

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΡΑΝΟΥ ΣΧΗΜΑΤΟΣ Γ
ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΑΠΟΘΗΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΑΝΥΨΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ 1.5 ΤΟΝΩΝ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΠΑΠΑΚΡΙΒΟΣ ΘΩΜΑΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΤΣΙΝΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2022

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στην μελέτη και το σχεδιασμό ανυψωτικού συστήματος (γερανού αποθήκης), Ικανότητας ανύψωσης φορτίων 1.5 τόνων στο εσωτερικό αποθηκευτικού χώρου βιομηχανίας.

Ο στόχος της εργασίας είναι ο σχεδιασμός, η μελέτη και η εκλογή των κατάλληλων επιμέρους στοιχείων που απαρτίζουν το ανυψωτικό που μελετάμε το οποίο είναι πακτωμένο στο έδαφος.

Το ανυψωτικό έχει τη δυνατότητα ηλεκτρονικής λειτουργίας για την μεταφορά του φορείου ανύψωσης όπως και στον κατακόρυφο άξονα. Ο σχεδιασμός του ανυψωτικού έγινε σε σχέδιο δύο διαστάσεων με την χρήση του προγράμματος AutoCAD.

Ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου που με στήριξαν σε όλο το διάστημα εκπόνησης της εργασίας αυτής και φυσικά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Τσινόπουλο Στέφανο αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου αλλά και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της εργασίας.

Περίληψη

Στην παρακάτω πτυχιακή εργασία θα μελετηθεί ανυψωτικό σύστημα (γερανός) ανυψωτικής ικανότητας 1,5 τόνου για την ανύψωση φορτίων στο εσωτερικό αποθηκευτικού χώρου το οποίο είναι πακτωμένο στο έδαφος και είναι σταθερό.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια ιστορική αναδρομή από την εφεύρεση των ανυψωτικών και την εξέλιξη τους με την πάροδο των χρόνων από την εποχή της αρχαίας Ελλάδας και της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας μέχρι τον μεσαίωνα την πρώιμη σύγχρονη εποχή και την βιομηχανική επανάσταση.

Έπειτα στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται κάποια βασικά είδη γερανών των ακίνητων και των κινητών τα οποία διαφέρουν σε μέγεθος αλλά και στον τρόπο λειτουργίας μεταξύ τους.

Στα επόμενα κεφάλαια από το τρίτο μέχρι και το όγδοο θα αναλύσουμε τα επιμέρους στοιχεία του ανυψωτικού που θα μελετήσουμε.

Συγκεκριμένα στο τρίτο θα αναλύσουμε τα συρματόσχοινα και τα είδη των συρματόσχοινων που υπάρχουν, την μέθοδο συντήρησής τους και τον τρόπο πλοκής τους.

Στο τέταρτο αναφέρονται τα τύμπανα των συρματόσχοινων, στο πέμπτο οι κινητήρες για το σύστημα ανύψωσης και το σύστημα πορείας το οποίο διαθέτει και αυτό δικό του κινητήρα, διαφορετικού τύπου από αυτόν του συστήματος ανύψωσης και αντίστοιχο μειωτήρα, καθώς και τροχούς οι οποίοι κυλώντας κατά μήκος της δοκού της επιτυγχάνουν την μετακίνηση του φορείου. Στο έκτο αναλύουμε τα φρένα του ανυψωτικού και στο έβδομο αναλύουμε την σιδηροκατασκευή του ανυψωτικού.

Στο όγδοο και τελευταίο κεφάλαιο είναι οι υπολογισμοί και η μελέτη για την εκλογή του κατάλληλου συρματόσχοινου, τύμπανου, κινητήρων, μειωτήρων, φρένων και συστήματος πορείας αλλά και της μεταλλικής κατασκευής.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΙΨΗ

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	1
1: Ιστορική αναδρομή.....	3
1.1 Αρχαία Ελλάδα	3
1.2 Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία	5
1.3 Μεσαίωνας	6
1.4 Πρώιμη σύγχρονη εποχή	7
1.5 Βιομηχανική Επανάσταση	8
2: Βασικά Είδη Γερανών	10
2.1 Κινητοί.....	10
2.1.1 Τοποθετημένοι σε όχημα.....	10
2.1.2 Ανώμαλου εδάφους.....	12
2.1.3 Ερπυστριοφόρα	13
2.1.4 Πλωτοί γερανοί.....	14
2.1.5 Σιδηρόδρομος.....	14
2.1.6 Εναέριος.....	15
2.1.7 Πλευρικής ανύψωσης.....	16

2.2 Ακίνητοι.....	16
2.2.1: Περιστρεφόμενοι Γερανοί	19
2.2.2: Γερανοί Πυλώνες	20
2.2.3: Γερανογέφυρες.....	21
3: Συρματόσχοινα	22
3.1: Γενικά για τα συρματόσχοινα	23
3.2: Είδη συρματόσχοινων	25
3.3: Τύποι συρματόσχοινων.....	27
3.4: Διάρκεια ζωής συρματόσχοινων	28
3.5 Πλεονεκτήματα	30
3.6 Τυπική Κατασκευή.....	31
3.7 Συντήρηση.....	33
3.8 Απολήξεις	34
3.8.1 Δαχτυλιθρες	35
3.8.2 Κλιπ.....	35
3.8.3 Καταληκτικές απολήξεις.....	35
4: Τύμπανα συρματόσχοινων	37
4.1: Γενικά για τα τύμπανα συρματοσχοίνων	37
4.2: Τάσεις στα τύμπανο.....	38
5: Κινητήρες.....	40
5.1: Κινητήρες στο σύστημα ανύψωσης.....	42
5.2: Κινητήρες στο σύστημα πορείας	43
6: Φρένα ανυψωτικών	45
7: Σιδηροκατασκευή	48
7.1: Γενικά για τις σιδηροκατασκευές.....	48
7.2: Ολόσωμοι φορείς	49
8: Υπολογισμοί.....	51
8.1: Περιγραφή υπολογιστικής μεθοδολογίας	51

8.2: Υπολογισμός διαμέτρου συρματόσχοινου	52
8.3: Υπολογισμός διαμέτρου τυμπάνου	53
8.4: Υπολογισμός ελέγχου αντοχής συρματόσχοινου.....	53
8.5: Υπολογισμός λοιπών χαρακτηριστικών του τυμπάνου.....	54
8.6: Υπολογισμός κινητήρα συστήματος ανύψωσης.....	55
8.7: Υπολογισμός μειωτήρα συστήματος ανύψωσης.....	57
8.8: Υπολογισμός ατράκτου τυμπάνου	61
8.9: Υπολογισμός φρένου λειτουργίας	62
8.10: Υπολογισμός φρένου ασφαλείας.....	63
8.11: Υπολογισμός συστήματος πορείας.....	64
8.12: Υπολογισμός του κινητήρα του συστήματος πορείας	66
8.13: Υπολογισμός μειωτήρα στροφών του συστήματος πορείας.....	68
8.14: Υπολογισμός απαιτούμενης ροπής πέδησης.....	69
8.15: Υπολογισμός μεταλλικής κατασκευής	70
9 : Παράρτημα Σχεδίων	72
Βιβλιογραφία.....	75

Εισαγωγή

Η ανάγκη για την μείωση του χρόνου κατασκευής ενός έργου, την ευκολότερη μετακίνηση μεγάλων φορτίων με λιγότερο ανθρώπινο δυναμικό αλλά και με ασφάλεια έχει αντιμετωπιστεί με την εξέλιξη των συστημάτων ανύψωσης.

Ο γερανός είναι ένα σύστημα ανύψωσης εμπορευμάτων και υλικών που αποτελείται από το σύστημα ανύψωσης το σύστημα περιστροφής και την σιδηροκατασκευή.

Το σύστημα ανύψωσης απαρτίζουν ο κινητήρας που συνδέεται με τον μειωτήρα δίνοντας κίνηση στο τύμπανο το οποίο τυλίγει και ξετυλίγει το συρματόσχοινο αναλόγως με τις εντολές του χειριστή

Το σύστημα πορείας αποτελείται και αυτό από έναν κινητήρα που συνδέεται με έναν μειωτήρα δίνοντας κίνηση στους τροχούς ώστε να κινούν το σύστημα ανύψωσης κατά μήκος του προβόλου τα παραπάνω μέρη θα αναλυθούν και θα μελετηθούν παρακάτω στην πτυχιακή εργασία.

Παρακάτω θα δούμε την δημιουργία και την εξέλιξη των πρώτων ανυψωτικών από τα αρχαία χρόνια μέχρι τη σύγχρονη εποχή αλλά και την εφεύρεση καινούργιων κατηγοριών ανυψωτικών μηχανημάτων για εξειδικευμένες χρήσεις.

Αντικείμενο των ανυψωτικών μηχανών είναι η ανύψωση ή μεταφορά

υλικών σε μικρές και μεσαίες αποστάσεις μέσα ή έξω από μία βιομηχανία ή από μια τοποθεσία σε μία άλλη.

Η κατασκευή ανυψωτικών και μεταφορικών μηχανών αποτελεί μεγάλη πρόκληση για τον υπεύθυνο μηχανικό, καθώς συνδυάζει αφενός ένα ευρύ φάσμα περιοχών της μηχανολογίας (την κατασκευή μηχανών, σιδηρών κατασκευών, την ηλεκτρολογία και την ηλεκτρονική, τα υδραυλικά συστήματα κλπ.) κι αφετέρου, εάν εξαιρεθούν τα μικρά ανυψωτικά μηχανήματα και μερικές κανονικές κατασκευές, η πλειοψηφία των ανυψωτικών και μεταφορικών μηχανών δεν κατασκευάζονται σε σειρά. Τα δεδομένα της κατασκευής διαφέρουν τόσο μεταξύ τους, ώστε κάθε φορά ο κατασκευαστής είναι υποχρεωμένος να δίνει νέες λύσεις και να θέτει πρωτότυπες κατασκευές σε λειτουργία χωρίς προηγουμένως να έχουν δοκιμασθεί.

Η κάθε κατασκευή θα πρέπει βεβαίως να καλύπτει τις απαιτήσεις για: ασφάλεια λειτουργίας, ικανοποιητική διάρκεια ζωής, άνεση στους χειρισμούς, ευκολία στην συντήρηση και την εναλλαξιμότητα των στοιχείων, μικρό κόστος λειτουργίας, προσιτή τιμή κατασκευής κλπ. Επειδή στην πλειοψηφία τους είναι κινητά μηχανήματα υπάρχει και μία επιπλέον απαίτηση για μικρό βάρος κατασκευής. Για αυτό χρειάζεται προσεκτική στατική μελέτη με σωστή εκλογή της ροής δυνάμεως ώστε να επιτυγχάνεται καλή εκμετάλλευση των ιδιοτήτων

του υλικού κατασκευής. Επειδή συνήθως πέραν της αντοχής ένα σημαντικό κριτήριο είναι και το μέγεθος των παραμορφώσεων της κατασκευής, εκλέγεται σαν υλικό κατασκευής χάλυβας μέσης αντοχής μιας και το μέτρο ελαστικότητας (E) είναι σταθερό για όλους τους χάλυβες.

Η μεταφορική και ανυψωτική τεχνική περιλαμβάνει τους τομείς α) μηχανήματα μεταφοράς και ανύψωσης, β) τεχνικές διαχείρισης της ροής υλικών και των πάσης φύσεως μεταφορτώσεων σε μία παραγωγική διαδικασία και γ) τις τεχνικές διαχείρισης αποθήκης υλικών.

Τα μηχανήματα μεταφοράς και ανύψωσης διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους σε συνεχούς και ασυνεχούς μεταφοράς. Στα ασυνεχούς μεταφοράς μπορεί κανείς να διακρίνει γενικά τρεις φάσεις λειτουργίας με ή χωρίς φορτίο: α) επιταχυνόμενη κίνηση, β) κίνηση σε σταθερή ταχύτητα και γ) επιβραδυνόμενη κίνηση. Κάθε κύκλος λειτουργίας που αποτελείται από τις παραπάνω φάσεις ακολουθείται από ένα χρονικό διάστημα ηρεμίας (διάλλειμα). Τα μηχανήματα αυτά μπορούν να κινούνται σε προκαθορισμένη πορεία πάνω σε τροχιές είτε να αποτελούν αυτοκινούμενα οχήματα. Αντιπροσωπευτικά μηχανήματα αυτής της κατηγορίας είναι τα ανυψωτικά μηχανήματα σειράς (βαρούλκα), οι γερανοί, κλπ.

Τα μηχανήματα συνεχούς μεταφοράς είναι μηχανικές ή υδραυλικές εγκαταστάσεις στις οποίες το μεταφερόμενο υλικό μπορεί να μετακινείται πάνω σε συγκεκριμένη διαδρομή με σταθερή ή μεταβαλλόμενη ταχύτητα και να διανύει μια περιορισμένη απόσταση από την θέση παραλαβής του έως την θέση απόρριψης. Κατασκευάζονται είτε σαν κινητές είτε σαν σταθερές εγκαταστάσεις και μπορούν να μεταφέρουν είτε μεμονωμένα είτε φορτία πλοίου. Αντιπροσωπευτικά μηχανήματα αυτής της κατηγορίας είναι οι ταινιομεταφορείς κάθε τύπου, οι κοχλιομεταφορείς, οι αερομεταφορείς κλπ.

Στην συνέχεια θα εξετασθούν αναλυτικά οι γερανοί που αποτελούν και το αντικείμενο μελέτης της εργασίας.

1: Ιστορική αναδρομή

Οι πρώτες διατάξεις μεταφοράς και ανύψωσης φορτίων εμφανίζονται σε κάποια άγνωστη χρονική στιγμή. Προκειμένου να αντικατασταθεί η μυϊκή δύναμη των ανθρώπων, η οποία δεν ήταν αρκετή για την εκτέλεση κάποιων συγκεκριμένων εργασιών χωρίς τη βοήθεια μηχανημάτων. Εν συνεχεία, την εποχή των αρχαίων Αιγυπτίων, ιδιαίτερα όμως την εποχή των αρχαίων Ελλήνων, όπου ο άνθρωπος αρχίζει να διατυπώνει και να ερμηνεύει τους νόμους της φύσης, αποκτούν τις απαραίτητες γνώσεις για την περαιτέρω εξέλιξη τους .

Η εξέλιξη αυτή έρχεται την εποχή της Αναγέννησης στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη και γίνεται πραγματική έκρηξη περίπου στις αρχές του 19^{ου} αιώνα με την εφεύρεση της ατμομηχανής και περίπου 100 χρόνια αργότερα της ηλεκτροκίνησης. Στις μέρες μας, η ανάπτυξη της ηλεκτρονικής έχει οδηγήσει στο σημείο, τα ανυψωτικά και μεταφορικά μηχανήματα να έχουν όχι απλά αντικαταστήσει την ανθρώπινη μυϊκή δύναμη αλλά σε πολλές περιπτώσεις να μην απαιτείται ούτε ο χειρισμός τους (παράδειγμα οι αυτόματοι γερανοί, τα αυτόματα συστήματα διαχείρισης αποθήκης κλπ.).

1.1 Αρχαία Ελλάδα

Η μετακίνηση μεγάλων βαρών (λίθων) εμφανίζεται ήδη από την 5η χιλιετία π.Χ. στις εντυπωσιακές μεγαλιθικές κατασκευές της δυτικής Ευρώπης και αργότερα παίρνει επικές διαστάσεις με τα κολοσσιαία οικοδομικά προγράμματα των πρώτων σπουδαίων πολιτισμών (Αιγυπτίων, κ.ά.). Όμως πρόκειται για οριζόντια μετακίνηση ή έλξη επί ειδικά διαμορφωμένου κεκλιμένου επιπέδου με τη χρήση μοχλών, ελκήθρων και σχοινιών και απαιτούσε τη συγχρονισμένη εργασία πλήθους ανθρώπινου δυναμικού. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι

επιβλητικές κατασκευές των Μυκηναίων με τα γιγάντια ανώφλια πυλών τειχών και θολωτών τάφων.

Η μεγάλη επανάσταση και στον τομέα αυτό συντελέστηκε από τους Έλληνες (από τον 6ο αιώνα π.Χ.) με την εφεύρεση της τροχαλίας και τη χρήση της σε ποικίλα πολύσπαστα (όπως δίσπαστα, τρίσπαστα, κ.ο.κ. για το διπλασιασμό, τριπλασιασμό, κ.ο.κ. της ασκούμενης δύναμης) σε συνδυασμό με την επινόηση και εφαρμογή διαφόρων τύπων βαρούλκου για τον πολλαπλασιασμό της ασκούμενης δύναμης ανάλογα με το λόγο του μήκους των κινητήριων μοχλοβραχιόνων προς την ακτίνα των κυλίνδρων περιέλιξης των ελκτικών σχοινιών. Η εφεύρεση και ανάπτυξη πολλαπλών ανυψωτικών μηχανημάτων όπως η μονόκωλος ανυψωτική μηχανή (σημερινός μονήρης γερανοβραχίον), η δίκωλος ανυψωτική μηχανή (σημερινή γερανογέφυρα), η συνεργασία τετράκωλων ανυψωτικών μηχανών (σημερινά ικριώματα), κ.ά. σε συνδυασμό με τη χρήση ευφυών συστημάτων πρόσδεσης των λίθων, εντυπωσιακών συστημάτων πέδησης και αναστολής, λιπαντικών αλλά και ειδικών ολισθητήρων, κυλίστρων και κατάλληλων τροχοφόρων οδήγησε στο ελληνικό αρχιτεκτονικό θαύμα.

Η σημερινή ανυψωτική τεχνολογία είναι άμεση εξέλιξη της εντυπωσιακής ανυψωτικής τεχνολογίας των αρχαίων Ελλήνων που διαπραγματεύτηκαν θεωρητικά σπουδαίοι Έλληνες μηχανικοί όπως ο Αρχιμήδης, ο Ήρων, κ.ά.

Η πρώτη αδιαμφισβήτητη λογοτεχνική απόδειξη για την ύπαρξη του συστήματος σύνθετης τροχαλίας εμφανίζεται στα Mechanical Problems που αποδίδονται στον Αριστοτέλη (384–322 π.Χ.), αλλά ίσως συντάχθηκαν σε λίγο μεταγενέστερη ημερομηνία. Περίπου την ίδια εποχή, τα μεγέθη τεμαχίων σε ελληνικούς ναούς άρχισαν να ταιριάζουν ξανά με τους αρχαίους προκατόχους τους, υποδεικνύοντας ότι η πιο εξελιγμένη σύνθετη τροχαλία πρέπει να είχε βρει το δρόμο της προς τα ελληνικά εργοτάξια μέχρι τότε.



Εικόνα 1.1: Σύστημα σύνθετης τροχαλίας

1.2 Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία

Η ακμή του γερανού στην αρχαιότητα ήρθε κατά τη διάρκεια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, όταν η οικοδομική δραστηριότητα εκτινάχθηκε στα ύψη και τα κτίρια έφτασαν σε τεράστιες διαστάσεις. Οι Ρωμαίοι πήραν τον ελληνικό γερανό και τον αναβάθμισαν σε μεγάλο βαθμό. Είμαστε σχετικά καλά ενημερωμένοι για τις τεχνικές ανύψωσης τους, χάρη στις μάλλον μακροσκελείς αφηγήσεις των μηχανικών Vitruvius και Heron of Alexandria. Υπάρχουν επίσης δύο σωζόμενα

ανάγλυφα ρωμαϊκών γερανών , με την επιτύμβια στήλη Haterii από τα τέλη του πρώτου αιώνα μ.Χ. να είναι ιδιαίτερα λεπτομερής.

