

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ
ΚΥΛΙΝΔΡΟΜΗΧΑΝΩΝ ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΛΕΥΡΩΝ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ ΤΟΥΣΟΥΛΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Α.Μ. 5002)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην μελέτη των στοιχείων κίνησης μιας κυλινδρομηχανής αλευρόμυλου, καθώς και στα συστήματα αποθήκευσης και μεταφοράς του εν λόγω προϊόντος καθώς επίσης και του ελέγχου της στάθμης των αποθηκευτικών χώρων.

Στην αρχή γίνεται μια αναφορά στον μηχανολογικό εξοπλισμό του εργοστασίου και μια σύντομη περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας και στην συνέχεια γίνονται οι υπολογισμοί των στοιχείων κίνησης της κυλινδρομηχανής. Έπειτα η επιλογή και η διαστασιολόγηση του αποθηκευτικού χώρου και των συστημάτων που είναι απαραίτητα για την μεταφορά του προϊόντος, ενώ τέλος παρουσιάζεται και η επιλογή ενός συστήματος με υπερήχους που ελέγχει την στάθμη του αποθηκευτικού χώρου.

Σε αυτό το σημείο θέλω να ευχαριστήσω όσους βοήθησαν έμμεσα ή άμεσα στην ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής εργασίας μου, Αναπληρωτή καθηγητή κύριο Ανδρέα Γιαννόπουλο ο οποίος με καθοδήγησε σε όλη την πορεία της. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Τεχνικό διευθυντή της εταιρείας για την πολύτιμη παροχή πληροφοριών και την γενικότερη βοήθεια του προκειμένου να εκπονηθεί η πτυχιακή εργασία.

Τούσουλης Κωνσταντίνος

Σεπτέμβριος 2013

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στην μελέτη των στοιχείων κίνησης μιας κυλινδρομηχανής αλευρόμυλου καθώς επίσης και των συστημάτων αποθήκευσης και μεταφοράς των προϊόντων μιας βιομηχανίας αλεύρων.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά για το αλεύρι και το σιτάρι, τα είδη των μύλων και τα είδη των αλεύρων και μια σύντομη περιγραφή των εγκαταστάσεων και του μηχανολογικού εξοπλισμού που διαθέτει μια αλευροβιομηχανία. Στην συνέχεια γίνεται μια αναφορά στο θεωρητικό κομμάτι των στοιχείων μηχανών για τους ιμάντες, τους άξονες, τις τροχαλίες, τους οδοντωτούς τροχούς και τους ηλεκτροκινητήρες. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται η μελέτη των στοιχείων κίνησης, όπως ο υπολογισμός του ιμάντα που δίνει κίνηση στην κυλινδρομηχανή, η μελέτη των οδοντωτών τροχών, ο υπολογισμός της διαμέτρου του άξονα και της σφήνας του, και ο έλεγχος του σε δυναμική αντοχή.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα αποθηκευτικά μέσα και συγκεκριμένα γίνεται η διαστασιολόγηση ενός αποθηκευτικού χώρου(σιλό) και παρουσιάζονται δύο συστήματα μεταφοράς του προϊόντος. Αρχικά με κοχλιοφόρους μεταφορείς και καδοφόρο αναβατήρα όπου γίνεται η επιλογή των διαστάσεων τους και έπειτα η πνευματική μεταφορά του προϊόντος. Ενώ τέλος παρουσιάζεται ένα σύστημα ελέγχου της στάθμης των στερεών με υπερήχους το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στην λειτουργία και στον προγραμματισμό μιας αλευροβιομηχανίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΓΕΝΙΚΑ

1.1 Γενικά για το αλεύρι και το σιτάρι.....	1
1.2 Είδη αλεύρων.....	3
1.3 Είδη μύλων.....	5
1.4 Σύντομη περιγραφή του εργοστασίου.....	7
1.4.1 Παραλαβή σίτου.....	7
1.4.2 Καθαρισμός σίτου.....	9
1.4.3 Άλεση σίτου.....	10
1.4.4 Ανάμιξη.....	11
1.5 Μηχανολογικός εξοπλισμός	12
1.5.1 Εξοπλισμός για βασικές λειτουργίες.....	12
1.5.2 Εξοπλισμός για καθαρισμό σίτου.....	13
1.5.3 Εξοπλισμός για την άλεση σίτου.....	15
1.5.4 Τμήμα ενσάκκησης και χύμα φόρτωσης.....	17
1.6 Ενσάκκηση	18
1.6.1 Έλεγχος και παλετοποίηση των συσκευασιών.....	18
1.7 Μετάδοση της κίνησης με ιμάντες.....	20
1.7.1 Γενικά-πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα.....	20
1.7.2 Είδη ιμάντων.....	23
1.8 Άξονες.....	27
1.9 Είδη τροχαλιών.....	28
1.10 Οδοντωτοί τροχοί.....	29
1.11 Είδη οδοντωτών τροχών.....	29
1.12 Ηλεκτροκινητήρες.....	30

2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ

2.1 Υπολογισμός ιμάντα.....	33
2.2 Υπολογισμός ατράκτου.....	40
2.3 Δυναμική αντοχή χάλυβα.....	41
2.4 Υπολογισμός ιμάντα που παίρνει κίνηση από την κυλινδρομηχανή και δίνει κίνηση στα κύλινδρα.....	48
2.5 Υπολογισμός οδοντωτών τροχών.....	54
2.6 Υπολογισμός του σφήνα.....	60

3.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΛΕΥΡΩΝ

3.1 Περιγραφή του συστήματος.....	63
3.2 Γενικά.....	63
3.3 Επιλογή και διαστασιολόγηση του αποθηκευτικού χώρου.....	66
3.4 Υπολογισμός συστήματος με μεταφορικούς κοχλίες.....	69
3.5 Πνευματική μεταφορά.....	76
3.6 Μέτρηση στάθμης αποθηκευτικού χώρου.....	79
Παράρτημα	80
Βιβλιογραφία	88

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΛΕΥΡΙ ΚΑΙ ΤΟ ΣΙΤΑΡΙ

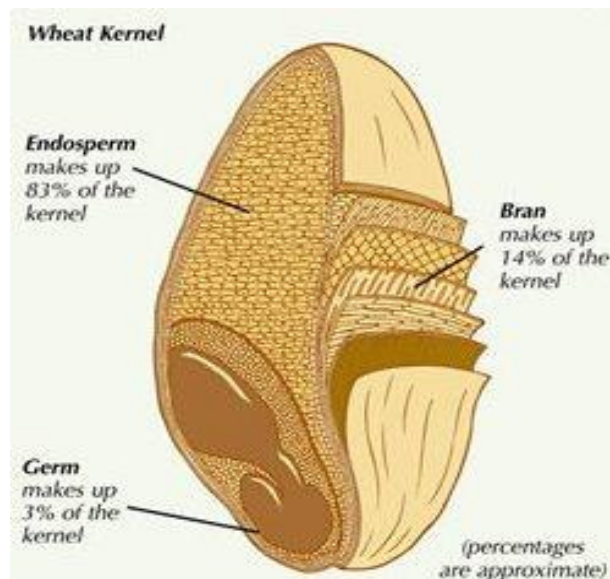
Το αλεύρι ανήκει στις πρώτες ύλες, οι οποίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη διατροφή, καθώς το ψωμί συγκαταλέγεται ανάμεσα στα πιο σημαντικά παράγωγά του. Από τεχνολογική άποψη ο μετασχηματισμός του σιταριού σε ψωμί περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια: άλεση σιταριού και παραγωγή αλεύρου, ανακάτεμα και ζύμωμα αλεύρου, νερού, αλατιού και μαγιάς, ωρίμανση ζυμαριού και ανάπτυξη ιδιοτήτων μαγιάς, και τελικά τη διαδικασία αρτοποιήσης. Το ενδιαφέρον στην όλη διαδικασία είναι, ότι το αλεύρι και το ψωμί δεν διαφέρουν σημαντικά ως προς τη χημική τους σύσταση, με εξαίρεση το περιεχόμενό τους σε νερό. Η κύρια διαφορά τους έγκειται στη δομή τους.

Ιστορικά δεν είναι γνωστό πότε και πώς παρήγαγε για πρώτη φορά ο άνθρωπος το αλεύρι. Πάντως τούτο πρέπει να συνέβη σε αρχαιότατη εποχή, καθώς ο Όμηρος επανειλημμένα αναφέρει τους μύλους και το άλεσμα σαν κοινότατα πράγματα, πολύ γνωστά σ' όλους τους λαούς της εποχής του. Ο τρόπος της κατασκευής των αλεύρων κατά την αρχαιότητα δεν διέφερε, κατά βάση, από τις νεότερες μεθόδους, δεδομένου ότι οι περιγραφόμενοι από τους αρχαίους μύλοι αποτελούνταν από δύο θεμελιώδεις μυλόπετρες, που χρησιμοποιούνται και σήμερα. Ουσιαστική διαφορά υπάρχει μόνο όσον αφορά την κινητήρια δύναμη, που παλιότερα ήταν το νερό ή ο ατμός και σήμερα ο ηλεκτρισμός ή μηχανές εσωτερικής καύσης, και την εμφάνιση των κυλινδρόμυλων που δεν έχουν εκτοπίσει τελείως, κυρίως στις υπανάπτυκτες χώρες, τους πετρόμυλους.

Σε έρευνα του ιταλικού Ινστιτούτου Προϊστορίας που δημοσιεύθηκε το 2010 στην επιθεώρηση *Proceedings of the National Academy of Sciences*, ανακοινώθηκε πως ανακαλυφθήκαν λίθινα όργανα για το άλεσμα φυτών στην κοιλάδα του Μπιλανσίνο στην Ιταλία, στην κοιλάδα Ποκρόφσκι της Ρωσίας και στους λόφους Πάβλοφ της νότιας Μοραβίας στην Τσεχία. Η ηλικία αυτών των ευρημάτων φτάνει τουλάχιστον τα 30.000 χρόνια.

Το σιτάρι είναι μοναδικό ανάμεσα στα άλλα σιτηρά γιατί το αλεύρι του όταν αναμιγνύεται με το νερό μπορεί να σχηματίσει ένα συνεκτικό ζυμάρι. Επιπλέον το ζυμάρι που προέρχεται από άλευρο σιταριού είναι ικανό - περισσότερο από οποιοδήποτε άλευρο άλλου είδους σιτηρού - να συγκρατήσει το διοξείδιο του άνθρακα της ζύμωσης κατά τη διαδικασία της παρασκευής του ψωμιού. Αυτή η ιδιότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική για την παραγωγή ενός προϊόντος με ψίχα που να έχει ομοιογενή δομή.

Πολλοί τύποι σιταριού καλλιεργούνται σ' όλο τον κόσμο. Δύο γενετικοί τύποι σιταριού καλλιεργούνται σε εμπορική κλίμακα: *Triticum aestivum* (κοινός σίτος), *Triticum durum* (σκληρός σίτος) Ο κοινός σίτος διαιρείται σε δυνατό και μαλακό είδος ανάλογα με την περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη. Το δυνατό είδος χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού. Το μαλακό είδος χρησιμοποιείται για την παρασκευή κέικ, μπισκότων, κράκερ και άλλων προϊόντων. Από το *Triticum durum* παράγεται το κίτρινο αλεύρι και το σιμιγδάλι που αποτελεί την πρώτη ύλη παραγωγής των ζυμαρικών.



Εικόνα 1 (Κόκκος σίτου)

Τα κύρια συστατικά του κόκκου του σιταριού είναι το πίτυρο, το φυτόρο και το ενδοσπέρμιο. Το ενδοσπέρμιο περιλαμβάνει το εξωτερικό στρώμα αλευρώνης - που απομακρύνεται από το πίτυρο κατά την άλεση του σιταριού και το αμυλώδες ενδοσπέρμιο. Το φυτόρο περιλαμβάνει το έμβryo. Η ποιότητα του άσπρου αλεύρου εξαρτάται από το αμυλώδες ενδοσπέρμιο το οποίο αποτελεί το 85 % του κόκκου σίτου. Τα συστατικά του κόκκου του σιταριού συναντιούνται σε διαφορετικές συνθέσεις έτσι ώστε η ανάμιξη του αλεύρου με πίτυρο και φυτόρο να αλλάζει τη σύνθεση και τις ιδιότητες του αλεύρου. Η διατροφική αξία των προϊόντων του αλεύρου σίτου βασίζεται στη μεγάλη περιεκτικότητα του σε υδατάνθρακες (άμυλο) 60-68 %, 8-15 % πρωτεΐνες, 9-18 % νερό, κυτταρίνη 1,5-2 %, τέφρα 1,5-2 %, σάκχαρα 2-3 % και λιπίδια 1,5-2 %. Η πρωτεΐνη του σιταριού (ιδιαίτερα ένα μέρος του κλάσματος της πρωτεΐνης που ονομάζεται γλουτένη) θεωρείται ως ο πιο σπουδαίος παράγοντας που καθορίζει την ποιότητα, τον όγκο και τη δομή της ψίχας του ψωμιού. Ιδιαίτερη σημασία έχει η ποσότητα και η ποιότητα των πρωτεϊνών.

Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του σίτου σε πρωτεΐνη τόσο καλύτερη είναι και η αρτοποιητική του αξία, εφόσον και η ποιότητα της πρωτεΐνης είναι καλή. Η περιεκτικότητα του σίτου σε πρωτεΐνες, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως είναι η εδαφική υγρασία, το ποσό του αζώτου, η θερμοκρασία, το μήκος της ημέρας και το μήκος της περιόδου ωριμάνσεως του κόκκου του σιταριού.

Οι πρωτεΐνες του σιταριού διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την διαλυτότητα τους:

- α) αλβουμίνες,
- β) γλοβουλίνες,
- γ) γλοιαδίνες(προλαμίνες)
- δ) γλουτενίνες(γλουτελίνες)

Οι γλοιαδίνες και οι γλουτενίνες αποτελούν το 80 % περίπου της πρωτεΐνης του ενδοσπερμίου. Απαντώνται σε αναλογία 1:1. Αυτές οι δύο πρωτεΐνες σχηματίζουν τη γλουτένη. Η γλοιαδίνη όταν απομονωθεί και ενυδατωθεί, γίνεται κολλώδης και εμφανίζει εκτατότητα. Η γλουτενίνη όταν ενυδατωθεί γίνεται ταυτόχρονα συνεκτική και ελαστική. Η γλουτένη μπορεί να απομονωθεί με πλύση του ζυμαριού με νερό μέχρι να απομακρυνθούν οι περισσότερες από τις αλβουμίνες, γλοβουλίνες και το άμυλο.

