	22	24	16
4	24	26	16

Συντήρηση και προφύλαξη των συρματόσχοινων κατά την διάρκεια της χρήσης τους

Τα συρματόσχοινα πρέπει να λιπαίνονται για να προφυλάσσονται από τη σκουριά τόσο της επιφάνειας, όσο και του εσωτερικού τους. Πριν από τη λίπανση επιβάλλεται επιμελής καθαρισμός του συρματόσχοινου. Με τον καθαρισμό επιδιώκεται η απομάκρυνση σκόνης και άλλων ακαθαρσιών, οι οποίες εμποδίζουν την διείσδυση του λιπαντικού στα εσωτερικά στρώματα του καλωδίου. Απαραίτητο είναι επίσης να εξαφανισθούν τα ίχνη της παλιάς λίπανσης, ώστε το νέο λιπαντικό να προσκολληθεί στα σύρματα και να μην επικαθίσει σε άλλο ακάθαρτο λιπαρό στρώμα. Χωρίς επιμελή καθαρισμό η περιοδική λίπανση δεν έχει καμία αξία.

Η περιοδικότητα της λίπανσης εξαρτάται από τις συνθήκες, στις οποίες χρησιμοποιείται το συρματόσχοινο. Όπου τα φορτία είναι μεγάλα και το περιβάλλον υγρό ή περιέχει οξειδωτικά αέρια, απαιτείται συχνότερη λίπανση.

Τα συρματόσχοινα των εκσκαφών πρέπει να λιπαίνονται κάθε εβδομάδα, των γερανών ανά 4 ήμερες, των μηχανημάτων, που λειτουργούν υπόγεια και κάνουν εναέριες μεταφορές σχεδόν καθημερινά.

Η λίπανση του συρματόσχοινου γίνεται συνήθως ή με το χέρι, οπότε χρησιμοποιούνται υφάσματα εμποτισμένα με λιπαντικό, με τα οποία επαλείφονται, ή περνώντας το συρματόσχοινο από δοχείο με λιπαντικό ή τέλος με ψεκασμό λιπαντικού με πεπιεσμένο αέρα. Το κατάλληλο λιπαντικό αναγράφεται από τους κατασκευαστές στις οδηγίες χρήσεις και συντήρησης των συρματόσχοινων (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

Γενικά συνιστώνται τα εξής:

- Να αποφεύγεται το τύλιγμά τους σε πολλές στρώσεις, διότι προκαλείται μεγάλη φθορά.
- Κατά την τοποθέτηση καινούργιου συρματόσχοινου πρέπει πρώτα να ξετυλίγεται στο έδαφος και κατόπιν να τυλίγεται. Το ξετύλιγμα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, διότι εύκολα δημιουργούνται συστροφές, οι οποίες προκαλούν πρόωρη αχρήστευση των συρματόσχοινων.
- Να επιθεωρείται τακτικά προκειμένου να βρεθούν σπασμένα συρματίδια, τα οποία πρέπει να απομακρύνονται. Όταν όμως ο αριθμός αυτών είναι μεγάλος ή υπάρχει πολύ σκούριασμα, το συρματόσχοινο πρέπει να αντικαθίσταται.

- Να ελέγχεται η φθορά και η χαλάρωση των εξωτερικών συρμάτων. Η φθορά των εξωτερικών συρμάτων είναι ακίνδυνη, εφόσον δεν υφίστανται θραύσεις και χαλάρωση. Όταν όμως η χαλάρωση προχωρήσει τόσο, ώστε να μπορούν να απομακρύνονται τα εξωτερικά σύρματα με βιδολόγο χωρίς μεγάλη προσπάθεια, το συρματόσχοινο πρέπει να αντικαθίσταται.

Ενίοτε η πίεση του συρματόσχοινου στις τροχαλίες έχει ως αποτέλεσμα χαλάρωση και συνάθροιση συρμάτων σε ένα μόνο σημείο, όπου το συρματόσχοινο καταστρέφεται ταχύτατα. Γι' αυτό πρέπει να είναι συνεχής και επιμελής η επαγρύπνηση στο σημείο αυτό.

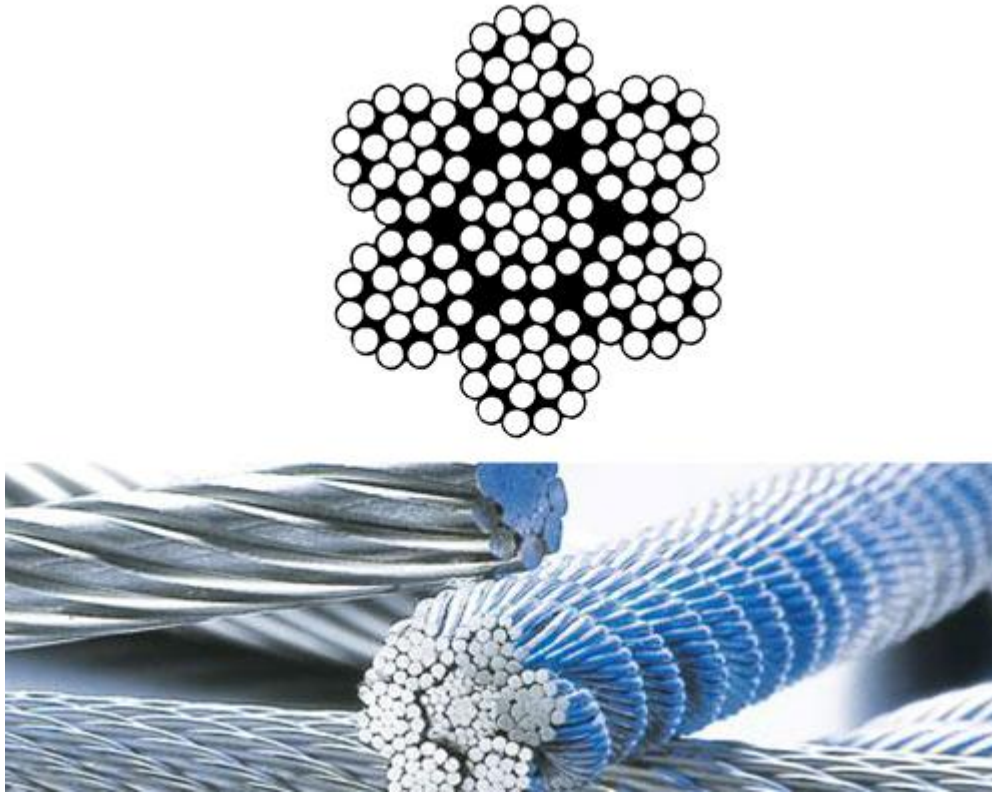
Η κόπωση του υλικού κατά την χρησιμοποίηση του συρματόσχοινου, λόγω έλξης και κάμψης, γίνεται αιτία σπασίματος των συρμάτων. Περισσότερες θραύσεις παρατηρούνται στο εξωτερικό του συρματόσχοινου. Δημιουργούνται όμως θραύσεις και στο εσωτερικό καθώς και στις θέσεις συναρμογής με τα άγκιστρα. Κατά τους γερμανικούς κανονισμούς το συρματόσχοινο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται πλέον, όταν σε ένα σημείο πιστοποιηθεί ότι υπάρχουν ορατές θραύσεις.

Συνδεσμολογία των συρματόσχοινων και των τροχαλιών τους

Η ένωση δύο τεμαχίων συρματόσχοινων, η οποία λέγεται μάτιση (κοινώς ματισιά), απαιτεί προσοχή και εμπειρία, διότι λάθη κατά την εκτέλεση της σύνδεσης αυτής, έστω και φαινομενικά μικρά, μπορεί να γίνουν πρόξενoi βαρέων ατυχημάτων (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

Οι κυριότερες μορφές συνδέσεων είναι οι εξής:

- 1ο. Η μακρά μάτιση. Γίνεται επί μήκους 1000πλασίου περίπου της διαμέτρου. Η κατασκευή της φαίνεται στο σχήμα 2.2.
- 2ο. Η βραχεία μάτιση. Εφαρμόζεται μόνο σε συρματόσχοινα τοποθετημένα σε μόνιμη θέση, διότι, λόγω της διόγκωσης, η οποία δημιουργείται στην περιοχή της ένωσης, δεν συνίσταται σε συρματόσχοινα τα οποία διατρέχουν τύμπανα ή τροχαλίες.



Σχ. 2.3: συρματόσχοινα. [10]

Σε απόσταση 50 d έως 70 d από κάθε άκρο κατασκευάζεται σπειροειδής επίδεσμος με λεπτό σύρμα και γίνεται η ένωση κατά παρόμοιο τρόπο.

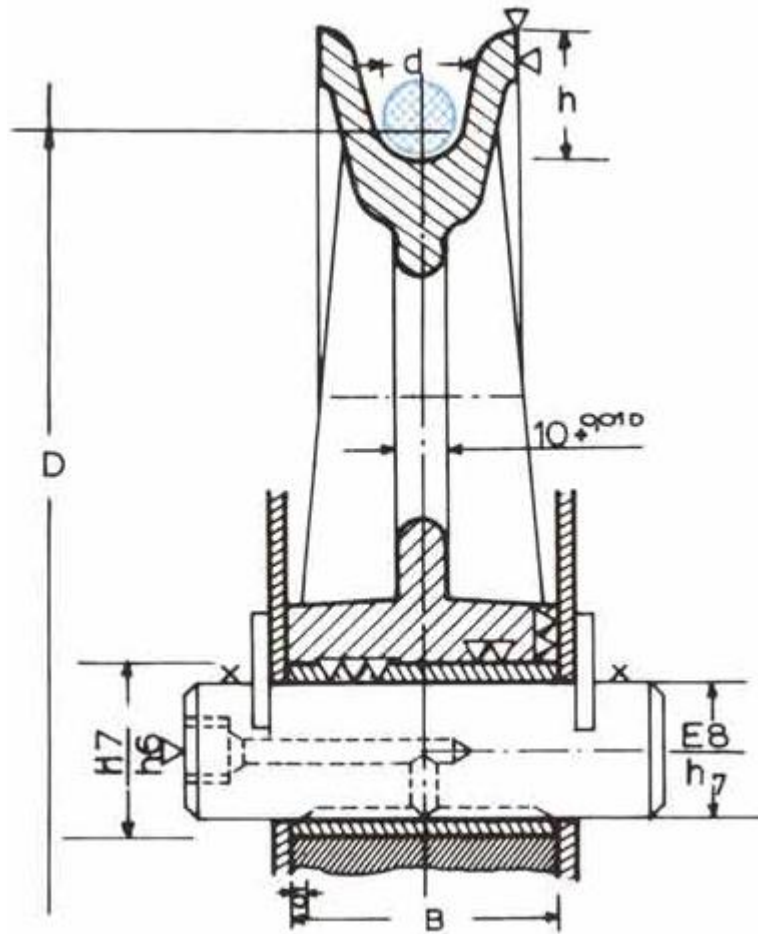
Για την σύνδεση του άκρου του καλωδίου με άλλα όργανα, κατασκευάζονται συνδετήρες.

Το βάθος του αυλακιού λαμβάνεται $h=2$ έως 2,5 d. Το εσωτερικό πλάτος της στεφάνης λαμβάνεται $b_1 = 2,5$ έως 3 d και το εξωτερικό πλάτος $b_2 = 3,5$ έως 4 d.

Το μήκος της πλήμνης λαμβάνεται $B = b_2 + 10$ έως 20 mm.

Η τοποθέτηση των συρματόσχοινων στα έλικτρα γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή προς αποφυγή πρόωρης καταστροφής τους.

Όσον το δυνατόν πρέπει να αποφεύγεται η τριβή αυτών επί του εδάφους, διότι η σκόνη και άλλες ρυπαρές ουσίες δημιουργούν δυσμενείς συνθήκες λειτουργίας. Πρέπει να αποφεύγεται επίσης ο σχηματισμός συστροφών, ενώ οι σπείρες πρέπει να είναι κοντά η μία με την άλλη και καλά τεντωμένες προκειμένου να αποφευχθεί η χαλάρωση του πλεξίματος (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).



Σχ. 2.4: Οι βασικές διατάξεις ενός πηνίου. [10]

Το δεξιόστροφο συρματόσχοινο πρέπει να τοποθετείται σε αριστερόστροφη περιέλιξη του τυμπάνου και αντιστρόφως.

Οι βασικές διατάξεις ενός πηνίου (σχήμα 2.3) είναι η διάμετρος της φλάντζας a , το ελεύθερο πλάτος b , το βάθος του c .

2.3 Αλυσίδες

Οι αλυσίδες χρησιμοποιούνται ευρύτατα στις ανυψωτικές μηχανές, για τους εξής λόγους (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013):

1. Λόγω της ευκαμψίας τους επιτρέπουν την χρησιμοποίηση τροχαλιών ή τυμπάνων μικρής διαμέτρου.
2. Είναι μεγαλύτερης διάρκειας από τα συρματόσχοινα. Διακρίνονται δύο ειδών αλυσίδες:
 - a. Αλυσίδες με κρίκους
 - b. Αρθρωτές αλυσίδες.

Αλυσίδες με κρίκους

Κατασκευάζονται από μαλακό χάλυβα κυκλικής διατομής για συγκόλληση ($\sigma_{\theta\rho} = 3500$ έως 3700 kg/cm^2).

Οι αλυσίδες με ενισχυμένα στοιχεία χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά στις άγκυρες των πλοίων.

Ο έλεγχος των αλυσίδων πρέπει να γίνεται τουλάχιστον ανά διετία, ενώ σε περίπτωση εντατικής λειτουργίας μία φορά το χρόνο.

Κατά τον έλεγχο ελέγχονται ιδιαίτερα τα σημεία συγκόλλησης των κρίκων και τα σημεία επαφής των κρίκων, προκειμένου να διαπιστωθεί η φθορά τους.

Εκτός των κοινών αλυσίδων με κρίκους κατασκευάζονται και τυποποιημένες με κρίκους. Αυτές κατασκευάζονται σε τύπους (φόρμες) και λειαινούνται επιμελώς, ώστε να κινούνται εύκολα στις οδοντωτές αλυσιδοτροχαλίες. Κατά συνέπεια οι τυποποιημένες αλυσίδες είναι ακριβότερες των κοινών και χρησιμοποιούνται σε ταχικίνητες ανυψωτικές μηχανές (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

Υπολογισμός κοινών αλυσίδων

Οι αλυσίδες με κρίκους καταπονούνται κυρίως στον εφελκυσμό. για να ληφθούν υπόψιν και οι δευτερεύουσες τάσεις κάμψης και διάτμησης, λαμβάνεται μεγαλύτερος συντελεστής ασφαλείας και ο υπολογισμός γίνεται μόνο κατά τον εφελκυσμό.

Έστω ότι Q το ανυψωτέο βάρος, d η διάμετρος του κρίκου και $\sigma_{\varepsilon\pi}$ η επιτρεπόμενη τάση εφελκυσμού, τότε πρέπει:

$$Q = 2\pi * \frac{d^2}{4} \sigma_{\varepsilon\pi}$$

λαμβάνεται δε: $\sigma_{\varepsilon\pi} = 300 \text{ kg/cm}^2$ για ανυψωτικές μηχανές ταχικίνητες και $\sigma_{\varepsilon\pi} = 600 \text{ kg/cm}^2$ για χειροκίνητες.

Η διάμετρος της τροχαλίας ή του τυμπάνου είναι $D = (20 \text{ έως } 30) d$.

Αρθρωτές αλυσίδες / σύνθετες

Οι αρθρωτές ή σύνθετες αλυσίδες αποτελούνται από κομμάτια ελάσματος, τα οποία συνδέονται μεταξύ των μικρών αξόνων (πείρων) και αποτελούν αρθρωτά σύνολα.

Ο αριθμός των ελασμάτων, τα οποία συνδέονται στα άκρα κάθε πείρου, είναι συνήθως 2, 4, 6 ή 8 ελάσματα.

Η κατασκευή των αρθρωτών αλυσίδων απαιτεί μεγάλη ακρίβεια στα μήκη των στοιχείων, προκειμένου να επιτυγχάνεται ήρεμη λειτουργία κατά την εμπλοκή τους στα δόντια των σχετικών αλυσιδοτροχαλίων.