Ο απλούστερος ρωμαϊκός γερανός, ο τρίσπαστος , αποτελούταν από ένα μονόδοκο, ένα βαρούλκο , ένα σχοινί και ένα μπλοκ που περιείχε τρεις τροχαλίες. Έχοντας έτσι ένα μηχανικό πλεονέκτημα 3:1, έχει υπολογιστεί ότι ένας άνθρωπος που δουλεύει το βαρούλκο θα μπορούσε να σηκώσει 150 κιλά (330 λίβρες) (3 τροχαλίες x 50 κιλά ή 110 λίβρες = 150), υποθέτοντας ότι 50 κιλά (110 λίβρες) αντιπροσωπεύουν τη μέγιστη προσπάθεια που μπορεί να καταβάλει ένας άνθρωπος για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Οι βαρύτεροι τύποι γερανών διέθεταν πέντε τροχαλίες (πεντασπάστος) ή, στην περίπτωση του μεγαλύτερου, ένα σετ τριών επί πέντε τροχαλιών (Πολύσπαστος) και διατέθηκαν με δύο, τρεις ή τέσσερις ιστούς, ανάλογα με το μέγιστο φορτίο. Ο πολύσπαστος, όταν το δούλευαν τέσσερις άνδρες και στις δύο πλευρές του βαρούλκου, μπορούσε να σηκώσει εύκολα 3.000 κιλά (6.600 λίβρες) (3 σχοινιά x 5 τροχαλίες x 4 άνδρες x 50 κιλά ή 110 λίβρες = 3.000 κιλά ή 6.600 λίβρες). Εάν το βαρούλκο αντικατασταθεί από τροχό πέλματος, το μέγιστο φορτίο θα μπορούσε να διπλασιαστεί στα 6.000 kg (13.000 λίβρες) μόνο στο μισό πλήρωμα, καθώς ο τροχός του πέλματος έχει πολύ μεγαλύτερο μηχανικό πλεονέκτημα λόγω της μεγαλύτερης διαμέτρου του. Αυτό σήμαινε ότι, σε σύγκριση με την κατασκευή των αρχαίων αιγυπτιακών πυραμίδων , όπου χρειαζόνταν περίπου 50 άνδρες για να μετακινήσουν ένα 2,5 τόνους πέτρινο μπλοκ μέχρι τη ράμπα (50 κιλά (110 λίβρες) ανά άτομο), η ικανότητα ανύψωσης του ρωμαϊκού πολυσπάστου αποδείχθηκε 60 φορές υψηλότερη (3.000 κιλά ή 6.600 λίβρες ανά άτομο).

1.3 Μεσαίωνας

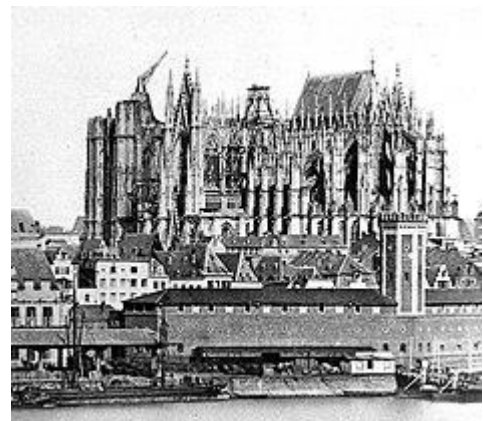
Την περίοδο του Μεσαίωνα , ο γερανός με ποδόγυρο επέστρεψε σε μεγάλο βαθμό αφού η τεχνολογία έπεσε σε αχρηστία στη δυτική Ευρώπη με την κατάρρευση της Δυτικής Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας . Η παλαιότερη αναφορά σε τροχό επανεμφανίζεται στην αρχαική βιβλιογραφία στη Γαλλία περίπου το 1225, ακολουθούμενη από μια απεικόνιση σε ένα χειρόγραφο πιθανώς επίσης

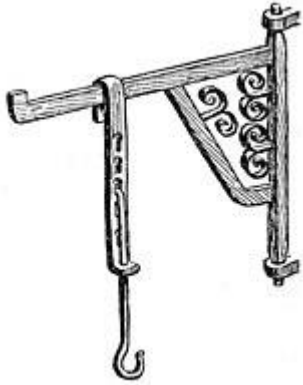
γαλλικής προέλευσης που χρονολογείται από το 1240. Την εποχή εκείνη από ιστορικές πηγές εμβανίζονται οι πρώτοι γερανοί σε λιμάνια.

1.4 Πρώιμη σύγχρονη εποχή

Ένας ανυψωτικός πύργος παρόμοιος με αυτόν των αρχαίων Ρωμαίων χρησιμοποιήθηκε με μεγάλη επιτυχία από τον αναγεννησιακό αρχιτέκτονα Domenico Fontana το 1586 για να μεταφέρει τον βαρύ οβελίσκο του Βατικανού 361 τόνων στη Ρώμη. Από την έκθεσή του, γίνεται προφανές ότι ο συντονισμός της ανύψωσης μεταξύ των διαφόρων ομάδων έλξης απαιτούσε σημαντική συγκέντρωση και πειθαρχία, καθώς, εάν η δύναμη δεν ασκούσαν ομοιόμορφα, η υπερβολική πίεση στα σχοινιά θα τα έκανε να σπάσουν.

Οι γερανοί χρησιμοποιήθηκαν και σε εσωτερικούς χώρους αυτής της περιόδου. Ο γερανός της καμινάδας ή του τζακιού χρησιμοποιούνταν για να κουνιούνται κατσαρόλες και βραστήρες πάνω από τη φωτιά και το ύψος προσαρμόζονταν με μανιβέλα.





Εικόνες 1.4 1.5 1.6: Εικόνες πρώιμης σύγχρονης εποχής

1.5 Βιομηχανική Επανάσταση

Στην αρχή της Βιομηχανικής Επανάστασης εμφανίστηκαν οι πρώτοι σύγχρονοι γερανοί στα λιμάνια για τη φόρτωση φορτίων. Το 1838, ο ανερχόμενος μηχανικός William Armstrong κατασκεύασε έναν υδραυλικό γερανό . Η διάταξη του γερανού αυτού είχε ένα έμβολο σε έναν κλειστό κύλινδρο που πιέστηκε κάτω από ένα υπό πίεση υγρό που εισέρχονταν στον κύλινδρο και μια βαλβίδα ρύθμιζε την ποσότητα της πρόσληψης υγρού σε σχέση με το φορτίο στο γερανό. Αυτός ο μηχανισμός, το υδραυλικό jigger , στη συνέχεια τράβηξε μια αλυσίδα για να σηκώσει το φορτίο.

Το 1845 ξεκίνησε η υλοποίηση ενός σχεδίου για την παροχή νερού με σωλήνες από μακρινές δεξαμενές στα νοικοκυριά του Newcastle. Ο Άρμστρονγκ ήταν μέσα σε αυτή την μελέτη και πρότεινε στη Newcastle Corporation ότι η υπερβολική πίεση του νερού στο κάτω μέρος της πόλης θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για να τροφοδοτήσει έναν από τους υδραυλικούς γεραμούς του για τη φόρτωση άνθρακα σε φορτηγίδες στο Quayside . Ισχυρίστηκε ότι η κατασκευή του θα έκανε τη δουλειά πιο γρήγορα και φθηνότερα από τους συμβατικούς γεραμούς. Η εταιρεία συμφώνησε με την πρότασή του και το πείραμα αποδείχθηκε τόσο επιτυχημένο που εγκαταστάθηκαν τρεις ακόμη υδραυλικοί γερανοί στο Quayside.

Η επιτυχία του υδραυλικού του γερανού οδήγησε τον Άρμστρονγκ να ιδρύσει το εργοστάσιο Elswick στο Νιούκαστλ , για να παράγει τα υδραυλικά του μηχανήματα για γερανούς και γέφυρες το 1847. Η εταιρεία του σύντομα δέχτηκε παραγγελίες για υδραυλικούς γερανούς από το Εδιμβούργο και τους Βόρειους Σιδηροδρόμους και από τις αποβάθρες του Λίβερπουλ , καθώς και για υδραυλικά μηχανήματα για πύλες αποβάθρας στο Grimsby . Η εταιρεία επεκτάθηκε από εργατικό δυναμικό 300 ατόμων και ετήσια παραγωγή 45 γερανών το 1850, σε σχεδόν 4.000 εργάτες που παρήγαγαν πάνω από 100 γερανούς ετησίως στις αρχές της δεκαετίας του 1860.

Ο Άρμστρονγκ μέσα στις επόμενες δεκαετίες βελτίωνε συνεχώς τον σχεδιασμό του γερανού του. Η πιο σημαντική καινοτομία του ήταν ο υδραυλικός συσσωρευτής . Όπου η πίεση του νερού δεν ήταν διαθέσιμη επί τόπου για τη χρήση υδραυλικών γερανών, ο Άρμστρονγκ συχνά κατασκεύαζε πύργους υψηλών υδάτων για να παρέχει παροχή νερού υπό πίεση..

Ένας από τους γερανούς του, που παραγγέλθηκε από το Ιταλικό Ναυτικό το 1883 και ήταν σε χρήση μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1950, εξακολουθεί να στέκεται στη Βενετία , όπου είναι τώρα σε ακινησία.



Εικόνα 1.7: William Armstrong

2: Βασικά Είδη Γερανών

2.1 Κινητοί

Υπάρχουν τέσσερις κύριοι τύποι κινητών γερανών: τοποθετημένοι σε φορηγό, ανώμαλου εδάφους, ερπυστριοφόροι και πλωτοί.



Εικόνα 2.1: Κινητός γερανός

2.1.1 Τοποθετημένοι σε όχημα

Η πιο βασική διαμόρφωση γερανού που τοποθετείται σε φορηγό είναι ένας "γερανός φορηγού" ή "φορτωτής φορηγού", το οποίο διαθέτει έναν περιστρεφόμενο τηλεσκοπικό γερανό με μπούμα τοποθετημένο στο πίσω μέρος, τοποθετημένο σε πλαίσιο εμπορικού φορηγού.

Οι μεγαλύτεροι, βαρύτερου τύπου, ειδικά κατασκευασμένοι γερανοί «φορηγού» κατασκευάζονται σε δύο μέρη: τον φορέα, που συχνά αποκαλείται κάτω και το ανυψωτικό εξάρτημα, το οποίο περιλαμβάνει τον βραχίονα, που ονομάζεται άνω. Αυτά συνδυάζονται μεταξύ τους μέσω ενός περιστρεφόμενου δίσκου, επιτρέποντας στο επάνω μέρος να αιωρείται από τη μία πλευρά στην άλλη. Αυτοί οι σύγχρονοι υδραυλικοί γερανοί φορηγών είναι συνήθως μονοκινητήρες, με τον ίδιο κινητήρα να τροφοδοτεί το κάτω μέρος

και τον γερανό. Το επάνω μέρος τροφοδοτείται συνήθως μέσω υδραυλικού συστήματος που διέρχεται από την περιστρεφόμενη πλάκα από την αντλία που είναι τοποθετημένη στο κάτω μέρος.

Γενικά, αυτοί οι γερανοί μπορούν να ταξιδεύουν σε αυτοκινητόδρομους, εξαλείφοντας την ανάγκη για ειδικό εξοπλισμό για τη μεταφορά του γερανού, εκτός εάν υπάρχουν περιορισμοί βάρους ή άλλου μεγέθους. Εάν συμβαίνει αυτό, οι περισσότεροι μεγαλύτεροι γερανοί είναι εξοπλισμένοι είτε με ειδικά ρυμουλκούμενα για να βοηθήσουν στην κατανομή του φορτίου σε περισσότερους άξονες ή μπορούν να αποσυναρμολογηθούν για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις. Ένα παράδειγμα είναι τα αντίβαρα. Συχνά ένας γερανός θα ακολουθείται από ένα άλλο φορτηγό που σύρει τα αντίβαρα που αφαιρούνται για το ταξίδι.

Οι γερανοί φορτηγών κυμαίνονται στην ανυψωτική ικανότητα από περίπου 13 τόνους έως 14,5 τόνους.

Οι περισσότεροι περιστρέφονται μόνο κατά 180 μοίρες ενώ οι πιο ακριβοί γερανοί που τοποθετούνται σε φορτηγό μπορούν να στρίψουν 360 μοίρες.



Εικόνα 2.2: Τοποθετημένος σε όχημα γερανός

2.1.2 Ανώμαλου εδάφους

Ένας γερανός ανώμαλου εδάφους έχει μια μπούμα τοποθετημένη σε ένα υπόστρωμα στην κορυφή τεσσάρων ελαστικών από καουτσούκ που είναι σχεδιασμένο για εργασίες pick-and-carry εκτός δρόμου. Οι προεξοχές χρησιμοποιούνται για την ισοπέδωση και σταθεροποίηση του γερανού για ανύψωση.

Αυτοί οι τηλεσκοπικοί γερανοί είναι μονοκινητήρες, με τον ίδιο κινητήρα που τροφοδοτεί το κάτω μέρος και τον γερανό, παρόμοια με έναν ερπυστριοφόρο γερανό. Ο κινητήρας είναι συνήθως τοποθετημένος στο κάτω μέρος και όχι στο επάνω μέρος, όπως συμβαίνει με τον ερπυστριοφόρο γερανό. Τα περισσότερα έχουν κίνηση στους 4 τροχούς για να διασχίζουν πιο στενό και λείο έδαφος από έναν τυπικό γερανό φορτηγού, με λιγότερη προετοιμασία του χώρου.



Εικόνα 2.3: Γερανός ανώμαλου εδάφους

2.1.3 Ερπυστριοφόρα

Ένας ερπυστριοφόρος γερανός έχει το βραχίονα του τοποθετημένο σε ένα βαγονέτο εξοπλισμένο με ένα σετ ερπυστριών που παρέχουν σταθερότητα και κινητικότητα. Οι ερπυστριοφόροι γερανοί κυμαίνονται σε ανυψωτική ικανότητα από περίπου 40 έως 4.000 τόνους μεγάλου μήκους.

Το κύριο πλεονέκτημα ενός ερπυστριοφόρου γερανού είναι η ευελιξία του σε δύσβατα σημεία εργασίας. Οι φαρδιές τροχιές απλώνουν το βάρος σε μια μεγάλη περιοχή και είναι πολύ καλύτερες από τους τροχούς στο να διασχίζουν μαλακό έδαφος χωρίς να βυθίζονται. Ένας ερπυστριοφόρος γερανός μπορεί επίσης να ταξιδέψει με φορτίο. Το βασικό του μειονέκτημα είναι το βάρος του, καθιστώντας το δύσκολο και ακριβό στη μεταφορά του. Τυπικά, ένας μεγάλος ερπυστριοφόρος πρέπει να αποσυναρμολογηθεί τουλάχιστον στη μπούμα και στην καμπίνα και να μετακινηθεί με φορητά, σιδηροδρομικά βαγόνια ή πλοία στην επόμενη θέση του.



Εικόνα 2.4:Ερπυστριοφόρος Γερανός

2.1.4 Πλωτοί γερανοί

Οι πλωτοί γερανοί χρησιμοποιούνται κυρίως στην κατασκευή γεφυρών και λιμανιών , αλλά χρησιμοποιούνται επίσης για περιστασιακή φόρτωση και εκφόρτωση ιδιαίτερα βαρέων ή άβολων φορτίων εντός και εκτός πλοίων. Μερικοί πλωτοί γερανοί είναι τοποθετημένοι σε πλωτήρες , άλλοι είναι εξειδικευμένες φορηγίδες γερανών με ανυψωτική ικανότητα που υπερβαίνει τους 10.000 τόνους και έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά ολόκληρων τμημάτων γέφυρας. Πλωτοί γερανοί έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για τη διάσωση βυθισμένων πλοίων .



Εικόνα 2.5: Πλωτός Γερανός

2.1.5 Σιδηρόδρομος

Ένας σιδηροδρομικός γερανός έχει τροχούς με φλάντζα για χρήση σε σιδηροδρόμους. Η απλούστερη μορφή είναι ένας γερανός τοποθετημένος σε ένα flatcar . Οι πιο ικανές συσκευές κατασκευάζονται ειδικά για το σκοπό αυτ

Διαφορετικοί τύποι γερανών χρησιμοποιούνται για εργασίες συντήρησης , εργασίες ανάκτησης και φόρτωση εμπορευμάτων σε ναυπηγεία εμπορευμάτων και εγκαταστάσεις διαχείρισης απορριμμάτων.

2.1.6 Εναέριος

Οι εναέριοι γερανοί ή «ουρανογερανοί» είναι συνήθως ελικόπτερα σχεδιασμένα να ανυψώνουν μεγάλα φορτία. Τα ελικόπτερα είναι σε θέση να ταξιδεύουν και να ανυψώνονται σε περιοχές που είναι δύσκολο να προσεγγιστούν με συμβατικούς γεραμούς. Οι γερανοί ελικοπτέρων χρησιμοποιούνται συνήθως για την ανύψωση φορτίων σε εμπορικά κέντρα και πολυώροφα κτίρια. Μπορούν να σηκώσουν οτιδήποτε βρίσκεται στα όρια των κιλών ανύψωσης τους, όπως μονάδες κλιματισμού, αυτοκίνητα, βάρκες, πισίνες κ.λπ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης μετά από φυσικές καταστροφές για καθαρισμό της περιοχής και κατά τη διάρκεια πυρκαγιών μπορούν να μεταφέρουν τεράστιες ποσότητες νερού για την κατάσβεση πυρκαγιών.



Εικόνα 2.7: Εναέριος Γεραμός

2.1.7 Πλευρικής ανύψωσης

Ο γερανός πλευρικής ανύψωσης είναι ένα φορητό ή ημιρυμουλκούμενο δρόμου , ικανό να ανυψώνει και να μεταφέρει εμπορευματοκιβώτια προτύπων ISO . Η ανύψωση εμπορευματοκιβωτίων γίνεται με παράλληλους ανυψωτήρες τύπου γερανού, οι οποίοι μπορούν να ανυψώσουν ένα δοχείο από το έδαφος ή από ένα σιδηροδρομικό όχημα .



Εικόνα 2.8: Γερανός Πλευρικής ανύψωσης

2.2 Ακίνητοι

Ανταλλάσσοντας την κινητικότητα με την ικανότητα μεταφοράς μεγαλύτερων φορτίων και επίτευξης μεγαλύτερων υψών λόγω αυξημένης σταθερότητας, αυτοί οι τύποι γερανών χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι η κύρια δομή τους δεν κινείται κατά την περίοδο χρήσης. Ωστόσο, πολλά μπορούν ακόμα να συναρμολογηθούν και να αποσυναρμολογηθούν. Οι κατασκευές είναι βασικά στερεωμένες σε ένα μέρος.

Πύργοι

Οι γερανοί πύργου είναι μια σύγχρονη μορφή γερανού ισορροπίας που αποτελείται από τα ίδια βασικά μέρη. Στερεωμένοι στο έδαφος σε μια πλάκα από σκυρόδεμα (και μερικές φορές προσαρτημένοι στις πλευρές των κατασκευών), οι πυργογερανοί συχνά δίνουν τον καλύτερο συνδυασμό ύψους και ανυψωτικής ικανότητας και χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ψηλών κτιρίων. Στη συνέχεια, η βάση στερεώνεται στον ιστό που δίνει στο γερανό το ύψος του. Επιπλέον, ο ιστός είναι στερεωμένος στη μονάδα περιστροφής (γρανάζι και κινητήρα) που επιτρέπει στον γερανό να περιστρέφεται. Πάνω από τη μονάδα περιστροφής υπάρχουν τρία κύρια μέρη τα οποία είναι: ο μακρύς οριζόντιος βραχίονας (βραχίονας εργασίας), η κοντύτερη κόντρα και η καμπίνα του χειριστή.

Η βελτιστοποίηση της θέσης του πυργογερανού στα εργοτάξια έχει σημαντική επίδραση στο κόστος μεταφοράς υλικών ενός έργου.