1.2 ΕΙΔΗ ΑΛΕΥΡΩΝ

Άλευρα Αρτοποιίας

- Φαρίνα (Δυνατό Άσπρο Αλεύρι)
- Φαρίνα Δυνατή (Δυνατό Άσπρο Αλεύρι με βιταμίνη C)
- Φαρίνα Σπέσιαλ (Εξαιρετικά Δυνατό Άσπρο Αλεύρι με βιταμίνη C και βελτιωτικά)
- Κοινό Αλεύρι
- Φαρίνα Χωριάτικη από Σκληρό Σιτάρι
- Αλεύρι για Κυπριακή Πίττα
- Αλεύρι Πίτσας
- Φαρίνα “Συν” (Δυνατό Άσπρο Αλεύρι με βιταμίνη C & ένζυμα)

-Σιμιγδάλια

- Ψιλό Σιμιγδάλι
- Χοντρό Σιμιγδάλι

-Άλευρα Ζαχαροπλαστικής

- Φαρίνα Ζαχαροπλαστικής (Αλεύρι που Φουσκώνει Μόνο του)
- Φαρίνα Μαλακή (Μπισκοτοποιίας)
- Αλεύρι Σφολιάτας
- Αλεύρι για Κρουασάν
- Αλεύρι για Τσουρέκι

-Άλευρα Ολικής Άλεσης

- Αλεύρι Ολικής Άλεσης (whole meal)
- Νιφάδες Σίτου (whole wheat)
- Αλεύρι Ολικής Άλεσης Πετρόμυλου
- Αλεύρι Σίκαλη
- Κριθάλευρο Πετρόμυλου -Πίτυρο & Φουσκάρι

Παραδοσιακό Ολοσίταρο Αλεύρι
-Έτοιμα Μίγματα
Πολύσπορο
Τσουρέκι

Οι ποιότητες και οι κατηγορίες των αλεύρων διακρίνονται από τον τρόπο του αλέσματος, το βαθμό κοσκινίσματος και την ποιότητα του σιταριού και των άλλων δημητριακών, απ' όπου προέρχονται. Από άποψη ποιότητας του σιταριού, τα άλευρα διακρίνονται σε άλευρα σκληρού σιταριού, μαλακού σιταριού και ημίσκληρου. Στα παραγόμενα άλευρα από σκληρό σιτάρι υπάγεται και το σιμιγδάλι. Με την κατεργασία όλων των ποιοτήτων του σιταριού σε τελειοποιημένους μύλους παράγεται η φαρίνα, το κατεξοχήν αλεύρι της αρτοποιίας και χαρτονοποιίας.



Εικόνα 2 (Αλεύρι)

Για το άλεσμα του σιταριού εφαρμόζονται δύο διαφορετικές διεργασίες, αυτή που αποβλέπει στη μετατροπή του μαλακού και ημίσκληρου σιταριού σε αλεύρι για παρασκευή ψωμιού και εκείνη που αποβλέπει στη μετατροπή του σκληρού σιταριού σε σιμιγδάλι για παρασκευή ζυμαρικών.

Η βασική πρωτεΐνη του αλευριού, η γλουτένη, είναι αυτή που χαρίζει όπως παραγόμενες ζύμες τη συνεκτικότητά όπως. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε γλουτένη, τόσο πιο σκληρό θεωρείται το αλεύρι και είναι ιδανικό για παρασκευή ψωμιού αντίθετα από χαμηλότερες περιεκτικότητες που ενδείκνυνται για κέικ, μπισκότα και άλλα πιο μαλακά σκευάσματα. Όσον αφορά την οικιακή χρήση, στην αγορά θα βρούμε κυρίως τα παρακάτω είδη:

- Το σκληρό αλεύρι που παράγεται από επιλεγμένα σιτάρια και είναι κατάλληλο για όπως εφαρμογές όπως μαγειρικής και όπως ζαχαροπλαστικής, ιδανικά για ψωμιά, ζύμες όπως πίτσα, φύλλο για πίτες, ξεροτήγανα, κ.α. καθώς λόγω των ουσιών του επιτυγχάνει καλύτερο αποτέλεσμα συνδυαστικά με τη μαγιά και έχει διαφορετική απορροφητικότητα των υγρών.

Το αλεύρι για όπως δηλώνει και το όνομά του, είναι ένα αλεύρι γενικής χρήσης, απαραίτητο για την προετοιμασία των περισσότερων συνταγών, όπως μπισκότα, ορισμένα κέικ, σφολιάτες, ζύμες για τάρτες, κρέπες κ.α. Είναι υψηλού πρωτεϊνικού περιεχομένου, με μεγάλη περιεκτικότητα γλουτένης.

Το αλεύρι που φουσκώνει μόνο του ή φαρίνα είναι αλεύρι για όπως όπως, εμπλουτισμένο με διογκωτικές ουσίες αρτοποιίας (όπως μπέικιν πάουντερ) με σκοπό να παράγει πιο αφράτο και ελαφρύ αποτέλεσμα. Χρησιμοποιείται σε συνταγές για κέικ, παντεσπάνια, καθώς και κάποια είδη ψωμιού όπως ψωμί μπύρας.

Το αλεύρι ολικής άλεσης είναι αυτό που περιέχει το πίτουρο, το φύτρο και το ενδόσπερμα του σιταριού. Η παρουσία του πίτουρου μειώνει την περιεκτικότητα σε γλουτένη και ως αποτέλεσμα τα προϊόντα που παρασκευάζονται με αλεύρι ολικής άλεσης είναι πιο βαριά και πυκνά από εκείνα που φτιάχνονται από άσπρο αλεύρι. Είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε βιταμίνες και πρωτεΐνη και περιέχει περισσότερα ιχνοστοιχεία και φυτικές ίνες από ότι το άσπρο, γι' αυτό και θεωρείται μια πιο υγιεινή εναλλακτική πρόταση. Σε όπως συνταγές αναμειγνύεται με ίσες ποσότητες άσπρου αλευριού για την παραγωγή ειδών ψωμιού, κυπριακής πίτας κ.α.

Το αλεύρι για τσουρέκι είναι ένα δυνατό αλεύρι, ενισχυμένο με ειδικές ουσίες για την οικιακή παρασκευή τσουρεκιού. Βοηθάει στη δημιουργία μιας ελαστικής και αφράτης ζύμης, εύκολης στο δούλεμα με εύγευστο αποτέλεσμα.

Είναι η ιδανική επιλογή για γλυκά ψωμιά όπως τσουρέκι, πανετόνε, μπριός κ.α.

1.3 ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΜΥΛΩΝ

Ο περιστρεφόμενος χειρόμυλος ήταν ο πρώτος από όλους τους μύλους αλέσματος. Η διαδικασία αλέσματος στον χειρόμυλο αφορούσε το άλεσμα ανάμεσα σε ένα ζεύγος στρογγυλών, επίπεδων μυλόπετρων όπου το άλεσμα πραγματοποιούνταν ανάμεσα στην άνω κοίλη πέτρα και στην κάτω κυρτή. Η όλη κίνηση ήταν επαναλαμβανόμενη, με τον χειριστή να ρίχνει με το ένα του χέρι καρπό μέσα από ένα στενό άνοιγμα στην άνω πέτρα κουνώντας με το άλλο χέρι κυκλικά την άλλη με την βοήθεια μιας κάθετης, ξύλινης λαβής που ήταν ενσωματωμένη εκεί. Οι δυο επιφάνειες επέτρεπαν στον καρπό να περνάει ξανά και ξανά ανάμεσα τους μέχρι να καταστεί λεπτόκοκκο το προϊόν.

Ο ανεμόμυλος χρησιμοποιήθηκε για την άλεση των δημητριακών και την άντληση νερού. Ο πρώτος ανεμόμυλος σχεδιάστηκε από τον Ήρωνα και ήταν οριζόντιου άξονα περιστροφής και είχε τέσσερα πτερύγια. Στην Ελλάδα η χρήση των ανεμόμυλων υπήρξε αρκετά εκτεταμένη, λόγω του πλούσιου αιολικού δυναμικού της χώρας.

Κατά κανόνα στεγάζονταν σε κυλινδρικά πέτρινα δώροφα κτίρια. Στον επάνω όροφο βρίσκονταν ο άξονας και το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, ενώ στον κάτω όροφο γινόταν η άλεση και η αποθήκευση των σιτηρών. Τα πτερύγια τους ήταν πάνινα. Ένας ανεμόμυλος μπορούσε να αλέσει 20 με 70 κιλά σιτηρών την ώρα, ανάλογα με την ένταση

και την φορά του ανέμου. Σήμερα οι περισσότεροι ανεμόμυλοι έχουν ερειπωθεί και διατηρούνται ελάχιστα, κυρίως για τουριστικούς λόγους.

Οι νερόμυλοι λειτουργούσαν τον χειμώνα και μόνο λίγοι το καλοκαίρι και σε τόπους όπου υπήρχαν τρεχούμενα νερά. Η εγκατάσταση των νερόμυλων γίνονταν πλάι στις όχθες των ποταμών ή όπου έτρεχαν τους χειμερινούς μήνες πηγαία νερά, αρκετά για να εξασφαλίσουν την κίνηση του μύλου. Νερόμυλοι χτίζονταν επίσης διαδοχικά ο ένας κάτω από τον άλλο, στην απαιτούμενη απόσταση, στην πλαγιά ενός βουνού ώστε να μπορεί το νερό της να χρησιμοποιηθεί διαδοχικά από τον έναν και τον άλλο μύλο μέχρι τον πάτο της πρόσφορης πλαγιάς του βουνού.



Εικόνα 3 (Χειρόμυλος)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

1.4 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

Το αντικείμενο εργασιών και δραστηριοτήτων μιας αλευροβιομηχανίας είναι η παραγωγή αλεύρων, σιμιγδαλιών, και πιτύρων τα οποία προϊόντα προκύπτουν από την άλεση μαλακού και σκληρού σιταριού .

Το εργοστάσιο διαθέτει αποθηκευτικούς χώρους για την αποθήκευση των πρώτων υλών (μαλακό και σκληρό σιτάρι), και διαθέτει αποθηκευτικούς χώρους (σιλό) για την αποθήκευση των παραγομένων προϊόντων (αλεύρι, πίτυρα).

Υπάρχει ένα ξηραντήριο το οποίο χρησιμοποιείται για την σωστή αποθήκευση και συντήρηση της πρώτης ύλης. Τέλος διαθέτει ένα μεγάλο αριθμό ιδιόκτητων φορτηγών όπως σιλοφόρων για την χυδών μεταφορά προϊόντος, επικαθήμενων και τριαξονικών.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η παρακολούθηση του προϊόντος σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας είναι απαραίτητη σε μια αλευροβιομηχανία. Υπάρχει μια διαδοχική εμφάνιση σταδίων από το αρχικό στάδιο όπου είναι η παραλαβή των σιτηρών μέχρι το τελικό όπου είναι η παραγωγή και διάθεση των τελικών προϊόντων. Τα κύρια στάδια παραγωγής αλεύρου είναι:

-Παραλαβή σίτου

-Καθαρισμός σίτου

-Άλεση σίτου

-Ανάμιξη

1.4.1 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΣΙΤΟΥ

Ο συνηθέστερος τρόπος μεταφοράς του σίτου είναι τα φορτηγά και τα πλοία. Όταν η παράδοση γίνεται με πλοία τότε τα σιτηρά φορτώνονται σε φορτηγά της εταιρείας.

Στα φορτηγά τα σιτηρά συνήθως είναι σε χυδών μορφή και μεταφέρονται από τριαξονικά φορτηγά στο εργοστάσιο. Εκεί αφού ζυγιστούν στην γεφυροπλάστιγγα η οποία είναι κατάλληλη, παίρνεται δείγμα από διάφορα σημεία του φορτίου και παραδίδεται στο τμήμα του ποιοτικού ελέγχου.

Προκειμένου μέσα από μια σειρά ελέγχων να διαπιστωθεί αν πληροί τις προδιαγραφές για άλεση. Εφόσον λάβει την έγκριση για αποδοχή από το τμήμα του ποιοτικού έλεγχου το φορτηγό οδηγείται στον αποθηκευτικό χώρο όπου θα αδειάζει το προϊόν αφού όμως έχει σημειωθεί ο αριθμός της παρτίδας στο ημερήσιο δελτίο παραγωγής.

Τα πλοία φτάνουν και εκφορτώνονται στο λιμάνι που έχει μεγάλες αποθήκες και στην συνέχεια διανέμονται με φορητά στο εργοστάσιο. Η εκφόρτωση των σιτηρών δύναται να γίνει είτε με μηχανικά συστήματα (π.χ. με μεταφορικούς κοχλίες) η και με πεπιεσμένο αέρα.

Η δυναμικότητα της μεταφοράς σε αυτές τις περιπτώσεις είναι πάρα πολύ μεγάλη. Με τα μηχανικά συστήματα και με την βοήθεια γερανού μεταφέρεται το σιτάρι διαμέσου μιας μεταφορικής ταινίας. Το φορτίο φτάνει με ειδικά αναβατόρια στις πλάστιγγες όπου και ζυγίζεται. Τα φορητά πλοία διαθέτουν και σύστημα όπου η εκφόρτωση τους μπορεί να γίνει με πνευματική μεταφορά.



Εικόνα 4 (Σύστημα εκφόρτωσης από φορητό πλοίο).

1.4.2 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΣΙΤΟΥ

Μετά την παραλαβή των σιταριών και της αποθήκευσής τους σε μεταλλικά σιλό για να αρχίσει το στάδιο του καθαρισμού πρέπει να τροφοδοτηθούν τα σιλό των καθαριστηρίων πλυντηρίων τα οποία βρίσκονται στον εσωτερικό χώρο του εργοστασίου. Στα σιλό των καθαριστηρίων το σιτάρι παραμένει ξηρό χωρίς να έχει υποστεί κάποια περαιτέρω επεξεργασία. Η διαδικασία αυτή σχεδιάζεται από το τμήμα παραγωγής ανάλογα με τις ανάγκες για πλυμένο σιτάρι.

Κατά την διαδικασία καθαρισμού – πλυσίματος του ξηρού σίτου, σταδιακά απομακρύνονται οι φύρες(άρρωστα και με στίγματα σιτάρια) και οδηγούνται με την βοήθεια του αέρα και ενός συστήματος σωληνώσεων σε ένα συγκεκριμένο αποθηκευτικό χώρο. Το πλυμένο σιτάρι τοποθετείται στα σιλό διαβροχής από όπου μπορεί να παραμείνει ανάλογα με το είδος του από 8 έως 24 ώρες. Κάθε βάρδια καταγράφει την χρονική διάρκεια πλυσίματος του σιταριού και την ποσότητα του σίτου που πλύθηκε, ενώ είναι ιδιαίτερα σημαντικό να μην γίνει κάποια ανάμιξη διαφορετικών σιτηρών κατά την διαδικασία του καθαρισμού-πλυσίματος.

Ένας πάρα πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η υγρασία που θα πρέπει να έχει ο σίτος προς άλεση. Αν η τιμή της υγρασίας δεν είναι η επιθυμητή τότε προστίθεται επιπλέον ποσότητες νερού. Πρέπει να τονιστεί ότι η απαιτούμενη υγρασία διαφέρει ανάλογα με το είδος αλεύρου και επηρεάζεται από τις συνθήκες θερμοκρασίας.



Εικόνα 5 (Μεταλλικό σιλό αποθήκευσης σιτηρών)

1.4.3 ΑΛΕΣΗ ΣΙΤΟΥ

Ο υπεύθυνος παραγωγής με βάση τις ανάγκες για ημιέτοιμα προϊόντα καθορίζει την ποιότητα και την ποσότητα του σίτου που έχει ήδη καθαριστεί και που πρόκειται να αλεστεί. Με το που ξεκινήσει η διαδικασία της άλεσης το πλυμένο σιτάρι πηγαίνει κατευθείαν στους κυλίνδρους άλεσης τα οποία είναι τα βασικότερα μηχανήματα.

Τα προϊόντα στην διαδικασία της άλεσης είναι τα άλευρα, τα σιμιγδάλια και τα πίτυρα. Κάθε ένα από αυτά αποθηκεύονται σε ξεχωριστά σιλό ημιέτοιμων και έτοιμων προϊόντων. Τα πίτυρα αποθηκεύονται σε ξεχωριστά σιλό ζωοτροφών. Αν κάποιος από τα άλευρα είναι έτοιμο προς διάθεση τότε οδηγείται σε διαφορετικό σιλό μέσω πνευματικής μεταφοράς.



Εικόνα 6 (Κυλινδρομηχανή άλεσης σιτηρών)

1.4.4 ΑΝΑΜΙΞΗ

Είναι η διαδικασία στην οποία αναμιγνύονται ποσότητες ημιέτοιμου προϊόντος ή ημιέτοιμων προϊόντων μεταξύ τους προς με προς κατάλληλες ποσότητες βελτιωτικών και επιτυγχάνεται η παραγωγή σύνθετων αλεύρων πέραν των βασικών. Η ανάμιξη γίνεται μέσω ειδικών μίξερ χωρητικότητας 1,5 τόνων. Η δοσολογία ανάμιξης ημιέτοιμων προϊόντων καθορίζεται από το τμήμα του ποιοτικού έλεγχου και πετυχαίνεται μέσω προς ηλεκτρονικά ελεγχόμενου συστήματος.