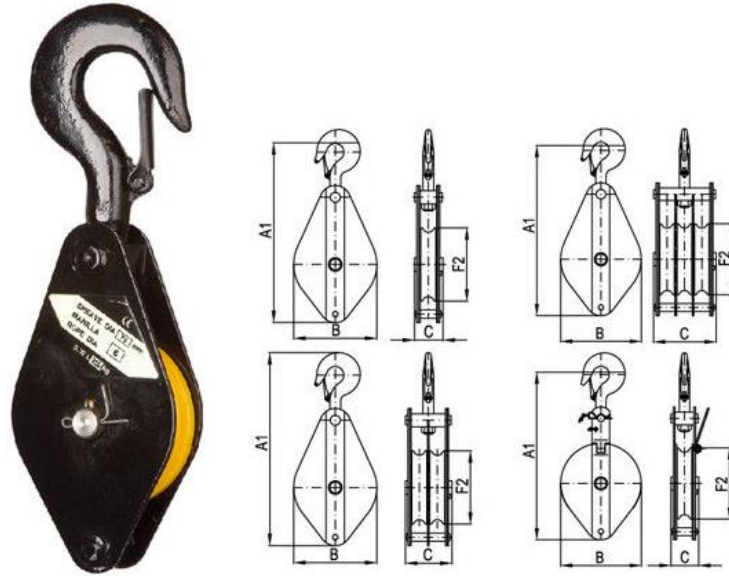
Για τον ίδιο λόγο πρέπει τακτικά να γίνεται έλεγχος προς ανακάλυψη φθαρμένων στοιχείων και για την επισκευή των αξόνων, οι οποίοι ίσως να παρουσιάζουν ικανά διάκενα (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013).

2.4 Άγκιστρα

Τα βάρη δεν προσδένονται απευθείας στα καλώδια ή τις αλυσίδες, άλλα εξαρτώνται από άγκιστρα για λόγους ευκολίας.

Για να πληροί το άγκιστρο τον προορισμό του, πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Πέτρου, 2013):

1. Να μην είναι ούτε πολύ βαρύ, για να το χειρίζεται εύκολα ο εργάτης, άλλα ούτε πολύ ελαφρύ, για να μη απομακρύνεται από την κατακόρυφο. Εάν το βάρος δεν είναι ικανό να κρατά τεντωμένο το καλώδιο κατά την κάθοδο χωρίς φορτίο, τότε προστίθεται το ανάλογο βάρος.
2. Να μπορεί να στρέφεται γύρω τον άξονά του, για την εύκολη τοποθέτηση του βρόχου, με τον οποίο προσδένεται το βάρος.
3. Να έχει κατάλληλο άνοιγμα για την τοποθέτηση του βρόχου.



Σχ. 2.5: Άγκιστρο με τροχαλία. [6]

Το άγκιστρο αποτελείται από δύο κύρια μέρη: το στέλεχος και το αγκιστροειδές μέρος. Ένα άγκιστρο μπορεί να είναι απλό ή διπλό, εφόσον μπορεί να έχει ένα ή δύο ανοίγματα.

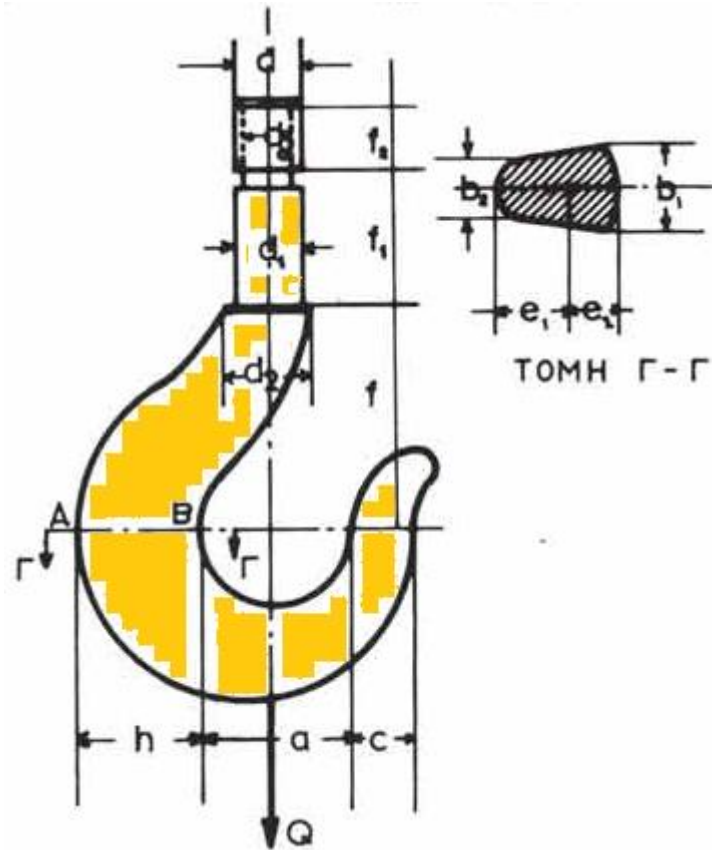
Το υλικό των άγκιστρων είναι σκληρός σφυρήλατος χάλυβας άριστης ποιότητας και χρησιμοποιούνται για φορτία μέχρι 100 τόνους.

Το άκρο του ανοίγματος για λόγους πρακτικούς λαμβάνει κερατοειδή μορφή. Ενίοτε πάνω από το άνοιγμα υπάρχει κερατοειδής προεξοχή η οποία εμποδίζει την απαγκίστρωση του καλωδίου ή της αλυσίδας. Τα άγκιστρα αυτά λέγονται άγκιστρα ασφαλείας. Εάν το άγκιστρο είναι διπλού, πρέπει το βάρος να αναρτάται και από τα δύο σκέλη (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Αντωνιάδης & Σπιτάς, 2019).

Υπολογισμός / Κατασκευή άγκιστρου

Το στέλεχος του άγκιστρου καταπονείται κατά τον εφελκυσμό, ενώ το άνοιγμά του στην κάμψη.

Επικίνδυνη διατομή για το αγκιστροειδές μέρος είναι η A - B (σχήμα 2.5). Η διατομή αυτή μπορεί να έχει σχήμα τραπέζιου ή έλλειψης (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Αντωνιάδης & Σπιτάς, 2019).



Σχ. 2.6: Άγκιστρο. [9]

Ο υπολογισμός του άγκιστρου γίνεται ως εξής: Καλείται h το ύψος της επικίνδυνης διατομής, b_1 και b_2 οι δύο βάσεις της, e_1 και e_2 οι αποστάσεις του κέντρου βάρους της διατομής από τις δύο βάσεις, a η διάμετρος του στομίου, c το ύψος της ακραίας διαμέτρου, d_0 , d , d_1 και d_2 οι διάφορες διατομές του στελέχους (σχήμα 2.6

) (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Αντωνιάδης & Σπιτάς, 2019).

$$h = \frac{Q}{100} + 40 \text{ mm για } Q < 7500 \text{ kg},$$

$$\text{και } h = \frac{Q}{200} + 70 \text{ mm για } Q > 7500 \text{ kg}.$$

$$\text{Το } a = h, c = \frac{h}{2}, b_1 = 0,8 h, b_2 = 0,3 h, e_1 = 0,4 h, e_2 = 0,6 h$$

Κατόπιν γίνεται έλεγχος των παραπάνω στοιχείων / δεδομένων με τον τύπο:

$$\sigma_{\mu\epsilon\gamma} = \frac{\sigma * Q}{b_1 - b_2} * \frac{1}{h}$$

2.5 Τύμπανα

Τα τύμπανα ονομάζονται ειδικώς σχοινοτύμπανα, καλωδιοφόρα τύμπανα ή αλυσιδοτύμπανα, καθώς χρησιμοποιούνται για την περιέλιξη σχοινιών, καλωδίων ή αλυσίδων.

Ως υλικό κατασκευής χρησιμοποιείται συνήθως ο χυτοσίδηρος. Σημαντικά οικονομικότερα είναι τα συγκολλητά τύμπανα χάλυβα. Συνήθως τα τύμπανα εδράζονται ελεύθερα επί σταθερού άξονα. Οι διάμετροι τους καθορίζονται από τις διαμέτρους των σχοινιών, καλωδίων και αλυσίδων.

Η επιφάνεια του τυμπάνου είναι λεία για ελαφρές εργασίες ή έχει αυλάκια κατάλληλα για την υποδοχή των καλωδίων ή των αλυσίδων για βαριές εργασίες (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Αντωνιάδης & Σπιτάς, 2019).

2.6 Στρόφαλα

Τα στρόφαλα είναι όργανα, μέσω των οποίων μεταβιβάζεται στο τύμπανο η δύναμη, και συνήθως είναι χειροκίνητα. Τα χειροκίνητα στρόφαλα εφοδιάζονται με χειρολαβή, η οποία στρέφεται γύρω από τον πυρήνα και έτσι αποφεύγεται η περιστροφή με το χέρι και συνεπώς η ενόχληση από την τριβή, που θα παρουσιαζόταν μεταξύ του χεριού και της λαβής.

Για τα στρόφαλα που χρησιμοποιούνται στο ύπαιθρο, η χειρολαβή είναι ξύλινη για να μην ενοχλεί τον εργάτη κατά τις χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες. Προς αποφυγή ρωγμών οι ξύλινες λαβές εφοδιάζονται στα άκρα εσωτερικά και εξωτερικά με δακτυλίους από ελάσματα.

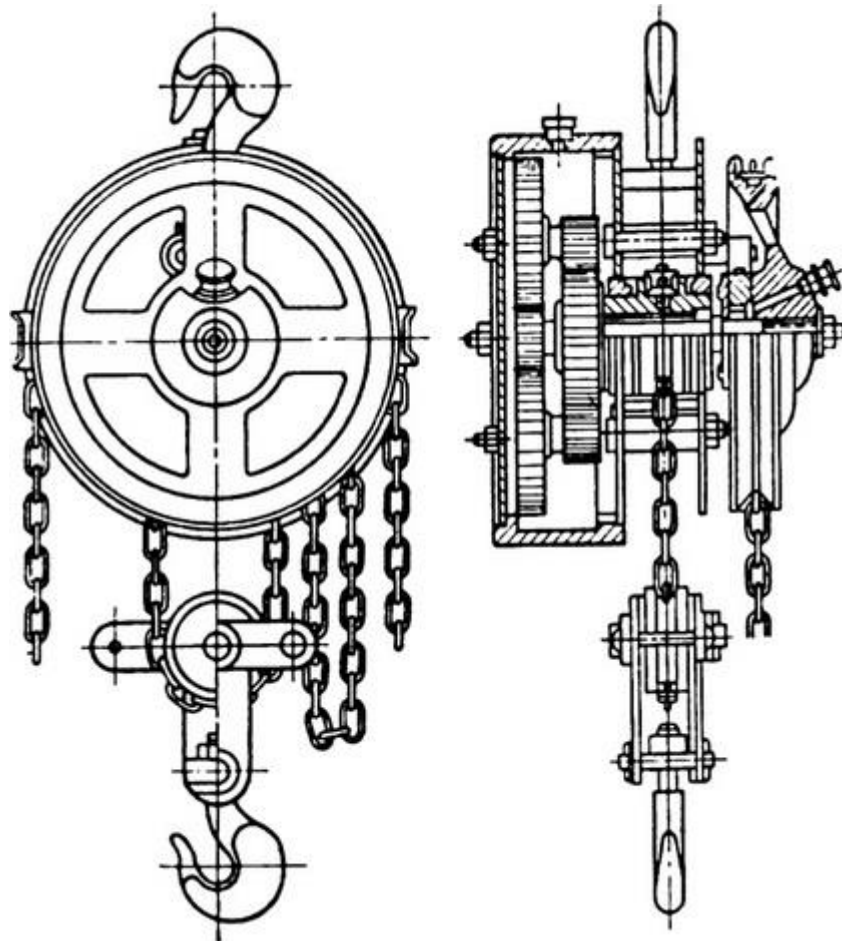
Ο βραχίονας του στροφάλου έχει συνήθως διατομή ορθογώνιου, ενώ σπάνια οκτάγωνου ή εξάγωνου (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Αντωνιάδης & Σπιτάς, 2019).

Τρόπος ανάρτησης των φορτίων

Τα φορτία αναρτώνται ή απευθείας με ένα άγκιστρο στο ελεύθερο άκρο του καλωδίου ή της αλυσίδας, ή μέσω ελεύθερων τροχαλιών. Στην πρώτη περίπτωση η ανάρτηση του φορτίου μπορεί να γίνει με περισσότερα από ένα συρματοσχοινα ή αλυσίδες.

Η ανάρτηση με τροχαλίες έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να χρησιμοποιήσει καλώδιο μικρότερης διαμέτρου και συνεπώς και τύμπανο ή τροχαλία μικρότερης διαμέτρου. Έχει όμως

το μειονέκτημα ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερου μήκους καλώδιο και μεγαλύτερου μήκους τύμπανο (Κουζέλης, Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, 1977), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Αντωνιάδης & Σπιτάς, 2019).



Σχ. 2.7: Δομικά στοιχεία (άγκιστρο, τύμπανο, στρόφαλος) για ανύψωση. Συσκευές για την ανύψωση ή τη μετακίνηση φορτίων. [3]

Η πρόσδεση των φορτίων στα άκρα των καλωδίων ή των αλυσίδων γίνεται με διάφορα εξαρτήματα για λόγους ασφαλείας και ταχύτητας ανυψώσεως.

3 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΥΨΩΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

3.1 Ανυψωτικές Μηχανές

Γενικά στοιχεία

Η αρχή διατήρησης της ενέργειας είναι η βάση της λειτουργίας των ανυψωτικών μηχανών. Το έργο είναι το γινόμενο της δύναμης επί την απόσταση που έχει διανυθεί κατά τη διεύθυνση της δύναμης.

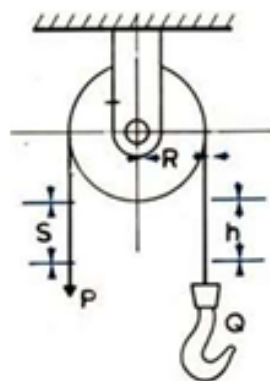
Επομένως, για την ισορροπία ενός ανυψωτικού μηχανήματος κατά τη λειτουργία του, πρέπει το γινόμενο του βάρους που ανυψώνεται επί το ύψος ανυψώσεως να ισούται με το γινόμενο της δύναμης που ενεργεί την ανύψωση επί την απόσταση που διανύθηκε από αυτή κατά τον ίδιο χρόνο, με την προϋπόθεση ότι θα παραλειφθούν οι τριβές (Στεργίου & Στεργίου, 2006).

Η λειτουργία των ανυψωτικών μηχανημάτων δεν είναι συνεχής, αλλά πραγματοποιείται σε κύκλους λειτουργίας που ακολουθούνται από στάσεις. Δηλαδή, όταν ξεκινάει μία ανυψωτική μηχανή, τότε υπάρχει επιτάχυνση από την ηρεμία μέχρι την κανονική ταχύτητά της (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Τροχαλίες

1η. Πάγια τροχαλία

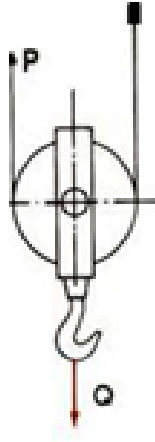
Η πάγια τροχαλία δεν μετακινείται μαζί με το βάρος, αλλά μόνο περιστρέφεται. Μάλιστα, επειδή χρησιμοποιείται μόνο στην αλλαγή κατεύθυνσης της δύναμης, ονομάζεται και οδηγός τροχαλία. Ο δρόμος της δύναμης, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1, είναι πάντοτε ίσος με το δρόμο του βάρους, $h = S$ (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



Σχ. 3.1: Πάγια τροχαλία. [10]

2η. Ελεύθερη Τροχαλία

Η ελεύθερη τροχαλία όχι μόνο περιστρέφεται, αλλά και μετακινείται μαζί με το βάρος (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



Σχήμα 3.2: Ελεύθερη Τροχαλία. [10]

Πολύσπαστα

1ο. Κοινό πολύσπαστο

Το κοινό πολύσπαστο έχει δύο ειδών τροχαλίες: μία ομάδα πάγιων και μία ομάδα ελεύθερων. Οι τροχαλίες κάθε ομάδας στρίβουν γύρω από κοινό άξονα.