Το μακρύ οριζόντιο φλόκο είναι το μέρος του γερανού που μεταφέρει το φορτίο. Το αντίβαρο φέρει ένα αντίβαρο, συνήθως από τσιμεντόλιθους, ενώ ο φλόκος αναστέλλει το φορτίο προς και από το κέντρο του γερανού. Ο χειριστής του γερανού είτε κάθεται σε μια καμπίνα στην κορυφή του πύργου είτε ελέγχει τον γερανό με τηλεχειριστήριο από το έδαφος. Στην πρώτη περίπτωση, η καμπίνα του χειριστή βρίσκεται συνήθως στην κορυφή του πύργου που είναι συνδεδεμένη με το περιστρεφόμενο τραπέζι, αλλά μπορεί να τοποθετηθεί στον φλόκο ή εν μέρει κάτω από τον πύργο. Ο χειρισμός του γάντζου ανύψωσης γίνεται από τον χειριστή του γερανού χρησιμοποιώντας ηλεκτρικούς κινητήρες για τον χειρισμό των καλωδίων συρματόσχοινων μέσω ενός συστήματος τροχαλιών. Το άγκιστρο βρίσκεται στον μακρύ οριζόντιο βραχίονα για την ανύψωση του φορτίου που περιέχει και τον κινητήρα του.

Για να αγκιστρώσει και να απαγκιστρώσει τα φορτία, ο χειριστής συνήθως εργάζεται σε συνδυασμό με ένα σηματοδοτικό (γνωστό ως "dogger", "rigger" ή "swamper"). Είναι πιο συχνά σε ραδιοφωνική επαφή και χρησιμοποιούν πάντα σήματα χειρών. Το rigger ή το dogger κατευθύνει το χρονοδιάγραμμα των ανελκυστήρων για το γερανό και είναι υπεύθυνο για την ασφάλεια της αρματωσίας και των φορτίων.

Οι γερανοί πύργου χρησιμοποιούνται εκτενώς στις κατασκευές και σε άλλες βιομηχανίες για την ανύψωση και τη μετακίνηση υλικών. Υπάρχουν πολλοί τύποι γερανών πύργου. Αν και διαφέρουν ως προς τον τύπο, τα κύρια μέρη είναι τα ίδια, ως εξής:

Πύργος : ο κύριος πύργος στήριξης του γερανού. Είναι κατασκευασμένο από χαλύβδινα ζευκτά τμήματα που συνδέονται μεταξύ τους κατά την εγκατάσταση.

Μονάδα περιστροφής : η μονάδα περιστροφής βρίσκεται στην κορυφή του ιστού. Αυτός είναι ο κινητήρας που επιτρέπει στον γερανό να περιστρέφεται.

Καμπίνα χειρισμού : στους περισσότερους πυργογεραμούς η καμπίνα χειρισμού βρίσκεται ακριβώς πάνω από τη μονάδα περιστροφής. Περιέχει τα χειριστήρια λειτουργίας, το σύστημα ένδειξης κίνησης φορτίου, τη ζυγαριά, το ανεμόμετρο κ.λπ.

Φλόκος : ο βραχίονας λειτουργίας εκτείνεται οριζόντια από τον γερανό. Μια "luffing" φλόκος είναι σε θέση να κινείται πάνω και κάτω. ένα σταθερό φλόκο έχει ένα κυλιόμενο καρότσι που τρέχει κατά μήκος της κάτω πλευράς για να μετακινεί τα εμπορεύματα οριζόντια.

Φλόκος μετρητή : συγκρατεί αντίβαρα, κινητήρα ανύψωσης, τύμπανο ανύψωσης και ηλεκτρονικά.

Βαρούλκο ανύψωσης : το συγκρότημα βαρούλκου ανύψωσης αποτελείται από το βαρούλκο ανύψωσης (κινητήρας, κιβώτιο ταχυτήτων, τύμπανο

ανύψωσης, σχοινί ανύψωσης και φρένα), τον ελεγκτή κινητήρα ανύψωσης και εξαρτήματα στήριξης, όπως η πλατφόρμα. Πολλοί γερανοί πύργου έχουν μεταδόσεις με δύο ή περισσότερες ταχύτητες.

Γάντζος : το άγκιστρο (ή τα άγκιστρα) χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του υλικού με τον γερανό. Αναρτάται από το σχοινί ανύψωσης είτε στο άκρο, για γεραμούς με φλόκους, είτε στην κοιλιά του σχοινού ανύψωσης κάτω από το καρότσι για σφυροκεφαλές γεραμούς.

Βάρη : Μεγάλα, κινητά αντίβαρα από σκυρόδεμα τοποθετούνται προς το πίσω μέρος του καταστρώματος, για να αντισταθμίσουν το βάρος των αντικειμένων που ανυψώθηκαν και να διατηρήσουν το κέντρο βάρους πάνω από τον πύργο στήριξης.



Εικόνα 2.9: Γερανός πύργος

Σφυροκέφαλοι

Ο «σφυροκεφαλος», ή ο γιγαντιαίος πρόβολος , είναι ένας σταθερός γερανός που αποτελείται από έναν πύργο με ασάλι πάνω στον οποίο περιστρέφεται ένας μεγάλος, οριζόντιος, διπλός πρόβολος . το μπροστινό μέρος αυτού του πρόβολου ή του φλόκου φέρει το τρόλεϊ ανύψωσης, ο φλόκος εκτείνεται προς τα πίσω για να σχηματίσει ένα στήριγμα για τη μηχανή και το βάρος αντιστάθμισης. Εκτός από τις κινήσεις ανύψωσης και περιστροφής, παρέχεται μια λεγόμενη κίνηση «κρεμαγιέρας», με την οποία το τρόλεϊ ανύψωσης, με το φορτίο αναρτημένο, μπορεί να μετακινηθεί μέσα και έξω κατά μήκος του φλόκου χωρίς να αλλοιωθεί η στάθμη του φορτίου. Αυτή η οριζόντια κίνηση του φορτίου είναι ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό του μεταγενέστερου σχεδιασμού του γερανού. Αυτοί οι γερανοί κατασκευάζονται γενικά σε μεγάλα μεγέθη και μπορούν να ζυγίζουν έως και 350 τόνους.



Εικόνα 2.10: Σφυροκέφαλος Γερανός

2.2.1: Περιστρεφόμενοι Γερανοί

Οι Γερανοί αυτοί αποτελούνται από ένα ο οποίος στηρίζεται σε μια πλάκα που δένεται στο έδαφος με βίδες. Το περιστρεφόμενο μέρος του γερανού είναι ουσιαστικά ένας πρόβολος ο οποίος περιστρέφεται με τη βοήθεια ηλεκτροκινητήρα και μειωτήρα επάνω στον στύλο όπως φαίνεται στην εικόνα 2.11. Σε άλλες περιπτώσεις υπάρχει η δυνατότητα να είναι περιστρεφόμενος και ο ίδιος ο στύλος. Στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί να περιστραφεί κατά 360°.

Για περιστρεφόμενους γεραμούς από 25 τόνους και πάνω μπορεί να προβλεφθεί αντίβαρο καθώς ο στύλος δέχεται μεγάλα καμπτικά φορτία.



Εικόνα 2.11: Περιστρεφόμενος Γερανός

2.2.2: Γερανοί Πυλώνες

Οι γερανοί πυλώνες μπορεί να είναι αμφιέριστοι ή πρόβολοι πάνω σε στύλο με τη βασική διαφορά σε σχέση με τους περιστρεφόμενους ότι ο πρόβολος παραμένει σταθερός, όπως και στο γερανό της μελέτης που θα υπολογιστεί αναλυτικά παρακάτω.

Τα κυρίως μέρη της κατασκευής τους μπορούν να είναι δοκοί τυποποιημένων διαστάσεων ενώ σε κάποιες περιπτώσεις μπορούν να κατασκευάζονται από δικτύωμα.



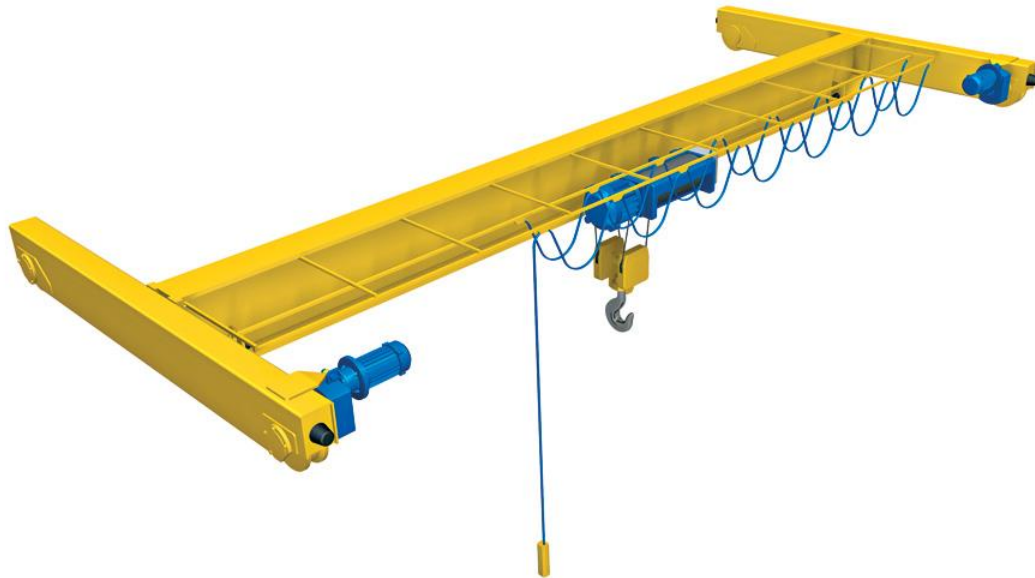
Εικόνα 2.12: Γερανός Πυλώνας

2.2.3: Γερανογέφυρες

Είναι ίσως ο συνηθέστερος τύπος γερανού για μεγάλα φορτία στη βιομηχανία. Αποτελούνται από δύο σιδηροτροχιές πάνω στις οποίες κινείται η γέφυρα, το κυρίως μέρος της οποίας αποτελείται συνήθως από τυποποιημένη δοκό στο κάτω μέρος της οποίας κινείται το φορείο.

Σε περιπτώσεις μεγάλων γερανογεφυρών μπορεί να χρησιμοποιούνται και δύο δοκοί ενώ υπάρχει η δυνατότητα να κατασκευαστεί και σε μορφή δισκτύματος.

Σε ορισμένες περιπτώσεις στη βιομηχανία η σιδηροτροχιά είναι επιτοίχια ενώ σε άλλες στηρίζεται πάνω σε μεταλλική κατασκευή η οποία ενδεχομένως να αποτελεί μέρος της γερανογέφυρας.



Εικόνα 2.13: Γερανογέφυρα

3: Συρματόσχοινα

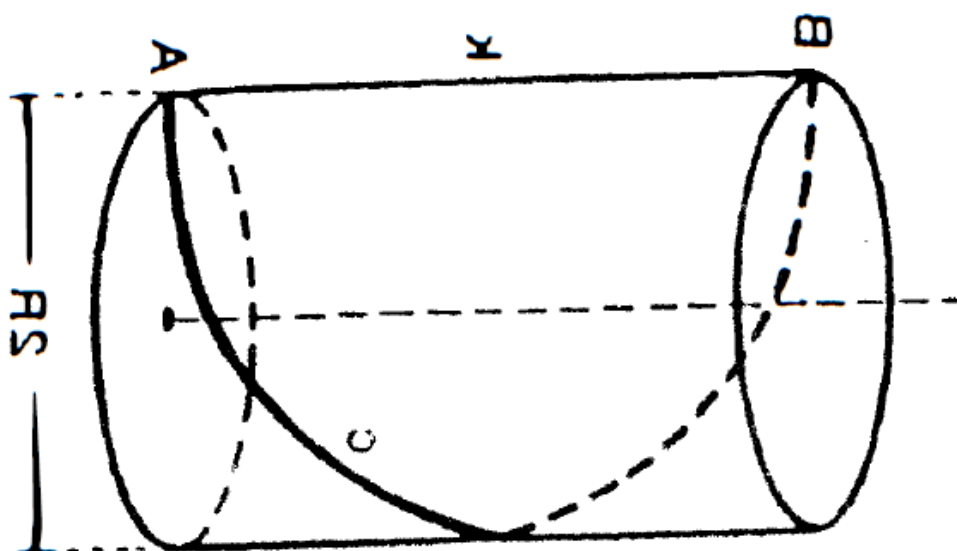
Το σύγχρονο συρματόσχοινο εφευρέθηκε από τον Γερμανό μηχανικό ορυχείων Wilhelm Albert στα χρόνια μεταξύ 1831 και 1834 για χρήση στην εξόρυξη στα βουνά Harz στο Clausthal , Κάτω Σαξονία , Γερμανία . Γρήγορα έγινε αποδεκτό επειδή αποδείχθηκε ανώτερο από τα σχοινιά από κάνναβη ή από μεταλλικές αλυσίδες , όπως είχαν χρησιμοποιηθεί πριν.

Τα πρώτα σχοινιά του Wilhelm Albert αποτελούνταν από τρία σκέλη αποτελούμενα από τέσσερα σύρματα το καθένα. Το 1840, ο Σκωτσέζος

Robert Stirling Newall βελτίωσε περαιτέρω τη διαδικασία. Στην Αμερική το συρματόσχοινο κατασκευάστηκε από τον John A. Roebling , ξεκινώντας το 1841 και αποτέλεσε τη βάση για την επιτυχία του στην κατασκευή κρεμαστής γέφυρας . Η Roebling εισήγαγε μια σειρά από καινοτομίες στο σχεδιασμό, τα υλικά και την κατασκευή συρματόσχοινων.

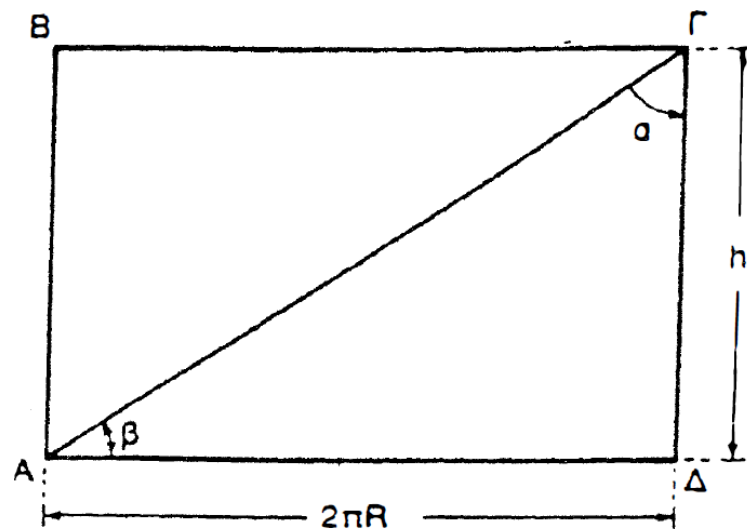
3.1: Γενικά για τα συρματόσχοινα

Τα συρματόσχοινα αποτελούνται από χαλύβδινα συρματίδια υψηλής αντοχής με όριο θραύσης σύμφωνα με το DIN 15020 από 1570 μέχρι 2.450 N/mm². Το ανώτερο όριο θραύσης χρησιμοποιείται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις ενώ οι συνήθεις τιμές κυμαίνονται από 1.570 έως 1.960 N/mm². Στο εμπόριο κυκλοφορούν και συρματόσχοινα με όριο θραύσης συρματιδίων 1.275 N/mm². Τα συρματίδια αυτά πλέκονται αρχικά για το σχηματισμό κλώνου και στη συνέχεια οι κλώνοι πλέκονται μεταξύ τους για το σχηματισμό του συρματόσχοινου. Η πλοκή γίνεται και στις δύο περιπτώσεις ελικοειδώς όπως ακριβώς το κεκλιμένο επίπεδο σε έναν κοχλία σύμφωνα με το σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1: Περιέλιξη συρματόσχοινου

Στο σχήμα 3.2 ορίζονται τα χαρακτηριστικά μεγέθη των συρματόσχοινων:



Σχήμα 3.2: Χαρακτηριστικά μεγέθη συρματόσχοινων

A : μέση ακτίνα της συρματόστρωσης

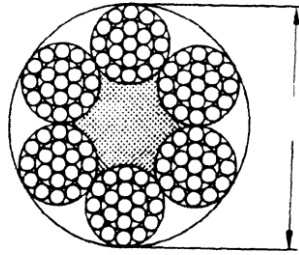
$h = AB$: βήμα πλοκής του συρματιδίου

α : γωνία περιελίξεως (πλοκής) του συρματιδίου

β : γωνία κλίσεως του συρματιδίου .

Ισχύει: $\alpha + \beta = 90^\circ$

Ο κλώνος αποτελείται από μία ή περισσότερες ομόκεντρες στρώσεις συρματιδίων τα οποία πλέκονται ελικοειδώς γύρω από έναν πυρήνα που ονομάζεται και "ψυχή" του κλώνου. Η ψυχή είναι είτε χαλύβδινη είτε από καννάβι. Στο σχήμα 3.3 παριστάνεται η δομή ενός συρματόσχοινου όπως αυτή φαίνεται σε μια τομή κάθετη στον άξονά του.



Σχήμα 3.3: Τομή συρματόσχοινου

3.2: Είδη συρματόσχοινων

Με βάση τον τρόπο κατασκευής τους τα συρματόσχοινα διακρίνονται σε διάφορα είδη.

Ανάλογα με την φορά πλοκής των εξωτερικών κλώνων χωρίζονται σε δεξιόστροφα Z και αριστερόστροφα S. Ομοίως διακρίνονται σε ομόστροφα αν η φορά πλοκής των εξωτερικών συρματιδίων στους κλώνους και των εξωτερικών κλώνων είναι η ίδια , και σε ετερόστροφα αν οι δύο φορές διαφέρουν.

Ο συνδυασμός των δύο φορών πλοκής δίνει τις εξής κατηγορίες συρματόσχοινων (το κεφαλαίο γράμμα συμβολίζει την φορά πλοκής των εξωτερικών κλώνων και το μικρό γράμμα την φορά πλοκής των εξωτερικών συρματιδίων στους κλώνους) :

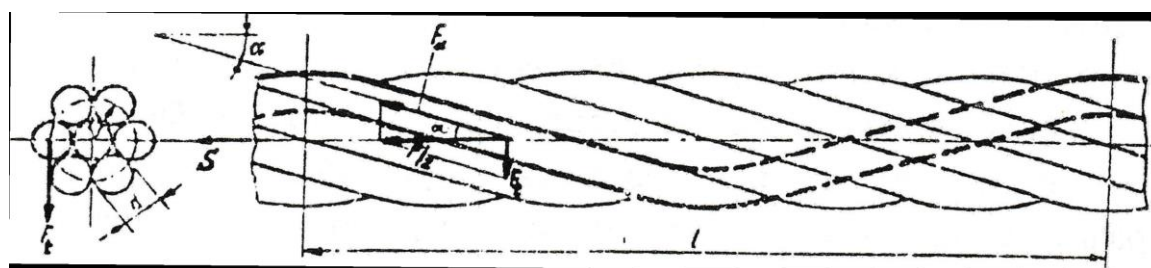
- α) Z/z: δεξιόστροφο, ομόστροφο
- β) S/s: αριστερόστροφο, ομόστροφο
- γ) Z/s: δεξιόστροφο, ετερόστροφο
- δ) S/z: αριστερόστροφο, ετερόστροφο

Τα συρματόσχοινα διακρίνονται επίσης σε εκείνα στα οποία τα συρματίδια των κλώνων έχουν σε όλες τις στρώσεις τους την ίδια γωνία πλοκής και σε εκείνα των οποίων τα συρματίδια έχουν σε όλες τις στρώσεις τους το ίδιο βήμα πλοκής. Στα πρώτα, τα συρματίδια διασταυρώνονται μεταξύ τους με αποτέλεσμα να εμφανίζονται διατμητικές τάσεις που μειώνουν την διάρκεια

ζωής τους. Στα δεύτερα, τα συρματίδια είναι παράλληλα μεταξύ τους και σαν αποτέλεσμα της έλλειψης διατμητικών τάσεων, η διάρκεια ζωής τους είναι μεγαλύτερη.