Στο τέλος κάθε παρτίδας ανάμιξης λαμβάνεται δείγμα το οποίο εξετάζεται από το τμήμα του ποιοτικού ελέγχου και κρίνεται αν η ανάμιξη ημιέτοιμων προϊόντων είναι η επιθυμητή έτσι ώστε να διατεθεί το προϊόν προς ενσάκκιση στο τμήμα συσκευασίας.



Εικόνα 7 (Αναμίκτης)

1.5 Μηχανολογικός εξοπλισμός

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός σε ένα εργοστάσιο αλευροβιομηχανίας είναι ακριβός και αποτελείται από μια πληθώρα μηχανημάτων που είναι απαραίτητα και ενός βασικές λειτουργίες του και ενός διάφορες φάσεις ενός παραγωγικής διαδικασίας.

1.5.1 Εξοπλισμός για βασικές λειτουργίες

- Κοχλιομεταφορέας (Screw conveyor) : Αποτελεί ένα κομμάτι του μηχανολογικού εξοπλισμού το οποίο χρησιμοποιείται πολύ συχνά για την οριζόντια μεταφορά των χύμα προϊόντων στο τμήμα καθαρισμού του μύλου. Η χρήση του είναι ευρεία καθώς αποτελεί ένα οικονομικό στοιχείο μεταφοράς.

- Δονητικός κοχλίας (Screw vibrator) : Χρησιμοποιείται σε πολλούς τύπους μικρών κοντέινερ όπου οι μεμονωμένες παρτίδες προϊόντων πρέπει να μεταφέρονται με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίσουν μια συνεχή ροή προϊόντων.

-Φίλτρο (Filter) : Ο διαχωρισμός των σωματιδίων ενός σκόνης από ένα ρεύμα αέρα μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια του φίλτρου. Αυτού του τύπου ο φιλτραρισμένος αέρας μπορεί γενικά να επανεισαχθεί ενός χώρους παραγωγής ενός εργοστασίου αλέσεως.



Εικόνα 8 (Φίλτρο)

-Ανεμιστήρας (Fan) Στους περισσότερους ανεμιστήρες, ο πτερωτός κινητήρας τους. Ο πτερωτός τροχός πρέπει να παράγει μια ορισμένη ποσότητα αέρα σε μια ορισμένη πίεση του αέρα έτσι ώστε το όλο σύστημα να λειτουργεί ικανοποιητικά.

-Αεροφράκτης (Air lock) Ο κύριος σκοπός του αεροφράκτη είναι να εισάγει το προϊόν σε ένα ρεύμα πεπιεσμένου αέρα και να εξάγει τα προϊόντα τόσο από αρνητικό ρεύμα πίεσης όσο και από θετικό.

-Αναβατόρια (Bucket elevator). Είναι κατάλληλα για κοκκώδη υλικό καθώς εξασφαλίζουν μια καλή πλήρωση. Όταν πρόκειται για αλευρώδη υλικό είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται κάδοι με μεγαλύτερη διατομή. Η ικανότητα και η ορθή λειτουργία από τα αναβατόρια εξαρτάται από τη σωστή ρίψη του προϊόντος στο άνω μέρος αυτών καθώς επίσης και από τους κάδους οι οποίοι γεμίζονται με υλικό.

-Διαχωριστής προϊόντος και σκόνης (Product and dust separator) σκόνη και τα μίγματα προϊόντων που περιέχουν αέρα πρέπει να διαχωριστούν από το ρεύμα του αέρα. Ο διαχωρισμός αυτός μπορεί να γίνει είτε με την αύξηση της ταχύτητας του αέρα, είτε με φυγόκεντρο δύναμη και τέλος είτε με διαχωρισμό με τη βοήθεια της διήθησης. Επίσης χρησιμοποιούνται πάρα πολλές ζυγαριές υψηλής ευαισθησίας (Weight control) καθώς η παρουσία τους είναι απαραίτητη για την ομαλή λειτουργία του εργοστασίου.

1.5.2 Εξοπλισμός για καθαρισμό σίτου

-Τριέρι : Αποτελείται από δίσκους οι οποίοι έχουν τοποθετηθεί και στις δύο πλευρές και διαθέτουν πάνω τους μικρά κύτταρα των οποίων οι διαστάσεις και το μέγεθος εξαρτάται από την εργασία του διαχωρισμού. Οι λεπίδες μεταφοράς συνδέονται με τις ακτίνες των δίσκων για την μεταφορά του προϊόντος σε μια αξονική κατεύθυνση.

-Διαβροχέας (Washing machine) : Οι βρωμιές, οι οποίες είναι προσκολλημένες πάνω στο σιτάρι, διαβρέχονται από τους διαβροχείς και κομμάτια άμμου και βαριά αντικείμενα απομακρύνονται από το σιτάρι. Το σιτάρι απορροφά νερό συνεχώς κατά τη διάρκεια της μετάβασης του από το μηχάνημα κάτι το οποίο θεωρείται σήμερα ως ένα μειονέκτημα του συγκεκριμένου μηχανήματος.

-Κόσκινο (Separator) : Οι προσμίξεις διαχωρίζονται από τα σιτηρά μέσω ενός κόσκινου. Τέτοιου είδους μηχανήματα αποτελούνται από ένα κεντρικό κόσκινο για τον διαχωρισμό των ακαθαρσιών και ένα κόσκινο για τον διαχωρισμό της άμμου από το μίγμα των σιτηρών.

-Βούρτσα σίτου (Scouring machine) : Χρησιμοποιείται για το σκληρό τρίψιμο των προϊόντων. Διαθέτει ένα περιστροφικό τμήμα το οποίο έχει σχετικά μικρή διάμετρο πάνω στο οποίο είναι τοποθετημένα διάφορα εξαρτήματα τα οποία έχουν σχήμα κουπιού.



Εικόνα 6 (Βούρτσα)

-Δονητικό τραπέζι (Table separator) ; Η διαδικασία διαχωρισμού γίνεται σε αυτό το τραπέζι χωρίς να απαιτείται βοήθεια τους ρεύματος αέρα. Ο διαχωρισμός των ουσιών επιτυγχάνεται τόσο λόγω των διαφορών που υπάρχουν στα ειδικά βάρη αυτών όσο και λόγω τους ελαστικότητας στην κατασκευή τους εξωτερικής επιφάνειας.

-Πετροδιαλογέας (Stoner) ; Ο μοντέρνος πετροδιαλογέας μπορεί να εξάγει από ένα μίγμα πάνω από 90% τους συνολικής ποσότητας σε πέτρες που υπάρχουν μέσα σε αυτό. Τα χονδροειδή αντικείμενα και οι ακαθαρσίες πρέπει να διαχωρίζονται από το σιτάρι πριν από των διαχωρισμό που γίνονται με τους πετροδιαλογείς.

1.5.3 Εξοπλισμός για την άλεση σίτου

- Κυλινδρομηχανή (Roller Mill) : Αποτελεί ένα από τα βασικότερα τμήματα του μηχανολογικού εξοπλισμού στις αλευροβιομηχανίες. Με το πέρασμα του χρόνου, υπάρχουν όλο και περισσότερες βελτιώσεις στον τρόπο σχεδίασης της κυλινδρομηχανής καθώς επίσης βελτιώνονται και εκσυγχρονίζονται τα τμήματα από τα οποία αυτή αποτελείται. Τα τμήματα αυτά είναι τα εξής:

- Τροφοδοτικό της συσκευής: Η σωστή τροφοδότηση του προϊόντος σε συνδυασμό με την ικανότητα ικανοποιητικής ρύθμισης της συσκευής ζωοτροφών καθώς και την προσαρμοστικότητα στις όλο και μεταβαλλόμενες ιδιότητες της ροής του προϊόντος είναι οι απαιτήσεις για την καλύτερη δυνατή απόδοση άλεσης.

- Ρουλεμάν: Η απαιτούμενη πορεία των ρολών επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση των κυλινδρικών ρουλεμάν ευθύγραμμο στο ρολό που χρησιμοποιείται για τα υψηλά φορτία.

- Προστατευτικά τμήματα σταθεροποίησης: Ο σχεδιασμός αυτού του τμήματος έχει ως σκοπό την πλήρη σταθεροποίηση των ρολών, χωρίς να αναλαμβάνουν τις δυνάμεις που αναπτύσσονται από τις εργασίες της άλεσης. Τα τμήματα αυτά είναι κατασκευασμένα από συγκολλημένη λαμαρίνα.

- Μαχαίρι ξυσίματος και πρόσθετες συσκευές: Το μαχαίρι ξυσίματος αποτελείται από βούρτσες νάιλον οι οποίες εγκαθίστανται στα ρολά. Οι πρόσθετες συσκευές χρησιμοποιούνται για την παροχή πεπιεσμένου αέρα, την υποστήριξη του κυλινδρικού μύλου, την ψύξη του νερού, τη διαίρεση του κυλινδρικού μύλου και την εγκατάσταση αμπερομέτρων.

- Κόσκινο (Plansifter): Χρησιμοποιείται για το κοσκίνισμα και τον διαχωρισμό κατά της διαδικασίες της άλεσης. Η λειτουργία αυτού του μηχανήματος βασίζεται στην ίδια λογική με το χειρωνακτικό κοσκίνισμα. Η κυκλική ταλάντωση δημιουργείται από την κίνηση της αιωρούμενης μάζας μέσα στην σήτα. Ένα ακριβές αποτέλεσμα κοσκίνισματος επιτυγχάνεται με την επιλογή της κατάλληλης κίνησης του υλικού μέσα στη σήτα, με της κατάλληλες διαστάσεις της σήτας, το κατάλληλο μέγεθος των καλυμμάτων του κόσκινου και τον συνεχή καθαρισμό αυτού.



Εικόνα 7 (Κόσκινο)

- Σιμιγδαλιέρα (The semolina purifier): Ο κύριος σκοπός της είναι να απαλλάξει το σιμιγδάλι από τα τμήματα του πίτουρου που υπάρχουν μέσα σε αυτό και να το κατατάξει με τέτοιο τρόπο ώστε τα προϊόντα που λαμβάνονται να είναι όσο το δυνατόν πιο καθαρά και απαλλαγμένα από τέφρα. Αυτά τα καθαρισμένα και ταξινομημένα προϊόντα έχουν ιδιαίτερη σημασία ειδικά κατά την άλεση του σκληρού αλευριού.

- Βούρτσα πίτουρων (Bran finisher): Η βούρτσα για τα πίτουρα χρησιμοποιείται για την αφαίρεση των τμημάτων του αλευριού που είναι προσκολλημένα. Το πίτουρο απελευθερώνεται έτσι από τις μειωμένες προσμίξεις σε αλεύρι, ενώ το σχετικά σκούρο αλεύρι που προέρχεται από αυτή τη διαδικασία είναι κατάλληλο διότι διαθέτει πολύ καλές ιδιότητες κατά το ψήσιμο του και συμβάλλει στην αύξηση της ποιότητας του ψησίματος.

1.5.4 Τμήμα ενσάκκισης και χύμα εκφόρτωσης

Τα προϊόντα που δημιουργούνται μετά την διαδικασία της ανάμιξης ή τα ημιέτοιμα προϊόντα που δεν χρειάζονται ανάμιξη, μπορούν να τοποθετηθούν στα αντίστοιχα σιλό για χύμα φόρτωση, στα σιλό ενσάκκισης και στα σιλό πακετοποίησης. Το σιλό πακετοποίησης είναι το σιλό που το προϊόν συσκευάζεται σε ειδικές τσάντες (3kg, 5kg) με ραφές που μετά πακετοποιούνται.

Αν για το ίδιο προϊόν θέλουμε να ικανοποιήσουμε την παραγγελία είτε με χαρτοσακούλες είτε χύμα, χωρίζουμε με την μέθοδο του αεροδιαχωρισμού τα προϊόντα στα αντίστοιχα σιλό.

1.6 Ενσάκκιση

Τα προϊόντα που είναι τοποθετημένα στο σιλό ενσάκκισης μετά θα προωθηθούν στα αντίστοιχα σακιστικά μηχανήματα και θα προκύψουν έτοιμα προϊόντα συσκευασμένα σε χαρτοσακούλες με βαλβίδα (25kg και 50kg).

Ειδικά για κοκκώδη προϊόντα για επαγγελματική χρήση όπως το σιμιγδάλι ο συγκεκριμένος είναι ο καταλληλότερος τρόπος. Χρησιμοποιείται χαρτοσακούλα για να αποφεύγεται η σκόνη και γιατί είναι εναρμονισμένη απόλυτα με τους κανόνες περί τροφίμων.



Εικόνα 8 (Αυτόματο σύστημα ενσάκκισης)

1.6.1 Έλεγχος και παλετοποίηση των συσκευασιών

Η διάταξη που χρησιμοποιείται από το εργοστάσιο για τον έλεγχο και την παλετοποίηση είναι πάρα πολύ σημαντική για αυτό γιατί καθορίζει τον τρόπο και την κατάσταση που φθάνει το προϊόν στον πελάτη. Με τους συγκεκριμένους μηχανισμούς που είναι σε μεγάλο βαθμό τους αυτοματοποιημένοι διευκολύνεται το προσωπικό καθώς μειώνεται πολύ το βαρύ φορτίο και τους βοηθάει την επιχείρηση στην οικονομική αποθήκευση και φόρτωση των σάκων καθώς και στον περιορισμό των δαπανών για εργατικά.

-Μεταλλικός ανιχνευτής

Μπορεί κατά την διάρκεια τους μεταφοράς του σάκου στον ιμάντα μεταφοράς να ανιχνεύσει την ύπαρξη μεταλλικού κομματιού στο περιεχόμενο του. Η ανίχνευση γίνεται από πηνίο εκπομπής - αποδοχής. Οι πιθανότητες να βρεθεί κάποιο μεταλλικό κομμάτι είναι ελάχιστες γιατί υπάρχουν μεταλλικοί ανιχνευτές και μαγνήτες και στα στάδια τους παραγωγικής διαδικασίας. Η παρουσία του λοιπόν, είναι εξαιρετικά απαραίτητη.

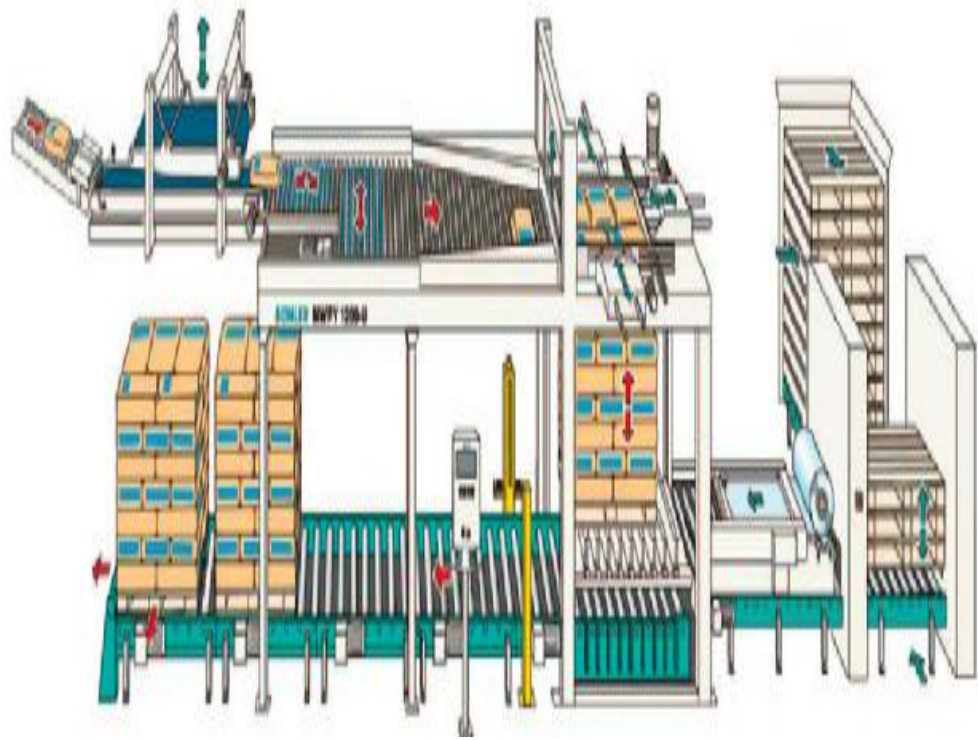
- Μηχάνημα γυρίσματος (ισιώματος) σάκων: Αλλάζει το προσανατολισμό των σάκων, και τους τοποθετεί σε οριζόντια θέση με την επιλεγμένη κατεύθυνση (βάση ή κορυφή του σάκου).