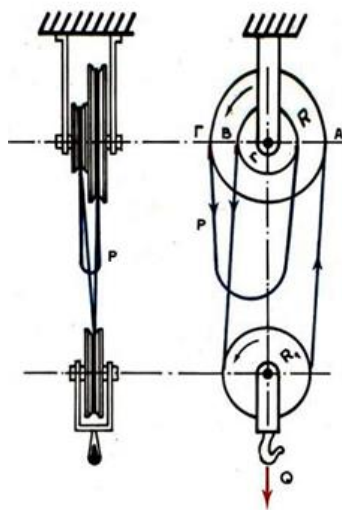
Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη είναι η διάταξη του σχήματος 3.3. Το ένα άκρο του καλωδίου προσδένεται στην τροχαλιοθήκη των παγίων τροχαλιών. Το καλώδιο περιβάλλεται εναλλάξ από μία πάγια και μία ελεύθερη τροχαλία ενώ στο άλλο άκρο του ενεργεί η δύναμη. Το δε βάρος εξαρτάται από το πλαίσιο των ελεύθερων τροχαλιών (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988), (Στεργίου & Στεργίου, 2006).



Σχ. 3.3: Κοινό πολύσπαστο. [10]

2ο. Διαφορικό πολύσπαστο

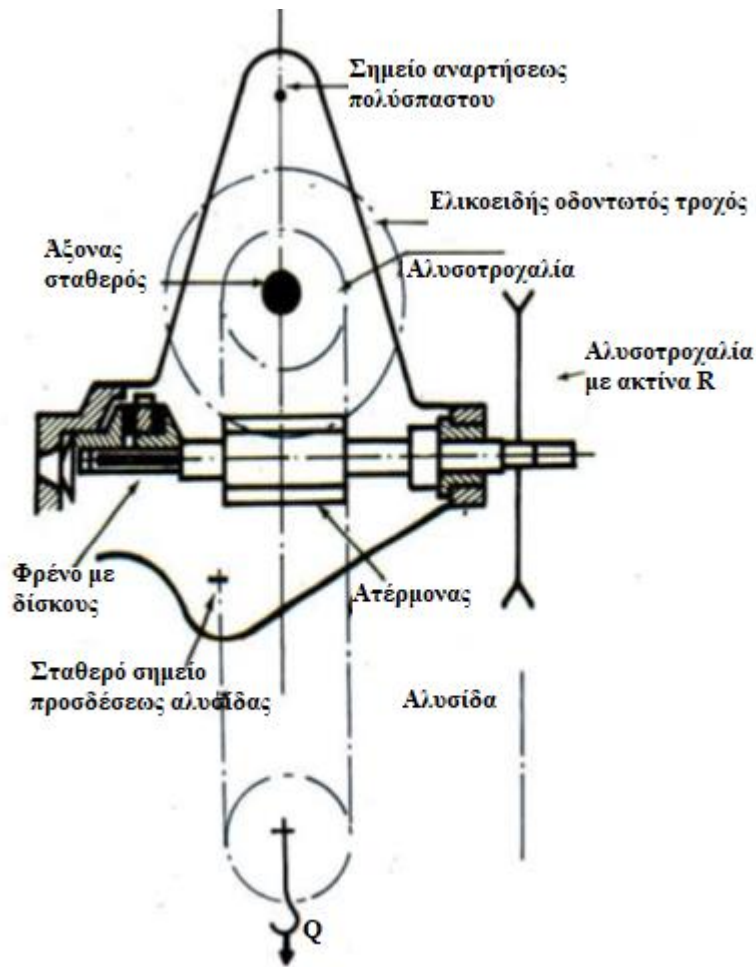
Το διαφορικό πολύσπαστο απαρτίζεται από δύο τροχαλίες R και r, αποτελούν ένα σώμα και στην περιφέρειά τους φέρουν δόντια για την κίνηση της αλυσίδας (Σχήμα 3.4) (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



Σχ. 3.4: Διαφορικό πολύσπαστο. [10]

Πολύσπαστο με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τροχό

Αυτό το πολύσπαστο, γνωστό και ως παλάγγο, αποτελείται από ατέρμονα κοχλία απλού ή διπλού βήματος, συνήθως διπλού με γωνία κλίσεως 15° ως 20° και από αντίστοιχο οδοντωτό τροχό, στον άξονα του οποίου σφηνώνεται αλυσοτροχαλία για τη ρυμούλκηση του βάρους (Σχήμα 3.5). Η κίνηση του άξονα του κοχλία γίνεται με αλυσοτροχαλία ακτίνας R (Στεργίου & Στεργίου, 2006).



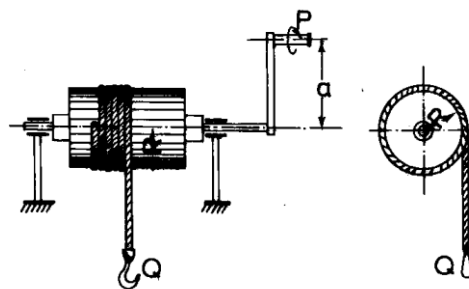
Σχ. 3.5: Πολύσπαστο με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τροχό. [10]

Βαρούλκα

1ο. Απλό βαρούλκο

Γενικά, τα βαρούλκα χρησιμεύουν για την ανύψωση βαρών κατακόρυφα. Ένα βαρούλκο μπορεί να είναι σταθερό ή φορητό επάνω σε γερανούς ή γερανογέφυρες.

Το απλό βαρούλκο συντίθεται από άξονα το οποίο στηρίζεται σε δύο έδρανα. Επάνω στον άξονα σφηνώνεται το τύμπανο, στο οποίο περιτυλίγεται το καλώδιο και πάνω στον άξονα προσαρμόζεται στρόφαλος, όπου ενεργεί η δύναμη του εργάτη (Σχήμα 3.6) (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Χαρώνης, 1995).

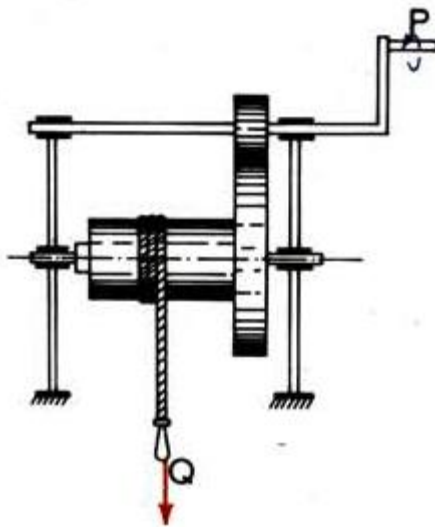


Σχ. 3.6: Απλό βαρούλκο. [10]

2ο. Βαρούλκο με οδοντωτούς τροχούς

Η σχέση μετάδοσης, η οποία πετυχαίνεται με το κοινό βαρούλκο είναι περιορισμένη, διότι ο μογλοβραχίονας a έχει μήκος 35 ως 40 cm όσο δηλαδή και ο βραχίονας του ανθρώπου. Επίσης, η διάμετρος του τυμπάνου δεν μπορεί να είναι πολύ μικρή, εξαιτίας της δυσκαμψίας των μέσων έλξης των βαρών (Στεργίου & Στεργίου, 2006).

Στην περίπτωση που πρέπει να αυξηθεί η σχέση μετάδοσης των βαρούλκων, αντί της κατευθείαν δράσης του στροφάλου στο τύμπανο δημιουργείται ενδιάμεση σχέση μετάδοσης με ζεύγος οδοντωτών τροχών, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.7 (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



Σχ. 3.7: Βαρούλκο με οδοντωτούς τροχούς. [10]

3ο. Ηλεκτρικό βαρούλκο

Πλέον τα ηλεκτρικά βαρούλκα χρησιμοποιούνται πολύ. Πρόκειται για βαρούλκα σταθερής ανάρτησης (Σχήμα 3.8) ή με φορείο κύλισης επάνω σε οριζόντιο δοκό διπλού «Τ». Έχουν συνήθως μεταβλητή ταχύτητα, μειωμένη ταχύτητα κατά την άνοδο του φορτίου και αυξημένη κατά την κάθοδο (Στεργίου & Στεργίου, 2006).



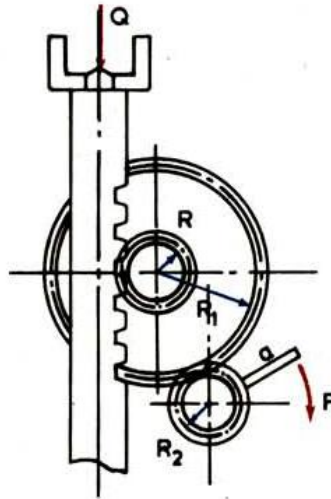
Σχ. 3.8: Ηλεκτρικό βαρούλκο. [16]

Γρύλοι

1ος. Γρύλος με οδοντωτό κανόνα και οδοντωτό τροχό

Αυτοί οι γρύλοι χρησιμοποιούνται πιο πολύ κατά την ανύψωση οχημάτων και βαγονιών σε μικρά ύψη 30 ως 40 cm και για βάρη από 2 ως 25 τόνους (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Στο σχήμα 3.9 φαίνεται η γενική σχηματική παράσταση των γρύλων αυτών.



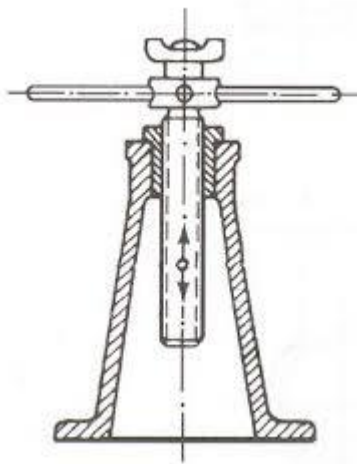
Σχ. 3.9: Γρύλος με οδοντωτό κανόνα και οδοντωτό τροχό. [10]

Η δύναμη ενεργεί στο άκρο στροφάλου και με ένα ή περισσότερα ζεύγη οδοντωτών τροχών μεταδίδεται στον οδοντωτό κανόνα επάνω στον οποίο εδράζεται το βάρος. Ο τροχός, ο οποίος εμπλέκεται με τον οδοντωτό κανόνα, ονομάζεται κινητήριος τροχός (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

2ος. Γρύλος με κοχλία

Με αυτού του είδους τους γρύλους επιτρέπεται η κατακόρυφη μετακίνηση φορτίων σε μικρό ύψος 25 ως 35 cm. Παρόλα αυτά, οι απλοί, εύχρηστοι και ελαφρείς μηχανισμοί μπορούν να ανυψώσουν φορτία βάρους μέχρι 25 τόνων. Κυρίως χρησιμοποιούνται για μικρές μετακινήσεις βαρέων αντικειμένων σε εργοστάσια και στις επισκευές αυτοκινήτων. Στην περίπτωση που οι γρύλοι μπορούν να γλιστρούν, επιτρέπουν και οριζόντια μετακίνηση των φορτίων με αποτέλεσμα να διευκολύνουν την τακτοποίηση βαρέων αντικειμένων.

Το περικόχλιο στηρίζει το φορτίο που πρόκειται να ανυψωθεί. Αυτό γίνεται καθώς με τη βοήθεια ενός μοχλού περιστρέφεται ο κοχλίας και μαζί με αυτόν το φορτίο ανεβαίνει. Πρόκειται, δηλαδή, για έναν κοχλία απλού βήματος τετραγωνικού ή τραπεζοειδούς σπειρώματος, ο οποίος μετατρέπει την περιστροφική κίνηση σε ευθύγραμμη (Σχήμα 3.10) (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



Σχ. 3.10: Γρύλος με κοχλία. [10]

3ος. Υδραυλικός γρύλος

Αυτοί οι γρύλοι χρησιμοποιούνται για φορτία μέχρι 300 τόνους και για διαδρομή από 10 ως 30 εκατοστά.

Επίσης, χρησιμοποιούνται για τις μικρομετακινήσεις βαρέων φορτίων, όπως για παράδειγμα των κυρίων δοκών γερανογεφυρών και μεγάλων μηχανών. Αντίστοιχα με τους γρύλους με κοχλία, έτσι και οι υδραυλικοί μπορεί να τοποθετούνται σε ολισθητήρες και να διευκολύνουν και την οριζόντια μετατόπιση των φορτίων.

Σε αυτούς τους γρύλους μια χειροκίνητη αντλία, που είναι στερεωμένη στο γρύλο ή ανεξάρτητη, συμπιέζει με νερό ή λάδι το έμβολο επάνω στο οποίο τοποθετείται το φορτίο.

Ένα εμβολίδιο κάνει παλινδρομική κίνηση με τη βοήθεια ενός μοχλού και κατά την κίνησή του αυτή αναρροφάται με τη βοήθεια μιας βαλβίδας λάδι και καταθλίβεται με πίεση σε έναν κύλινδρο. Στον τελευταίο εφαρμόζεται στεγανά ένα έμβολο (ή δύο έμβολα το ένα μέσα στο άλλο), το οποίο ανυψώνεται και ανυψώνει και το βάρος που στηρίζεται επάνω του. Για το κατέβασμα του βάρους ανοίγεται μία βαλβίδα και ο κύλινδρος επικοινωνεί με το δοχείο, όπου βρίσκεται το λάδι. Κατόπιν, το λάδι με την πίεση του βάρους επιστρέφει στο δοχείο αυτό (Στεργίου & Στεργίου, 2006).

Η διάταξη με δύο έμβολα εξασφαλίζει μεγάλη διαδρομή ανύψωσης με μικρό αρχικό ύψος.



Σχ. 3.11: Υδραυλικός γρύλος. [16]

4ος. Αναβατόρια

Τα αναβατόρια χρησιμοποιούνται περισσότερο σε οικοδομικές εργασίες για την ανύψωση δομικών υλικών κατασκευής σε ύψος μέχρι 40 m με ταχύτητα 0,5 ως 0,7 m/sec και με ανυψωτική ικανότητα μέχρι 800 kp. Αποτελούνται από κατακόρυφη δοκό (ιστό) η οποία είναι στερεωμένη στην οικοδομή, κατά μήκος της οποίας γλιστρά φορείο με τροχιακούς. Στο φορείο στερεώνεται πλατφόρμα, επάνω στην οποία τοποθετούνται τα υλικά, που πρόκειται να ανυψωθούν (Σχήμα 3.12) (Στεργίου & Στεργίου, 2006).



Σχ. 3.12: Αναβατόριο.

Γερανοί - Γερανογέφυρες

Για την κατακόρυφη ανύψωση και οριζόντια μετακίνηση φορτίων οι κατάλληλες ανυψωτικές μηχανές είναι οι γερανοί και οι γερανογέφυρες.

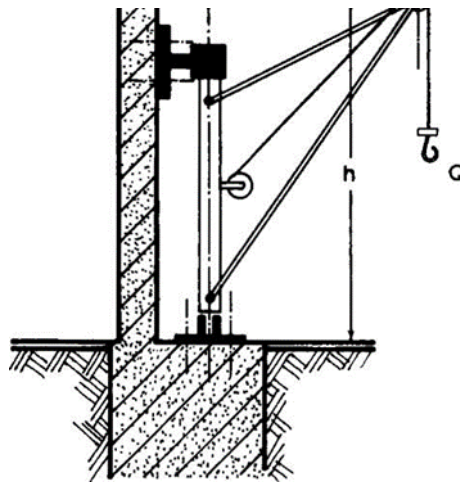
Κατά τη σχεδίαση των ανυψωτικών αυτών μηχανών λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως η μορφή και το βάρος των αντικειμένων που πρόκειται να ανυψωθούν, ο διατιθέμενος χώρος, η απόσταση μετακίνησης και ανύψωσης, το είδος της εργασίας, η διατιθέμενη πηγή ενέργειας, η μονιμότητα ή όχι της εγκατάστασης. Συνεπώς, κατασκευάζονται ποικίλοι τύποι, οι οποίοι ανταποκρίνονται στις ειδικές απαιτήσεις των κλάδων της τεχνολογίας και του εμπορίου.

Τέλος, η τοποθέτηση βαρουλικού μηχανής επάνω σε ικρίωμα κινητό ή σταθερό αποτελεί το κοινό χαρακτηριστικό όλων των τύπων των γερανών (Μαλαχίας, 2009).