Τα συνήθη συρματόσχοινα και ιδιαίτερος τα ομόστροφα παρουσιάζουν τάση συστροφής. Έχουν την τάση δηλαδή να περιστρέφονται, όταν αναρτηθεί στο άκρο τους κάποιο φορτίο και αφεθεί ελεύθερο. Αυτά που δεν έχουν τάση συστροφής λέγονται ασύστροφα. Η τάση συστροφής οφείλεται είτε στην παραμόρφωση των συρματιδίων κατά την πλοκή τους, είτε στην φόρτιση του συρματόσχοινου.

Κατά την πλοκή των συρματιδίων για τον σχηματισμό του κλώνου τα συρματίδια παραμορφώνονται πλαστικά. Παρόλα αυτά μένει ένα μέρος ελαστικής παραμόρφωσης το οποίο αναγκάζει το τμήμα του συρματιδίου ή του κλώνου που τυχόν θα αφεθεί ελεύθερο να ανασηκωθεί. Αυτή η τάση συστροφής εξαιτίας της κατασκευής μπορεί να αφαιρεθεί με μια παραμόρφωση του κλώνου πριν την πλοκή. Η τάση συστροφής εξαιτίας της φόρτισης προκύπτει από την εφαπτομενική συνιστώσα της δύναμης εφελκυσμού που δρα υπό την γωνία πλοκής α . $F_a = S/(z \cos \alpha)$ αξονική συνιστώσα και $F_t = (S/z) \times \tan \alpha$ η εφαπτομενική συνιστώσα όπου s η δύναμη φόρτισης του συρματόσχοινου, z ο αριθμός των συρματιδίων και α η γωνία πλοκής.



Σχήμα 3.4 - Δομή του κλώνου ενός συρματόσχοινου και συνιστώσες της φόρτισης S.

Αυτή η τάση συστροφής μπορεί να αρθεί αν πλεχθούν τρία στρώματα κλώνων σε συρματόσχοινο εκ των οποίων η εξωτερική στρώση θα είναι

ετερόστροφη και οι δύο εσωτερικές ομόστροφες με αντίθετη όμως φορά πλοκής στην κάθε μία.

3.3: Τύποι συρματόσχοινων

Τα συρματόσχοινα τυποποιούνται για τη μείωση του κόστους παραγωγής τους αναφορικά με το είδος και το μέγεθός τους. Τα συνηθισμένα τυποποιημένα συρματόσχοινα που υπάρχουν στην ελληνική αγορά είναι τα συρματόσχοινα κατά:

α) DIN 655: Όλα τα σύρματα (των εξωτερικών και των εσωτερικών στρώσεων) έχουν την ίδια διάμετρο και την ίδια γωνία πλοκής. Όλα τα σύρματα έχουν τον ίδιο προσανατολισμό ως προς το φορτίο οπότε παραλαμβάνουν θεωρητικά το ίδιο φορτίο. Έχουν ψυχή από καννάβι.

β) DIN 656: Η διάμετρος των συρμάτων μεταβάλλεται στις διάφορες στρώσεις ενώ το βήμα πλοκής παραμένει σταθερό. Αυτό σημαίνει ότι τα γειτονικά σύρματα είναι παράλληλα σε όλο το μήκος τους, φέρουν διαφορετικό φορτίο το καθένα και παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Τα συρματόσχοινα κατά DIN 656 διακρίνονται στους παρακάτω τύπους:

α) Τύπος WARRINGTON : Τα σύρματα της εξωτερικής στρώσης είναι εναλλάξ μεγάλης και μικρής διαμέτρου και η εσωτερική στρώση αποτελείται από ισοδιαμετρικά σύρματα μισά στον αριθμό ως προς την εξωτερική.

β) Τύπος SEALE : Τα σύρματα της εξωτερικής στρώσεως είναι ισοδιαμετρικά και της εσωτερικής στρώσεως είναι επίσης ισοδιαμετρικά αλλά με μικρότερη διάμετρο από της εξωτερικής

γ) Τύπος FILLER : Στον τύπο αυτό υπάρχουν και σύρματα πληρώσεως.

3.4: Διάρκεια ζωής συρματόσχοινων

Οι κύριες καταπονήσεις ενός συρματόσχοινου είναι η εφελκυστική (κατά κύριο λόγο) και η καμπτική καταπόνηση. Επιπλέον υπάρχουν και δευτερεύουσες καταπονήσεις που προκύπτουν από την εσωτερική δομή του συρματόσχοινου.

Το συρματόσχοινο είναι ένα δυναμικά καταπονούμενο στοιχείο, το οποίο υπόκειται σε έναν μηχανισμό αστοχίας, τον οποίο συνθέτουν οι εφελκυστικές και καμπτικές εναλλαγές και η φθορά λόγω τριβής των συρμάτων μεταξύ τους αλλά και του συρματόσχοινου πάνω στις τροχαλίες ή στα τύμπανα. Τα συρματόσχοινα έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής εξ αιτίας των μεγάλων καταπονήσεων τους στην διάρκεια λειτουργίας, η οποία μάλιστα είναι μικρότερη από αυτήν των υπόλοιπων εξαρτημάτων μιας ανυψωτικής μηχανής. Για τον λόγο αυτό και επειδή πρόσθετα η αστοχία του συρματόσχοινου μπορεί να θέσει σε κίνδυνο εκτός από τον υλικό εξοπλισμό και την ζωή του προσωπικού της εγκατάστασης, είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα την διάρκεια ζωής του συρματόσχοινου.

Η διάρκεια ζωής ενός συρματόσχοινου εξαρτάται από τους κάτωθι παράγοντες:

α) Την εφελκυστική καταπόνηση. Η διάρκεια ζωής μειώνεται περίπου ανάλογα με το τετράγωνο της εφελκυστικής τάσης

β) Την καμπτική καταπόνηση. Η διάρκεια ζωής ελαττώνεται όσο περισσότεροι είναι οι καμπτικοί κύκλοι στους οποίους υπόκειται το συρματόσχοινο. Αντίθετες κάμψεις μειώνουν την διάρκεια ζωής εντονότερα από ότι οι κάμψεις προς την ίδια κατεύθυνση. Η αντίθετη κάμψη μειώνει την διάρκεια ζωής τόσο περισσότερο όσο μικρότερες είναι οι άλλες καταπονήσεις. Από πειραματικά δεδομένα είναι γνωστό ότι στα ετερόστροφα συρματόσχοινα μια αντίθετη κάμψη ισοδυναμεί με 1,5 έως 2,5 απλές κάμψεις, ενώ στα

ομόστροφα συρματόσχοινα μια αντίθετη κάμψη ισοδυναμεί με 1,5 έως 5 απλές κάμψεις.

Όπως προκύπτει από τον τύπο της καμπτικής τάσης ($\sigma_b = E d/D$), όσο μεγαλώνει η διάμετρος της τροχαλίας ή όσο μικραίνει η διάμετρος του συρματόσχοινου μειώνεται η τάση άρα αυξάνεται η διάρκεια ζωής του συρματόσχοινου. Η αύξηση της διάρκειας ζωής είναι περίπου ανάλογη με το τετράγωνο της διαμέτρου D .

γ) Την αντοχή των συρμάτων. Για σύρματα με όριο θραύσης $1275 < \sigma_e < 1570 \text{ N/mm}^2$ η διάρκεια ζωής αυξάνεται αυξανόμενου του σ_e , όχι όμως στο ποσοστό που αυξάνεται η υπολογιζόμενη ασφάλεια. Για $1570 < \sigma_e < 1765 \text{ N/mm}^2$ η διάρκεια ζωής παραμένει σταθερή αυξανόμενου του σ_e , ενώ για αντοχές πάνω από 1765 N/mm^2 μειώνεται η διάρκεια ζωής αυξανόμενου του σ_e .

Από τα πειραματικά αυτά δεδομένα προκύπτει συνεπώς ότι προκειμένου να αυξήσουμε την διάρκεια ζωής ενός συρματόσχοινου, δεν έχει νόημα η χρησιμοποίηση συρμάτων με όριο θραύσης μεγαλύτερο από 1570 N/mm^2 .

δ) Την μορφή του αυλακιού και το υλικό του αυλακιού της τροχαλίας ή του τυμπάνου. Όσο καλύτερα πατάει το συρματόσχοινο στο αυλάκι τόσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια ζωής του. Για τον λόγο αυτό πρέπει η ακτίνα του αυλακιού να είναι περίπου $\Gamma_{\text{αυλ}} = 0,53d_{\text{συρμ}}$. Για τον ίδιο λόγο της καλύτερης επαφής του συρματόσχοινου με το αυλάκι θα πρέπει βέβαια η ακτίνα αυτή να μην είναι πολύ μικρότερη από την πιο πάνω τιμή. Το συρματόσχοινο όν σκληρότερο προκαλεί φθορά στο αυλάκι και το καταστρέφει. Με προσθήκη ενός επιστρώματος (συνήθως από συνθετικό υλικό) αυξάνεται η διάρκεια ζωής του συρματόσχοινου. Σε τροχαλίες με σφηνοειδή αυλάκια ή με αυλάκια με υποκοπή τα ετερόστροφα συρματόσχοινα παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Όσο αυξάνει η υποκοπή ή μικραίνει η γωνία α τόσο μειώνεται η διάρκεια ζωής του συρματόσχοινου.

ε) Το είδος και την κατασκευή του συρματόσχοινου. Γενικά τα ομόστροφα συρματόσχοινα είναι καλύτερα από τα ετερόστροφα. Τα

συρματόσχοινα με το ίδιο βήμα πλοκής παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από αυτά με την ίδια γωνία πλοκής. Η επίδραση της φοράς πλοκής (δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα) στην διάρκεια ζωής δεν έχει αποδειχθεί πειραματικά.

στ) Το είδος των εσωτερικών τάσεων. Η παραμόρφωση των συρμάτων κατά την περιτύλιξη πρέπει να είναι πλαστική για να μην έχουμε παραμένουσες ελαστικές τάσεις. Εξ αιτίας των ελαστικών τάσεων θα μπορούσε να ανασηκωθεί κάποιο συρματίδιου που τυχόν θα έσπαγε και θα δημιουργούσε προβλήματα με την παρεμπόδιση ή την τριβή του πάνω στα υπόλοιπα συρματίδια ή στο αυλάκι της τροχαλίας.

ζ) Την προέλευση και την επιμελημένη κατασκευή του συρματόσχοινου. Διαφορετικοί κατασκευαστές έχουν συνεπάγεται διαφορετικές διάρκειες ζωής των συρματόσχοινων.

η) Την λίπανση. Η καλή λίπανση παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στην διάρκεια ζωής του συρματόσχοινου. Γι' αυτό πρέπει η ψυχή του συρματόσχοινου πριν την πλοκή των κλώνων να λιπανθεί καλά με λάδι ή βαζελίνη, όπως επίσης και τα συρματίδια. Στην διάρκεια της λειτουργίας το συρματόσχοινο λιπαίνεται με γράσο καλής συνάφειας και που να μην προκαλεί οξείδωση. Για την εσωτερική λίπανση συνήθως τοποθετείται η άκρη της ψυχής σε έρποντα λάδια. Αν η ψυχή κατασκευασθεί από χάλυβα έχουμε αύξηση της διάρκειας ζωής του συρματόσχοινου γιατί η ψυχή εκφορτίζει τα συρματίδια.

3.5 Πλεονεκτήματα

Το κυριότερο πλεονέκτημα των συρματόσχοινων έναντι των σχοινιών είναι η μεγάλη αντοχή τους. Στην ίδια διάμετρο, το συρματόσχοινο έχει εξαπλάσια και πλέον αντοχή από το σχοινί. Ακόμη φθείρεται βραδύτερα και όταν συντηρείται καλά διατηρείται σε χρήση επί μακρόν. Σε αντίθεση όμως το συρματόσχοινο έχει μικρή ευκαμψία και ελαστικότητα. Πριν τη θραύση τους (κοπή τους) τα σχοινιά μπορεί να επιμηκυνθούν κατά 15 έως 20%, ενώ τα συρματόσχοινα

μόλις 1-2%. Συνεπώς οι απότομες τάσεις (σκροτσαρίσματα) είναι περισσότερο επικίνδυνες στα συρματόσχοινα.

Τα συρματόσχοινα πλεονεκτούν των αλυσίδων, γιατί παρουσιάζουν αθόρυβη λειτουργία, παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια από απότομες θραύσεις, επιτρέπουν μεγαλύτερες ταχύτητες εργασίας και έχουν μικρότερο ίδιο βάρος.

3.6 Τυπική Κατασκευή

Σύρματα

Τα χαλύβδινα σύρματα για συρματόσχοινα κατασκευάζονται συνήθως από μη κραματοποιημένο ανθρακούχο χάλυβα με περιεκτικότητα σε άνθρακα από 0,4 έως 0,95%. Η πολύ υψηλή αντοχή των συρμάτων σχοινιού επιτρέπει στα συρματόσχοινα να υποστηρίζουν μεγάλες δυνάμεις εφελκυσμού και να τρέχουν πάνω από τροχαλίες με σχετικά μικρές διαμέτρους.

Σκέλη

Στα λεγόμενα cross lay σκέλη, τα καλώδια των διαφορετικών στρωμάτων διασταυρώνονται μεταξύ τους. Στους περισσότερο χρησιμοποιούμενους παράλληλους κλώνους τοποθέτησης, το μήκος στρώσης όλων των στρωμάτων σύρματος είναι ίσο και τα σύρματα οποιωνδήποτε δύο επάλληλων στρωμάτων είναι παράλληλα, με αποτέλεσμα γραμμική επαφή. Το σύρμα του εξωτερικού στρώματος υποστηρίζεται από δύο σύρματα του εσωτερικού στρώματος. Αυτά τα καλώδια είναι γειτονικά σε όλο το μήκος του κλώνου. Παράλληλοι κλώνοι τοποθέτησης γίνονται σε μία λειτουργία. Η αντοχή των συρματόσχοινων με αυτό το είδος κλώνου είναι πάντα πολύ μεγαλύτερη από εκείνων (που χρησιμοποιούνται σπάνια) με σταυρωτά νήματα. Οι παράλληλες στρώσεις με δύο στρώσεις σύρματος έχουν την κατασκευή Filler, Seale ή Warrington.

Σπειροειδή σχοινιά

Κατ' αρχήν, τα σπειροειδή σχοινιά είναι στρογγυλά νήματα, καθώς έχουν ένα σύνολο στρωμάτων συρμάτων που τοποθετούνται ελικοειδώς πάνω από ένα κέντρο με τουλάχιστον ένα στρώμα συρμάτων να τοποθετείται στην αντίθετη κατεύθυνση από αυτή του εξωτερικού στρώματος. Τα σπειροειδή σχοινιά

μπορούν να διαστασιολογηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να μην περιστρέφονται, πράγμα που σημαίνει ότι υπό τάση η ροπή σχοινιού είναι σχεδόν μηδενική. Το ανοιχτό σπειροειδές σχοινί αποτελείται μόνο από στρογγυλά σύρματα. Το μισοκλειδωμένο σχοινί σπειρών και το πλήρως κλειδωμένο σχοινί σπειρών έχουν πάντα ένα κέντρο από στρογγυλά σύρματα. Τα κλειδωμένα συρματόσχοινα έχουν ένα ή περισσότερα εξωτερικά στρώματα συρμάτων προφίλ. Έχουν το πλεονέκτημα ότι η κατασκευή τους εμποδίζει τη διείσδυση βρωμιάς και νερού σε μεγαλύτερο βαθμό και επίσης τα προστατεύει από απώλεια λιπαντικού.

Λανθάνοντα σχοινιά

Τα συρματόσχοινα είναι ένα συγκρότημα πολλών κλώνων που τοποθετούνται ελικοειδώς σε ένα ή περισσότερα στρώματα γύρω από έναν πυρήνα. Αυτός ο πυρήνας μπορεί να είναι ένας από τους τρεις τύπους. Το πρώτο είναι ένας πυρήνας ινών, που αποτελείται από συνθετικό υλικό ή φυσικές ίνες όπως το σιζάλ. Οι συνθετικές ίνες είναι ισχυρότερες και πιο ομοιόμορφες αλλά δεν μπορούν να απορροφήσουν πολύ λιπαντικό. Οι φυσικές ίνες μπορούν να απορροφήσουν έως και 15% του βάρους τους σε λιπαντικό και έτσι προστατεύουν τα εσωτερικά σύρματα πολύ καλύτερα από τη διάβρωση από τις συνθετικές ίνες. Οι πυρήνες ινών είναι οι πιο εύκαμπτοι και ελαστικοί, αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι συνθλίβονται εύκολα. Ο δεύτερος τύπος, ο πυρήνας σύρματος, αποτελείται από ένα επιπλέον σκέλος σύρματος και χρησιμοποιείται συνήθως για ανάρτηση. Ο τρίτος τύπος είναι ο ανεξάρτητος πυρήνας συρματόσχοινου (IWRC), ο οποίος είναι ο πιο ανθεκτικός σε όλους τους τύπους περιβάλλοντος. Οι περισσότεροι τύποι συρματόσχοινων έχουν μόνο ένα στρώμα κλώνου πάνω από τον πυρήνα (πυρήνας ινών ή πυρήνας χάλυβα). Η κατεύθυνση τοποθέτησης των κλώνων στο σχοινί μπορεί να είναι δεξιά (σύμβολο Z) ή αριστερά (σύμβολο S) και η κατεύθυνση τοποθέτησης των συρμάτων μπορεί να είναι δεξιά (σύμβολο z) ή αριστερά (σύμβολο s). Αυτό το είδος σχοινιού ονομάζεται συνηθισμένο σχοινί τοποθέτησης εάν η κατεύθυνση τοποθέτησης των συρμάτων στα εξωτερικά νήματα είναι στην αντίθετη κατεύθυνση από την κατεύθυνση τοποθέτησης των ίδιων των εξωτερικών κλώνων. Εάν και τα καλώδια στα εξωτερικά σκέλη και τα ίδια τα εξωτερικά σκέλη έχουν την ίδια κατεύθυνση τοποθέτησης, το σχοινί ονομάζεται σχοινί lang

lay (από το ολλανδικό langslag σε αντίθεση με το kruisslag , πρώην Albert's lay ή langs lay). Κανονικό ξάπλωμα σημαίνει ότι τα μεμονωμένα σύρματα τυλίχτηκαν γύρω από τα κέντρα προς μία κατεύθυνση και οι κλώνοι τυλίχτηκαν γύρω από τον πυρήνα προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Τα σχοινιά πολλαπλών κλώνων είναι όλα περισσότερο ή λιγότερο ανθεκτικά στην περιστροφή και έχουν τουλάχιστον δύο στρώματα κλώνων τοποθετημένα ελικοειδώς γύρω από ένα κέντρο. Η κατεύθυνση των εξωτερικών κλώνων είναι αντίθετη από αυτή των υποκείμενων στιβάδων κλώνων. Τα σχοινιά με στρώσεις τριών κλώνων μπορεί να είναι σχεδόν μη περιστρεφόμενα. Τα σχοινιά με στρώματα δύο κλώνων είναι ως επί το πλείστον μόνο χαμηλής περιστροφής.