- Ισοπεδωτής σάκων: Πιέζει με κινητούς κυλίνδρους τους σάκους για να κατανέμεται ομοιόμορφα το περιεχόμενο τους. Είναι πολύ χρήσιμος και διευκολύνει την διαδικασία παλετοποίησης.

- Σφραγιαστικό θερμότητας σάκων: Εφαρμόζει την εν θερμώ έγχυση της κόλλας σύντηξης στην κορυφή της συσκευασίας,διάμεσου σωλήνων που αντλούν την κόλλα από το ντεπόζιτο του μηχανήματος.

- Ολισθητήρες σάκων: Χρησιμοποιείται για την μεταφορά των σάκων από ένα αρκετά υψηλότερο επίπεδο σε ένα πιο χαμηλό. Μεταφέρει τους σάκους από το τμήμα ενσάκισης σε επιθυμητό σημείο στην αποθήκη, έχοντας τους αποσπάζει με ομαλό τρόπο από τον ιμάντα μεταφοράς. Τοποθετείται στο τέλος του ιμάντα.

- Αυτόματη γραμμή περιτύλιξης παλέτας. Οι παραγόμενες έτοιμες παλέτες περιτυλίγονται με ειδικό πλαστικό (stretch film). Σπανιότερα περιτυλίγονται και χειρονακτικά. Η διάταξη των παλετών πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να διασφαλίζεται η σωστή διαχείριση του αποθηκευτικού χώρου. Η ύπαρξη γερανογέφυρας είναι αρκετά βοηθητική.



Εικόνα 9 (Σύστημα παλετοποίησης)

1.7 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΙΜΑΝΤΕΣ

1.7.1 Γενικά

Οι μεταδόσεις κίνησης με ιμάντες εξυπηρετούν τη μεταφορά ισχύος από έναν άξονα σε άλλο. Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο όταν υπάρχουν μεγάλες αποστάσεις αξόνων ή απαιτείται μία μαλακή μετάδοση κίνησης. Ο ιμάντας περιβάλλει τις τροχαλίες που βρίσκονται πάνω στον κινητήριο και στον κινούμενο άξονα. Η ικανότητα μεταφοράς ισχύος εξαρτάται ουσιαστικά από τη συμπεριφορά της τριβής αν άμεσα στον ιμάντα και την επιφάνεια της τροχαλίας.

Υπάρχουν δύο βασικά είδη ιμάντων οι επίπεδοι και οι τραπεζοειδής.

Η περιοχή που χρησιμοποιούνται οι διάφοροι τύποι ιμάντων δεν μπορεί να οριοθετηθεί απόλυτα. Ένας γενικός κανόνας είναι ότι οι επίπεδοι ιμάντες χρησιμοποιούνται εκεί όπου έχουμε μεγάλες αποστάσεις αξόνων και σχετικά μικρές σχέσεις μετάδοσης. Αντίθετα οι τραπεζοειδής ιμάντες χρησιμοποιούνται σε μεγάλες σχέσεις μετάδοσης και μικρές αποστάσεις αξόνων.

Οι τραπεζοειδής και οι κοινοί επίπεδοι ιμάντες εργάζονται σε μια περιοχή περιφερειακών ταχυτήτων περίπου 4-25m/sec. Οι ειδικοί επίπεδοι ιμάντες (σύνθετοι, νάυλον) καθώς και οι μικροτραπεζοειδείς έχουν την ικανότητα να εργάζονται σε μεγάλες περιφερειακές ταχύτητες, χωρίς βέβαια να αποκλείεται η χρήση τους σε μικρότερες ταχύτητες.

Πλεονεκτήματα

- Σχεδόν αθόρυβη λειτουργία στους τραπεζοειδείς, αλλά και στους επίπεδους, όταν μπορεί να αποφευχθεί ο θόρυβος στα σημεία σύνδεσης.
- Καλύτερη παραλαβή και απόσβεση των κρούσεων.
- Απλή διάταξη χωρίς κιβώτιο οδοντώσεων και λίπανση, πρακτικά χωρίς συντήρηση.
- Χρησιμοποιούνται κατά πολλαπλό τρόπο π.χ. για άξονες ομόροτους, αντίροτους, διασταυρούμενους ή για κίνηση περισσότερων αξόνων με ένα ιμάντα.
- Κάλυψη μεγάλων αποστάσεων αξόνων χωρίς δέσμευση για μία ορισμένη απόσταση.
- Είναι φθηνότερο σύστημα ιδιαίτερα για μεγαλύτερη απόσταση αξόνων και απλή διάταξη τροχαλιών.
- Εύκολη αποσύμπλεξη.

- Της επίπεδους ιμάντες με μετάθεση του ιμάντα σε μία ελεύθερη τροχαλία, ή με αφαίρεση της πρότασης π.χ. με ανύψωση του τροχού τάσης ή μεταβολή της απόστασης των αξόνων.
- Απλή μεταβολή της σχέσης μετάδοσης. Της επίπεδους ιμάντες με μετατόπιση του ιμάντα πάνω σε βαθμωτές ή κωνικές τροχαλίες. Στους τραπεζοειδείς ιμάντες με μεταβολή των διαμέτρων των τροχαλιών.

Μειονεκτήματα

- Μεγαλύτερες διαστάσεις κατασκευής και μεγαλύτερη αξονική δύναμη που ανάλογα μπορεί να φτάσει το 1,5 έως 6 της περιφερειακής δύναμης.
- Η διολίσθηση κατά τη μεταφορά της δύναμης που μεταβάλλεται με την πρόταση, παραμένουσα επιμήκυνση και τον συντελεστή τριβής και δεν επιτρέπει μία απόλυτα σταθερή σχέση μετάδοσης.
- Η παραμένουσα επιμήκυνση του ιμάντα που αυξάνει με τον χρόνο και τη φόρτιση και οδηγεί της φορές σε ολίσθηση και εκτίναξη του ιμάντα. Σε περίπτωση εξουδετέρωσής της απαιτεί πρόσθετα έξοδα.
- Η μεταβολή της επιμήκυνσης του ιμάντα με την θερμοκρασία και την υγρασία.
- Η μεταβολή του συντελεστή τριβής με την σκόνη, την ακαθαρσία, το λάδι και την υγρασία.

ΕΙΔΗ ΙΜΑΝΤΟΚΙΝΗΣΕΩΝ

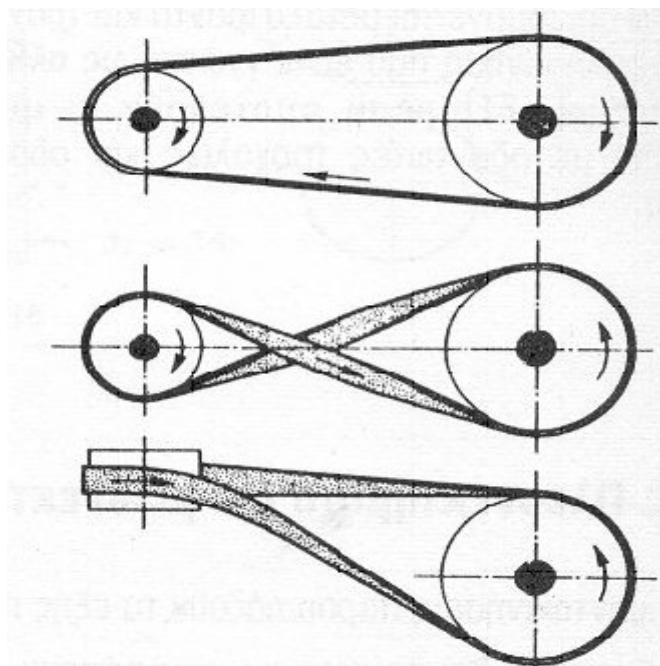
Ανάλογα με την μορφή του ιμάντα:

- Ιμαντοκίνηση με επίπεδο ιμάντα.
- Ιμαντοκίνηση με τραπεζοειδή ιμάντα.
- Ιμαντοκίνηση με στρογγυλό ιμάντα.
- Ιμαντοκίνηση με οδοντωτό ιμάντα.

Ανάλογα με το υλικό του ιμάντα:

- Ιμαντοκίνηση με ιμάντα από δέρμα.
- Ιμαντοκίνηση με ελαστικό ιμάντα.
- Ιμαντοκίνηση με βαμβακερό ιμάντα.
- Ιμαντοκίνηση με συνθετικό ιμάντα.

- Ανάλογα με την σύνδεση των άκρων του ιμάντα:
 - Ιμαντοκίνηση με ατέρμονα από ιμάντα.
 - Ιμαντοκίνηση με ιμάντα ραφής.
 - Ιμαντοκίνηση με ιμάντα συγκολλητό.
 - Ιμαντοκίνηση με ιμάντα αρμών
- Ανάλογα με την θέση των άτρακτων και το τύλιγμα του ιμάντα:
 - Ανοικτή διάταξη, και οι δύο άτρακτοι έχουν την ίδια φορά περιστροφής.
 - Διασταυρούμενη διάταξη, η κινούμενη άτρακτος έχει αντίθετη φορά περιστροφής.
 - Ημιδιασταυρούμενη διάταξη, οι δύο άτρακτοι διασταυρώνονται χωρίς να τέμνονται.
 - Κατακόρυφη διάταξη.
 - Οριζόντια διάταξη.
 - Πλάγια διάταξη.



Εικόνα 10 (Διατάξεις Ιμαντοκίνησης)

1.7.2 ΕΙΔΗ ΙΜΑΝΤΩΝ

- Επίπεδοι ιμάντες

Οι επίπεδοι ιμάντες κατασκευάζονται από διάφορα υλικά, τα κυριότερα από τα οποία είναι: δέρμα, υφαντά πλέγματα ή μη, συνθετικά και συνδυασμό υλικών.

- Δερμάτινοι ιμάντες

Το δέρμα είναι πολύ κατάλληλο υλικό για ιμάντες, διότι έχει μεγάλο συντελεστή τριβής και μικρή επιμήκυνση. Αντοχή και ευκαμψία διαφέρουν στα διάφορα είδη.

Μειονεκτήματα είναι ότι για την μεταφορά μεγάλων ισχύων πρέπει να έχουμε ιμάντες με πολλές στρώσεις από δέρμα δηλαδή μεγάλο πάχος ιμάντα.

Διακρίνονται σε:

- Ιμάντες HG (εύκαμπτους με περιεχόμενο λίπος μέχρι 7%).

Είναι γενικής χρήσης, ειδικά για υψηλή καταπόνηση, ταχύτητα και συχνότητα κάμψεων. Επίσης είναι κατάλληλοι για μεταδόσεις με μικρή απόσταση αξόνων και για λειτουργία με τροχούς τάσης, οδηγούς τροχαλίες και ημιδιασταυρούμενη διάταξη.

- Ιμάντες G (εύκαμπτους με περιεχόμενο λίπος 14%).

Χρησιμοποιούνται για κανονικές μεταδόσεις, επίσης για διασταυρούμενες μεταδόσεις και κωνικές τροχαλίες.

- Ιμάντες S (στάνταρντ, με περιεχόμενο λίπος 25%).

Χρησιμοποιούνται σε μικρότερες περιφερειακές ταχύτητες. Ιδιαίτερα σε βαθμωτές τροχαλίες και σε διατάξεις αποσύμπλεξης. Είναι κατάλληλοι για σκληρή λειτουργία στο ύπαιθρο, με περιβάλλον γεμάτο σκόνη.

- Ιμάντες από συνθετικά υλικά

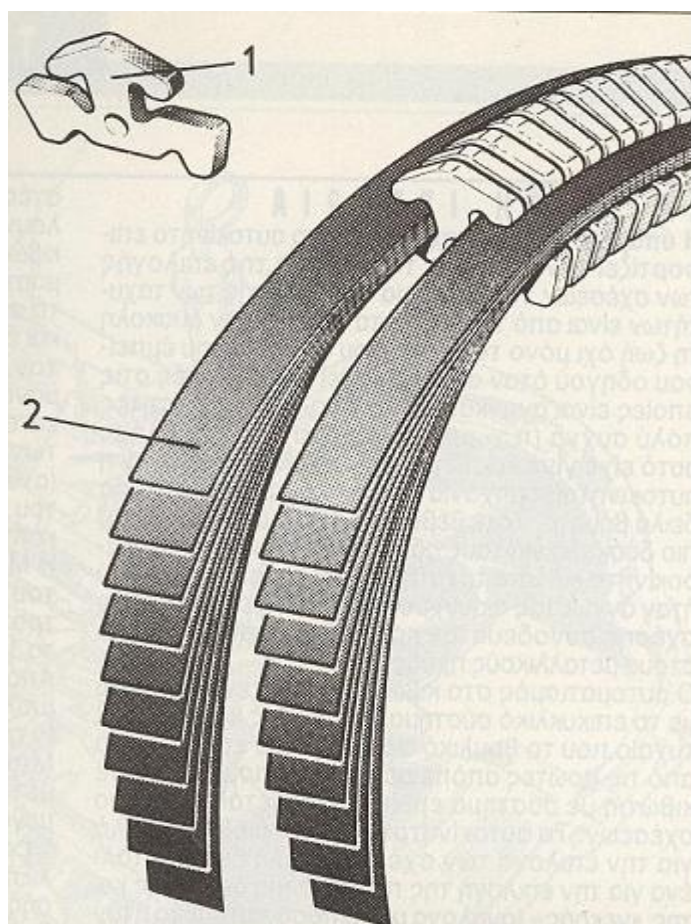
Ιμάντες από συνθετικά υλικά όπως πολυαμίδη, νάιλον, και περλών διαθέτουν υψηλή αντοχή και σχεδόν καθόλου επιμήκυνση. Χρησιμοποιούνται όμως σπάνια διότι έχουν κακό συντελεστή τριβής.

- Υφαντοί ιμάντες

Κατασκευάζονται από οργανικά υλικά (π.χ. βαμβάκι, τρίχες καμήλας ή κασίκας, φυσικό μετάξι, καννάβι) ή από συνθετικά υλικά (π.χ. νάιλον, περλών, ορλόν, τεχνητό μετάξι).

Σύνθετοι ιμάντες

Είναι τους συνδυασμός συνθετικού υλικού και δέρματος. Αποτελούνται κατά κανόνα από δυο έως τρεις στρώσεις και συγκεκριμένα από μια στρώση που έχει δέρμα υψηλής τριβής και μια στρώση από συνθετικό υλικό που παρέχει υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό και μικρή σε επιμήκυνση. Οι ιμάντες αυτοί είναι πολύ ελαστικοί και δεν επηρεάζονται από λιπαντικά και καιρικές συνθήκες. Έχουν καλό βαθμό απόδοσης, μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα μεταφοράς τριπλάσιας ισχύος από τους δερμάτινους και είναι κατάλληλοι για μεγάλες σχέσεις μετάδοσης και (1-20), μικρές αποστάσεις αξόνων και μεγάλες ταχύτητες.