Γερανοί Τοίχου

1ος. Γερανός τοίχου σταθερού ανοίγματος

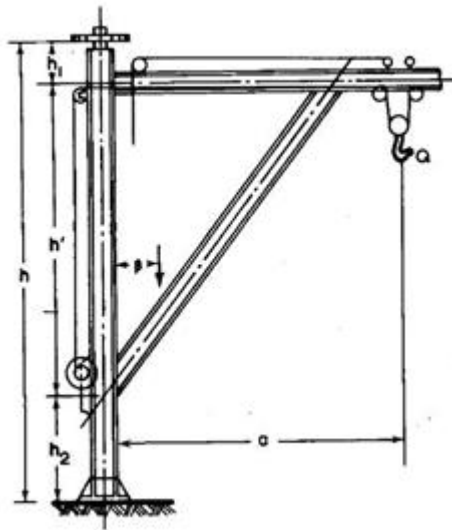
Ο σκελετός των γερανών τοίχου σταθερού ανοίγματος αποτελείται από τα εξής τρία τμήματα: τον στύλο, τον βραχίονα και τον ελκυστήρα. Τα τμήματα αυτά σχηματίζουν τρίγωνο το οποίο στηρίζεται με δύο έδρανα σε τοίχο και μπορεί να περιστρέφεται κατά 180° ή 270° (όταν είναι τοποθετημένο σε εξέχουσα γωνία) (Σχήμα 3.13) (Μαλαχίας, 2009), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανύψωσης και μετακινήσεως υλικών, 1988).



Σχ. 3.13: Γερανός τοίχου σταθερού ανοίγματος.

2ος. Γερανοί τοίχου μεταβλητού ανοίγματος

Οι γερανοί τοίχου μεταβλητού ανοίγματος χρησιμοποιούνται για την ανύψωση σχετικά μικρών φορτίων αλλά και όταν η φύση της εργασίας απαιτεί να είναι ελεύθερος όσο το δυνατό περισσότερος χώρος κάτω από τον γερανό (όπως στα χυτήρια ή στα μηχανήματα επεξεργασίας δοκιμίων) (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

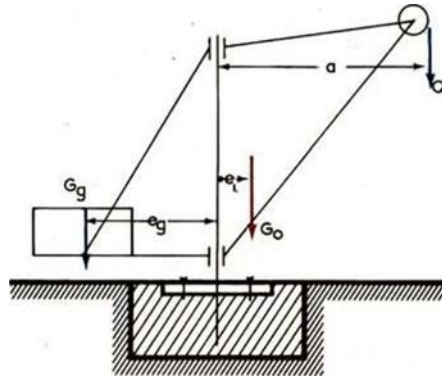


Σχ. 3.14: Γερανοί τοίχου μεταβλητού ανοίγματος. [10]

Περιστρεφόμενοι Γερανοί

1ος. Περιστρεφόμενος με σταθερό στύλο

Οι περιστρεφόμενοι γερανοί με σταθερό στύλο συντίθενται από έναν ορθοστάτη που στηρίζεται σε πλάκα και συνδέεται με τη θεμελίωση με κοχλίες ή αγκυρώσεις. Το μέρος του γερανού που περιστρέφεται έχει μορφή τριγώνου και αποτελείται από δύο ελκυστήρες, τον βραχίονα και δύο κατακόρυφους προφυλακτήρες μεταξύ των δύο εδράνων. Επίσης, στηρίζεται πάνω σε κατακόρυφο έδρανο και κάτω σε δακτυλιοειδές έδρανο (απλό ή ένσφαιρο) (Μαλαχίας, 2009).

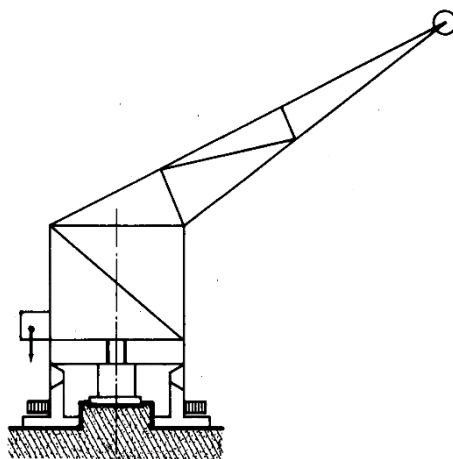


Σχ. 3.15: Περιστρεφόμενος με σταθερό στύλο. [10]

Αυτού του είδους οι γερανοί έχουν τη δυνατότητα να στρέφονται κατά 360° . Επίσης, ο ορθοστάτης του γερανού δέχεται σημαντικές τάσεις κάμψης και για τον λόγο αυτό στους γεραμούς των 25 τόνων και άνω προβλέπεται αντίβαρο για την ανακούφισή του. Ο σκελετός του γερανού επιμηκύνεται προς τα πίσω, η δε βαρουλκός μηχανή τοποθετείται στην πλευρά εκείνη. Τέλος, το αντίβαρο εκλέγεται, προκειμένου να εξουδετερώνει τη μισή ροπή του φορτίου, καθώς και όλη τη ροπή του ίδιου βάρους (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

2ος. Γερανός με περιστρεφόμενη πλάκα

Οι γερανοί με περιστρεφόμενη πλάκα ακουμπούν σε έναν δίσκο, ο οποίος χρησιμεύει και για δάπεδο και περιστρέφεται μαζί με το γερανό. Από την άλλη στους μηχανοκίνητους γεραμούς χρησιμεύει για δάπεδο για την τοποθέτηση των κινητήρων, των χειριστηρίων, και των εξαρτημάτων λειτουργίας (Μαλαχίας, 2009).



Σχ. 3.16: Γερανός με περιστρεφόμενη πλάκα. [10]

Το δάπεδο τόσο σε αυτή την περίπτωση όσο και στους χειροκίνητους γερανούς, χρησιμεύει και για να στέκεται και να εργάζεται το προσωπικό, το οποίο γυρίζει μαζί με το γερανό και δεν χρειάζεται να βαδίζει γύρω από τον γερανό. Το όλο σύστημα στρέφεται γύρω από κατακόρυφο στροφέα ο οποίος με χυτοσιδηρή πλάκα με αγκυρώσεις στερεώνεται στο κέντρο της θεμελίωσης. Ο στροφέας λειτουργεί μόνο σαν οδηγός και δεν αναλαμβάνει φορτίο (Μαλαχίας, 2009).

Τέλος, η στήριξη συντελείται με τέσσερις ή οκτώ τροχούς ή κυλίνδρους που κυλούν σε κυκλική σιδηροτροχιά, στερεωμένη με αγκύρωση επάνω στη θεμελίωση.

Κινητοί Γερανοί

Οι γερανοί που έχουν την ικανότητα να μετακινούνται ελεύθερα στο έδαφος και όχι επάνω σε καθορισμένη σιδηροτροχιά λέγονται κινητοί.

Οι κινητοί γερανοί χρησιμοποιούνται κυρίως στα δομικά έργα, διότι εκτός από την οικονομία χρημάτων δεν χρειάζονται και σκαλωσιές, οπότε κερδίζεται και χρόνος (Σχήμα 3.17) (Μαλαχίας, 2009).

Υπάρχουν δύο κατηγορίες κινητών γερανών:

- a) Αυτοί που έχουν κοινή πηγή ισχύος για τη μετακίνηση του πλαισίου (chassis) και τις κινήσεις του ικριώματος και
- b) Αυτοί που έχουν ανεξάρτητους κινητήρες για την εκτέλεση κάθε κίνησης (πλαίσιου-ικριώματος).



Σχ. 3.17: Κινητός Γερανός. [11]

Η ταχύτητα μετακίνησης του πλαισίου στην πρώτη κατηγορία είναι μικρή, καθώς κριτήριο εκλογής του κινητήρα είναι η ανάπτυξη ισχυρής ροπής στρέψης με λίγες στροφές. Στη δεύτερη κατηγορία η ταχύτητα μετακίνησης μπορεί να είναι μεγάλη, και για το λόγο αυτό οι γερανοί αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση χώρων μεγάλης έκτασης. Ακόμη υπάρχει μία κατηγορία γερανών, οι οποίοι στηρίζονται σε πλαίσιο τύπου ερπύστριας. Πριν λίγα χρόνια αυτό το πλαίσιο χρησιμοποιούνταν μόνο για τη στήριξη εκσκαφών, ενώ σήμερα χρησιμοποιείται και για γερανούς (Μαλαχίας, 2009).

Γερανοί Ειδικής Χρήσης

1ος. Δομικός γερανός με πύργο

Οι δομικοί γερανοί με πύργο χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κτιρίων και είναι σταθεροί ή κινητοί, ενώ μπορεί και να εδράζονται σε βάση που φέρει ερπύστριες.

Απαρτίζονται από έναν κατακόρυφο ιστό και ένα οριζόντιο δικτύωμα. Το κατακόρυφο διαιρεί το οριζόντιο σε δύο μέρη. Το μεγαλύτερο μέρος χρειάζεται για τροχιά ενός φορείου, από το οποίο κρέμεται το βάρος, ενώ το μικρότερο μέρος φέρει το αντίβαρο. Για τον πολλαπλασιασμό της ευστάθειας οι κινητοί γερανοί φέρουν τέσσερα εκτεινόμενα υδραυλικά υποστηρίγματα.

Η περιστροφή του οριζόντιου βραχίονα, αλλά και η κίνηση του φορείου επιτυγχάνεται με ηλεκτρική ενέργεια. Το μέγεθος του φορτίου που ανεβαίνει είναι συνάρτηση της θέσης του φορείου στην οριζόντια τροχιά του. Οι κατασκευαστές δίνουν πάντοτε διάγραμμα μεταβολής του φορτίου σε συνάρτηση με την ακτίνα του φορείου (Σχήμα 3.18) (Μαλαχίας, 2009).



Σχ. 3.18: Δομικός γερανός με πύργο.[11]

Η ταχύτητα ανύψωσης συναρτάται από το βάρος του φορτίου και κυμαίνεται από 15 ως 20 m/min.

2ος. Γερανοί ναυπηγείων

Πρόκειται για πυργωτούς γερανούς ισχυρής κατασκευής και ανυψωτικής ικανότητας 19 ως 100 ton. Είναι χρήσιμοι στα ναυπηγεία για τη μεταφορά προκατασκευασμένων τμημάτων πλωτών μέσων και για αυτόν τον λόγο δεν είναι σταθεροί, αλλά κινούνται σε σιδηροτροχιές (Σχήμα 3.19) (Μαλαχίας, 2009).



Σχ. 3.19: Γερανοί ναυπηγείων. [11]

Το περιστρεφόμενο τμήμα στηρίζεται σε κωνικό τριβέα. Προκειμένου η ανύψωση μικρών φορτίων να γίνεται γρήγορα, οι γερανοί αυτοί έχουν δύο άγκιστρα, το κύριο και το βοηθητικό. Το κύριο ανυψώνει αργά (3m/min) φορτίο ως 100 ton, ενώ το βοηθητικό/φορτίο ως 10 ton με ταχύτητα 30m/min.

Οι κινήσεις πραγματοποιούνται με διαφορετικούς ηλεκτροκινητήρες και τα δύο συστήματα έχουν ηλεκτρομαγνητικές πέδες ελέγχου. Η κίνηση του γερανού επάνω στις τροχιές πραγματοποιείται με ανεξάρτητους κινητήρες που είναι τοποθετημένοι σε κάθε κινητήριο τροχό (Μαλαχίας, 2009).

3ος. Πλωτοί γερανοί

Πολύ χρήσιμη μορφή κινητού γερανού είναι οι πλωτοί γερανοί. Χρησιμοποιούνται για την ανέλκυση βυθισμένων πλοίων, την τοποθέτηση θεμελίων γεφυρών και λιμενοβραχιόνων μέσα στη θάλασσα, φόρτωση πλοίων, ανύψωση πλωτήρων για επιθεώρηση κ.ά. (Μαλαχίας, 2009).



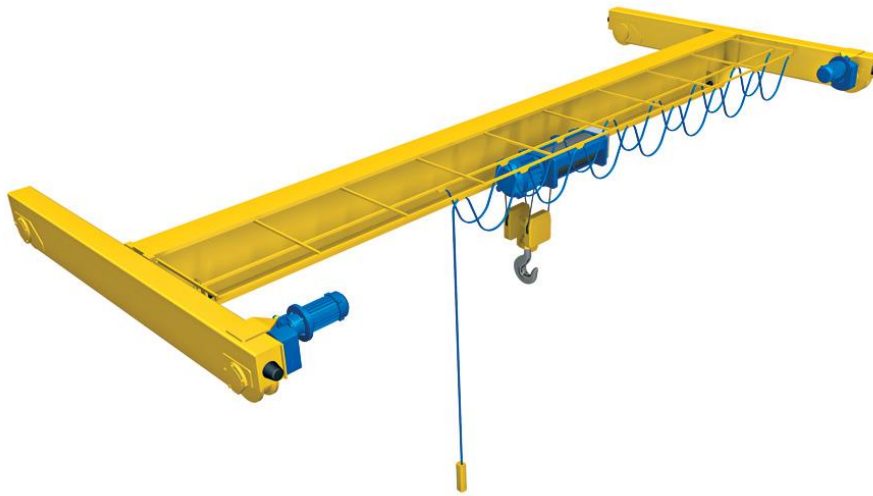
Σχ. 3.20: Πλωτοί γερανοί. [11]

Οι γερανοί αυτοί περιστρέφονται με αντίβαρο και ελέγχονται με κινητήρα ανεξάρτητο από τον κινητήρα πλοήγησης του σκάφους.

Γερανογέφυρες

Μία γερανογέφυρα απαρτίζεται από δύο σιδηροτροχιές επάνω στις οποίες κινείται η γέφυρα και επάνω σε αυτή κινείται το φορείο. Γερανογέφυρες μικρού φορτίου και ανοίγματος

φτιάχνονται συνήθως με έναν κύριο φορέα, με τυποποιημένη διατομή I, στο κάτω πέλμα του οποίου κυλιέται ένα φορείο (Μαλαχίας, 2009).



Σχ. 3.21: Γερανογέφυρα. [11]

Οι μεγαλύτερες γερανογέφυρες έχουν δύο κύριους φορείς, ενώ από 20 τόνους και πάνω η γερανογέφυρα είναι σύνθετο δικτύωμα. Για μικρά φορεία ή γερανούς αρκούν τροχιές από χάλυβα με ορθογώνια διατομή, των οποίων η επάνω επιφάνεια μπορεί να είναι στρογγυλεμένη.

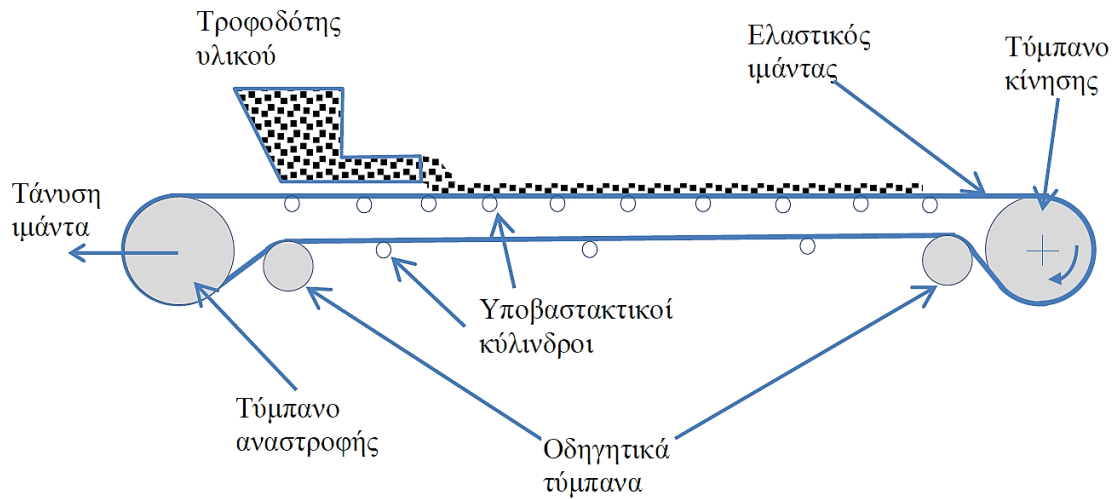
Για χειροκίνητη λειτουργία οι τροχοί κύλισης κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο, ενώ από χυτοχάλυβα για μηχανοκίνητη λειτουργία. Οι τροχοί της γέφυρας φέρουν αυλάκωση διάστασης ανάλογης με το πλάτος b της τροχιάς, ενώ οι τροχοί των φορείων έχουν κωνικές επιφάνειες κύλισης για την καλύτερη προσαρμογή τους (Μαλαχίας, 2009).