3.7 Συντήρηση

Για την προστασία τους από την υγρασία λαμβάνεται πρόνοια ώστε τα σύρματα τους να είναι γαλβανισμένα. Με τον χρόνο όμως η γαλβάνωση φθείρεται και τα σύρματα προσβάλλονται από σκουριά. Γι αυτό απαραίτητη είναι η επάλειψή τους με αντισκουριακά ελαιώδη παρασκευάσματα όπως είναι το ιχθυέλαιο (ψαρόλαδο) η χρήση του οποίου είναι συνήθης στα πλοία λόγω της μεγάλης διαποτιστικής του ικανότητας. Πριν βέβαια της επάλειψης γίνεται καθαρισμός με συρματόβουρτσα για την απομάκρυνση της σκουριάς και ξένων υλικών.

Η "φίμωση" των άκρων των συρματόσχοινων καθίσταται αναγκαία και μάλιστα πρέπει να είναι πολύ ισχυρή. Αν πρόκειται να κοπεί ένα συρματόσχοινο θα πρέπει προηγουμένως να φιμωθούν τα σημεία ανάμεσα των οποίων θα γίνει η κοπή. Διαφορετικά τα έμβολα θα εκτυλιχθούν και ένα μεγάλο μέρος του συρματόσχοινου θα παραμορφωθεί.

Τα κοινώς λεγόμενα «ράγουλα» (κάρυα) μέσα από τα οποία περνούν τα συρματόσχοινα θα πρέπει, όπως και στα σχοινιά, να έχουν το κατάλληλο μέγεθος. Ως τέτοιο θεωρείται εκείνο που έχει διάμετρο 6 φορές μεγαλύτερο από τη περιφέρεια του συρματόσχοινου, έτσι ώστε η δια μέσου αυτού υφιστάμενη κάμψη του συρματόσχοινου να είναι ασφαλής. Η ταχύτητα της κίνησης κατά τις

φορτω/εκφορτώσεις φθείρουν τα συρματόσχοινα περισσότερο παρά από την ασκούμενη τάση του φορτίου. Συνεπώς προτιμότερη είναι η αύξηση του βάρους, μέσα στα όρια πάντα ασφαλείας, παρά η ταχύτητα.

Οι συστροφές και οι απότομες αναδιπλώσεις αποτελούν και αυτές φθορά των συρματόσχοινων μεγαλύτερες από εκείνες των σχοινιών γι αυτό και πρέπει ν' αποφεύγονται διότι εκτός της φθοράς καθίστανται αργότερα δύσχρηστα. Τέλος τα διάφορα απότομα "τινάγματα" εκτός του ότι μπορούν να "κόψουν" τα συρματόσχοινα καταστρέφουν γρήγορα τη συνοχή και μειώνουν την αντοχή τους. Αυτά αποφεύγονται αν οι όποιες τάσεις σ' αυτά ασκούνται ομαλά.



Εικόνα 3.1: Συρματόσχοινα

Ειδικότερα τα συρματόσχοινα πλοίων που δεν χρησιμοποιούνται κατά περίσταση θα πρέπει να αποθηκεύονται προς αποφυγή της επίδρασης της θάλασσας και του καιρού. Όσα δε παραμένουν στο κατάστρωμα όπως π.χ. σύρματα καθαίρεσης λέμβων, βυθομέτρου κ.ά. θα πρέπει κατά την περιέλιξή τους στις ανέμες να καλύπτονται με γράσο και οι ανέμες να καλύπτονται με μουσαμάδες. Οποιαδήποτε χειρωνακτική εργασία με συρματόσχοινα πρέπει να γίνεται πάντα με ειδικά βιομηχανικά γάντια.

3.8 Απολήξεις

Το άκρο ενός συρματόσχοινου τείνει να ξεφτίζει εύκολα και δεν μπορεί να συνδεθεί εύκολα με εγκαταστάσεις και εξοπλισμό. Υπάρχουν διάφοροι

τρόποι στερέωσης των άκρων των συρματόσχοινων για να αποφευχθεί το τρίψιμο. Ο κοινός και χρήσιμος τύπος ακραίου εξαρτήματος για ένα συρματόσχοινο είναι να γυρίσει το άκρο προς τα πίσω για να σχηματίσει έναν βρόχο. Στη συνέχεια, το χαλαρό άκρο στερεώνεται πίσω στο συρματόσχοινο. Οι αποδόσεις τερματισμού ποικίλλουν από περίπου 70% μόνο για ένα φλαμανδικό μάτι. σε σχεδόν 90% για φλαμανδικό μάτι και μάτι. έως 100% για άκρα σε γλάστρες και κουνιέρες.

3.8.1 Δακτυλιθρες

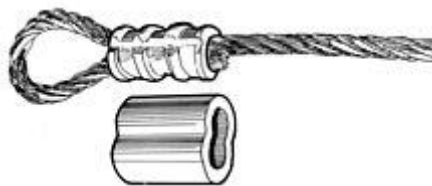
Όταν το συρματόσχοινο τερματίζεται με βρόχο, υπάρχει ο κίνδυνος να λυγίσει πολύ σφιχτά, ειδικά όταν ο βρόχος είναι συνδεδεμένος σε μια συσκευή που συγκεντρώνει το φορτίο σε μια σχετικά μικρή περιοχή. Μια δακτυλήθρα μπορεί να εγκατασταθεί μέσα στον βρόχο για να διατηρήσει το φυσικό σχήμα του βρόχου και να προστατεύσει το καλώδιο από το τσιμπήματα και το τρίψιμο στο εσωτερικό του βρόχου. Η χρήση δακτυλήθρων σε βρόχους είναι η βέλτιστη πρακτική του κλάδου . Η δακτυλήθρα εμποδίζει το φορτίο να έρθει σε άμεση επαφή με τα καλώδια.

3.8.2 Κλιπ

Ένα κλιπ συρματόσχοινου, που μερικές φορές ονομάζεται σφιγκτήρας, χρησιμοποιείται για να στερεώσει το χαλαρό άκρο του βρόχου πίσω στο συρματόσχοινο. Συνήθως αποτελείται από ένα μπουλόκι U , μια σφυρήλατη σέλα και δύο παξιμάδια. Τα δύο στρώματα συρματόσχοινου τοποθετούνται στο μπουλόκι U. Στη συνέχεια, η σέλα προσαρμόζεται στο μπουλόκι πάνω από τα σχοινιά (η σέλα περιλαμβάνει δύο τρύπες για να ταιριάζει στο μπουλόκι U). Τα παξιμάδια στερεώνουν τη διάταξη στη θέση τους. Δύο ή περισσότερα κλιπ χρησιμοποιούνται συνήθως για τον τερματισμό ενός συρματόσχοινου ανάλογα με τη διάμετρο. Μπορεί να χρειαστούν έως και οκτώ για ένα σχοινί διαμέτρου 2 ιντσών (50,8 mm).

3.8.3 Καταληκτικές απολήξεις

Το Swaging είναι μια μέθοδος τερματισμού συρματόσχοινου που αναφέρεται στην τεχνική εγκατάστασης. Ο σκοπός της περιτύλιξης των



εξαρτημάτων συρματόσχοινων είναι να συνδέσουν δύο άκρα συρματόσχοινου μεταξύ τους ή να τερματίσουν με άλλο τρόπο το ένα άκρο του συρματόσχοινου σε κάτι άλλο. Χρησιμοποιείται μηχανική ή υδραυλική θήκη για τη συμπίεση και την παραμόρφωση του εξαρτήματος, δημιουργώντας μια μόνιμη σύνδεση.

3.8.4 Απολήξεις σε χυτές υποδοχές

Οι χυτές υποδοχές χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μόνιμου τερματισμού υψηλής αντοχής. δημιουργούνται με την εισαγωγή του συρματόσχοινου στο στενό άκρο μιας κωνικής κοιλότητας η οποία είναι προσανατολισμένη στην ίδια γραμμή με την προβλεπόμενη κατεύθυνση καταπόνησης. Τα μεμονωμένα σύρματα απλώνονται στο εσωτερικό του κώνου ή του «καπελιού» και στη συνέχεια ο κώνος γεμίζεται με λιωμένο μόλυβδο-αντιμόνιο-κασσίτερο (Pb 80 Sb 15 Sn 5) ή «λευκό μεταλλικό πώμα», ψευδάργυρο, ή τώρα πιο συχνά, μια ένωση ακόρεστης ρητίνης πολυεστέρα .

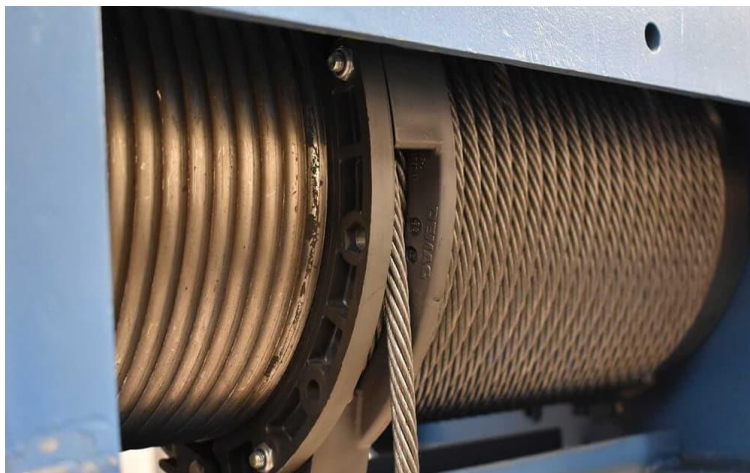
4: Τύμπανα συρματόσχοινων

4.1: Γενικά για τα τύμπανα συρματοσχοίνων

Τα τύμπανα των συρματόσχοινων στους γερανούς φέρουν αυλάκια ελικοειδώς διατεταγμένα που καθοδηγούν το συρματόσχοινο στο τύλιγμα του , ώστε να αποφεύγεται το άτακτο περιτύλιγμα του συρματόσχοινου και το καβάλημα της μιας στροφής πάνω στην προηγούμενη. Το καβάλημα αυτό επιτρέπεται μόνο σε μικρά ανυψωτικά ή σε τύμπανα αποθήκευσης. Πλευρικά τοποθετούνται δίσκοι ασφάλειας οι οποίοι αποτρέπουν το πλευρικό ξετύλιγμα του συρματόσχοινου. Το ύψος τους πρέπει να είναι τουλάχιστον $1,5d$ μεγαλύτερο από το συρματόσχοινο , όπου d η διάμετρος του συρματόσχοινου.

Η ελάχιστη απαιτούμενη διάμετρος του τυμπάνου D υπολογίζεται σύμφωνα με το DIN 15020. Το μήκος του τυμπάνου εξαρτάται από το ύψος ανύψωσης και συνεπώς από το μήκος του συρματόσχοινου που θα τυλιχθεί. Ο αριθμός των απαιτούμενων ελικώσεων για την περιτύλιξη του συρματόσχοινου μήκους L είναι $n = L/(\pi D) + 2$. Οι δύο ελικώσεις μένουν πάντα τυλιγμένες για ασφάλεια όταν το φορτίο βρίσκεται στην κατώτερη θέση του.

Οι κατασκευαστικές διαστάσεις των αυλακώσεων, δηλαδή το βήμα αυλακώσεων, η ακτίνα καμπυλότητας του αυλακιού , το βάθος του αυλακιού κλπ. λαμβάνονται ανάλογα με την διάμετρο d του συρματόσχοινου. Το μήκος του τυμπάνου l στο τμήμα με τα αυλάκια θα είναι συνεπώς $l=(n+1)s$ όπου s το βήμα αυλακώσεων.



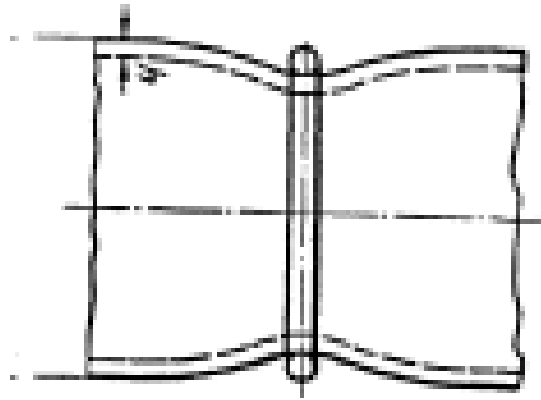
Σχήμα 4.1: Τύμπανο Συρματόσχοινου

4.2: Τάσεις στα τύμπανο

Το απαιτούμενο πάχος του τυμπάνου h προκύπτει από την καταπόνηση του τυμπάνου η οποία συντίθεται από:

- α) την στρεπτική τάση εξ αιτίας της μεταφερόμενης ροπής στρέψης,
- β) την καμπτική τάση από την εφελκυστική φόρτιση του συρματόσχοινου,
- γ) την περίσφιξη ή σύσφιξη του τυμπάνου από τις ελικώσεις του συρματόσχοινου.

Η στρεπτική τάση είναι πολύ μικρή ώστε μπορεί να παραληφθεί ενώ η καμπτική τάση είναι υπολογίσιμη μόνο σε πολύ μακριά τύμπανα. Η κυριότερη καταπόνηση του τυμπάνου οφείλεται επομένως στην περίσφιξη. Οι καταπονήσεις από την περίσφιξη συντίθενται από μία θλιπτική και μία καμπτική καταπόνηση. Οι καταπονήσεις αυτές είναι ευκολότερα κατανοητές όταν φαντασθεί κανείς την παραμόρφωση του τυμπάνου κάτω από πολύ μεγάλη φόρτιση του συρματόσχοινου σε μία μόνο περιέλιξη του όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.

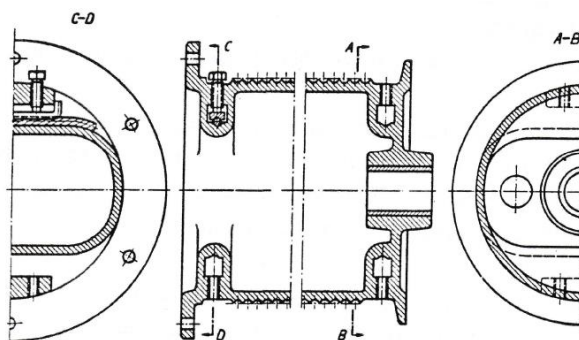


Σχήμα 4.2: Παραμόρφωση τυμπάνου

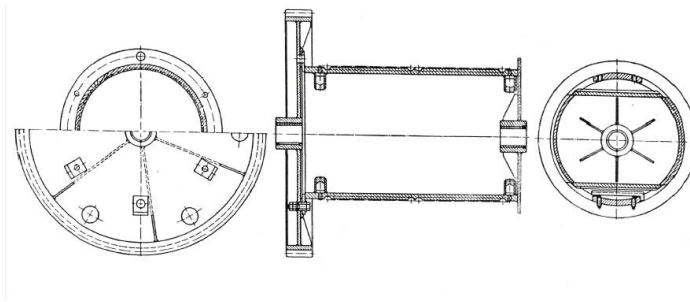
Η θλιπτική καταπόνηση βέβαια μειώνεται όσο μακρύτερα βρίσκεται η παρατηρούμενη διατομή από την θέση περιέλιξης του συρματόσχοινου.

Στην πράξη όμως το τύμπανο δεν καταπονείται από μία μόνο περιέλιξη αλλά από πολλές περιελίξεις που βρίσκονται η μία δίπλα στην άλλη. Εάν σε κάθε περιέλιξη παρέμενε η δύναμη φόρτισης του συρματόσχοινου σταθερή, τότε σ' ένα εντελώς περιτυλιγμένο τύμπανο θα εξαφανιζόταν η παραμόρφωση άρα και η καμπτική καταπόνηση του τυμπάνου αλλά θα είχαμε πρόσθεση όλων των θλιπτικών καταπονήσεων.

Τα τύμπανα κατασκευάζονται είτε χυτά (σχήμα 4.2) (από χυτοσίδηρο λόγω κόστους και προβλημάτων χύτευσης) είτε συγκολλητά (σχήμα 4.3). Τα συγκολλητά έχουν το πλεονέκτημα του μικρότερου βάρους και είναι για μεγάλα μεγέθη τυμπάνων ο πιο οικονομικός τρόπος κατασκευής. Τα αυλάκια του τυμπάνου κατασκευάζονται με έλαση ή κοπή.



Σχήμα 4.3 - Χυτό Τύμπανο



Σχήμα 4.4 - Συγκολλητό Τύμπανο

5: Κινητήρες

Ο ηλεκτρικός κινητήρας ή ηλεκτροκινητήρας, (motor, κοινώς μοτέρ), είναι το κυριότερο είδος ηλεκτρικής μηχανής - διάταξη που χρησιμοποιείται για την μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική ενέργεια. Η αρχή λειτουργίας των περισσότερων ηλεκτροκινητήρων βασίζεται στην αλληλεπίδραση ανάμεσα σε δυο φορείς ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που έχουν την τάση να προσανατολίζονται μεταξύ τους. Το αποτέλεσμα αυτής της αλληλεπίδρασης είναι η δημιουργία δύναμης και στην συνέχεια ροπής πάνω στον άξονα του ηλεκτροκινητήρα. Διαφορετικά είδη ηλεκτροκινητήρων μπορούν να λειτουργήσουν τόσο με την παροχή συνεχούς ρεύματος, π.χ. από μια μπαταρία ή με χρήσης ανορθωτών στο κύκλωμα, όσο και με εναλλασσόμενο ρεύμα, π.χ. από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ή με χρήση αντιστροφέα ή ακόμα και από ηλεκτρική γεννήτρια. Γνωρίζοντας ότι μια ηλεκτρική μηχανή μπορεί να εργαστεί και ως κινητήρας και ως γεννήτρια, εφόσον οι λοιπές συνθήκες λειτουργίας το επιτρέπουν, μπορούμε να πούμε ότι ή μόνη τους διαφορά είναι το γεγονός ότι λειτουργούν με την ακριβώς αντίθετη ροή ηλεκτρομηχανικής ενέργειας. Επομένως κατά την λειτουργία κινητήρα η ηλεκτρική μηχανή απορροφά ηλεκτρική ενέργεια και παράγει μηχανικό έργο που συνήθως είναι περιστροφική κίνηση φορτίων (αντλιών, συμπιεστών, ανυψωτικών μηχανημάτων, ελίκων κ.λ.π). Είναι άξια θαυμασμού η εκμετάλλευση των ηλεκτροκινητήρων σε όλα τα φάσματα της βιομηχανίας και με όλες τις μορφές εμφάνισής τους.

Σε μια ευθεία σύγκριση με μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), οι ηλεκτροκινητήρες είναι ελαφρύτεροι, μικρότεροι σε μέγεθος και αποδοτικότεροι στην ισχύ. Απλούστεροι στην μηχανολογική τους κατασκευή

και φτηνότεροι. Ακόμη ένα χαρακτηριστικό στοιχείο του προφίλ λειτουργίας ενός ηλεκτροκινητήρα είναι η σχεδόν ακαριαία παροχή ροπής στον άξονα και για όλο το εύρος στροφών που σε ορισμένες περιπτώσεις αγγίζει και τα εκατοστά του δευτερολέπτου μετά την εκκίνηση. Το μεγάλο μειονέκτημα σε σχέση με μια μηχανή εσωτερικής καύσης είναι η εξάρτηση του ηλεκτροκινητήρα από μια πηγή παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και αυτός είναι και ο λόγος της περιορισμένης εφαρμογής τους στην αυτοκινητοβιομηχανία, πράγμα που φυσικά όλα δείχνουν ότι θα αλλάξει λόγω της εκπληκτικής προόδου στην ερευνα της τεχνολογίας μπαταριών που έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια.

Οι ηλεκτροκινητήρες διακρίνονται σε "συνεχούς ρεύματος" (DC motors) και σε "εναλλασσόμενου ρεύματος" (AC motors).