Εικόνα 11 (Σύνθετοι ιμάντες κίνησης)

Τραπεζοειδείς ιμάντες

Οι τραπεζοειδείς ιμάντες έχουν εκτοπίσει σε μεγάλο βαθμό τους κοινούς επίπεδους ιμάντες διότι έχουν την τριπλάσια ικανότητα μεταφοράς ισχύος και εργάζονται μαλακά χωρίς ολίσθηση. Απαιτούν μικρότερη γωνία περιέλιξης, επιτυγχάνοντας έτσι μεγάλες σχέσεις μετάδοσης και μικρότερες αποστάσεις αξόνων. Ο χώρος που καταλαμβάνουν είναι επομένως μικρότερος, όπως και η δυνατότητα εργασίας πολλών ιμάντων τοποθετημένων ο ένας δίπλα στον άλλο. Είναι κατασκευασμένοι από ελαστικό και έχουν τραπεζοειδή διατομή. Στο άνω μέρος, ενσωματωμένα στο ελαστικό, υπάρχουν ενισχυτικά νήματα για την παραλαβή των εφελκυστικών δυνάμεων. Όλο το σώμα είναι τυλιγμένο σε ύφασμα και βουλκανιζάρεται μέσα σε φόρμες.



Εικόνα 12 (Τραπεζοειδής ιμάντας)

Οι κανονικοί τραπεζοειδείς ιμάντες κατασκευάζονται σε τυποποιημένες διαστάσεις με μια γωνία πλευρών $\alpha=32^{\circ}$ - 38° σε 12 μεγέθη κατά DIN2215 και εσωτερικά από 100 έως 18000 mm.

Οδοντωτοί ιμάντες

Οι οδοντωτοί ιμάντες φέρουν οδόντες στο άνω ή στο άνω και στο κάτω μέρος που η μεταφοράσυνεργάζονται με οδοντωτές τροχαλίες. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή της δύναμης και της κίνησης με ταχύτητα ιμάντα μέχρι 80 m/sec. Η δύναμη εφελκυσμού παραλαμβάνεται από κλώνους χαλύβδινων συρματιδίων που είναι ενσωματωμένοι στον, από συνθετικό υλικό κατασκευασμένο, ατέρμονα ιμάντα.

Οι χαλύβδινοι αυτοί κλώνοι προσδίνουν στον ιμάντα ασυνήθιστη ευκαμψία και μεγάλη αντίσταση σε επιμηκύνσεις. Το συνθετικό υλικό του ιμάντα διαθέτει μεγάλη αντοχή σε φθορά, σε γήρανση και σε επιδράσεις από λάδι, βενζίνη, οινόπνευμα και ηλιακό φως.

Επειδή οι ιμάντες αυτοί απαιτούν μικρή πρόταση, τα φορτία στα έδρανα είναι μικρά. Η θερμοκρασία λειτουργίας επιτρέπεται να φτάσει μέχρι τους 80°C.



Εικόνα 13 (Οδοντωτός ιμάντας)

1.8 ΑΞΟΝΕΣ

Άξονας είναι ένα περιστρεφόμενο στοιχείο συνήθως κυκλικής διατομής (πλήρους ή σωληνωτής) που χρησιμοποιείται για να μεταφέρει ισχύ ή κίνηση.

Άτρακτος είναι ένα μη περιστρεφόμενο στοιχείο που δεν μεταφέρει ροπή και χρησιμοποιείται για να στηρίζει περιστρεφόμενους τροχούς, τροχαλίες κλπ.

Λειτουργικές Παράμετροι

Παραμόρφωση και ακαμψία

- Καμπτική παραμόρφωση
- Στρεπτική παραμόρφωση
- Κλίση στα έδρανα και στοιχεία επί του άξονα.
- Διατμητικές παραμορφώσεις οφειλόμενες σε εγκάρσια φόρτιση αξόνων μικρού μήκους.



Εικόνα 14 (Άξονας)

Τάση και αντοχή

- Στατική αντοχή
- Αντοχή σε κόπωση
- Αξιοπιστία

Γεωμετρία

Οι άξονες γενικά έχουν τη γεωμετρία ενός κυλίνδρου με διαφορετικές διαμέτρους κατά μήκος. Οι διαφορετικές διαμέτροι κάθε βήματος χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν με ακρίβεια την ακτινική θέση των εδράνων, των γραναζιών, των τροχαλιών κλπ. Οι μεταβολές διαμέτρων κάθε βήματος χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν με ακρίβεια την αξονική θέση των εδράνων, γραναζιών τροχαλιών κλπ.

Υλικά αξόνων

Οι άξονες κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα γενικής χρήσεως ή ειδικούς σκληρομένους χάλυβες ανάλογα με την εφαρμογή.

1.9 ΕΙΔΗ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ

Η τροχαλία στην πιο απλή της μορφή είναι ένας δίσκος με ορισμένες διαστάσεις, κατάλληλο υλικό και περιφέρεια επίπεδη ή αυλακωτή πάνω στην οποία τυλίγεται ο ιμάντας.

Οι τροχαλίες μοιάζουν στην μορφή με οδοντωτούς τροχούς με την διαφορά ότι οι τελευταίοι έχουν στην περιφέρεια τους δόντια. Το υλικό των τροχαλιών, η κατασκευαστική και ο τρόπος στερεώσεως αυτών διαφέρει από κατασκευή σε κατασκευή.

Στην ποικιλία των κατασκευαζόμενων τροχαλιών μπορεί να γίνει η εξής κατάταξη:

- Ανάλογα με το υλικό που είναι κατασκευασμένες.
- Ανάλογα με την κατασκευαστική τους διαμόρφωση.
- Ανάλογα με τον τρόπο στερέωσης.
- Ανάλογα με την θέση της ή τον σκοπό που εξυπηρετεί.
- Ανάλογα με την διατομή του ιμάντα ή την μορφή της στεφάνης



Εικόνα 15 (Τύποι τροχαλιών)

1.10 ΟΔΟΝΤΩΤΟΙ ΤΡΟΧΟΙ

Πλεονεκτήματα

- Χρησιμοποιούνται για προς προς σχετικές θέσεις των ατράκτων στο χώρο.
- Μεταδίδουν την κίνηση στην κινούμενη άτρακτο με μικρότερη ή μεγαλύτερη περιστροφική ταχύτητα ανάλογα με τον αριθμό δοντιών των δύο τροχών.
- Παρουσιάζουν ορισμένη σταθερή σχέση μεταδόσεως προς κίνησης και αυτό γιατί λόγω προς εμπλοκής των δοντιών δεν παρουσιάζεται απώλεια στροφών.
- Παρουσιάζουν μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Απαιτούν μικρή συντήρηση.
- Έχουν πολύ καλό βαθμό απόδοσης, που εξαρτάται από το είδος των τροχών την καλή κατασκευή και την κατάλληλη λίπανση.

Μειονεκτήματα

- Θορυβώδης λειτουργία.
- Σχετικά υψηλό κόστος κατασκευής.
- Μετάδοση προς κινήσεως κατά μη ελαστικό τρόπο.

1.11 ΕΙΔΗ ΟΔΟΝΤΩΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ

Από τη θέση των ατράκτων στο χώρο καθορίζεται το είδος των οδοντωτών τροχών. Οι οδοντωτοί τροχοί διακρίνονται προς μετωπικούς, κωνικούς, σε ζευγάρι με ατέρμονα κοχλία και προς κοχλιωτούς.

Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί

Διακρίνονται προς παρακάτω κατηγορίες:

- Παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί

Τα δόντια είναι παράλληλα μεταξύ προς και προς τον άξονα του τροχού. Η οδόντωση μπορεί να είναι εξωτερική ή εσωτερική.

- Ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί

Η οδόντωση έχει κεκλιμένα δόντια είτε μονά είτε διπλά.

- Γωνιώδεις οδοντωτοί τροχοί

Η οδόντωση είναι συνεχής, αρχίζει από το ένα μέτωπο με ορισμένη κλίση και από την μέση του πλάτους μέχρι το άλλο μέτωπο έχει αντίθετη κλίση.

- Ζεύγος οδοντωτού τροχού-οδοντωτού κανόνα

Ο οδοντωτός τροχός περιστρέφεται και ο οδοντωτός κανόνας κινείται ευθύγραμμα.

- Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί

Χρησιμεύουν για την μετάδοση κίνηση μεταξύ τεμνόμενων ατράκτων. Οι γεωμετρικοί άξονες των ατράκτων σχηματίζουν συνήθως γωνία 90° αλλά ενός φορές μικρότερη ή μεγαλύτερη από 90° .

- Ζευγάρι ατέρμονα κοχλία- οδοντωτού τροχού (κορώνας)

Χρησιμεύει για την μετάδοση κινήσεως μεταξύ δύο ασυμβάτων ατράκτων. Οι γεωμετρικοί άξονες των δύο ατράκτων σχηματίζουν γωνία συνήθως 90° και σπάνια διαφορετική γωνία.

- Κοχλιωτοί οδοντωτοί τροχοί

Είναι ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί με κατάλληλη κλίση στα δόντια για να μπορούν να συνδέσουν ατράκτους που είναι διασταυρούμενες χωρίς να τέμνονται.

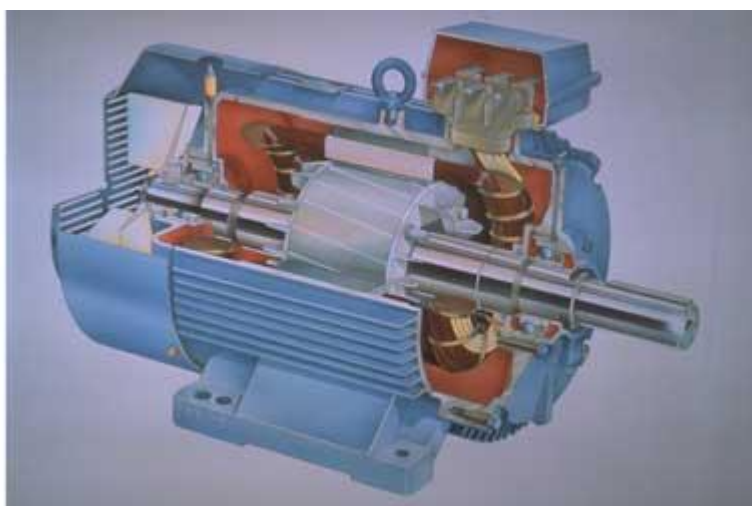
1.12 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Ενός μύλους συνήθως χρησιμοποιούνται ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Οι ασύγχρονοι κινητήρες χρησιμοποιούνται κατά κόρον και επικράτησαν στη βιομηχανία γιατί είναι απλοί στην κατασκευή και οικονομικοί. Ακόμα είναι εύκολοι στη συντήρηση, ασφαλείς στη λειτουργία και έχουν καλό βαθμό απόδοσης. Διακρίνονται σε μονοφασικούς και τριφασικούς. Οι τριφασικοί υποδιαιρούνται σε δύο κύριες κατηγορίες, ενός κινητήρες δακτυλιοφόρου και βραχυκυκλωμένου δρομέα.

- Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά Ασύγχρονου κινητήρα

Μία ασύγχρονη μηχανή αποτελείται από δύο μέρη, ένα ακίνητο που λέγεται στάτης και ένα κινητό που λέγεται δρομέας και βρίσκεται στο εσωτερικό ενός μηχανής. Παρακάτω φαίνεται η τομή ενός ασύγχρονου κινητήρα.



Εικόνα 16 (Τομή Ασύγχρονου κινητήρα)

- Στάτης

Ο στάτης φέρει στο εσωτερικό του μέρος αυλακώσεις μέσα στις οποίες τοποθετείται το τριφασικό τύλιγμα, τα έξι άκρα των τριών φάσεων του οποίου καταλήγουν σε έξι ακροδέκτες στο πάνω μέρος της μηχανής. Για να επιτύχουμε την εκάστοτε συνδεσμολογία αστέρα ή τριγώνου, συνδέουμε κατάλληλα τους ακροδέκτες αυτούς με λαμάκια.

- Δρομέας

Οι επαγωγικοί κινητήρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την κατασκευαστική δομή του δρομέα τους: σε κινητήρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα ή κλωβό (squirrel cage rotor) και σε κινητήρες με δακτυλιοφόρο δρομέα (wound rotor). Και στις δύο κατηγορίες η σύνδεση μεταξύ δρομέα και του στάτη δεν είναι ηλεκτρική, αλλά μαγνητική.

-Ασύγχρονη μηχανή βραχυκυκλωμένου δρομέα- κλωβού.

Ο δρομέας των κινητήρων αυτών αποτελείται από ελάσματα μονωμένα μεταξύ τους, τα οποία προσαρμόζονται στον άξονα. Τα ελάσματα φέρουν οδοντώσεις, οι οποίες σχηματίζουν αυλάκια κατά μήκος του δρομέα.

Η γεωμετρική αυτή μορφή των αυλακώσεων καθορίζει την ηλεκτρική συμπεριφορά του κινητήρα, δηλαδή τη χαρακτηριστική ταχύτητας – ροπής. Στα αυλάκια αυτά τοποθετούνται ράβδοι από χαλκό ή ορείχαλκο, τα άκρα των οποίων συνδέονται μεταξύ τους με δακτυλίους βραχυκύκλωσης (shorting rings). Έτσι, σχηματίζεται το τύλιγμα κλωβού του δρομέα.

Στους επαγωγικούς κινητήρες μικρής ισχύος χρησιμοποιούμε αλουμίνιο αντί του χαλκού. Στην περίπτωση αυτή, οι δακτύλιοι βραχυκύκλωσης και τα πτερύγια εξαερισμού χυτεύονται μαζί με τους αγωγούς του κλωβού, οι οποίοι δεν είναι μονωμένοι ως προς το σίδηρο του δρομέα. Όμως, τα ρεύματα κυκλοφορούν κυρίως από τον κλωβό, καθώς η αγωγιμότητα του αλουμινίου είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του σιδήρου. Οι κινητήρες αυτού του τύπου είναι και οι πιο διαδεδομένοι.

- Ασύγχρονη μηχανή δακτυλιοφόρου δρομέα

Ο δρομέας των επαγωγικών κινητήρων με δακτυλιοφόρο δρομέα φέρει αυλακώσεις, μέσα στις οποίες τοποθετείται ένα τριφασικό τύλιγμα, αντίστοιχο μ' εκείνο του στάτη. Οι τρεις φάσεις του τυλίγματος στο δρομέα συνδέονται σχεδόν πάντα σε αστέρα. Τα τρία άκρα του τυλίγματος αστέρα καταλήγουν σε ισάριθμους δακτυλίους, που φέρει ο δρομέας. Μέσω των δακτυλίων και των ψηκτρών που εφάπτονται σ' αυτούς, είναι δυνατή η σύνδεση ρυθμιστικών αντιστάσεων στο τύλιγμα του δρομέα.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΜΗΧΑΝΗΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα γίνει μελέτη των στοιχείων μηχανών (κίνησης) της κυλινδρομηχανής του αλευρόμυλου η οποία δέχεται την μετάδοση της κίνησης από τον ηλεκτροκινητήρα .

2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΜΑΝΤΑ

Ως γνωστόν οι άτρακτοι μεταφέρουν ροπές κάμψεως και στρέψεως, μέσω των στοιχείων μετάδοσης της κίνησης όπως οδοντωτοί τροχοί, ιμάντες, αλυσίδες. Στο συγκεκριμένο κομμάτι της εργασίας θα εξεταστούν τα επιμέρους αυτά τμήματα και θα μελετηθεί η επιλογή ιμάντα που μεταδίδει την κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα στον άξονα της κυλινδρομηχανής.