3.2 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Μεταφορικές Ταινίες

Μεταφορικοί ιμάντες / σταθερές μεταφορικές ταινίες

Οι πιο διαδεδομένοι μεταφορείς υλικών είναι οι μεταφορικοί ιμάντες, οι οποίοι επιτρέπουν τη μεταφορά διαφόρων υλικών οριζόντια ή με μία μικρή κλίση (Στεργίου & Στεργίου, 2006).



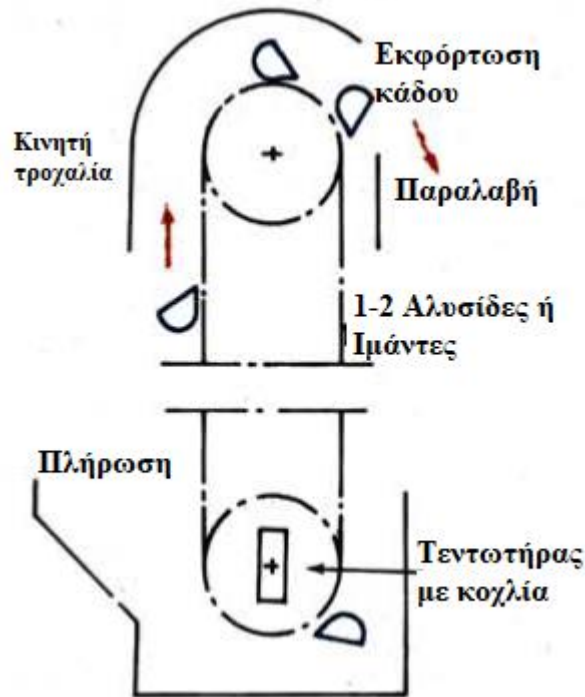
Σχ. 3.22: Μεταφορικοί μάντες [11]

Ο ατέρμονας μάντας στηρίζεται επάνω σε κύλιστρα (ράουλα) και είναι τεντωμένος μεταξύ δύο τυμπάνων, από τα οποία το ένα δίνει την κίνηση, ενώ το άλλο τεντώνει τέντωμα τον μάντα. Με τα δύο παρακείμενα κύλιστρα στα τύμπανα και στον κάτω κλάδο του μάντα επιτυγχάνεται η αύξηση της γωνίας πρόσφυσης του μάντα στα δύο τύμπανα.

Η επιλογή του μάντα εξαρτάται από το είδος του υλικού που πρόκειται να μεταφερθεί, την επιθυμητή απόδοση και τη θερμοκρασία του υλικού.

Καδοφόρες μεταφορικές ταινίες

Οι καδοφόρες μεταφορικές ταινίες ή αλλιώς αναβατόρια, είναι φτιγμένες με μια ή δύο αλυσίδες ή και με έναν μάντα, όπου στερεώνονται κατά διαστήματα κάδοι οι οποίοι προορίζονται να δέχονται το υλικό που είναι για μεταφορά.



Σχ. 3.23: Καδοφόρες μεταφορικές ταινίες (Αναβατόρια). [11]

Η κίνηση της ταινίας είναι συνεχόμενη και χρησιμοποιείται για τη μεταφορά υλικών κατακόρυφα ή με μεγάλη κλίση με ταχύτητα 0,5 ως 3,5 m/sec.

Μεταφορά με Αέρα

Οι συσκευές μεταφοράς με αέρα χρησιμοποιούνται για μεταφορά στεγνών λεπτόκοκκων υλικών, όπως τσιμέντου, στεγνής άμμου, πριονιδιών, άνθρακα σε μορφή σκόνης, τα οποία μπορούν να παρασυρθούν από ισχυρό ρεύμα αέρα.

Αυτή η μέθοδος βρίσκει εφαρμογή σε εγκαταστάσεις διακίνησης σιτηρών στα λιμάνια, σε μεγάλους μύλους, στην τροφοδότηση εστιών λεβήτων με κονιοποιημένο άνθρακα με μέγιστο μήκος διαδρομής υλικού μέχρι 300 m και απόδοση μέχρι 300 ton/h.

Ωστόσο, το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι η δαπάνη είναι 3 ως 5 φορές μεγαλύτερη από την απαιτούμενη για την ίδια μεταφορά με άλλη μέθοδο, όπως με μεταφορική ταινία.

Η παροχή αέρα που απαιτείται και η αναγκαία διαφορά πίεσης που χρειάζεται για τη μεταφορά, εξαρτάται από τη φύση και την πυκνότητα του προϊόντος το οποίο μεταφέρεται.

Για μια προβλεπόμενη μεταφορά χρειάζονται 200 m³ αέρα ανά τόνο μεταφερόμενου υλικού και μια διαφορά πίεσης 0,6 ως 0,8 at (Στεργίου & Στεργίου, 2006).

Στην πράξη γίνεται χρήση 4 συστημάτων μεταφοράς υλικών με αέρα:

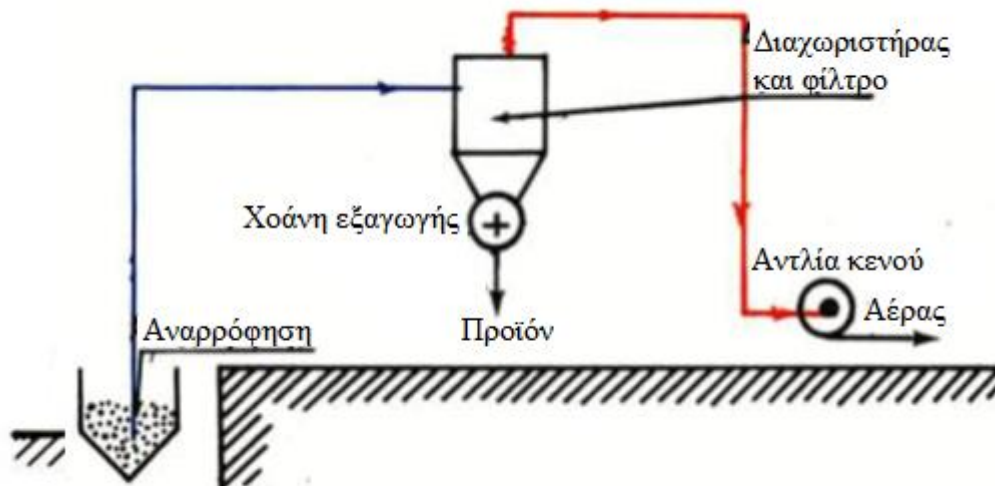
- a) Με αναρρόφηση
- b) Με πίεση
- c) Μικτό σύστημα και
- d) Οχετό αέρα (σύστημα ρευστού - ροής)

Σύστημα με αναρρόφηση

Ο αναρροφητήρας ρουφάει το υλικό από τον χώρο αποθήκευσής του και με σωλήνα το μεταφέρει, όπως δείχνει το βέλος στο σχήμα 3.24 στο διαχωριστήρα, τύπου κυκλώνα.

Η ταχύτητα του αέρα στον διαχωριστήρα μειώνεται, καθώς αυξάνεται η διατομή της διόδου του και το υλικό πέφτει στον πυθμένα του δοχείου. Από τον διαχωριστήρα το υλικό ρέει μέσω της χοάνης της εξαγωγής προς τον χώρο, όπου εναποθηκεύεται για περαιτέρω χρήση του.

Ο αέρας αναρροφάται κατά την έννοια του βέλους και περνώντας από φίλτρο, το οποίο υπάρχει στο επάνω μέρος του διαχωριστήρα, καθαρίζεται από πιθανά κομματάκια της σκόνης του υλικού που έχουν απομείνει σε αυτόν (Στεργίου & Στεργίου, 2006).



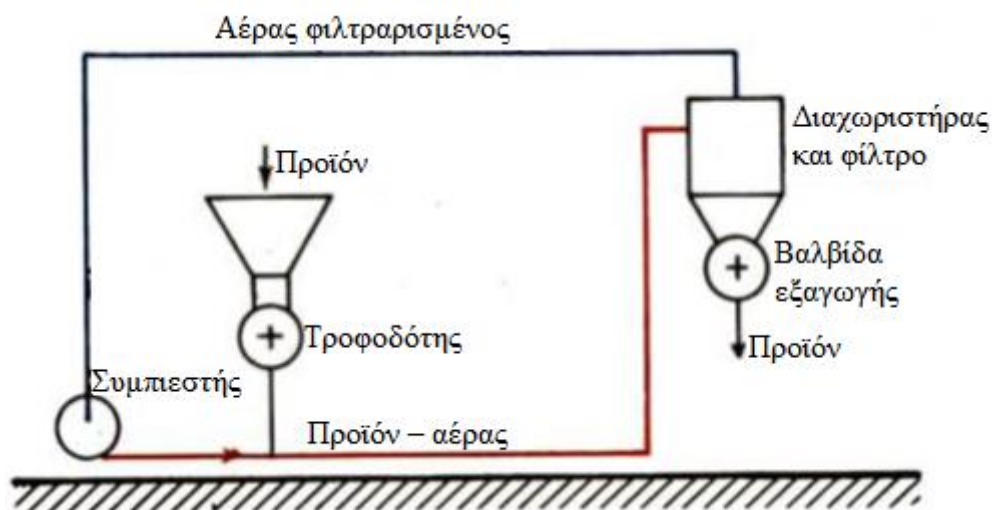
Σχ. 3.24: Σύστημα με αναρρόφηση. [16]

Σύστημα με πίεση αέρα

Μέσω ενός φίλτρου ο αεροσυμπιεστής αναρροφά ατμοσφαιρικό αέρα, τον συμπιέζει και τον εισάγει σε αεροφυλάκιο, το οποίο χρειάζεται για να υπάρχει σταθερή πίεση του αέρα.

Στη συνέχεια ο αέρας από το αεροφυλάκιο με ένα σωλήνα οδηγείται σε μια βαλβίδα, που βρίσκεται κάτω από την αποθήκη του υλικού το οποίο πρόκειται να μεταφερθεί. Κάτω από αυτή τη βαλβίδα αναμειγνύεται το υλικό με τον αέρα και μέσω του σωλήνα, όπως δείχνει το βέλος, μεταφέρεται στον διαχωριστήρα και το φίλτρο.

Η λειτουργία στον διαχωριστήρα και μετά πραγματοποιείται όπως στο σύστημα με την αναρρόφηση. Η τροφοδότηση με υλικό μέσα στο ρεύμα του πεπιεσμένου αέρα γίνεται κατά κύριο λόγο με μεταφορικό κοχλία. Ο καθαρός αέρας που εξέρχεται από τον διαχωριστήρα αναρροφάται πάλι από τον αεροσυμπιεστή όταν υπάρχει κλειστό κύκλωμα (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



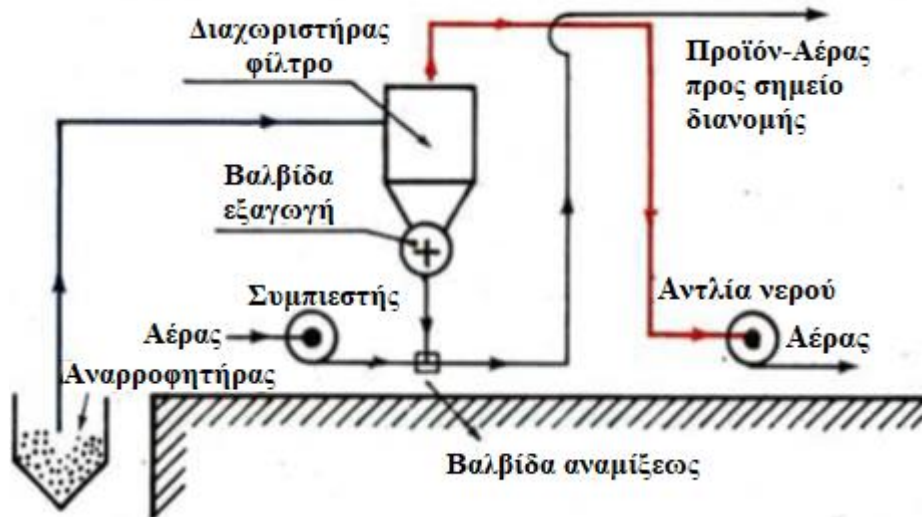
Σχ. 3.25: Σύστημα με πίεση αέρα.[16]

Μικτό Σύστημα με αναρρόφηση και πίεση

Στο μικτό σύστημα με αναρρόφηση και πίεση χρησιμοποιούνται δύο αντλίες. Η μία είναι αντλία κενού για τη δημιουργία υποπίεσης στο κύκλωμα αναρρόφησης και η δεύτερη είναι αντλία πίεσης, προκειμένου να ωθείται το υλικό προς το σημείο διανομής.

Η λειτουργία του συστήματος περιγράφεται ως εξής: Ο αναρροφητήρας αντλεί μίγμα αέρα και προϊόντος προς τον διαχωριστήρα, ο οποίος βρίσκεται σε μικρή απόσταση. Μέσα σε

αυτόν γίνεται η λειτουργία που περιγράφεται και στο σύστημα με αναρρόφηση. Το υλικό μετά τον αναρροφητήρα ωθείται από τον πεπιεσμένο αέρα, τον οποίο παρέχει ο αεροσυμπιεστής προς το επιθυμητό σημείο (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



Σχ. 3.26: Μικτό Σύστημα με αναρρόφηση και πίεση. [16]

Σύστημα με οχετό αέρα

Το σύστημα οχετού μεταφοράς υλικών με αέρα ή σύστημα ρευστοροής χρησιμοποιείται όταν πρέπει να μεταφερθούν υλικά που είναι σε κατάσταση λεπτής σκόνης και έχει το πλεονέκτημα ότι χρειάζεται μικρή κατανάλωση ισχύος και μικρή πίεση του αέρα.

Απαρτίζεται από έναν σωλήνα ορθογωνικής διατομής, ο οποίος τοποθετείται με κλίση. Αυτός ο σωλήνας χωρίζεται σε δύο χώρους με ένα διάφραγμα από ύφασμα ή πορώδες υλικό.

Στον οχετό επάνω από το διάφραγμα κυλάει το υλικό που είναι σε μορφή σκόνης, ενώ στο χώρο κάτω από το διάφραγμα μπαίνει με τη βοήθεια αντλίας αέρας με μικρή πίεση. Επειδή το διάφραγμα είναι πορώδες ο αέρας το διαπερνά, ανακατεύεται με τη σκόνη και μαζί οδηγούνται προς την έξοδο του οχετού. Τέλος, το μίγμα ρέει σαν νερό γιατί η τριβή μεταξύ των κόκκων του υλικού γίνεται πολύ μικρή (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Βοηθητικά μηχανήματα μετακίνησης υλικών

Μεταφορείς αδράνειας

Ο μεταφορέας αδράνειας απαρτίζεται από μία ταινία λαμαρίνας η οποία έχει σκαφοειδή μορφή και στην οποία τοποθετείται το υλικό που πρόκειται να μεταφερθεί, όπως, για παράδειγμα, άνθρακας.