Οι ηλεκτροκινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος διακρίνονται επιμέρους στους "ασύγχρονους" ή "επαγωγικούς κινητήρες" και στους "σύγχρονους κινητήρες". Σύγχρονοι κινητήρες είναι οι κινητήρες στους οποίους η μέση ταχύτητα περιστροφής είναι ευθέως ανάλογη της συχνότητας της εφαρμοζόμενης εναλλασσόμενης τάσης. Καθώς και μονοφασικούς ή τριφασικούς.

Τα απαραίτητα στοιχεία για κάθε ηλεκτροκινητήρα τα οποία και προσδιορίζουν αυτόν εμπορικά είναι:

Η απαιτούμενη τάση για την τροφοδοσία του σε βολτ (V),

Το είδος της απαιτούμενης τάσης, συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα (DC ή AC) και στη 2η περίπτωση, μονοφασικό (1PH) ή τριφασικό (3PH). (PH = φάση, εκ του phase).

Η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος, εφόσον πρόκειται για ηλεκτροκινητήρα AC και προφανώς σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο κ/δ (c/s) ή Χερτζ (Hertz).

Η ισχύς του κινητήρα σε Βατ ή ίππους (W ή HP)

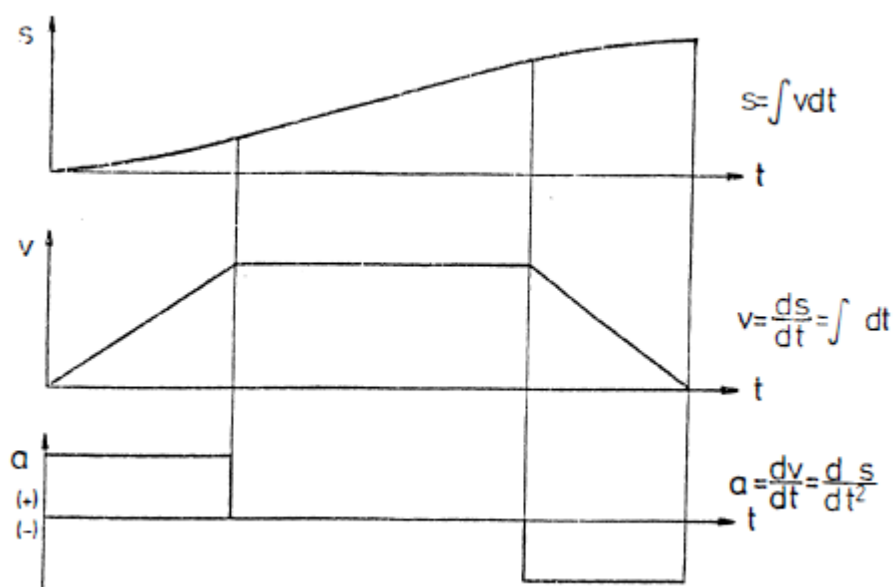
Η ένταση του ρεύματος σε αμπέρ που διαρρέει τον κινητήρα, και

Η ταχύτητα περιστροφής του άξονα του κινητήρα σε στροφές ανά λεπτό (RPM).

Όλα τα παραπάνω στοιχεία φέρονται χαραγμένα, από τους κατασκευαστές, σε ειδική ενσωματωμένη στον ηλεκτροκινητήρα πινακίδα, καθώς και ο αριθμός της έγκρισης του Υπουργείου Βιομηχανίας για εμπορική διάθεση ή άλλα σύμβολα πιστοποίησης ασφαλούς λειτουργίας.

5.1: Κινητήρες στο σύστημα ανύψωσης

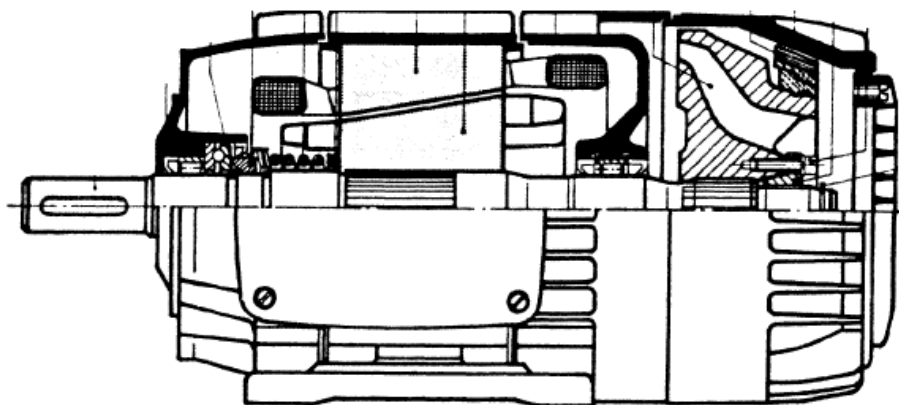
Οι κινηματικές μεταβολές στο σύστημα ανύψωσης παριστάνονται συνήθως σε ένα διάγραμμα απόστασης s - χρόνου t ή ταχύτητας v - χρόνου t ή επιτάχυνσης a - χρόνου t όπως φαίνεται στο σχήμα 5.1. Μετά την εκκίνηση του συστήματος μεταβάλλεται η ταχύτητα του από το μηδέν μέχρι μια μέγιστη τιμή έστω γραμμικά και μετά από μια χρονική περίοδο σταθερής ταχύτητας ακολουθεί η επιβράδυνση του συστήματος που θεωρείται πάλι γραμμική, όπου επιπλέον θεωρείται ότι η επιτάχυνση και η επιβράδυνση έχουν το ίδιο μέγεθος. Από τους συσχετισμούς αυτούς μπορούν στην συνέχεια να υπολογισθούν οι απαιτήσεις από τον κινητήρα ανύψωσης σχετικά με το μέγεθος της ροπής του κινητήρα και τον εκάστοτε αριθμό στροφών.



Σχήμα 5.1 – Διάγραμμά s - t , v - t , a - t

Η ροπή που αποδίδει ο κινητήρας θα πρέπει να καλύπτει αφενός τις απαιτήσεις για την μετακίνηση του φορτίου και αφετέρου τις διάφορες απώλειες όπως μηχανικές, τριβής, επιτάχυνσης κλπ. που εμφανίζονται είτε κατά την λειτουργία του συστήματος με σταθερή ταχύτητα κίνησης, είτε στις φάσεις μεταβολών της ταχύτητας δηλαδή κατά την επιτάχυνση ή επιβράδυνση του φορτίου. Το μέγεθος της απαιτούμενης ροπής του κινητήρα στις διάφορες καταστάσεις όπως ανύψωση υπό πλήρες φορτίο, κατέβασμα υπό πλήρες

φορτίο, ανύψωση ή κατέβασμα με κενό άγκιστρο μπορεί να παρασταθεί ευκρινώς σε ένα διάγραμμα ροπής-χρόνου (T, t), όπου υποθέτουμε ότι η επιτάχυνση και η επιβράδυνση είναι ίσες κατ' απόλυτη τιμή και οι βαθμοί απόδοσης που κυμαίνονται μεταξύ 0,80 και 0,95 είναι ίσοι για την ανύψωση και το κατάβαση του φορτίου.



Σχήμα 5.2 – Κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα

5.2: Κινητήρες στο σύστημα πορείας

Προκειμένου να περιγραφεί το σύστημα πορείας και οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται σε αυτό, θα πρέπει να γίνει διάκριση ανάμεσα στο σύστημα πορείας του φορείου και του γερανού. Το σύστημα πορείας του φορείου παρουσιάζει προβλήματα, τα οποία προέρχονται από το γεγονός ότι η σχέση βάρους ανάμεσα στο φορείο με κενό άγκιστρο και υπό πλήρες φορτίο είναι 1:5 έως 1:10. Η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα πρέπει να υπολογισθεί για το μέγιστο φορτίο, η οποία βέβαια παραμένει αχρησιμοποίητη σ' όλες τις υπόλοιπες καταστάσεις λειτουργίας υπό μερικό ή μηδενικό φορτίο. Αυτή η περίσσεια ισχύος μπορεί να επηρεάσει τόσο δυσμενώς τις ιδιότητες εκκίνησης του συστήματος ώστε αυτό να μην μπορεί να λειτουργήσει χωρίς προβλήματα σε συγκεκριμένες περιοχές φορτίου (πχ. σπινάρισμα των τροχών από την αδυναμία μεταφοράς της κινητήριας δύναμης από τον τροχό στην τροχιά) .

Αντίθετα στα συστήματα πορείας των γερανών η σχέση βάρους υπό πλήρες και υπό μηδενικό φορτίο δεν παρουσιάζει τόσο μεγάλες διακυμάνσεις.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό σχετικά με τους κινητήρες στο σύστημα πορείας είναι ότι γενικά οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος με βραχυκυκλωμένο δρομέα, εξαιτίας της γρήγορης και απότομης εκκίνησης τους, δεν είναι κατάλληλοι να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα πορείας και μάλιστα όταν οι ταχύτητες ξεπερνούν τα 60 m/min.



Σχήμα 5.3 – Κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος

6: Φρένα ανυψωτικών

Σε αντιστοιχία με τις πολλαπλές απαιτήσεις και τις διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας που απαντώνται στα ανυψωτικά και μεταφορικά μηχανήματα, αναπτύχθηκε ένας μεγάλος αριθμός διαφόρων πεδών, προκειμένου να καλυφθούν αυτές οι ανάγκες.

Ανάλογα με το είδος μετατροπής της ενέργειας, τα φρένα/πέδες διακρίνονται σε ηλεκτρικά και μηχανικά. Σαν ηλεκτρικά νοούνται όλες οι ηλεκτρικές διατάξεις που επιβραδύνουν την κίνηση, χωρίς όμως να μπορούν να συγκρατήσουν τις μάζες σε ακινησία. Πρόκειται συνήθως για τον ίδιο τον κινητήρα, ο οποίος στην περίπτωση αυτή λειτουργεί σαν γεννήτρια επιστρέφοντας ενέργεια στο δίκτυο.

Τα μηχανικά φρένα βασίζονται στο φυσικό φαινόμενο της τριβής μεταξύ στερεών σωμάτων και μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε θερμότητα με την βοήθεια της τριβής.

Ανάλογα με την αποστολή την οποία εκτελούν οι πέδες διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες: πέδες συγκρατήσεως, πέδες ακινητοποιήσεως, πέδες ασφαλείας και πέδες ρυθμίσεως.

α. Οι πέδες συγκρατήσεως δρουν μόνον όταν η άτρακτος τους ακινητοποιεί και έχουν σαν αποστολή να εξασφαλίζουν μια ροπή πεδήσεως ασφαλείας, η οποία αποτρέπει την περίπτωση να τεθεί σε κίνηση ο γερανός ή το φορτίο χωρίς την θέληση του χρήστη. Επειδή οι

πέδες αυτές λειτουργούν χωρίς φθορά και θερμική καταπόνηση, μπορούν οι διαστάσεις τους να διατηρηθούν μικρές, γιατί η επιτρεπόμενη επιφανειακή πίεση ανάμεσα στο υλικό τριβής και τον δίσκο ή το τύμπανο του φρένου μπορεί να είναι πολύ μεγάλο.

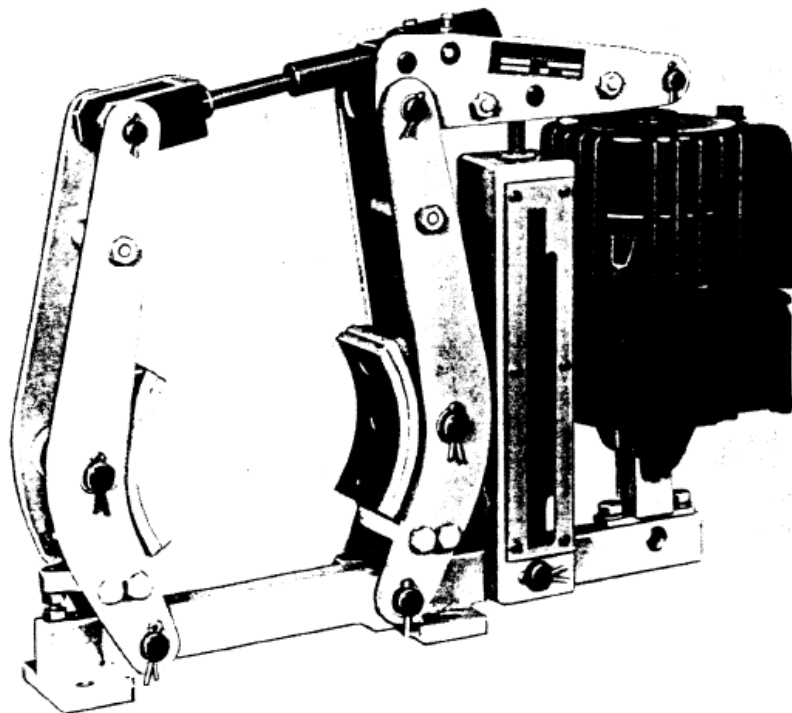
β. Η αποστολή της πέδης ακινητοποιήσεως είναι η βέβαιη και ασφαλής επιβράδυνση των συστημάτων πορείας και ανύψωσης μέχρι την ακινησία, ακόμα και από μεγάλες ταχύτητες και για όλες τις συνθήκες λειτουργίας. Σημαντικό στοιχείο λειτουργίας της πέδης είναι η πολύ μεγάλη θερμική καταπόνηση της. Για τον λόγο αυτό είναι σημαντικό να γίνει σωστός υπολογισμός των διαστάσεων της, ώστε να είναι δυνατή η αποβολή της παραγόμενης θερμότητας στο περιβάλλον. Εκτός από την ταχύτητα ολίσθησης στην στοιβάδα τριβής, η οποία στην διάρκεια του φρεναρίσματος μειώνεται από μια μέγιστη τιμή μέχρι το μηδέν, άλλοι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την λειτουργία της πέδης είναι η θερμοκρασία στην στοιβάδα τριβής και η επιφανειακή πίεση.

γ. Η πέδη ρυθμίσεως χρησιμοποιείται για να διατηρηθεί σταθερή σε μια συγκεκριμένη τιμή η ροπή ή οι στροφές μιας κινηματικής αλυσίδας ή για να προσαρμοσθούν στις αντίστοιχες συνθήκες ροπής-στροφών μιας συγκεκριμένης μηχανής. Ακόμα και με μικρές τιμές της ροπής πεδήσεως η απορρόφηση ενέργειας στις πέδες ρυθμίσεως είναι συχνά αρκετά υψηλή.

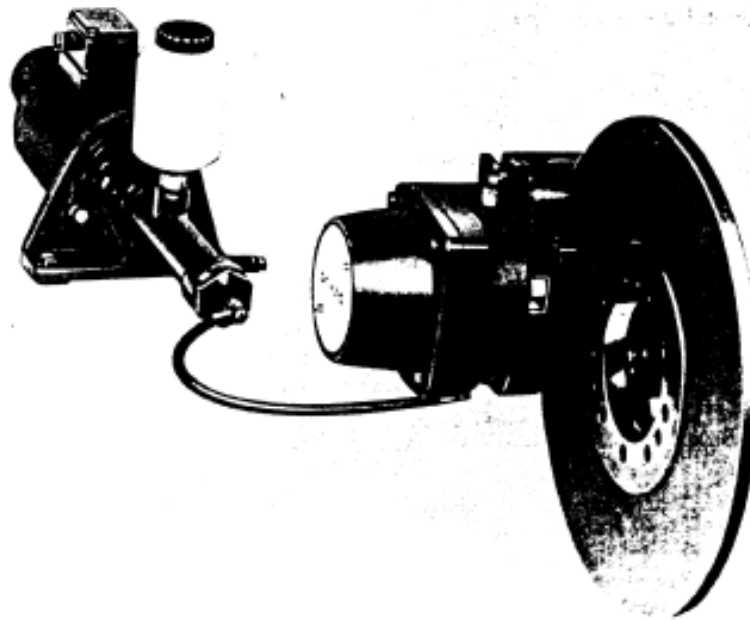
δ. Η πέδη ασφαλείας χρησιμεύει σε μια κατάσταση ανάγκης σαν πέδη ακινητοποιήσεως, προκειμένου να αντικαταστήσει την πέδη λειτουργίας σε περίπτωση αστοχίας της. Επίσης σε περίπτωση βλάβης ή θραύσης κάποιου στοιχείου της κινηματικής αλυσίδας χρησιμεύει σαν ασφάλεια για την αποφυγή ζημιών και ατυχημάτων. Ενεργειακά η πέδη αυτή πρέπει να αντιμετωπισθεί διαφορετικά από την πέδη ακινητοποιήσεως. Στην τελευταία, η θερμική καταπόνηση προέρχεται από τα συχνά φρεναρίσματα, ενώ στην πέδη ασφαλείας εμφανίζεται μία μόνο φορά ένα

θερμικό φορτίο, το μέγεθος του οποίου εξαρτάται από την ενεργειακή κατάσταση του συστήματος στην αρχή της πεδήσεως.

Ανάλογα με την κατασκευαστική τους διαμόρφωση οι πέδες διακρίνονται σε πέδες σιαγόνων, ταινιοπέδες, δισκοειδείς και κωνικές πέδες και σε πέδες ειδικής κατασκευής.



Σχήμα 6.1 – Πέδη σιαγόνων



Σχήμα 6.2 – Πέδη δίσκου

7: Σιδηροκατασκευή

7.1: Γενικά για τις σιδηροκατασκευές

Η σιδηροκατασκευή του φορείου ενός ανυψωτικού μηχανήματος διαμορφώνεται με ελάσματα και τυποποιημένα προφίλ έτσι ώστε να μπορεί να φέρει με ασφάλεια το σύστημα ανύψωσης και το σύστημα πορείας του φορείου και να μπορεί να κινείται επάνω στον κύριο ή τους κύριους φορείς του μηχανήματος. Η επιλογή της διατομής των προφίλ γίνεται βάσει της καμπτικής καταπόνησης, η οποία στη γενική περίπτωση είναι η κύρια καταπόνησή τους, ή με βάση τον εφελκυσμό ή τον λυγισμό, εάν υπάρχουν και αποτελούν τις κύριες καταπονήσεις των στοιχείων του φορείου.

Η σιδηροκατασκευή της γερανογέφυρας διαμορφώνεται είτε σαν χωροδικτύωμα, είτε σαν συγκολλητή κατασκευή από χαλύβδινα ελάσματα, είτε από τυποποιημένα προφίλ. Οι συγκολλητές κατασκευές αποτελούν στις μέρες μας την πλειοψηφία των χρησιμοποιούμενων κατασκευών λόγω του χαμηλότερου κόστους κατασκευής και του συντομότερου απαιτούμενου

χρόνου κατασκευής. Αυτές διαμορφώνονται είτε από τυποποιημένα προφίλ για μικρότερα φορτία είτε από ελάσματα που συγκολλώνται ώστε να σχηματίσουν μια κλειστή διατομή με την απαιτούμενη ροπή αντίστασης W σε κάμψη, για μεγαλύτερα φορτία. Ο υπολογισμός της συγκολλητής χαλύβδινης κατασκευής με ελάσματα ή με ολόσωμα τυποποιημένα προφίλ γίνεται με βάση τον κανονισμό DIN 15018. Ο υπολογισμός των δικτυωμάτων γίνεται με τις υπολογιστικές ή γραφικές μεθόδους της μηχανικής (διάγραμμα Cremona, τομές Ritter, εξισώσεις ισορροπίας στους κόμβους) όταν πρόκειται για φορείς με σταθερά φορτία. Στους φορείς με κινητά φορτία ο υπολογισμός γίνεται με τη βοήθεια των γραμμών επιρροής και μιας από τις μεθόδους που εφαρμόζονται στα σταθερά φορτία.