Ο ηλεκτροκινητήρας έχει ισχύ $N=20$ HP και αριθμό στροφών $n=950$ rpm. Οι στροφές θα μειωθούν στις $n=400$ rpm όπου θα είναι και οι στροφές του άξονα που δίνει κίνηση στην κυλινδρομηχανή .



Εικόνα 17 (Ιμάντας EXTREMULTUS)

Η κυλινδρομηχανή θα εργάζεται 16 ώρες την ημέρα, και ο ιμάντας θα είναι EXTREMULTUS(τεχνητός σύνθετος).

-Έλεγχος της σχέσης μετάδοσης

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{950rpm}{400rpm} = 2.37$$

Η σχέση μετάδοσης που προκύπτει είναι μικρότερη από (6) και έτσι θα χρησιμοποιηθεί μια βαθμίδα μετάδοσης

-Διάμετρος κινητήριας τροχαλίας

$$d = y_1 \sqrt{\frac{d}{s}} \times \sqrt[3]{\frac{N \times C}{S \times n}} = 70 \times \sqrt{150} \times \sqrt[3]{\frac{20 \times 1.82}{2 \times 950}} = 240mm \quad (2.1)$$

Όπου y_1 η παράμετρος η οποία κυμαίνεται από 60 έως 70. Εμείς θα πάρουμε μια μέση τιμή δηλαδή $y_1=70$.

-Χαρακτηριστικό d_1/s

Από τον πίνακα (8) έχουμε $(d/s)_{ελάχισ}$ =90 και θα πρέπει να ισχύει $d_1/s > (d_1/s)_{ελάχισ}$. Συνήθως έχουμε την αναλογία $d_1/s = (1.5-2)(d/s)$ ελάχιστο=135-180.

Επομένως θα πάρουμε $d_1/s=150$.

Σταθερά C Ισούται με:

$$C = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \quad (2.2)$$

Από τους πίνακες (1-6) έχουμε τα εξής δεδομένα:

Από τον πίνακα (1)

C_1 = (εξαρτάται από την ανομοιομορφία του έργου της καταναλώτριας μηχανής, κραδασμοί κλπ) και C_1 για μύλους αλέσεως **$C_1=1.30$**

Από τον πίνακα (2)

Ο συντελεστής C_2 εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας. Για κανονικές συνθήκες λειτουργίας λαμβάνουμε τιμή **$C_2=1.0$**

Από τον πίνακα (3)

Ο συντελεστής C_3 είναι ο συντελεστής διάρκειας ζωής και εξαρτάται από τον λόγο B/B_{\max} όπου για τις 16 ώρες λειτουργίας όπου έχουμε υπολογίσει αρχικά τον παίρνουμε συνήθως από 0,5 έως 0,7.

$$C_3=1.25$$

Από τον πίνακα (4)

Ο συντελεστής C_4 εξαρτάται από το τόξο τύλιξης και υποθέτοντας ότι το τόξο τύλιξης είναι $\alpha=140^\circ$ μοίρες, λόγω της σχέσης μετάδοσης, του τρόπου τάνυσης, και του μη περιορισμού στην απόσταση μεταξύ των ατράκτων.

$$C_4=1,12$$

Από τον πίνακα (5)

Ανάλογα με το είδος της πρότασης του ιμάντα υπολογίζεται και ο συντελεστής C_5 ο οποίος για πρόταση με κοχλίες τάσεως θα έχει την τιμή $C_5=1,0$

Εκτελώντας τις πράξεις στην σχέση (2.2) προκύπτει.

$$C = 1.3 \times 1 \times 1.25 \times 1.12 \times 1 = 1.82$$

$$C=1.82$$

Η ισχύς θα είναι $N=20PS$

Από τον πίνακα (8) προκύπτει ότι η επιτρεπόμενη τάση είναι $\sigma_{\epsilon\pi}=2kp/mm^2$

Αντικαθιστώντας στην σχέση (2.1) προκύπτει ότι η διάμετρος της τροχαλίας θα είναι $d_1=240mm$.

Επειδή η σχέση μετάδοσης i έχει μεγαλύτερη τιμή από τον αριθμό 2 παίρνουμε όσο γίνεται μικρότερη τιμή για την διάμετρο της κινητήριας τροχαλίας ,ακόμα και αυτήν που είναι μικρότερη από την τιμή των 200mm.

Πράγματι, εξαιτίας του παραπάνω λόγου παίρνω για διάμετρο $d_1=200mm$

Η τροχαλία d_2 υπολογίζεται ως εξής

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2 \Rightarrow d_2 = \frac{d_1 \times n_1}{n_2} = \frac{240mm \times 950rpm}{400rpm} = 465 mm$$

$d_2=465\text{m}$, όπου η ο βαθμός απόδοσης ο οποίος κυμαίνεται από 0,95 έως 0,98.

Παίρνουμε πάλι τις κοντινότερες τυποποιημένες διαμέτρους που είναι $d_2=400\text{mm}$ ή $d_2=450\text{mm}$ ή $d_2=500\text{mm}$ και ελέγχουμε ποιά από αυτές ικανοποιεί τις στροφές που ζητάμε.

1) Για $d_2=400\text{mm}$

$$n_2 = \frac{d_1 \times n_1}{d_2} = \frac{950\text{rpm} \times 200\text{mm}}{400\text{mm}} \times 0.98 = 465\text{rpm}$$

$n_2=465\text{ rpm}$

2) Για $d_2=450\text{mm}$

$$n_2 = \frac{d_1 \times n_1}{d_2} = \frac{950\text{rpm} \times 200\text{mm}}{450\text{mm}} \times 0.98 = 414\text{rpm}$$

$n_2=414\text{ rpm}$

3) Για $d_2=500\text{mm}$

$$n_2 = \frac{d_1 \times n_1}{d_2} = \frac{950\text{rpm} \times 200\text{mm}}{500\text{rpm}} \times 0.98 = 372\text{rpm}$$

$n_2=372\text{ rpm}$

Από τα παραπάνω αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι η διάμετρος d_2 που δίνει ικανοποιητικό αριθμό στροφών είναι η $d_2=450\text{mm}$.

Για να γίνει η επιλογή του ιμάντα χρησιμοποιώ τον διάγραμμα (1), ενώ χρειάζομαι την συχνότητα κάμψης και την διάμετρο d_1 .

Η συχνότητα κάμψης δίδεται από την παρακάτω σχέση

$$B_{(\lambdaειτουργίας)\max} = \frac{z \times v \times 1000}{L} = \frac{2 \times 10\text{m} / \text{sec} \times 1000}{2450\text{mm}} = 8,1\text{sec}^{-1} \quad (2.3)$$

$$\text{Όπου } v = \frac{n_1 \times d_1}{19.1 \cdot 10^3} = \frac{950 \text{rpm} \times 200 \text{mm}}{19.1 \cdot 10^3} = 9.96 \text{m/sec} \Rightarrow$$

$$v = 9.96 \text{m/sec}$$

και όπου z =αριθμός των τροχαλιών, στην περίπτωση μας

$$z=2$$

και L η απόσταση μεταξύ των δυο ατράκτων που δίδεται από την σχέση

$$L = 2a + 1.57 \times (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \times a} \quad (2.4)$$

$$= 2 \times 700 + 1.57(200 + 450) + \frac{(450 - 200)^2}{4 \times a} = 2450 \text{mm}$$

$$\text{Όπου } a = (1.5 \div 2) \times d_2 = 700 \text{mm}$$

Κάνοντας αντικατάσταση στην σχέση (2.4) προκύπτει **$L=2450 \text{mm}$**

Και η συχνότητα κάμψης είναι αντικαθιστώντας την ταχύτητα και το μήκος στην σχέση (2.3) **$B=8,1 \text{sec}^{-1}$** .

-ΕΠΙΛΟΓΗ ΙΜΑΝΤΑ

Με βάση το διάγραμμα του (1) για τροχαλία με διάμετρο $d_1=200 \text{mm}$, $B_{\max}=8.1 \text{sec}^{-1}$ θα επιλεγεί ο ιμάντας **EXTREMULTUS 2B_v** με δυο στρώματα πολυαμιδης .

Από τον πίνακα (8) έχουμε ότι το πάχος του ιμάντα θα είναι:

$$s=2 \times 0.7=1.4 \text{ cm}$$

Το πλάτος του ιμάντα δίνεται από την παρακάτω σχέση $b = \frac{N \times C}{N_0} =$

$$\frac{20 \text{hp} \times 2.1}{2.7 \text{hp}} = 15.5 \text{ cm}$$

$$b=16 \text{mm}$$

Την ανηγμένη ισχύ N_0 την παίρνουμε από το διάγραμμα (2).

Το τόξο τύλιξης α υπολογίζεται από την σχέση

$$hmb = \frac{d_2 - d_1}{2a} = \frac{450 - 200}{2 \cdot 700} = 0,17857 \Rightarrow \beta = 10^\circ$$

$$\text{Επομένως } \alpha_1 = 180 - 2\beta = 180 - 2 \cdot 10 = 160 \Rightarrow \alpha_1 = 160^\circ.$$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΙΜΑΝΤΑ

Ο έλεγχος για την αντοχή του ιμάντα γίνεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{μεγ}} = \sigma_1 + \sigma_{b1} + \sigma_f < \sigma_{\text{επ}}$$

Όπου $\sigma_{\text{επ}} = 2,0 \text{kp/mm}$, σ_1 είναι η τάση από εφελκυσμό, σ_{b1} η τάση από κάμψη και η τάση που προέρχεται από τις φυγόκεντρες δυνάμεις.

Ο υπολογισμός της τάσης από εφελκυσμό γίνεται ως εξής

$$s_1 = \frac{m}{m-1} \times \frac{F_u}{b \times s} = \frac{3}{3-1} \times \frac{151}{15.5 \times 1.4} = 1.01 \text{kp/mm}^2 \quad (2.5)$$

όπου F_u η περιφερειακή δύναμη η οποία δίνεται από την σχέση

$$F_u = \frac{75 \times N}{v} = \frac{75 \times 20 \text{hp}}{9.9 \text{m/sec}} = 151 \text{kp} \quad (2.6)$$

$$F_u = 151 \text{kp}$$

$$a = \frac{160p}{180} = 2,8 \text{rad}$$

$$a = 2.8 \text{rad}$$

$$m = e^{\mu a} = 2.71^{0.399 \times 2.8} = 2.71^{1.11} = 3 \Rightarrow m = 3$$

Αντικαθιστώντας στην σχέση (2.5) προκύπτει ότι η τάση από εφελκυσμό είναι $\sigma_1 = 1,01 \text{kp/mm}^2$

$$\text{όπου } \mu = 0,3 + \frac{v}{100} = 0,3 + \frac{9.9 \text{m/sec}}{100} = 0,399$$

$$\mu = 0,399$$

Η τάση από κάμψη, με τη βοήθεια του πίνακα (8), όπου μας δείχνει ότι $e_b = 55 \text{kp/mm}^2$, υπολογίζεται από την σχέση

$$s_{b1} = e_b \times \left(\frac{s}{d_1} \right) = 55 \times \frac{1.4 \text{mm}}{200 \text{mm}} = 0,385 \text{kp/mm}^2 \quad (2.7)$$

$$\sigma_{b1} = 0.385 \text{kp/mm}^2$$

Επειδή η έδραση δεν είναι μονόπλευρη ο συντελεστής $q = 1.3$ και έτσι το ειδικό βάρος υπολογίζεται από την σχέση:

$$\gamma = 1,2 + \frac{q}{s} \quad (2.8)$$

επομένως:

$$\gamma = 1.2 + \frac{1.3}{1.4} \Rightarrow \gamma = 2,13 \text{kp/dm}^3$$

Ο υπολογισμός της τάσης από φυγόκεντρες δυνάμεις δίδεται από την σχέση:

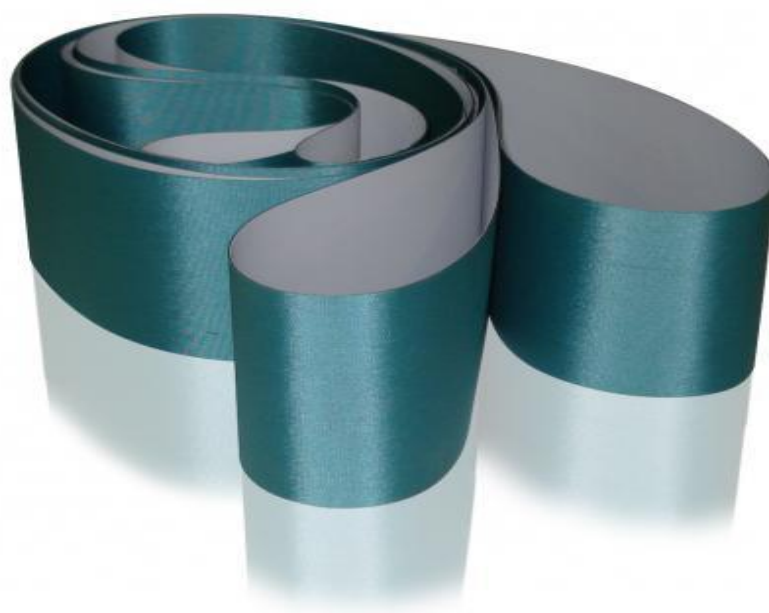
$$s_f = \frac{g \times v^2}{9810} \quad (2.9)$$

$$\sigma_f = \frac{2.13 \times 9.9 \text{m/sec}}{9810} = 0.02 \text{kp/mm}^2 \Rightarrow \sigma_f = 0.02 \text{kp/mm}^2$$

$$\text{Επομένως } \sigma_{\max} = 1.01 + 0.385 + 0.02 = 1.415 \text{kp/mm}^2 \Rightarrow$$

$$\sigma_{\max} = 1.415 \text{kp/mm}^2 < 2.0 \text{kp/mm}^2 = \sigma_{\text{επ}}$$

Παρατηρούμε ότι η συνθήκη ισχύει επομένως ο ιμάντας που έχει επιλεγεί είναι ικανός για την εργασία που τον θέλουμε.



Εικόνα 18 (Τεχνητός σύνθετος ιμάντας)

2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ

Στις κλασσικές ιμαντοκινήσεις αγνοώ την καταπόνηση των ατράκτων σε κάμψη και γίνεται μόνο ο υπολογισμός της αντοχής τους σε στρέψη με την προϋπόθεση ότι θα μπει μεγαλύτερος συντελεστής ασφαλείας.

Στην καταπόνηση της στρέψης υπάρχουν μόνο διαμητικές τάσεις «τ».

Ο τύπος που δίνει την διάμετρο της ατράκτου δίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$d_{atr} = \sqrt[3]{\frac{Mt}{0.2 \times t_{ep}}} \quad (2.2.1)$$

Η ροπή στρέψης M_t υπολογίζεται από την σχέση

$$Mt = 71620 \times \frac{N}{n} = 71620 \times \frac{20hp}{400rpm} = 3581 \text{kp} \times \text{cm}$$

$$M_t = 3581 \text{kp} \cdot \text{cm}$$

Το υλικό του άξονα που θα χρησιμοποιηθεί είναι St 50 υψηλής αντοχής με επιτρεπόμενη τάση $\tau_{επ} = 200 \text{kp/cm}^2$ όπως φαίνεται και στον πίνακα (9).