Αυτή η ταινία έχει παλινδρομική κίνηση, η οποία όταν προχωράει είναι αργή ενώ κατά την οπισθοδρόμηση είναι γρήγορη. Τέλος, το υλικό συνοδεύει την ταινία κατά την αργή κίνησή της, ενώ ακινητοποιείται λόγω της αδράνειάς του κατά την οπισθοδρόμηση (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

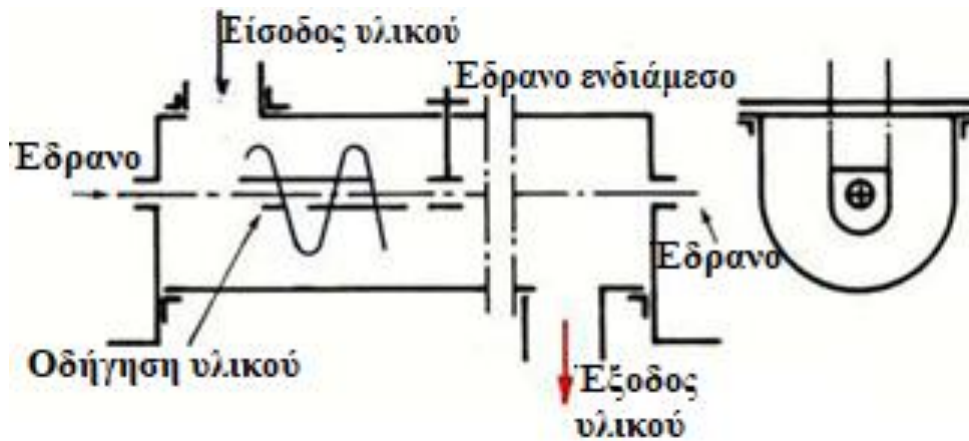


Σχ. 3.27: Μεταφορείς αδράνειας.[16]

Για την κίνηση της ταινίας χρησιμοποιείται σύστημα «διωστήρα-στροφάλου».

Μεταφορικοί κοχλίες

Πρόκειται για συσκευές συνεχούς μεταφοράς υλικών, όπως είναι και οι μεταφορικές ταινίες. Συντίθενται από έναν κύλινδρο, μέσα στον οποίο βρίσκεται ο κοχλίας που ακουμπά σε έδρανα (Σχήμα: 3.28).



Σχ. 3.28: Μεταφορικοί κοχλίες. [16]

Από το άνοιγμα, που δείχνει το βέλος, μπαίνει το υλικό στον κύλινδρο και ωθείται από τις σπείρες του κοχλία προς το δεξί άκρο του κυλίνδρου, από όπου και βγαίνει.

Κατά κύριο λόγο οι αποστάσεις μεταφοράς είναι μικρές, και αυτή γίνεται συνήθως οριζόντια, αν και μπορεί να λειτουργήσει και με οποιαδήποτε κλίση. Η συνηθισμένη ταχύτητα περιστροφής του κοχλία είναι 60 στρ/μίν.

Λόγω των τριβών του υλικού με τα εσωτερικά τοιχώματα του κυλίνδρου και τις σπείρες η απόδοση του μεταφορικού κοχλία είναι μικρή, ενώ το μόνο πλεονέκτημά του είναι η απλότητά του. Στην περίπτωση που το μήκος του είναι μεγάλο, τοποθετούνται και ενδιάμεσα έδρανα.

Κατά κανόνα η διάμετρος του κοχλία είναι 300 mm και το βήμα του σπειρώματος ισούται με 0,5 ως 1 διάμετρο σπειρώματος. Επίσης, υπάρχουν και μεταφορικοί κοχλίες στους οποίους αντί κυλίνδρου χρησιμοποιείται ανοικτός ημικύλινδρος. Σε αυτόν τον τύπο οι τριβές, είναι πιο μικρές, αλλά δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίησή του με μεγάλη κλίση (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Μεταφορείς με κύλιση (ράουλα)

Οι κύλινδροι με οριζόντιους άξονες, οι οποίοι συνήθως είναι ελαφροί, είναι εφοδιασμένοι με ένσφαιρους τριβείς που μπορούν να αποτελέσουν ταπέτο πλάτους 200 ως 800 mm.

Αν επάνω σε αυτό το ταπέτο τοποθετηθεί ένα φορτίο, όπως ένα κιβώτιο, τότε αυτό μετακινείται επάνω στο ταπέτο με μικρή μόνο δύναμη ωθήσεως ή με το βάρος του, με την προϋπόθεση η εγκατάσταση να έχει αρκετή κλίση.

Με τη μέθοδο αυτή η τροχιά μεταφοράς μπορεί να είναι και καμπύλη και γι' αυτό χρησιμοποιούνται κύλιστρα κωνικά.

Η απόσταση των αξόνων των κυλίστρων αυτών βασίζεται στο μήκος και στην επιφάνεια στήριξης του αντικειμένου που πρόκειται να μεταφερθεί.

Στην περίπτωση που τα κύλιστρα ή μερικά από αυτά κινούνται με μία αλυσίδα, τότε εξασφαλίζεται αυτόματη μεταφορά του υλικού (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Ποικίλα μεταφορικά μέσα μετακινήσεως υλικών

Σε όλους τους χώρους εργασίας, σε αποθήκες και συγκοινωνιακούς σταθμούς τα συνηθέστερα μέσα μετακίνησης υλικών, είναι τα εξής (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988):

Τα περονοφόρα οχήματα

Χρησιμοποιούνται για ανύψωση, μεταφορά και τοποθέτηση κινητήρων αυτοκινήτων και άλλων φορτίων. Συνήθως είναι ηλεκτροκίνητα και λειτουργούν με συσσωρευτές (δηλαδή, μπαταρίες).

Το σύστημα κίνησης της περόνης είναι υδραυλικό και το ρυθμίζει ο οδηγός ή ο πεζός χειριστής. Σε πολλά περονοφόρα μπορεί να αυξομειωθούν οι ιστοί τους, για την άνετη διέλευση τους από χαμηλές διόδους.

Επίσης, υπάρχουν περονοφόρα τα οποία διαθέτουν πρόσθιους τροχούς, οι οποίοι μπορούν να περιστρέφονται γύρω υπό έναν άξονα. Τα περονοφόρα αυτά μπορούν να κινούνται και προς τα εμπρός και προς τα πλάγια (Σχήμα 3.29).



Σχ. 3.29: Περονοφόρα οχήματα. [13]

Χειροκίνητη περόνη με μικρές ρόδες

Η χειροκίνητη περόνη με μικρές ρόδες χρησιμοποιείται για μικρές μετακινήσεις και δεν απαιτεί μεγάλους διαδρόμους για την κίνησή της, γι' αυτό χρησιμοποιείται κυρίως στις αποθήκες για τη στοιβάση υλικών (Σχήμα 3.30).



Σχ. 3.30: Χειροκίνητη περόνη με μικρές ρόδες.[16]

Γερανοί και βαρούλκα απλής συνήθως μορφής

Πρόκειται για πρόσφορα μέσα τα οποία μεταφέρουν εξαρτήματα μηχανών κατά τη συναρμολόγηση ή αποσυναρμολόγησή τους, καθώς και άλλα φορτία.

Πλατφόρμες κινούμενες σε σιδηροτροχιές ή συρόμενες από μικρά τροχοφόρα οχηματίδια με ηλεκτροκίνηση από μπαταρίες

Αυτές χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά φορτίων με μεγάλη κίνηση και ποικιλία.

Χειραμάξια μονότροχα, δίτροχα, τετράτροχα και μερικά με ειδική διάταξη, ανάλογη με τον προορισμό τους.

Τέτοιου είδους μεταφορικά μέσα κινούνται με τη μυϊκή δύναμη του χειριστή.

Κλίμακες που στηρίζονται επάνω σε ρόδες και χρησιμοποιούνται για τοποθέτηση ή τακτοποίηση αντικειμένων με το χέρι.

Ράουλα για την κύλιση επάνω σε αυτά βαριών κομματιών

Ποικίλες διατάξεις για φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορικών μέσων κλπ.

4 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

4.1 Γενικά Στοιχεία Για Τα Όργανα Ασφαλείας

Στην περίπτωση που το βάρος ανυψώνεται, τότε ένα μέρος της δύναμης που χρησιμοποιείται για την ανύψωση παύει να υπάρχει από τις τριβές.

Ενώ το φορτίο κατεβαίνει, οπότε η δύναμη που το κινεί είναι το βάρος του, τότε πάλι ένα μέρος αυτής χάνεται από τις τριβές. Όμως στη δεύτερη περίπτωση η διαρροή από την τριβή είναι ευνοϊκή, καθώς είναι μια φυσική πέδηση. Αυτή η πέδηση αρκεί για την ομαλή, χωρίς επιτάχυνση, κάθοδο του βάρους και μάλιστα για το σταμάτημά του.

Η συγκράτηση του βάρους σε κάποιο ύψος είναι απαραίτητο πρώτον για το άδειασμα του φορτίου και δεύτερον, αν χρειαστεί, για οποιαδήποτε άλλη αιτία.

Από την άλλη η ομαλή κάθοδος του βάρους χωρίς επιτάχυνση χρειάζεται, διότι η άφιξή του στο έδαφος με επιταχυντική δύναμη πιθανόν να προκαλέσει φθορά του φορτίου ή ζημιές στο σημείο καθόδου ή ακόμα και ατύχημα.

Για όλα τα παραπάνω τα μηχανήματα ανύψωσης χρειάζονται ιδιαίτερες σχετικές διατάξεις, τα όργανα ασφαλείας.

Τέτοιου είδους διατάξεις είναι οι τροχοί αναστολής οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση του βάρους και οι πέδες (φρένα), τα οποία χρησιμεύουν για να μειώνουν μέχρι και το μηδέν τη δυναμική ή κινητική ενέργεια του βάρους που κατεβαίνει και των κινητηρίων μηχανισμών ανύψωσης.

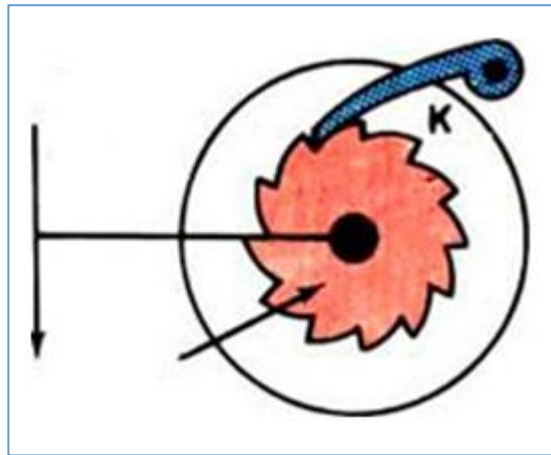
Οι τροχοί αναστολής (μάνδαλα ή καστάνιες) είναι τα πρώτα όργανα ασφαλείας, τα οποία είναι απλοί μηχανισμοί που δίνουν τη δυνατότητα περιστροφής της τροχαλίας ή του τυμπάνου, το οποίο χρησιμοποιείται για το ανεβοκατέβασμα του φορτίου μόνο όταν ανεβαίνει. Όμως, τα φρένα που χρησιμοποιούνται για λόγους ασφαλείας σχεδόν σε όλους τους κινητήριους μηχανισμούς, αποτελούν πολυπλοκότερες διατάξεις, καθώς έχουν να αντιμετωπίσουν τη ροπή συγκράτησης του βάρους, την επιβράδυνση των μαζών που κινούνται ευθύγραμμα (π.χ. γέφυρα και φορείο γερανογέφυρας), όπως και την επιβράδυνση των περιστρεφόμενων μαζών (δρομείς, τροχαλίες, τύμπανα, οδοντωτοί τροχοί κλπ.).

Τα όργανα ασφάλειας είναι πολύ σημαντικά για τα ανυψωτικά μηχανήματα, καθώς εξασφαλίζουν όχι μόνο την ασφάλεια λειτουργίας τους, αλλά και την καλύτερη χρήση τους.

Τέλος, στις χειροκίνητες απλές ανυψωτικές μηχανές χρησιμοποιούνται, τόσο για τη συγκράτηση του βάρους, όσο και για τη βαθμιαία κάθοδό του, συνδυασμοί φρένων - τροχού αναστολής (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

4.2 Τρόχοι Αναστολής

Οι τροχοί αναστολής (καστάνιες) είναι μηχανισμοί, που επιτρέπουν να περιστρέφεται ο άξονά τους μόνο κατά μία φορά, τη φορά, δηλαδή ανόδου του βάρους.



Σχ. 4.1: Σχήμα τροχού αναστολής (καστάνια).

Οι τροχοί αναστολής χωρίζονται σε δύο κατηγορίες (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988):

- Σε τροχούς αναστολής με οδόντωση.
- Σε τροχούς αναστολής με τριβή.

Οι τροχοί αναστολής με οδόντωση, είναι:

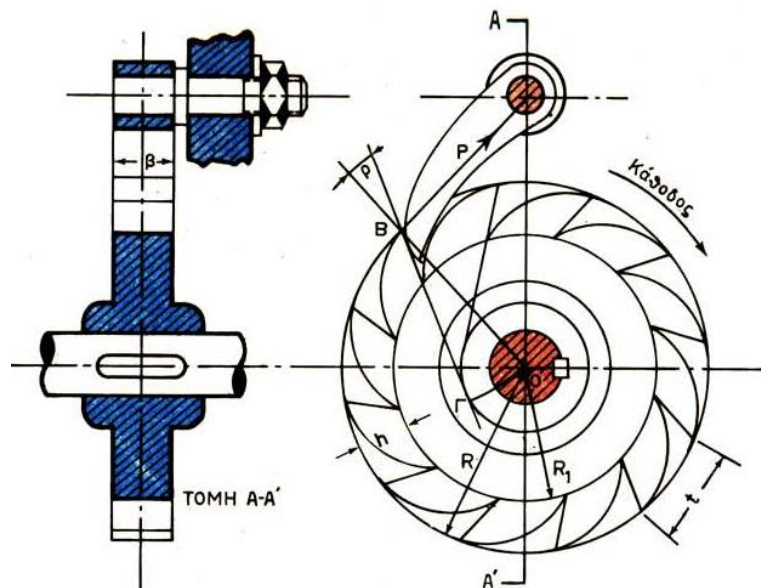
1. Οι τροχοί αναστολής με εξωτερική οδόντωση και
2. Οι τροχοί αναστολής με εσωτερική οδόντωση

Τροχοί αναστολής με εξωτερική οδόντωση

Αρχικά αποτελούνται από έναν δίσκο από χυτοσίδηρο ή χυτοχάλυβα ο οποίος έχει εξωτερικά δόντια. Κατά τη φορά της περιστροφής ανύψωσης του βάρους ένας όνυχας ολισθαίνει στα δόντια του τροχού και κατά αυτή τη φορά η περιστροφή γίνεται ελεύθερα. Κατά

την αντίθετη φορά ο όνυχας εμπλέκεται με ένα δόντι του τροχού και το σύστημα σταματάει. Η περιστροφή κατά τη φορά αυτή για κάθοδο του βάρους μπορεί να γίνει μόνο με ανύψωση του όνυχα.

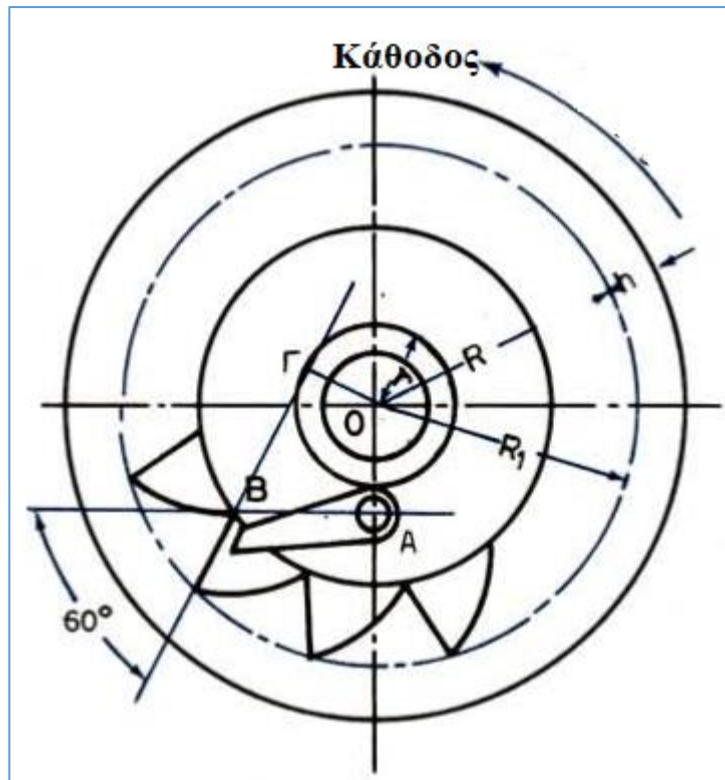
Το σημείο επαφής όνυχα και δοντιού Β βρίσκεται αν από το σημείο Α σχεδιαστεί μια εφαπτομένη στην εξωτερική περιφέρεια του τροχού. Αυτό γίνεται για να είναι η πίεση Ρ όσο το δυνατό μικρότερη και ο μοχλοβραχίονάς της προς το Ο όσο το δυνατό μεγαλύτερος. Οι επίπεδες επιφάνειες των δοντιών πρέπει να σχηματίζουν με την ακτίνα, η οποία περνά από την κορυφή του δοντιού, γωνία ρ μεγαλύτερη από τη γωνία τριβής. Και αυτό συμβαίνει προκειμένου να μη μένει ο όνυχας στην κορυφή του δοντιού αλλά να γλιστρά προς τη βάση (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



Σχ. 4.2: Τροχοί αναστολής με εξωτερική οδόντωση.