7.2: Ολόσωμοι φορείς

Υπολογισμός της απαιτούμενης διατομής τους: Σύμφωνα με τον κανονισμό DIN 15018 ο υπολογισμός των ολόσωμων φορέων γίνεται για τις τρεις περιπτώσεις φόρτισης H, HZ, HS. Οι έλεγχοι αντοχής που πρέπει να γίνουν είναι ο γενικός έλεγχος επιτρεπόμενων τάσεων, ο έλεγχος στιβαρότητας και ο έλεγχος δυναμικής αντοχής. Στη συνέχεια γίνεται ο έλεγχος ως προς το βέλος κάμψης.

Έλεγχος επιτρεπόμενων τάσεων: Ο έλεγχος των επιτρεπόμενων τάσεων γίνεται με σκοπό να εξασφαλισθεί ότι οι αναπτυσσόμενες τάσεις δεν ξεπερνούν ή δεν προσεγγίζουν τα όρια ροής του υλικού. Μετά δηλαδή την επιλογή των φορτίων που πρέπει να ληφθούν υπόψιν, τοποθετούνται αυτά επάνω στον φορέα που πρόκειται να υπολογισθεί και υπολογίζονται οι ροπές και οι τάσεις που καταπονούν τον φορέα. Με τον περιορισμό να μην υπάρξει υπέρβαση των επιτρεπόμενων τάσεων μπορεί να υπολογισθεί η απαιτούμενη διατομή του φορέα.

Προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι μεταβολές των φορτίων στην εξέλιξη του χρόνου (κρουστικές φορτίσεις) χρησιμοποιούνται οι συντελεστές κρούσης φ και εξίσωσης ψ . Τα κρουστικά φορτία που προκύπτουν από την κίνηση του ίδιου του γερανού ή του φορείου ή από το βάρος των υλικών σωρού σε συνεχείς μεταφορές λαμβάνονται υπόψη με τον συντελεστή κρούσης φ . Για περισσότερες ταυτόχρονες κινήσεις με διαφορετικές ταχύτητες (π.χ. κίνηση γερανού και φορείου ταυτόχρονα) πρέπει οι διάφοροι συντελεστές φ να χρησιμοποιούνται για τα αντίστοιχα φορτία στα οποία αναφέρονται. Οι κατακόρυφες αδρανειακές δυνάμεις που εμφανίζονται εξαιτίας της επιτάχυνσης ή της επιβράδυνσης της κατακόρυφης μετακίνησης του ωφέλιμου φορτίου, εξαρτώνται από την ελαστικότητα των συρματόσχοινων, από την ελαστικότητα της χαλύβδινης κατασκευής και όλης της κατασκευής στήριξης του γερανού καθώς και από την ταχύτητα ανύψωσης. Οι δυνάμεις αυτές λαμβάνονται υπόψη με τον συντελεστή εξίσωσης ψ , με τον οποίο πρέπει να πολλαπλασιάζονται όλα τα ανυψούμενα φορτία ή οι ροπές ή οι τάσεις που προκύπτουν από αυτά.

Αρχικά επιλέγεται η κατηγορία ανύψωσης (H1 έως H4) στην οποία κατατάσσεται η συγκεκριμένη γερανογέφυρα που μελετάται και στη συνέχεια με βάση και την ταχύτητα ανύψωσης ο συντελεστής εξίσωσης ψ .

8: Υπολογισμοί

8.1: Περιγραφή υπολογιστικής μεθοδολογίας

Για την ακολουθία των υπολογισμών εκλέγονται αρχικά δεδομένα όπως η ικανότητα της διάταξης (ωφέλιμο φορτίο), το μέγιστο ύψος ανύψωσης του φορτίου και το μήκος της διαδρομής του φορτίου (άνοιγμα βραχίονα).

Αρχικά υπολογίζονται το συρματόσχοινο και το τύμπανο στο οποίο αυτό τυλίγεται καθώς και η αντοχή τους.

Στη συνέχεια υπολογίζεται η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα για ανύψωση του φορτίου, εκλέγεται τυποποιημένος κινητήρας εμπορίου και υπολογίζονται οι αναπτυσσόμενες ροπές.

Κατόπιν υπολογίζεται ο μειωτήρας του συστήματος ανύψωσης και οι απαιτούμενη διάμετρος της ατράκτου του τυμπάνου και τα φρένα λειτουργίας και ασφαλείας.

Προχωρώντας στον υπολογισμό του συστήματος πορείας ακολουθείται ανάλογος υπολογισμός κινητήρα και μειωτήρα αφού στο συνολικό φορτίο συνυπολογιστεί και το ίδιο βάρος του συστήματος ανύψωσης.

Τέλος γίνεται υπολογισμός της μεταλλικής κατασκευής με εκλογή και έλεγχο αντοχής τυποποιημένης δοκού εμπορίου.

8.2: Υπολογισμός διαμέτρου συρματόσχοινου

Για τον υπολογισμό συρματόσχοινου εκλέγονται:

Ωφέλιμο Φορτίο: $Q = 1500\text{Kp}$

Τύπος Μεταφορών: Συνήθεις Μεταφορές

Επιλογή Ομάδας Σχοινοκίνησης: 3m.

Ωφέλιμη διαδρομή φορτίου: 10m.

Ταχύτητα ανύψωσης και ταχύτητα πορείας: 20 m/min

Επιλογή Συντελεστή $K = 0,188 \text{ mm}/\sqrt{N}$.

Τύπος Ανάρτησης: 1/1.

Άνοιγμα Βραχίονα: 5m

Ελάχιστη διάμετρος συρματόσχοινου:

$$d \geq K * \sqrt{S * 9.81} = 15,01\text{mm}.$$

Όπου $S = Q + G$ για βάρος παρελκομένων $G = 150\text{Kp}$

Εκλέγεται ασύστροφο συρματόσχοινο με διάμετρο $d_{sch} = 16\text{mm}$, διάμετρο σύρματος $\delta = 1\text{mm}$ και μεταλλική διατομή $A_{μετ} = 98,9\text{mm}^2$.

8.3: Υπολογισμός διαμέτρου τυμπάνου

Εκλογή συντελεστών $h_1 = 22,4$ και $h_2 = 1$.

$$D_{\text{τυμ}} \geq h_1 * h_2 * d_{\text{σσχ}} = 358,4\text{mm}$$

Εκλογή τυποποιημένου τυμπάνου με διάμετρο $D_{\text{τυμ}} = 400\text{mm}$.

8.4: Υπολογισμός ελέγχου αντοχής συρματόσχοινο

Υπολογίζεται η εφελκυστική τάση:

$$\sigma_z = \frac{S}{A_{\text{μετ}}} = 16,68\text{KP/mm}^2$$

Υπολογίζεται η καμπτική τάση:

$$\sigma_b = E * \frac{\delta}{D} = 52,5\text{KP/mm}^2.$$

Η συνολική αναπτυσσόμενη τάση $\sigma_z + \sigma_b$ ανέρχεται σε $\sigma_{\text{ολ}} = 69,18 \text{ Kp/mm}^2$. Η επιτρεπόμενη τάση ανέρχεται σε $\sigma_{\text{επ}} = 160 \text{ Kp/mm}^2$ και είναι 2,31 φορές μεγαλύτερη από την συνολική αναπτυσσόμενη τάση, που σημαίνει ότι το συρματόσχοινο αντέχει.

8.5: Υπολογισμός λοιπών χαρακτηριστικών του τυμπάνου

Υπολογισμός αριθμού αυλακώσεων:

Το μήκος συρματόσχοινου $L_{σχ} = 11\text{m}$ προκύπτει από το μήκος ωφέλιμης διαδρομής φορτίου προσαυξημένο κατά ένα μέτρο για κάλυψη των τυλιγμάτων ασφαλείας.

$$n = \frac{L_{σχ}}{\pi * D_{τυμπ}} + 4 = 12,75$$

Στρογγυλοποιείται σε $n = 13$ αυλάκια.

Υπολογίζεται το μήκος τυμπάνου:

Το βήμα αυλάκωσης για ασύστροφο συρματόσχοινο με διάμετρο 16mm δίνεται $s = 15\text{ mm}$.

$$L_{τυμπ} = n * s = 195\text{ mm}$$

Απαιτούμενο πάχος τυμπάνου:

$$h = 0,02 * D_{τυμπ} + 1 = 9\text{ mm}$$

Για λόγους αντοχής ορίζεται $h = 10\text{ mm}$

Υπολογίζοντας θλιπτικής τάσης:

$$\sigma_d = 0,5 * \frac{S}{h + s} = 5,5\text{ Kp/mm}^2$$

Υπολογισμός καμπτικής τάσης:

$$\sigma_b = 0,96 * S \sqrt{\frac{1}{D_{\text{τυμ}} * h^3}} = 2,5 \text{ Kp/mm}^2$$

Υπολογισμός Ισοδύναμης Τάσης:

$$\sigma_{\text{max}} = \sqrt{\sigma_d^2 + \sigma_b^2 - \sigma_d * \sigma_b} = 4,77 \text{ Kp/mm}^2$$

Η αναπτυσσόμενη ισοδύναμη τάση δεν ξεπερνά την επιτρεπόμενη τάση των 5Kp/mm² για συγκολλητό τύμπανο οπότε το τύμπανο αντέχει.

8.6: Υπολογισμός κινητήρα συστήματος ανύψωσης

Υπολογισμός βαθμού απόδοσης:

Εκλέγονται κατά σειρά:

Βαθμός απόδοσης κινητήρα $\eta_{\text{κιν}} = 0,84$

Βαθμός απόδοσης μειωτήρα $\eta_{\text{μειωτ}} = 0,98$

Βαθμός απόδοσης τυμπάνου $\eta_{\text{τυμ}} = 0,96$

Συνολικός βαθμός απόδοσης:

$$\eta_{\text{ολ}} = \eta_{\text{κιν}} * \eta_{\text{μειωτ}} * \eta_{\text{τυμ}} = 0,79$$

Υπολογισμός απαιτούμενης ισχύος κινητήρα:

$$N = \frac{S * U * g}{\eta_{\text{ολ}} * 60\text{sec}} = 6827,4 \text{ Watt}$$

Εκλέγεται κινητήρας τύπου AMK 132 MZ6 7500 Watt, με 1000rpm ονομαστικές, 945rpm πραγματικές, διάρκεια συζεύξεως 25%, λόγο ροπής αδράνειας προς την ονομαστική $MA/MN = 2,4$, $GD^2 = 0,25 \text{ Kpmm}^2$, βάρος 75Kg.

Υπολογισμός της ονομαστικής ροπής του κινητήρα:

$$MN = \frac{N_{\text{κιν}}}{2 * \pi * \frac{n}{60}} = 75,8Nm$$

Υπολογισμός ροπής ανατροπής του κινητήρα:

$$MA = MN * 2,4 = 181,9Nm$$

Υπολογισμός ροπής λειτουργίας του κινητήρα:

$$TQ = \frac{S * U * g}{2 * \pi * n_{\text{κιν}}} = 54,52Nm$$

Υπολογισμός ροπής αδράνειας του κινητήρα:

$$J_{\text{κιν}} = \frac{GD^2}{4} = 0,0625Kpm^2$$

Υπολογισμός ανηγμένης μαζικής ροπής αδράνειας όλων των περιστρεφόμενων μαζών στην άτρακτο του κινητήρα:

$$J_{\text{ανολ}} = 1,6 * J_{\text{κιν}} = 0,1Kpm^2$$

Υπολογισμός επιτάχυνσης – επιβράδυνσης:

Ο χρόνος επιτάχυνσης - επιβράδυνσης ορίζεται $t_{\text{επιβ}} = t_{\text{επιτ}} = 1\text{sec}$.

$$a = b = \frac{U}{t_{\text{επιτ}} * 60\text{sec}} = 0,33\text{m/sec}^2$$

Υπολογισμός ροπής επιταχυνόμενης ανύψωσης:

$$T_{\text{ah}} = \frac{TQ}{\eta_{\text{ολ}}} * \left(1 + \frac{a}{g}\right) + J_{\text{ανολ}} * \frac{2 * \pi * n_{\text{κιν}}}{t_{\text{επιτ}} * 60\text{sec}} = 79,8Nm$$

Υπολογισμός ροπής επιβραδυνόμενης ανύψωσης:

$$T_{bh} = \frac{TQ}{\eta_{ολ}} * \left(1 - \frac{b}{g}\right) - J_{ανολ} * \frac{2 * \pi * n_{κιν}}{t_{επιβ} * 60sec} = 55,4Nm$$

Υπολογισμός ροπής επιταχυνόμενης καθόδου:

$$T_{as} = TQ * \eta_{ολ} * \left(1 - \frac{a}{g}\right) - J_{ανολ} * \frac{2 * \pi * n_{κιν}}{t_{επιτ} * 60sec} = 32,6Nm$$

Υπολογισμός ροπής επιβραδυνόμενης καθόδου:

$$T_{bs} = TQ * \eta_{ολ} * \left(1 + \frac{b}{g}\right) + J_{ανολ} * \frac{2 * \pi * n_{κιν}}{t_{επιβ} * 60sec} = 55,4Nm$$

Ως όριο ασφαλείας δεν πρέπει η ροπή επιταχυνόμενης ανύψωσης T_{ah} να ξεπερνά το 0,9 της ροπής ανατροπής.

8.7: Υπολογισμός μειωτήρα συστήματος ανύψωσης

Υπολογισμός στροφών τυμπάνου:

$$n_{τυμπ} = \frac{U}{\pi * \frac{D_{τυμπ}}{1000}} = 15,91 \text{ rpm}$$

Υπολογισμός σχέσης μετάδοσης μειωτήρα:

$$i\mu = \frac{n_{kin}}{n_{τυμπ}} = 59,37 \text{ που στρογγυλοποιείται σε } 60$$

Εκλέγεται τριβάθμιος μειωτήρας με $i_1 = 4$, $i_2 = 5$ και $i_3 = 3$.

Υπολογισμός η στρεπτικής ροπής:

$$Mt_1 = 9,55 * \frac{N}{n} * 1000 = 75793,65 \text{Nmm}$$

Υπολογισμός πρώτης ατράκτου:

Εκλέγεται υλικό ST37 με $T_{τεπ} = 18 \text{N/mm}^2$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{Mt_1}{0,2 * T_{τεπ}}} = 22,8 \text{mm}$$

Στρογγυλοποιείται σε $d_1 = 25 \text{mm}$ ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί σε έδρανο.

Πρόχειρος υπολογισμός της διαμέτρου του πινιόν:

Υπολογισμός ταχύτητας:

$$u = \frac{\pi * d_1 * n}{60000} = 1,23 \text{ m/sec}$$

Εκλέγονται δόντια για τον πρώτο τροχό $z_1 = 21$

Υπολογισμός πρόχειρης διαμέτρου:

$$d_{o1\pi} = \frac{1,8 * d_1 * z_1}{z_1 - 2,5} = 51,08 \text{ mm.}$$

Υπολογισμός πρόχειρου Modul:

$$m_{12\pi} = \frac{d_{o1\pi}}{z_1} = 2,43 \text{mm.}$$

Θα έπρεπε να τυποποιηθεί στο αμέσως μεγαλύτερο αλλά κατόπιν των ελέγχων αντοχής ορίζεται σε $m_{12} = 2,75$.

Υπολογισμός οριστικής διαμέτρου του πινιόν:

$$d_{o1} = m_{12} * z_1 = 57,75\text{mm}.$$

Υπολογισμός δοντιών 2^{ου} τροχού:

$$z_2 = z_1 * i_1 = 84$$

Υπολογισμός διαμέτρου του 2^{ου} τροχού:

$$d_{o2} = z_2 * m_{12} = 231\text{mm}$$

Υπολογισμός πλάτους:

εκλέγονται $\Psi_d = 1,2$ και $\Psi_m = 25$

Υπολογισμός 1^{ου} ορίου πλάτους:

$$b_1 = \Psi_d * d_{o1} = 69.3$$

Υπολογισμός 2^{ου} ορίου πλάτους:

$$b_2 = \Psi_m * m_{12} = 68.75$$

Κατόπιν των ελέγχων αντοχής το πάχος ορίζεται σε $b_{01} = 75\text{mm}$ για τον 1^ο τροχό και σε $b_{02} = 70\text{mm}$ για τον 2^ο, 5 χιλιοστά λιγότερο από τον 1^ο.

Έλεγχος αντοχής σε θραύση:

Εκλέγεται ως υλικό χάλυβας St70 με $\sigma_{bw} = 33 \text{ Kp/mm}^2$ και $P_0 = 72 \text{ Kp/mm}^2$.

Υπολογισμός περιφερειακής δύναμης:

$$P_u = \frac{2Mt}{d_{o1}} = 262,5 \text{ Kp}$$

Εκλέγεται συντελεστής $q_k = 2,9$

Υπολογισμός μέγιστης αναπτυσσόμενης τάσης:

$$\sigma_{max} = \frac{P_u}{b_{02} * m_{12}} * q_k = 3.95 \text{ Kp/mm}^2$$

Υπολογισμός επιτρεπόμενης τάσης:

$$\sigma_{επ} = \frac{\sigma_{bw}}{2} = 16,5 \text{ Kp/mm}^2$$

Η αναπτυσσόμενη τάση δεν ξεπερνά την επιτρεπόμενη και το γρανάζι αντέχει σε θραύση.

Έλεγχος αντοχής σε επιφανειακή πίεση:

Εκλέγονται $y_w = 86$, $y_c = 1,76$, $y_L = 1$, $y_1 = 1$, $y_2 = 1$.

Υπολογισμός αναπτυσσόμενης επιφανειακής πίεσης:

$$P_c = \sqrt{\frac{P_u}{b_{o2} * d_{o1}} * \frac{i_1 + 1}{i_1}} * y_w * y_c * y_L = 43.12 \text{ Kp/mm}^2$$

Υπολογισμός επιτρεπόμενης επιφανειακής πίεση είναι:

$$P_{επ} = \frac{P_o * y_1 * y_2}{1,5} = 48 \text{ Kp/mm}^2$$

Η αναπτυσσόμενη τάση δεν ξεπερνά την επιτρεπόμενη και το γρανάζι αντέχει σε επιφανειακή πίεση.

Για τους υπόλοιπους τροχούς και ατράκτους ακολουθείται η ίδια διαδικασία με τα αποτελέσματα να φαίνονται στον πίνακα 8.1.

Mt2 =	303175	Nmm	d _{o3} =	94,5	mm	P _{u 2} =	641,6	Kp
Mt3 =	1515873	Nmm	d _{o4} =	472,5	mm	σ _{max 2} =	4,09	Kp/mm ²
Mt4 =	4547619	Nmm	d _{o5} =	147	mm	P _{c 2} =	22,02	Kp/mm ²
d2 =	40	mm	d _{o6} =	441	mm	P _{u 3} =	2062,4	Kp
d3 =	65	mm	b _{o3} =	106	mm	σ _{max 3} =	4,57	Kp/mm ²
d4 =	100	mm	b _{o4} =	101	mm	P _{c 3} =	12,06	Kp/mm ²
m3 =	4.5		b _{o5} =	192	mm	σεπ =	16,5	Kp/mm ²
m5 =	7		b _{o6} =	187	mm	P _{επ} =	48	Kp/mm ²

Πίνακας 8.1: Λοιπά χαρακτηριστικά μειωτήρα συστήματος ανύψωσης.

8.8: Υπολογισμός ατράκτου τυμπάνου

Για τον υπολογισμό της ατράκτου του τυμπάνου λαμβάνεται υπόψιν η στρεπτική και καμπτική τάση στην άτρακτο.

Η στρεπτική ροπή είναι ίδια με εκείνη στην τελευταία άτρακτο του μειωτήρα δηλαδή Mt4 = 4547619 Nmm.

Η χειρότερη θέση καθορίστηκε ως η απόσταση από το μέσον του τελευταίου αυλακίου μέχρι το έδρανο $L = 60 \text{ mm}$.