Αντικαθιστώντας στην σχέση (2.2.1) έχουμε $d_{atr} = \sqrt[3]{\frac{Mt}{0.2 \times t_{ep}}} =$

$$\sqrt[3]{\frac{3581 \text{kp} \times \text{cm}}{0.2 \times 200 \text{kp} / \text{mm}^2}} = 4,47 \text{cm}$$

$$d_{atr} = 5 \text{cm}$$



Εικόνα 18 (Άξονας)

2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ 'SMITH' ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΧΑΛΥΒΩΝ

Το υλικό του άξονα θα είναι χάλυβας St50

Από τον Πίνακα (9) με τα δυναμικά χαρακτηριστικά των χαλύβων βρίσκουμε τις οριακές τιμές δυναμικής αντοχής για τον χάλυβα St60, ήτοι:

- Για κάμψη:

$$\sigma_{bs}=420 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{bsch}=420 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{bw}=260 \text{ N/mm}^2$$

- Για στρέψη:

$$T_s=210 \text{ N/mm}^2 \quad T_{sch}=210 \text{ N/mm}^2 \quad T_w=180 \text{ N/mm}^2$$

Ο συντελεστής ασφαλείας που υπάρχει για τις παρακάτω περιπτώσεις δυναμικής καταπόνησης υπολογίζεται σε:

- Μόνο σε κάμψη με μέση τάση $\sigma_{bm}=160\text{N/mm}^2$ και τάση αποκλίσεως $\sigma_{ba}=75\text{N/mm}^2$.
- Μόνο σε στρέψη με μέση τάση $\tau_m=100\text{N/mm}^2$ και τάση αποκλίσεως $\tau_a=50\text{N/mm}^2$.

Σχεδιάζουμε τα διαγράμματα 'Smith' για κάμψη και στρέψη αντίστοιχα, χρησιμοποιώντας κατάλληλη κλίμακα, με βάση τις τιμές που βρήκαμε προηγουμένως. Η τήρηση ακριβούς κλίμακας βοηθά στον γραφικό υπολογισμό των τάσεων αντοχής σε δυναμική καταπόνηση.

Συγκεκριμένα, στο Σχήμα 1 φαίνεται το διάγραμμα 'Smith' για κάμψη, για τον χάλυβα St50, ενώ στο Σχήμα 2 φαίνεται το αντίστοιχο διάγραμμα για στρέψη

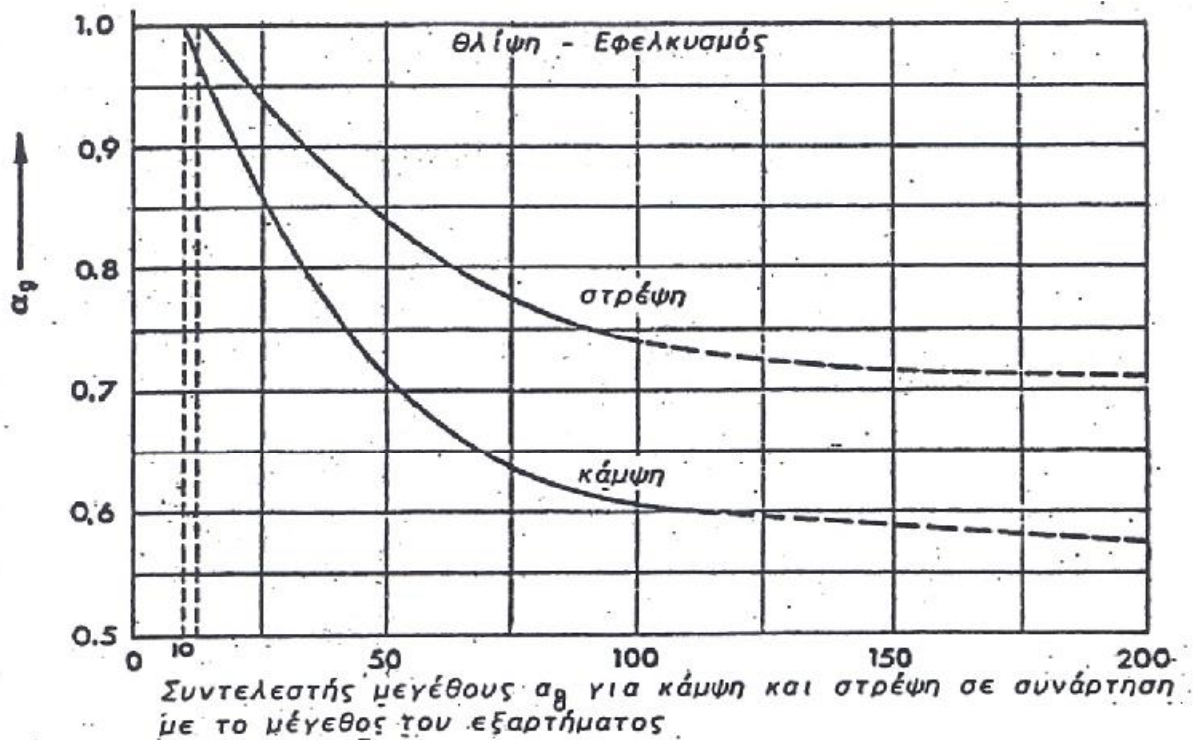
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

(α) Συντελεστής επιφανειακής κατάστασης a_{ob} και a_{ot}

Για τραχύτητα $R=10\mu$ και $\sigma_B=500\text{N/mm}^2$ από το διάγραμμα 3 προκύπτει ο συντελεστής a_{ob} για κάμψη, ενώ ο συντελεστής a_{ot} για στρέψη υπολογίζεται με κατάλληλη σχέση με βάση τον προηγούμενο συντελεστή της κάμψης. Το σ_B είναι το όριο θραύσης και δίνεται στην πρώτη στήλη του πίνακα (10).

-Κάμψη: $a_{ob}=0,86$

-Στρέψη: $a_{ot}=0,575 \cdot a_{ob} + 0,425 = 0,575 \cdot 0,86 + 0,425 = 0,920$



Διάγραμμα 4 Συντελεστής μεγέθους α_{gb} και α_{gt} για κάμψη και στρέψη, σε συνάρτηση με το μέγεθος του εξαρτήματος.

(β) Συντελεστής μεγέθους α_{gb} και α_{gt}

Από το διάγραμμα του διαγράμματος (4) για διάμετρο άξονα d=50mm προκύπτει:

-Κάμψη α_{gb}=0,73

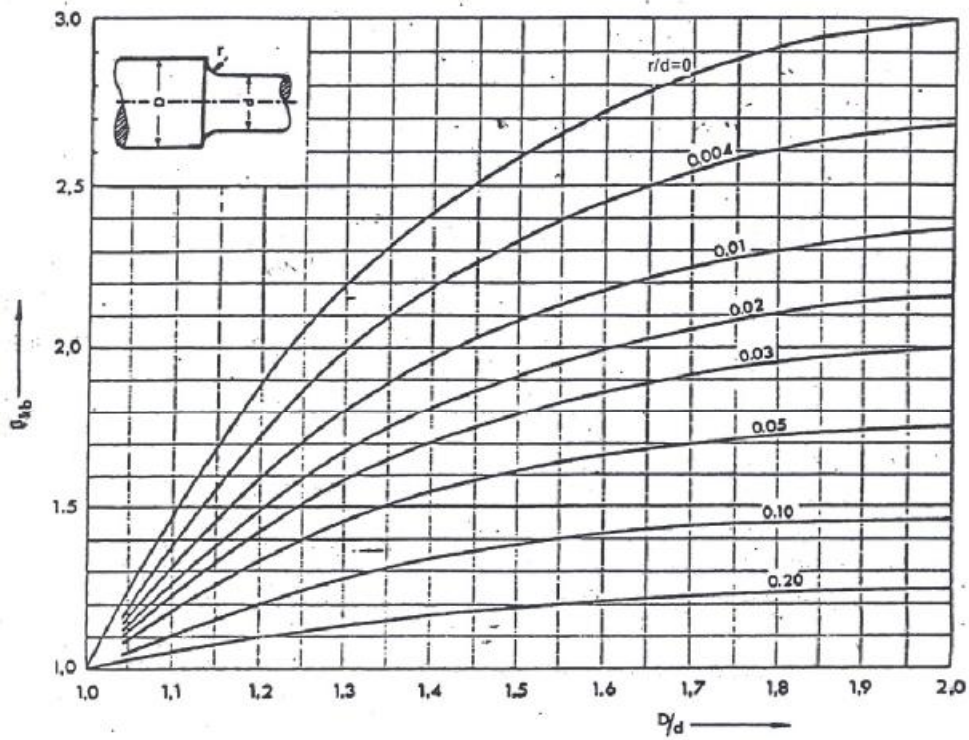
-Στρέψη α_{gt} =0,84

Από το διάγραμμα (5) για r/d=0,02 και D/d=1,25 προκύπτει ο συντελεστής β_{kb} για κάμψη, ενώ από το διάγραμμα (6) προκύπτει ο συντελεστής β_{kt} για στρέψη, ως εξής

-Κάμψη β_{kb} =1,60

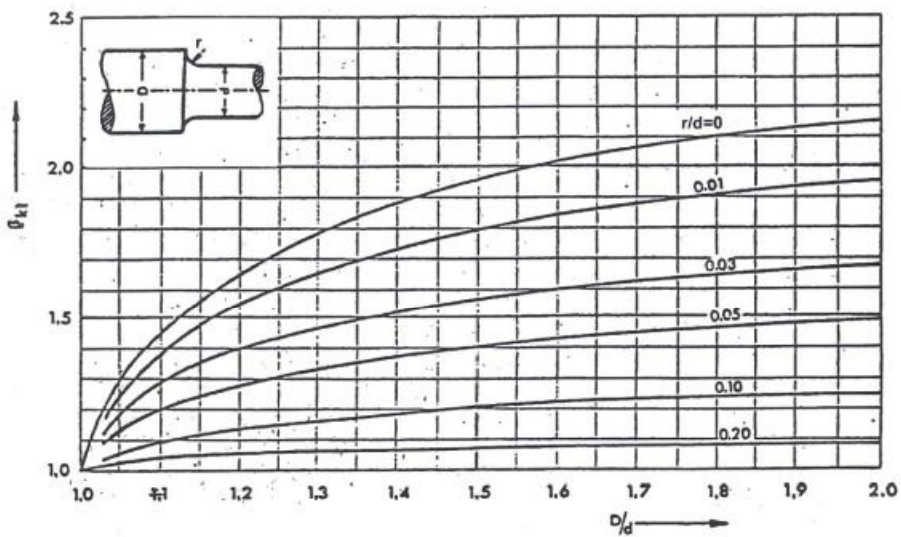
-Στρέψη β_{kt} =1,5

ΚΑΜΨΗ



Διάγραμμα 5 : Συντελεστής εγχοπής β_{kb} για άτρακτο με διαβάθμιση, από χάλυβα με $\sigma_B=700 \text{ N/mm}^2$

ΣΤΡΕΨΗ



Διάγραμμα 6: Συντελεστής εγχοπής β_{kt} για άτρακτο με διαβάθμιση, από χάλυβα με $\sigma_B=700 \text{ N/mm}^2$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΜΟΝΟ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

- Μέση τάση κάμψης $\sigma_{bm}=160\text{N/mm}^2$

- Τάση αποκλίσεως για κάμψη $\sigma_{ba}=75\text{N/mm}^2$

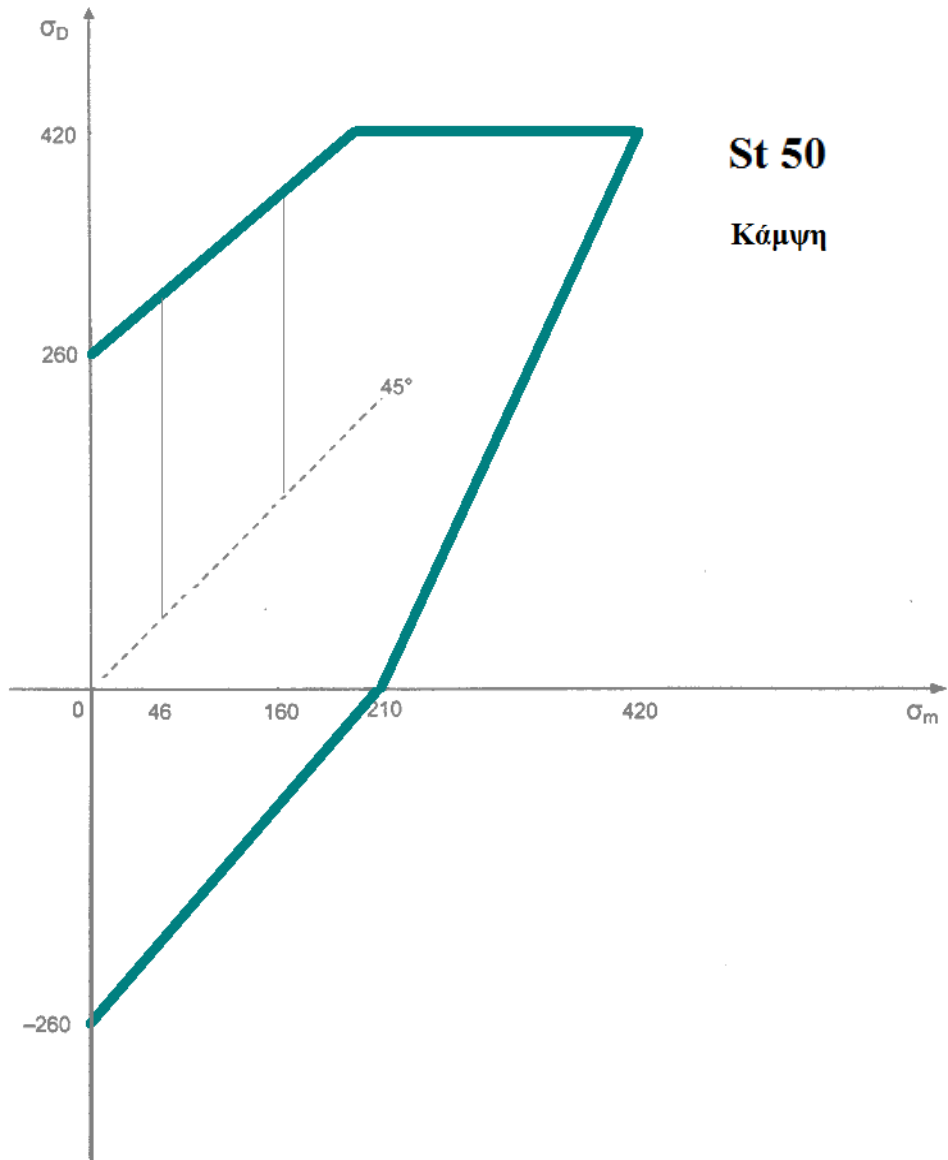
Από το διάγραμμα Smith του Σχήματος 1 και για την τιμή $\sigma_{bm}=160\text{N/mm}^2$ βρίσκουμε την τιμή σ_A της δυναμικής αντοχής του χάλυβα (κατακόρυφη γραμμή με δύο βέλη), ήτοι: $\sigma_A=255\text{ N/mm}$.