Τροχός αναστολής με εσωτερική οδόντωση

Το κέντρο του αξονίσκου του όνυχα Α τοποθετείται όσο το δυνατό πιο μακριά από το «Ο». Από το σημείο «Α» σχεδιάζεται μια κάθετη στην «ΟΑ». Αυτή συναντά τον εσωτερικό κύκλο «R», το σημείο «Β». Από το σημείο «Β» σχεδιάζεται μια ευθεία «ΒΓ» που να σχηματίζει γωνία 60° με την «ΑΒ». Με κέντρο το «Ο» γράφεται περιφέρεια εφαπτόμενη στη «ΒΓ». Όλες οι επίπεδες επιφάνειες των δοντιών πρέπει να εφάπτονται στην περιφέρεια αυτή (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



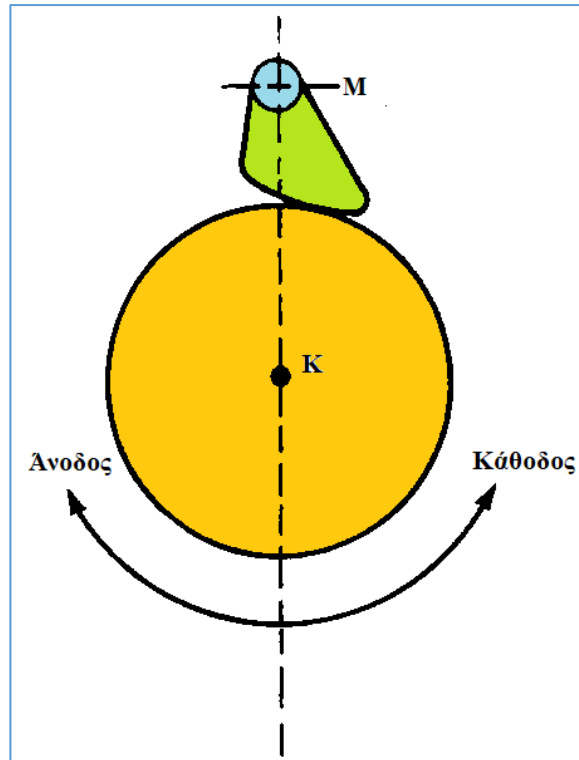
Σχ. 4.3: Τροχός αναστολής με εσωτερική οδόντωση.

Τροχοί αναστολής με τριβή

Οι τροχοί αναστολής με τριβή αποτελούνται από λείο τροχό «Κ» και από έναν όνυχα (μάνδαλο) «Μ».

Στην περίπτωση που το βάρος ανυψώνεται το μάνδαλο ολισθαίνει στην κυλινδρική επιφάνεια του τροχού, ενώ στην κάθοδο πιέζεται με το ίδιο βάρος του στον τροχό, παρασύρεται προς τα αριστερά και με τον τρόπο αυτό αυξάνει αυτή η συμπίεση.

Η τριβή που αναπτύσσεται από τη συμπίεση του όνυχα στον τροχό μπορεί να ακινητοποιήσει το σύστημα (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).



Σχ. 4.4: Τροχοί αναστολής με τριβή.

4.3 Φρένα

Γενικά στοιχεία

Τα φρένα είναι συσκευές οι οποίες με την παρεμβολή αντίστασης τριβής, απορροφούν το μέρος εκείνο της ενέργειας από την κάθοδο του βάρους, το οποίο θα προκαλούσε την επιτάχυνσή του.

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται κατά το δυνατόν σταθερή ταχύτητα. Στην ανάγκη τα φρένα απορροφούν όλη την ενέργεια, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η τέλεια ακινησία του βάρους. Η απορρόφηση ή ο περιορισμός της κινητικής ενέργειας του κατερχόμενου βάρους γίνεται με δημιουργία τριβής, με πίεση μιας επιφάνειας με σημαντικό συντελεστή τριβής, επάνω στην επιφάνεια ενός τυμπάνου που περιστρέφεται.

Η ενέργεια που απορροφάται από το φρένο μεταβάλλεται σε θερμότητα και θα πρέπει να εξουδετερωθεί αυτή η θερμότητα, που αναπτύσσεται από την τριβή κατά τη λειτουργία της πέδης.

Η λειτουργία των φρένων μπορεί να γίνεται αυτόματα με μηχανική δύναμη ή με τη δύναμη χειριστή, δηλαδή με πεντάλ. Τα φρένα χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988):

- a) Φρένα με σιαγόνες,
- b) Φρένα με ταινία ή ταινιοπέδες.
- c) Φρένα αυτόματες,
- d) Φρένα ειδικών κατασκευών.

Φρένα με σιαγόνα

Αυτού του τύπου τα φρένα μπαίνουν κατά κανόνα στην άτρακτο του κινητήρα, γιατί στην άτρακτο αυτή η ροπή στρέψης είναι μικρότερη και άρα είναι μικρότερη και η απαιτούμενη ροπή πεδήσεως (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Φρένα με ταινία ή ταινιοπέδες

Οι ταινιοπέδες αποτελούνται από χυτοσιδερένιο δίσκο, όπου συσφίγγεται με κατάλληλο μοχλό ταινία από χάλυβα, ο οποίος παρουσιάζει ελαστικότητα. Από την τριβή που αναπτύσσεται προκαλείται ελάττωση της ταχύτητας καθόδου του βάρους μέχρι την τιμή 0. Οι ταινιοπέδες είναι καλύτερες από τα φρένα με σιαγόνες, διότι η πέδησή τους είναι πιο ήρεμη και με μεγαλύτερη ισχύ. Υστερούν όμως, καθώς καταπονούν την άτρακτο τους σε κάμψη. Σήμερα προτιμώνται τα φρένα με σιαγόνες² (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

¹ Οι κάθετες πιέσεις της ταινίας επάνω στο δίσκο αυξάνονται από τον αποβαίνοντα (ελκόμενο) βραχίονα προς τον επιβαίνοντα (έλκοντα).

4.4 Συντήρηση Και Επίβλεψη Συστημάτων Ασφαλείας

Οι αρθρώσεις των μοχλών των φρένων, τα δόντια των τροχών αναστολής, τα κάθε είδους έδρανα και ο όνυχας του τροχού αναστολής, χρειάζονται τακτική λίπανση για να αποφεύγονται το σκούριασμα και να εξασφαλίζεται άνετη και ομαλή λειτουργία. Η συχνότητα λίπανσης εξαρτάται από το πόσο συχνά λειτουργούν και από το περιβάλλον, στο οποίο λειτουργεί κάθε μηχανήμα.

Ο κατασκευαστής δίνει τις κατάλληλες συμβουλές για το είδος του λιπαντικού και τη συχνότητα λίπανσης. Βέβαια η λίπανση πρέπει να παρακολουθείται με μητρώο του μηχανήματος και με πινακίδα λίπανσης.

Η χαλύβδινη ταινία και οι σιαγόνες των φρένων πρέπει να παραμένουν καθαρές και να αποφεύγεται η ρύπανσή τους από λίπη, καθώς με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο συντελεστής τριβής και δεν γίνεται εύκολα η πέδηση με την υπολογισθείσα δύναμη πέδησης. Σε αυτή την περίπτωση πιθανόν να μην ενεργήσει το φρένο, με συνέπεια πιθανή βλάβη του ανυψωμένου υλικού και κίνδυνο ατυχήματος. Μετά το τέλος της εργασίας χρειάζεται καθαρισμός, επιθεώρηση και έλεγχος της λειτουργίας τους.

Πριν το ξεκίνημα της εργασίας πρέπει να ελέγχεται, αν τα φρένα λειτουργούν. Επίσης ανά τακτά χρονικά διαστήματα ή μετά από κάποιες ώρες εργασίας (όρια, τα οποία δίνουν συνήθως οι κατασκευαστές ή ορίζονται από τον υπεύθυνο συντηρητή των μηχανημάτων) γίνεται συστηματική επιθεώρηση και συντήρηση των συστημάτων ασφάλειας.

Η συντήρηση αυτή ανά τακτικά χρονικά διαστήματα συνίσταται στα εξής (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988):

1. Έλεγχος της καλής λειτουργίας.
2. Σύσφιξη ή ρύθμιση χαλαρών συνδέσεων και αρθρώσεων.
3. Έλεγχος φθορών, δοντιών, τροχών, ονύχων, ταινιών, επενδύσεων πείρων, σφηνών των πλημνών και κουσινέτων. Επισκευή ή αντικατάσταση των εξαρτημάτων που δεν προσφέρουν ασφάλεια λειτουργίας.
4. Λίπανση των τριβόμενων μηχανισμών.
5. Έλεγχος της καθαριότητας των σιαγόνων και ταινιών και καθαρισμός τους.
6. Τελικός έλεγχος της καλής λειτουργίας. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι η συντήρηση και ο έλεγχος της καλής λειτουργίας των συστημάτων ασφάλειας πρέπει να γίνεται με απόλυτη επιμέλεια. Η παραμικρή ολιγωρία ή αμέλεια οδηγεί με βεβαιότητα στο ατύχημα. Περισσότερη φροντίδα απαιτείται στις περιπτώσεις ασφάλειας προσωπικού.

4.5 Συντήρηση Μεταφορικών Μηχανών

Οι ιμάντες ή αλυσίδες των μεταφορικών ταινιών πρέπει να προστατευμένες πλευρικά με ένα πλαίσιο προκειμένου να αποφεύγονται ατυχήματα στα άτομα τα οποία περνούν κοντά στις ταινίες.

Και στα σημεία των συστημάτων μεταφοράς με αέρα πρέπει να λαμβάνονται τα ίδια μέτρα, διότι υπάρχει κίνδυνος αναρρόφησης προς το εσωτερικό της συσκευής.

Για τη συστηματική παρακολούθηση της καλής κατάστασης των μεταφορικών μηχανημάτων, θα πρέπει να υπάρχει για κάθε ένα από αυτά βιβλίο ή καρτέλα όπου θα καταγράφονται οι επισκευές, οι αλλαγές εξαρτημάτων, οι λιπάνσεις και οι ώρες εργασίας τους.

Επίσης, πριν από τη χρήση κάθε μεταφορικού μηχανήματος χρειάζεται έλεγχος της κατάστασής του και κατά τη χρησιμοποίηση παρακολούθηση της καλής ή όχι λειτουργίας του. Αφού χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να καθαρίζεται πολύ καλά. Κυρίως όταν χρησιμοποιούνται υλικά τα οποία προκαλούν ρύπανση, το καθάρισμα της οποίας είναι δύσκολο, όταν περάσουν ώρες, όπως π.χ. σκόνη, τσιμέντο, κονιάματα κλπ.

Οι αρθρώσεις των διαφόρων μηχανισμών θα πρέπει να λιπαίνονται συστηματικά, όπως και οι κάθε φύσεως αλυσίδες και οι προστριβόμενες μεταλλικές επιφάνειες, σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών.

Τέλος, ιδιαίτερη συντήρηση και καθαρισμός χρειάζονται οι συσκευές, με τις οποίες μεταφέρονται κονιοποιημένα υλικά, τα οποία είναι δυνατό να εισδύουν και στα ελάχιστα κενά των μηχανισμών (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

4.6 Πρόληψη Ατυχημάτων

Η ανύψωση βάρους με γερανούς και γερανογέφυρες σε αρκετό ύψος εκτός από ωφέλιμο είναι και επικίνδυνο λόγω δημιουργίας πιθανού ατυχήματος λόγω κακού χειρισμού, βλάβης των φρένων, θραύσεως του καλωδίου κ.ά.

Αρα, είναι απαραίτητο να καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια προκειμένου να εξασφαλιστούν οι προϋποθέσεις ασφαλούς εκτέλεσης της εργασίας.

Σύμφωνα με μελέτη στατιστικών στοιχείων ατυχημάτων με ανυψωτικές μηχανές, προκύπτει ότι τα βασικά αίτια τους είναι (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988):

- Ο κακός χειρισμός των ανυψωτικών μηχανών
- Η υπερφόρτωση του αγκίστρου ανυψώσεως
- Η ελλιπής συντήρηση των καλωδίων και αλυσίδων
- Η πρόωρη φθορά εξαρτημάτων

Ως εκ τούτου, ο ανθρώπινος παράγοντας είναι η βασικότερη αιτία των ατυχημάτων και άρα, υπάρχουν μεγάλα περιθώρια βελτιώσεως.

Προληπτικά μέτρα κατά τον χειρισμό των γερανών

Για να αποφεύγονται τα ατυχήματα κατά τον χειρισμό των γερανών πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στα εξής (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988):

- a) Να μη ανυψώνεται φορτίο, το οποίο δεν βρίσκεται ακριβώς κάτω από το άγκιστρο ανύψωσης πριν αποφανθεί ειδικός για τις τυχόν συνέπειες που θα έχει η εργασία αυτή.
- b) Πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει κώδικας συνεννόησης μεταξύ του χειριστή του γερανού και των καθοδηγητών που βρίσκονται στο έδαφος.
- c) Απαγορεύεται η κίνηση ατόμων κάτω από το ανυψωτικό φορτίο ή η μετακίνηση του φορτίου επάνω από εργαζόμενα άτομα.
- d) Στους κινητούς γερανούς, πρέπει να εξετάζεται και η κλίση και η στερεότητα του εδάφους, ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση της ανατροπής.
- e) Κατά την εργασία κοντά σε αγωγούς ρεύματος υψηλής τάσης δεν πρέπει το άγκιστρο να τους πλησιάζει περισσότερο από τα δύο μέτρα, προς αποφυγή βραχυκυκλώματος.
- f) Το φορτίο πρέπει να επιταχύνεται ομαλά ώστε να αποφεύγεται η υπερβολική καταπόνηση του κινητήρα και των καλωδίων.
- g) Να γίνεται ρύθμιση του οριακού διακόπτη, ώστε αυτόματα να διακόπτει την ανύψωση όταν το άγκιστρο φθάσει το προκαθορισμένο ανώτατο ή κατώτατο όριο.

Υπερφόρτωση του άγκιστρου

Η θραύση των καλωδίων ή η ανατροπή ανυψωτικού μηχανήματος από υπερφόρτωση αποφεύγεται, στην περίπτωση που η εργασία γίνεται κανονικά και το προσωπικό χειρισμού δεν έχει την επικρατούσα αντίληψη ότι η ανύψωση φορτίων λίγο μεγαλύτερων από την ικανότητα του γερανού δεν δημιουργεί επικίνδυνη κατάσταση.

Επίσης είναι απαραίτητη η τοποθέτηση πινακίδας επάνω στον γερανό, στην οποία θα αναγράφεται το μέγιστο φορτίο ή τα φορτία ανύψωσης, όταν αυτός είναι μεταβλητού ανοίγματος.

Τέλος πρέπει από καιρό σε καιρό να ελέγχεται η ανυψωτική ικανότητα των γερανών (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Πρόωρη φθορά εξαρτημάτων

Η πρόωρη φθορά εξαρτήματος του γερανού μπορεί να οφείλεται σε εσφαλμένο υπολογισμό κατά τη σχεδίαση του μηχανήματος ή σε ελαττωματικότητα κατά την κατεργασία, π.χ. ανομοιόμορφο πάχος χυτού τυμπάνου περιέλιξης.

Στην πρώτη περίπτωση η αποφυγή ατυχημάτων επιτυγχάνεται με την εκτέλεση λειτουργικού ελέγχου των ανυψωτικών μηχανών σε συνθήκες μέγιστου φορτίου και αφού ληφθούν κατάλληλα μέτρα ασφαλείας, δηλαδή τοποθέτηση παρατηρητών και απαγόρευση προσεγγίσεως ατόμων σε ακτίνα ασφαλείας ανάλογη με το είδος και τις διαστάσεις του ανυψωτικού μηχανήματος.