Εκλέγεται ως υλικό χάλυβας ST 37-2 με $\sigma_{βεπ} = 37 \text{ N/mm}^2$

Υπολογισμός καμπτικής ροπής:

$$M_b = S * L = 990000 \text{ Nmm}$$

Υπολογισμός ισοδύναμης τάσης:

$$M_v = \sqrt{M_b^2 + 0,75 * (a_0 * M_{t_4})^2} = 4060877,9 \text{ Nmm (για } a_0 = 1)$$

Υπολογισμός διαμέτρου της ατράκτου του τυμπάνου:

$$d_{ατ} \geq \sqrt[3]{\frac{M_v}{0,1 * \sigma_{βεπ}}} = 103,15 \text{ mm}$$

Στρογγυλοποιείται σε $d_{ατ} = 105 \text{ mm}$ ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί σε έδρανο.

8.9: Υπολογισμός φρένου λειτουργίας

Υπολογισμός γωνιακής ταχύτητας:

$$\Delta\omega = \frac{0,9 * TQ}{J_{ανολ}} * t_0 = 88,32 \text{ sec}^{-1} \text{ (νεκρός χρόνος πέδης } t_0 = 0.18 \text{ sec).}$$

Υπολογισμός γωνιακής ταχύτητας κινητήρα:

$$\omega_{\text{κιν}} = \frac{2 * \pi * n}{60\text{sec}} = 98,96 \text{ sec}^{-1}$$

Υπολογισμός ροπής πέδησης:

$$T_{\text{πεδ}} = 1,1 * T_Q + J_{\text{ανολ}} * \frac{(\omega_{\text{κιν}} + \Delta\omega)}{t_0} = 164,02\text{Nm}$$

Υπολογισμός ελάχιστης απαιτούμενης διαθέσιμης ροπής πέδησης:

$$T_{\text{πεδδ}} = 2 * T_{\text{πεδ}} = 328,04\text{Nm}$$

Υπολογισμός χρόνου πέδησης:

$$t_{\text{πεδ}} = \frac{J_{\text{ανολ}} * (\omega_{\text{κιν}} + \Delta\omega)}{T_{\text{πεδδ}} - 1,1 * T_Q} = 0,07\text{sec}$$

Έχοντας πλέον τις ροπές πέδησης και τον επιλεγμένο σύνδεσμο που μου δίνει Do τυμπάνου 400mm εκλέγεται πέδη τυμπάνου 2 σιαγόνων κατά DIN 15435 τύπου DBB 400/30/5

8.10: Υπολογισμός φρένου ασφαλείας

Γωνιακή ταχύτητα $\Delta\omega = 0$

Εκλέγεται $t_{\text{πεδ}} = 1 \text{ sec}$

Υπολογισμός ροπής στο φρένο:

$$TQ' = TQ * \text{ιμειωτ} = 3271,31Nm$$

Υπολογισμός γωνιακής ταχύτητας τυμπάνου:

$$\omega_{\text{τυμ}} = \frac{2 * \pi * \text{ητυμππ}}{60\text{sec}} = 1,67\text{sec}^{-1}$$

Υπολογισμός ανηγμένης μαζικής ροπής αδράνειας όλων των περιστρεφόμενων μαζών στην άτρακτο του τυμπάνου:

$$J'_{\text{ανολ}} = J_{\text{ανολ}} * \frac{\text{ηκιν}}{\text{ητυμππ}} = 352,55\text{Kg}m^2$$

Υπολογισμός ροπής πέδησης:

$$T'_{\text{πεδ}} = 1,1 * TQ' + J'_{\text{ανολ}} * \frac{\omega_{\text{τυμ}}}{t_{\text{πεδ}}} = 4186,03Nm$$

Εκλέγονται 2 φρένα ασφαλείας με δίσκο κατά DIN 125 και 2 ζεύγη σιαγόνων που να ικανοποιεί την απαιτούμενη ροπή ο οποίος μου δίνει διάμετρο δίσκου 450mm.

8.11: Υπολογισμός συστήματος πορείας

Προσεγγίζεται το ίδιο βάρος φορείου σε $G\phi = 100 \text{ Kp}$.

Υπολογισμός βάρους που ανέρχεται σε κάθε τροχό:

$$F_{\tau\rho} = \frac{Q + G + G\varphi}{4} = 437,5 \text{ Kp}$$

Γίνεται υποθετική εκτίμηση διαμέτρου τροχού διαμέτρου $D_{\text{τρ.υπ.}} = 200$ mm που δίνει πλάτος $b_1 = 55$ mm. Η ακτίνα καμπυλότητας εκλέγεται $r_1 = 5$ mm. Η διάρκεια συζεύξεως εκλέγεται 25% και κατόπιν εκλέγονται οι συντελεστές $C_1 = 1$, $C_2 = 1$, $C_3 = 1,12$.

Υπολογισμός ελάχιστης απαιτούμενης διαμέτρου του τροχού:

$$D_{\text{τρ.ελ.}} \geq \frac{F_{\tau\rho}}{56 * C_1 * C_2 * C_3 * (b_1 - 2r_1)} = 1,55 \text{ cm}$$

Εκλέγεται τυποποιημένος τροχός κατά DIN 15074 διαμέτρου $D_{\text{τρ.τ.}} = 200$ mm με τα ίδια αρχικά χαρακτηριστικά.

Υπολογισμός ειδικής αντίστασης κύλισης:

$$a_F = \frac{2}{D} * \left(F + \mu * \frac{d_3}{2} \right) = 0,023$$

($d_3 = b_1 - 2r_1 = 45$ mm και $\mu = 0,08$ για έδρανα ολίσθησης)

Υπολογισμός αντίστασης κύλισης:

$$W = F_{\tau\rho} * a_F = 40,25 \text{ Kp}$$

Η τριβή στη στεφάνη ολίσθησης $w' = 5 \text{ kp} / \text{tn}$ (για έδρανα ολίσθησης) οπότε με συνολικό φορτίο 437,5Kp έχω $w = 2,18 \text{ Kp}$.

Υπολογισμός συνολικής αντίστασης λόγω τριβής.

$$F_f = W + w' = 42,44 \text{ Kp}$$

Το ανυψωτικό είναι τοποθετημένο σε κλειστό χώρο αποθήκης οπότε εκτιμάται πώς η αντίσταση του ανέμου $F_w = 0$, οπότε η συνολική αντίσταση πορείας είναι ίση με την αντίσταση λόγω τριβής $F_\beta = F_f = 42,44\text{Kp} = 416,3\text{N}$.

8.12: Υπολογισμός του κινητήρα του συστήματος πορείας

Υπολογισμός βαθμού απόδοσης:

Εκλέγονται κατά σειρά:

Βαθμός απόδοσης κινητήρα $\eta_{\text{κιν}} = 0,8$

Βαθμός απόδοσης μειωτήρα $\eta_{\text{μειωτ}} = 0,98$

Βαθμός απόδοσης τυμπάνου $\eta_{\text{τυμ}} = 0,96$

Συνολικός βαθμός απόδοσης:

$$\eta_{\text{ολ}} = \eta_{\text{κιν}} * \eta_{\text{μειωτ}} * \eta_{\text{τυμ}} = 0,75$$

Υπολογισμός ισχύος σταθερής τροχιάς:

$$N_{\text{στ.τ.}} = \frac{F_\beta * U_\varphi}{\eta_{\text{ολ}} * 60\text{sec}} = 184,38 \text{ Watt}$$

Υπολογισμός επιτάχυνσης:

Για επιτάχυνση $a = 1\text{m/sec}^2$ και συντελεστή $\beta = 1,4$.

$$N_{\text{επ. 1}} = \frac{m_{\text{ολ}} * a * U_\varphi}{\eta_{\text{ολ}} * 60\text{sec}} = 193,77 \text{ Watt}$$

$$N_{\text{επ. 2}} = N_{\text{επ. 1}} * \beta = 271,27 \text{ Watt}$$

$$N_{\text{επ. ολ.}} = N_{\text{επ. 1}} + N_{\text{επ. 2}} = 465 \text{ Watt}$$

Υπολογισμός απαιτούμενης ισχύος κινητήρα:

$$N_{κιν} = N_{στ. τ.} + N_{επ. ολ.} = 649,4 \text{ Watt}$$

Εκλέγεται κινητήρας τύπου DT100LS8 που δίνει πραγματικές στροφές 680 rpm (ονομαστικές 750 rpm) $J_{κιν} = 0,00427 \text{ Kg}\cdot\text{m}^2$, Βάρος 23 κιλά, $M_A/M_N = 1,9$, $M_b/M_N = 1,9$, και $M_b \text{ max} = 40 \text{ Nm}$.

Υπολογισμός της ονομαστικής ροπής του κινητήρα:

$$M_N = \frac{N_{κιν}}{2 * \pi * \frac{n}{60}} = 10,53 \text{ Nm}$$

Υπολογισμός ροπής ανατροπής του κινητήρα:

$$M_A = M_N * 1,9 = 20 \text{ Nm}$$

8.13: Υπολογισμός μειωτήρα στροφών του συστήματος πορείας

Υπολογισμός στροφών τροχού:

$$n_{τρ} = \frac{U}{\pi * \frac{D_{τρ}}{1000mm}} = 31,83 \text{ rpm}$$

Υπολογισμός σχέσης μετάδοσης του μειωτήρα:

$$i_{\mu} = \frac{n_{κιν}}{n_{τροχ}} = 21,36$$

Εκλέγεται διβάθμιος μειωτήρας με $i_1 = 4,2$ και $i_2 = 5$ με τα αποτελέσματα να φαίνονται στον παρακάτω πίνακα και αφού ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με τον μειωτήρα του συστήματος ανύψωσης με τα αποτελέσματα να φαίνονται στον πίνακα 8.2.

Mt1 =	10533,1	Nmm	do1 =	35	mm	Pu 1=	60,19	Kp
Mt2 =	44238,97	Nmm	do2 =	147	mm	σmax 1 =	2,49	Kp/mm2
Mt3 =	221194,9	Nmm	bo1 =	45	mm	Pc 1 =	34,92	Kp/mm2
d1 =	15	mm	bo2 =	40	mm	Pu 2=	210,66	Kp
d2 =	20	mm	do3 =	42	mm	σmax 2 =	3,02	Kp/mm2
d3 =	45	mm	do4 =	210	mm	Pc 2 =	18,18	Kp/mm2
m1 =	1.75		bo3 =	106	mm	σεπ =	14	Kp/mm2
m3 =	2		bo4 =	101	mm	Ρεπ =	41.33	Kp/mm2

Πίνακας 8.2: Λοιπά χαρακτηριστικά μειωτήρα συστήματος πορείας.

8.14: Υπολογισμός απαιτούμενης ροπής πέδησης

Υπολογισμός ροπής αντίστασης κύλισης:

$$T_f = F_f * 9.81 * \frac{D\tau\rho}{2} * \frac{1}{i\mu} = 1,95 \text{ Nm}$$

Υπολογισμός ροπής ευθύγραμμα κινούμενων μαζών:

$$T_t = m\alpha * a * \frac{D\tau\rho}{2} * \frac{1}{i\mu} = 2,04 \text{ Nm}$$

Υπολογισμός ροπής ευθύγραμμα κινούμενων και περιστρεφόμενων μαζών:

$$T_t + T_r = T_t * \beta = 2,87 \text{ Nm}$$

Υπολογισμός ροπής πέδησης:

$$T_{πεδ} = T_t + T_w + T_t + T_r = 4,81 \text{ Nm}$$

Όπου $T_w = 0$ καθώς το ανυψωτικό εργάζεται σε εσωτερικό χώρο.

Υπολογισμός ελάχιστης απαιτούμενης διαθέσιμης ροπής πέδησης:

$$T_{πεδδ} = 2 * T_{πεδ} = 9,62 \text{ Nm}$$

Η ροπή ικανοποιείται με τη χρήση κινητήρα με ενσωματωμένο φρένο.

8.15: Υπολογισμός μεταλλικής κατασκευής

Εκλέγεται ομάδα φόρτισης B4 και κατηγορία ανύψωσης H.

Φορτίο που ανέρχεται σε κάθε τροχό:

$$R = \frac{Q + G + G\varphi}{4} = 437,5 \text{ Kp}$$

Φορτίο που ανέρχεται σε δύο τροχούς

$$R' = 2 * R = 875 \text{ Kp}$$

Το άνοιγμα βραχίονα ανέρχεται στα 500 cm και η απόσταση τροχών ορίζεται στα $l = 30 \text{ cm}$.

Επιτρεπόμενο βέλος κάμψης:

$$f_{\varepsilon\pi} = \frac{s}{900} = 0,55 \text{ cm}$$

Ροπή αντίστασης σε κάμψη:

$$J_{xx} \geq \frac{Q}{E f_{\varepsilon\pi}} * \frac{s^3}{3} = 62500 \text{ cm}^4$$

Εκλέγεται δοκός IPB ν 320 με $J_x = 68135 \text{ cm}^4$, $W_x = 3796 \text{ cm}^3$, $W_y = 1276 \text{ cm}^3$ και βάρος $t = 245 \text{ kg/m}$.

Τα κατακόρυφα σταθερά φορτία υπολογίζονται ως:

$$M_{1max} = \frac{t * s^2}{2} = 3062,5 \text{ Kpm}$$

Τα κατακόρυφα κινητά φορτία υπολογίζονται ως:

$$M2_{max} = R * (2 * s - l) = 8487,5 \text{ Kpm}$$

Εκλέγονται $\varphi = 1$ καθώς δεν λαμβάνονται υπόψιν κρουστικά φορτία και $\psi = 1,24$.

Συνολικό κατακόρυφο φορτίο:

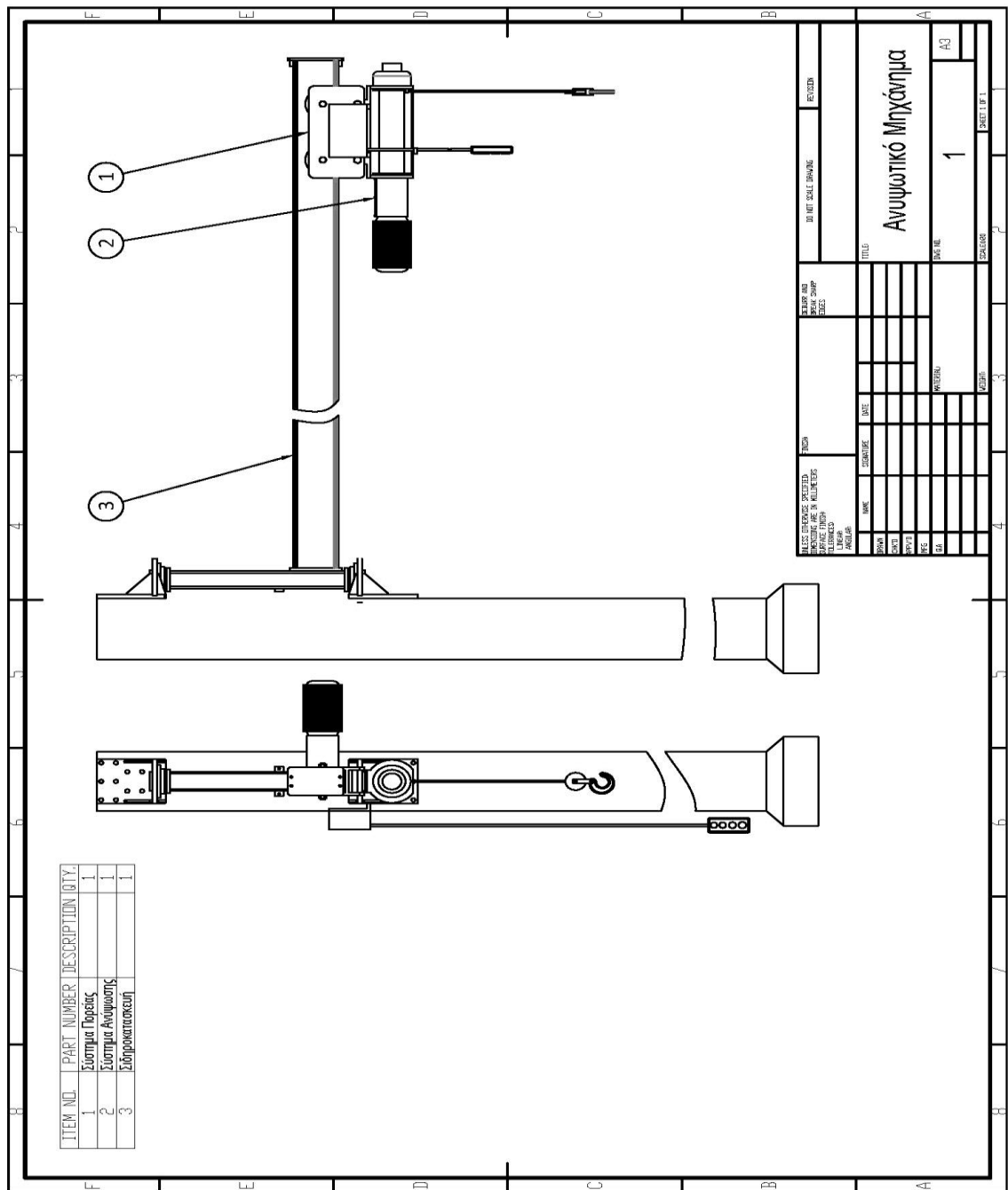
$$M_{ολ} = \varphi * M1_{max} + \psi * M2_{max} = 13924 \text{ Kpm}$$

Η ροπή που παράγεται ανέρχεται σε

$$W_{xx} = \frac{M_{ολ}}{\sigma_{επ}} = 944,6 \text{ Kp/cm}^2$$

Το δοκάρι αντέχει για $\sigma_{επ} = 1400 \text{ Kp/cm}^2$.

9 : Παράρτημα Σχεδίων



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1		Σύστημα Πορείας	1
2		Σύστημα Ανυψώσης	1
3		Σφαιρικό	1

ITEM NO.		DESCRIPTION		QTY.	
1		Σύστημα Πορείας		1	
2		Σύστημα Ανυψώσης		1	
3		Σφαιρικό		1	

DATE	BY	CHKD	APP'D	SCALE	SHEET NO.	TOTAL SHEETS
					1	1

DATE	BY	CHKD	APP'D	SCALE	SHEET NO.	TOTAL SHEETS
					1	1

Αυτοματικό Μηχάνημα

A3

Βιβλιογραφία

- [1] Ανυψωτικά και Μεταφορικά Μηχανήματα, Αναστάσιος Μωυσιάδης, Εκδόσεις Σίγμα, Θεσσαλονίκη 2019.
- [2] Στεργίου Κ. Και Στεργίου Ι. , Ανυψωτικά και Μεταφορικά Μηχανήματα, Σύγχρονη Εκδοτική, 2006
- [3] Μηχανήματα Ανυψώσεως και Μετακινήσεως Υλικών, Θεόδωρος Κουζέλης, Βιβλία Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα 1998
- [4] Στοιχεία Μηχανών Τόμος Α', Ροβέρτος Γραικούσης, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη 2011.
- [5] Στοιχεία Μηχανών Τόμος Β', Ροβέρτος Γραικούσης, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη 2011.
- [6] Nojiri, N. and Sasaki, T., 1983. Motion Characteristics of Crane Vessels in Lifting Operation. Offshore Technology Conference
- [7] <https://brynthomascranes.com>
- [8] <https://www.doykas.gr>
- [9] <https://www.autodesk.com/>
- [10] <http://elatron.gr/>
- [11] <https://en.wikipedia.org/>
- [12] <https://www.konecranes.com/>
- [13] <https://books.google.gr>
- [14] <http://www.fmgru.com/>
- [15] <https://new.siemens.com/>
- [16] <https://www.stafilopatis.gr/>