Η δεύτερη περίπτωση, δυστυχώς δεν μπορεί να προβλεφθεί. Είναι γεγονός όμως ότι το ποσοστό των ατυχημάτων που οφείλονται σε αστοχία υλικού δεν υπερβαίνει το 5% (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988).

Γενικά μέτρα ασφαλείας

Για τους ανυψωτήρες με ηλεκτροκίνητο κινητήρα ηλεκτρικής ισχύος πρέπει (Στεργίου & Στεργίου, 2006), (Κουζέλης, Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών, 1988):

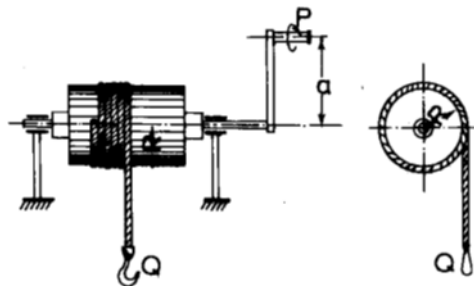
- a) Να αναγράφεται η τάση λειτουργίας στην πινακίδα των στοιχείων του κινητήρα.
- b) Να χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες ηλεκτρικές ασφάλειες του κυκλώματος που δίνει ο κατασκευαστής του ανυψωτήρα.
- c) Δεν πρέπει να επιχρίονται με βαφές οι επιφάνειες επάνω στις οποίες κινείται το φορείο, γιατί επηρεάζεται η μετακίνηση των φορέων και η γείωση.

Για τις τροχιές πρέπει:

- 1ο. Να δίνεται προσοχή στην κατάλληλη κάμψη των τροχιών σε περίπτωση καμπύλης τροχιάς,
- 2ο. Οι κλίσεις να μην είναι μεγαλύτερες από 2%, όταν η μορφολογία του χώρου επιβάλλει την κλίση,
- 3ο. Στα άκρα των τροχιών να τοποθετούνται συγκρατητήρες, για να αποφεύγεται ο εκτροχιασμός των φορέων.

5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΛΚΟΥ

Στην ενότητα αυτή γίνεται η εφαρμογή που αφορά τον μηχανολογικό σχεδιασμό και τον βασικό υπολογισμό ενός απλού χειροκίνητου βαρούλκου. Θα υπολογιστούν τα βασικά στοιχεία αυτής της μηχανολογικής διάταξης και τα συμπεράσματα του άγκιστρου, συρματόσχοινου και του τυμπάνου.



Επιλέγουμε μοχλοβραχίονα $a=0.5\text{m}=500\text{mm}$ και θεωρούμε επιβολής μοχλοβραχίονα από τον άνθρωπο

$P=30\text{Kp}$. Οπότε η στρεπτική ροπή στον άξονα του τυμπάνου είναι

$$T=P*a=30\text{Kp}*500\text{mm}=15.000\text{Kpmm}$$

Το φορτίο Q μεταφέρει επίσης στρεπτική ροπή στον άξονα $T=Q*R$

Επομένως όπου $R=D/2$ η ακτίνα του τυμπάνου και η D η διάμετρος του τυμπάνου

$$Q*R=15.000\text{Kpmm}$$

Επιλέγουμε ακτίνα του τυμπάνου $R=0,1\text{m}=100\text{mm}$

$$\text{Επομένως } Q*100\text{mm}=15.000\text{Kpmm} \Rightarrow Q=\frac{15.000\text{Kpmm}}{100\text{mm}} \Rightarrow Q=150\text{Kg}$$

Υπολογισμός Αγκίστρου (Σχ 2,5)

Υπολογισμός ύψους επικίνδυνες διατομές

$$h = \frac{Q}{100} + 40\text{mm} \text{ για } Q < 7.500\text{Kg}$$

ή

$$h = \frac{Q}{200} + 70\text{mm} \text{ για } Q > 7.500\text{Kg}$$

$$\text{Οπότε } h = \frac{Q}{200} + 70\text{mm} \Rightarrow h = \frac{150\text{Kp}}{100} + 40\text{mm} \Rightarrow h = 41.5 \text{ Kpmm}$$

$$\text{Τα } a=h, c=h/2 \Rightarrow c = 41,5\text{Kpmm}/2 \Rightarrow c=20,75\text{Kpmm}$$

$$b_1=0,8h, b_2=0,3h, e_1=0,4h, e_2=0,6h$$

d_0, d, d_1, d_2 είναι οι διάφοροι διάμετροι του στελέχους.

Υπολογισμός Συρματόσχοινου

Από πίνακα (2,4) όρια θραύσης σ_b συρματόσχοινου 160Kp/mm^2 επιλέγουμε συντελεστή ασφάλειας $K=3$ οπότε $\sigma_{\varepsilon\pi} = \frac{\sigma_b}{K} \Rightarrow \frac{160}{3} \text{ Kpmm}^2 \Rightarrow \sigma_{\varepsilon\pi} = 53.3\text{Kpmm}^2$

$$\sigma_{\varepsilon} = \frac{4*Q}{n*d^2} \text{ όπου } d = \text{διάμετρος συρματόσχοινου}$$

$$\text{επομένως } d^2 = \frac{4*Q}{\sigma_{\varepsilon*\pi}} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4*150\text{Kg}}{\frac{53,3\text{Kp}}{\text{mm}^2} * 3,14}} = d = \sqrt{\frac{4*Q}{\sigma_{\varepsilon*\pi}}} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4*150\text{Kg}}{\frac{53,3\text{Kp}}{\text{mm}^2} * 3,14}} \Rightarrow d \approx 2\text{mm}$$

έλεγχος συντελεστή περιέλιξης

$$D/d = 200/2 = 100$$

Από τον πίνακα (2,5) δίνεται η ελάχιστη τιμή περιέλιξης 15

Η διάμετρος του τυμπάνου $D=200\text{mm}$ που είχε αρχικά επιλεγεί ικανοποιεί τη συνθήκη του συντελεστή περιέλιξης επομένως είναι αποδεκτή

Αποδεκτό

Επιλέγουμε μήκος τυμπάνου $L=0,5\text{m}$. Η ταχύτητα κίνησης του τυμπάνου είναι μικρή και επομένως επιλέγουμε έδρανα ολίσθησης και τους αντίστοιχους άξονες

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συστήματα μεταφοράς και ανύψωσης χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες βιομηχανίες λόγω των πολυάριθμων οφελών που προσφέρουν.

- Οι μεταφορείς είναι σε θέση να μεταφέρουν με ασφάλεια τα υλικά από το ένα επίπεδο στο άλλο, το οποίο όταν γίνεται από την ανθρώπινη εργασία θα είναι επίπονη και δαπανηρή.
- Μπορούν να εγκατασταθούν σχεδόν οπουδήποτε και είναι πολύ πιο ασφαλή από τη χρήση ενός περνοφόρου οχήματος ή άλλης μηχανής για τη μετακίνηση υλικών.
- Μπορούν να μεταφέρουν φορτία όλων των μορφών, μεγεθών και βαρών. Επίσης, πολλοί έχουν προηγμένες λειτουργίες ασφάλειας που βοηθούν στην πρόληψη ατυχημάτων.
- Υπάρχει μια ποικιλία επιλογών διαθέσιμων για τη λειτουργία συστημάτων μεταφοράς, συμπεριλαμβανομένων των υδραυλικών, μηχανικών και πλήρως αυτοματοποιημένων συστημάτων, τα οποία είναι εξοπλισμένα για να ταιριάζουν στις ατομικές ανάγκες.

Ένα σύστημα μεταφοράς και ανύψωσης αποτελεί την ικανότητα μιας εταιρείας να μετακινεί αποτελεσματικά το προϊόν της σε εύθετο χρόνο. Τα βήματα που μπορεί να λάβει το τμήμα ασφάλεια μηχανημάτων μιας επιχείρησης για να διασφαλίσει ότι εκτελείται κάθε εργασία μεταφοράς και ανύψωσης με τα αντίστοιχα μηχανήματα με μέγιστη ασφάλεια περιλαμβάνουν τακτικές επιθεωρήσεις και ελέγχους συστημάτων, στενή παρακολούθηση των κινητήρων και των μειωτήρων και κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού.

Η αύξηση της διάρκειας ζωής ενός μεταφορικού και ανυψωτικού μηχανήματος / συστήματος περιλαμβάνει: την επιλογή του σωστού τύπου μεταφορικού / ανυψωτικού μέσου, τον σωστό σχεδιασμό του συστήματος και την προσοχή στις τακτικές πρακτικές συντήρησης.

Ένα σύστημα μεταφοράς και ανύψωσης που έχει σχεδιαστεί σωστά θα διαρκέσει πολύ καιρό με σωστή συντήρηση. Εδώ είναι έξι από τα μεγαλύτερα προβλήματα που πρέπει να προσέξουμε στα συστήματα μεταφορικών και ανύψωσης, συμπεριλαμβανομένων των μονοαξονικών δοκών τύπου I, των κλειστών μεταφορικών ταινιών και των μεταφορέων ισχύος και ελεύθερης μεταφοράς.

Έλλειψη λίπανσης: τα έδρανα απαιτούν λίπανση για να μειωθεί η τριβή. Η ώση μπορεί να διπλασιαστεί αν τα έδρανα δεν λιπαίνονται. Αυτό μπορεί να προκαλέσει υπερφόρτωση του συστήματος με μηχανικό ή ηλεκτρικό πρόβλημα υπερφόρτωσης.**Ρύποι:** βαφή, σκόνη, όξινα ή αλκαλικά υγρά, χαλύβδινα σφαιρίδια κ.λπ. μπορούν όλα να οδηγήσουν σε ταχεία αλλοίωση της

γραμμής μεταφοράς / ανύψωσης. Μόλις μια «ξένη» ουσία βρεθεί στο διάδρομο ενός ρουλεμάν, θα εμφανισθούν προβλήματα στην επιφάνεια και, μόλις η επιφάνεια υποστεί ζημιά, η φθορά θα επιταχυνθεί. Η κατασκευή περιβλημάτων γύρω από τους σας μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της εισροής ρύπων.

Σύστημα μετάδοσης κίνησης: τα μέρη του μηχανισμού κίνησης πρέπει να διατηρούνται σε σωστή μορφή. Θα πρέπει επίσης να επιθεωρούνται τυχόν σπασμένοι δακτύλιοι και οι μειωτήρες του κινητήρα. Η απώλεια ισχύος σε έναν ή και λίγους κυλίνδρους σε έναν μεταφορέα μπορεί να σημαίνει τη διαφορά μεταξύ αποτελεσματικής και έγκαιρης παράδοσης και επαναλαμβανόμενων προβλημάτων / καθυστερήσεων που μπορεί να κοστίζουν συνεχώς χρόνο εκτός λειτουργίας.

Δεδομένου ότι ένα σύστημα μεταφοράς και ανύψωσης είναι κρίσιμος σύνδεσμος στην ικανότητα μιας εταιρείας να μετακινεί τα προϊόντα της εγκαίρως, οποιαδήποτε διακοπή της λειτουργίας της μπορεί να είναι δαπανηρή. Οι περισσότεροι χρόνοι αναμονής μπορούν να αποφευχθούν με τη λήψη μέτρων για να διασφαλιστεί ότι το σύστημα λειτουργεί με κορυφαίες επιδόσεις, συμπεριλαμβανομένων των τακτικών επιθεωρήσεων, της στενής παρακολούθησης των κινητήρων και των μειωτήρων, της διατήρησης των βασικών τεμαχίων και της κατάλληλης εκπαίδευσης του προσωπικού.

Έγινε εφαρμογή του παραπάνω στην περίπτωση ενός βαρούλκου

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ADOLFSSON, J., NG, A., OLOFSGARD, P., MOORE, P., PU, J., & WONG, C.-B. (2002, 11). Design and simulation of component-based manufacturing machine systems. *Mechatronics*, 12(9-10), pp. 1239-1258.
2. CECCARELLI, M. (2018, 6). Innovation challenges for Mechanism Design. *Mechanism and Machine Theory*, 125, pp. 94-100.
3. domdpk-Συσκευές για την ανύψωση ή τη μετακίνηση φορτίων. (2019, 7). *Συσκευές για την ανύψωση ή τη μετακίνηση φορτίων*. Retrieved from domdpk: <https://domdpk.ru/el/building-block-for-lifting-the-load-devices-for-lifting-or-moving-loads.html>
4. Hichri, B., Fauroux, J.-C., Adouane, L., Doroftei, I., & Mezouar, Y. (2019, 6). Design of cooperative mobile robots for co-manipulation and transportation tasks. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 57, pp. 412-421.
5. HOWARD, S., JAY, S., & LAWRENCE, S. (2014). *Ανυψωτικά Μηχανήματα*. Αθήνα: ΙΩΝ.
6. SeaGull-Άγγιστρο / τροχαλία φραγμών. (2019, 7). *Άγγιστρο / τροχαλία φραγμών*. Retrieved from electricchainblock: <http://greek.electricchainblock.com/sale-10434070-0-25-ton-sheave-block-pulley-double-sheave-wire-rope-pulley-block.html>
7. ANTΩΝΙΑΔΗΣ, Ι., & ΣΠΙΤΑΣ, Β. (2019). *Μεταφορικές και Ανυψωτικές Μηχανές*. Αθήνα: Ε.Μ.Π.- Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών – Εργαστήριο Δυναμικής και Κατασκευών.
8. ΔΑΛΛΑΣ, Γ.-Ε. (2018). *Μεταβατικά φαινόμενα σύγχρονων μηχανών*. Πειραιάς: Α.Ε.Ι. Πειραιά-Σχολή Μηχανικών-Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών-ΠΜΣ: Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων.
9. ΚΟΥΖΕΛΗΣ, Θ. (1977). *Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών*. (Α. Παππάς, Χ. Καβουνίδης, Μ. Αγγελόπουλος, & Γ. Κακριδής, Eds.) Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
10. ΚΟΥΖΕΛΗΣ, Θ. (1988). *Μηχανήματα ανυψώσεως και μετακινήσεως υλικών*. (Μ. Αγγελόπουλος, Α. Σταυρόπουλος, Ι. Τεγόπουλος, & Χ. Σιγάλας, Eds.) Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
11. ΜΑΛΑΧΙΑΣ, Γ. (2009). *Ανυψωτικά Μηχανήματα*. Αθήνα: Ίων.

- 12.** ΜΑΡΓΑΡΙΤΗΣ, Π. (2011). *Ασφάλεια χρήσης ανυψωτικών και μεταφορικών διατάξεων*. Πειραιάς: ΤΕΙ Πειραιά-Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών-Τμήμα Μηχανολογίας.
- 13.** ΠΕΡΟΝΟΦΟΡΑ ΟΧΗΜΑΤΑ DIESEL 7 ΤΟΝΟΥ. (2019, 9). Retrieved from cnvimar: <http://gr.cnvimar.com/counterbanlce-forklift/diesel-forklift1/fd60-fd70-diesel-forklift.html>
- 14.** ΠΕΤΡΟΥ, Κ. (2013). *Ανυψωτικά Μηχανήματα*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών-Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων.
- 15.** ΣΙΔΕΡΗΣ - ΜΑΛΛΟΥΣ, Α. (2018). *Ανυψωτικές και μεταφορικές μηχανές: μελέτες περιστρεφόμενου γερανού τοίχου και υδραυλικού ανελκυστήρα*. Κοζάνη: ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας-Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών-Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών & Βιομηχανικού Σχεδιασμού-Κατεύθυνση Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ.
- 16.** ΣΤΕΡΓΙΟΥ, Κ., & ΣΤΕΡΓΙΟΥ, Ι. (2006). *Ανυψωτικά και μεταφορικά μηχανήματα*. Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική.
- 17.** ΧΑΡΑΜΗΣ, Α. (2011). *Ανυψωτικά Περονοφόρα Μηχανήματα*. Καβάλα: Α.Τ.Ε.Ι. Καβάλας - Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών - Τμήμα Μηχανολογία Τομέας: Ενέργειας και Περιβάλλοντος.
- 18.** ΧΑΡΩΝΗΣ, Π. (1995). *Ανυψωτικά μηχανήματα*. Αθήνα: Ίων.