Η ονομαστική τάση αποκλίσεως είναι:

$$S_{NA} = \frac{a_{ob} \times a_{gb}}{b_{kb}} \times S_A = \frac{0,86 \times 0,73}{1,60} \times 220 = 86\text{N/mm}^2$$

Ο υπάρχων συντελεστής ασφαλείας υπολογίζεται με την σχέση:

$$N = \frac{86\text{N/mm}^2}{75\text{N/mm}^2} = 1,45$$

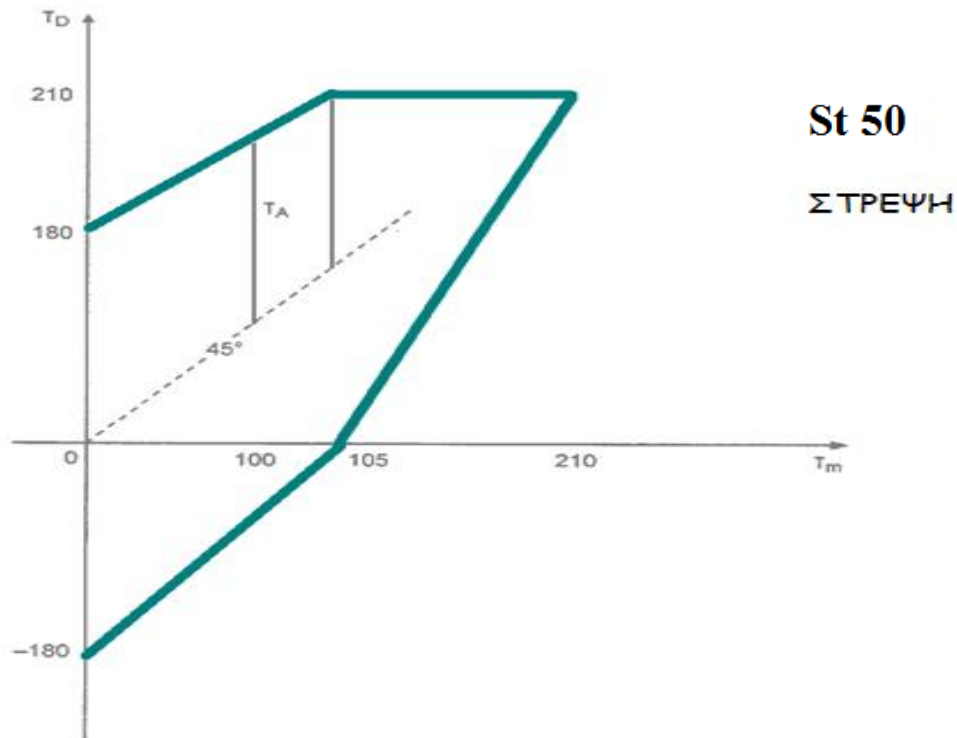


Σχήμα (1)

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΜΟΝΟ ΣΕ ΣΤΡΕΨΗ

Μέση τάση στρέψης $\tau_m = 100 \text{ N/mm}^2$

Τάση αποκλίσεως για στρέψη $\tau_a = 50 \text{ N/mm}^2$



Σχήμα (2)

Η κλίμακα που έχει χρησιμοποιηθεί και στα δύο σχήματα είναι:

$$1 \text{ cm} = 50 \text{ N/mm}^2.$$

Από το διάγραμμα Smith του Σχήματος 2 και για την τιμή $\tau_m = 100 \text{ N/mm}^2$ βρίσκουμε την τιμή τ_A της δυναμικής αντοχής του χάλυβα (κατακόρυφη γραμμή με δύο βέλη), ήτοι: $\tau_A = 125 \text{ N/mm}^2$.

Η ονομαστική τάση αποκλίσεως είναι:

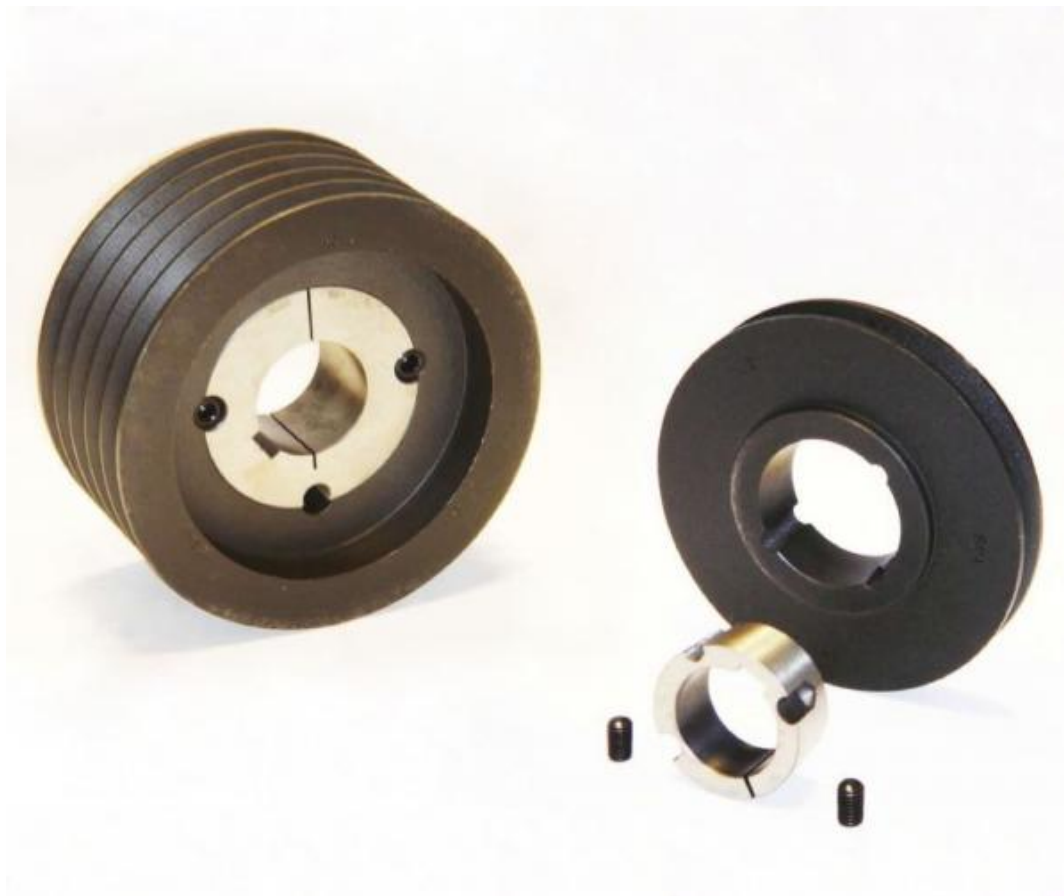
$$t_{NA} = \frac{a_{ot} \times a_{gt}}{b_{kt}} \times t_A = \frac{0,920 \times 0,84}{1,52} \times 125 = 53,5 N / mm^2$$

Ο υπάρχων συντελεστής ασφαλείας υπολογίζεται με την

$$\text{σχέση: } N = \frac{53,5 N / mm^2}{50 N / mm^2} = 1,06$$

2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΜΑΝΤΑ ΠΟΥ ΠΑΙΡΝΕΙ ΚΙΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΜΗΧΑΝΗΣ ΚΑΙ ΔΙΝΕΙ ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΑ ΚΥΛΙΝΔΡΑ (ΡΟΛΛΑ)

Για να μεταδοθεί η κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα στον άξονα της κυλινδρομηχανής χρησιμοποιούνται τραπεζοειδής ιμάντες με τροχαλίες τύπου V όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 20 (Τροχαλίες με κωνικό σφιγκτήρα)

Τροχαλίες V που έχουν σχεδιαστεί για να προσφέρουν ακόμα μεγαλύτερη πρόσφυση και ιπποδύναμη. Το υλικό κατασκευής είναι χυτοσίδηρος GG25. Μπορούν να εγκατασταθούν πολύ εύκολα μια και έχουν υποδοχή στην οποία προσαρμόζονται (με μόνο 2 βίδες) οι κωνικοί σφιγκτήρες (taper bush), οι οποίοι διαθέτουν έτοιμη τρύπα για όλες τις διαθέσιμες διαστάσεις αξόνων καθώς επίσης και σφηνόδρομο.

Η τροχαλία αυτή προσαρμόζεται στο άξονα του κυλίνδρου και τον κινεί από ηλεκτροκινητήρα.

Οι στροφές του ηλεκτροκινητήρα είναι $n_1=1250$ rpm.

Οι στροφές του άξονα είναι $n_2=850$ rpm.

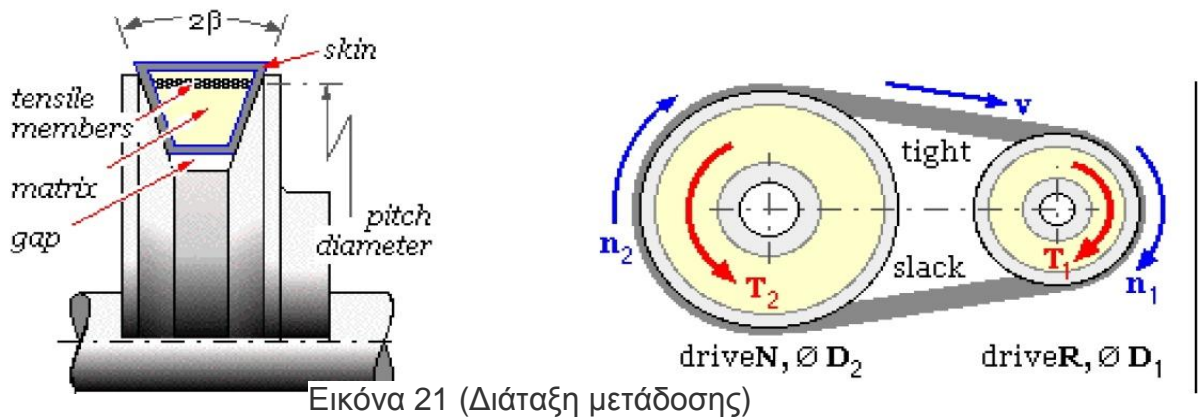
Η ισχύς είναι με $N=20$ HP.

Ο υπολογισμός θα γίνει για 16 ώρες λειτουργίας της κυλινδρομηχανής.

C_1 =(εξαρτάται από την ανομοιομορφία του έργου της καταναλώτριας μηχανής , κραδασμοί κλπ) από πίνακα (1) για μύλους αλέσεως **$C_1=1.30$**

$$\text{Επομένως } N_1 \times C_1 = 1.30 \cdot 20 = 26 \text{ PS} \quad (2.4.1)$$

Για $n=1250$ rpm και $N_1 \times C_1 = 26$ PS θα επιλέξουμε έναν κανονικό τραπεζοειδή ιμάντα τύπου C ο οποίος έχει διαστάσεις $b=22$ mm και $h=14$ mm.



Εικόνα 21 (Διάταξη μετάδοσης)

Η σχέση μετάδοσης υπολογίζεται από την σχέση

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1250 \text{ rpm}}{850 \text{ rpm}} = 1.47 \Rightarrow \quad (2.4.2)$$

$$i=1.47$$

Επειδή η σχέση μετάδοσης είναι μικρότερη από (6) άρα θα υπάρξει μόνο μια βαθμίδα μετάδοσης.

-Υπολογισμός κινητήριας τροχαλίας d_1

Επιλογή διαμέτρου σχεδιασμού της μικρής τροχαλίας .Τα κριτήρια επιλογής είναι η διάμετρος να είναι τυποποιημένη, μεγαλύτερη ή ίση με την ελάχιστη διάμετρο $d_1 \leq d_{\min}$ και η προκύπτουσα γραμμική ταχύτητα μεταξύ $5 < u < 30$ m / s.



Εικόνα 22 (Τροχαλίες)

Για ατέρμονες ιμάντες θα πρέπει να ισχύει η παρακάτω σχέση που προκύπτει από τον πίνακα (10)

$$d_m > d_{m(\min)} = 212 \text{ mm} \quad (2.4.3)$$

Συνήθως η τιμή της μέσης διαμέτρου προσαυξάνεται κατά 15%-20% της $d_{m(\min)}$.

Άρα η τιμή της θα είναι $d_{m1} = 250 \text{ mm}$.

$$d_{a1} = d_{m1} + 2C = 540 + 2 \times 5 = 260 \text{ mm}$$

Από τον πίνακα (12) στην θα τυποποιήσουμε την διάμετρο d_{a1} . Οι πιο κοντινές τυποποιημένες διαμέτροι είναι 250 mm και 280mm.

Η $d_{a1(\text{τυπ})} = 250 \text{ mm}$ θα γίνει $d_{m1} = 240 \text{ mm}$ που προκύπτει από την σχέση $d_{m1} = d_{a1} - 2C$.

- Υπολογισμός διαμέτρων για την άλλη τροχαλία

$$d_{m2} = \frac{n_1 \times d_{m1}}{n_2} \times n = \frac{1250 \text{ rpm} \times 250 \text{ mm}}{850 \text{ rpm}} \times 0.98 = 360,2 \text{ mm} \quad d_{m2} = 355 \text{ mm} \text{ που}$$

είναι η πιο κοντινή τυποποιημένη τροχαλία από πίνακα (11)

Σε αυτό το σημείο θα γίνει μια επαλήθευση του αριθμού των στροφών.

$$n_2 = \frac{n_1 \times d_{m1}}{d_{m2}} \times n = \frac{1250 \text{ rpm} \times 250 \text{ mm}}{355 \text{ mm}} \times 0.98 = 862 \text{ rpm}$$

ο οποίος είναι αρκετά ικανοποιητικός αριθμός στροφών.

-Απόσταση μεταξύ των ατράκτων

Η απόσταση μεταξύ των ατράκτων δεν μπορεί να είναι πάρα πολύ μεγάλη αφού δεν υπάρχει η δυνατότητα εξαιτίας της θέσεως να χρησιμοποιηθεί τροχός τάσης επομένως θα πρέπει να ισχύει η σχέση.

$$a = (1,0 - 1,5) \times d_{m2} \quad (2.4.4)$$

$$\text{Όμως πάντοτε ισχύει η σχέση } a < 2(d_{m1} + d_{m2}) \Rightarrow \quad (2.4.5)$$

$$a < 2 \cdot (250 + 355) = 605 \Rightarrow a < 640 \text{mm}$$

Από τις δύο παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι **$a=532,5\text{mm}$** .

- Υπολογισμός μήκους ιμάντα

Για ανοικτή λειτουργία

$$L_m = 2a + 1,57 \times (d_{m1} + d_{m2}) + \frac{(d_{m2} - d_{m1})^2}{4 \times a} \Rightarrow \quad (2.5.6)$$

$$L_m = 2 \cdot 532,5 + 1,57 \cdot (250 + 355) + \frac{(355 - 250)^2}{4 \cdot 532} = 2020 \text{mm}$$

Από τον πίνακα (12) προκύπτει ότι το εσωτερικό μήκος του ιμάντα θα είναι $L_i = L_m - 44 = 2020 - 44 = 1976 \text{mm}$

Στον πίνακα (10) υπάρχει το μήκος αυτό για τον τύπο του ιμάντα C (22X14) που χρησιμοποιούμε.

-Αριθμός κλάδων η ιμάντων

$$j = \frac{N_1 \times C}{N_0} \quad (2.5.7)$$

όπου $N_1=20\text{PS}$ και $N_0=2,5 \text{ PS}$

Από τον πίνακα (15) και αφού η ταχύτητα είναι $v_1 = \frac{n_1 d_1}{19.110^3} = \frac{1250 \times 250}{19100} = 16.36 \text{m/sec}$ και το πλάτος είναι $b=22\text{mm}$.

$$C = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \times C_6 \times C_7 \quad (2.5.8)$$

Για μύλους αλέσεως από τον πίνακα 1 **C₁=1.30**

Από τον πίνακα 2 **C₂=1.0**

Από τον πίνακα 3 **C₃=1,18 (με B_{max}=40 sec)**

Η συχνότητα κάμψης είναι ίση με $B = \frac{z \times v \times 10^3}{L_m} = \frac{2 \times (16.5) \times 1000}{2020}$
=16,3 sec⁻¹

$B / B_{max} = \frac{16.3}{40} = 0,4$ και για 16 ώρες λειτουργίας την ημέρα από τον πίνακα (3)
προκύπτει ότι **C₃=1,18**.

$$hmb = \frac{dm_2 - dm_1}{2a} = \frac{350mm - 255mm}{2 \times (532.5mm)} = 5 \Rightarrow \beta = 6^\circ$$

Επομένως $a = 180 - 2b = 180 - 2 \times 5 = 170$

Από τον πίνακα (4) προκύπτει ότι **C₄=1,02**

Για την τάνυση του ιμάντα θα χρησιμοποιηθούν κοχλίες τάσης έτσι από τον πίνακα (5) προκύπτει **C₅=1**

C₆=1 από πίνακα (6)

C₇=1,25 για αριθμό ιμάντων μεγαλύτερο από 2 από πίνακα (7)

Εκτελώντας τις πράξεις προκύπτει στην σχέση (2.5.8) ότι

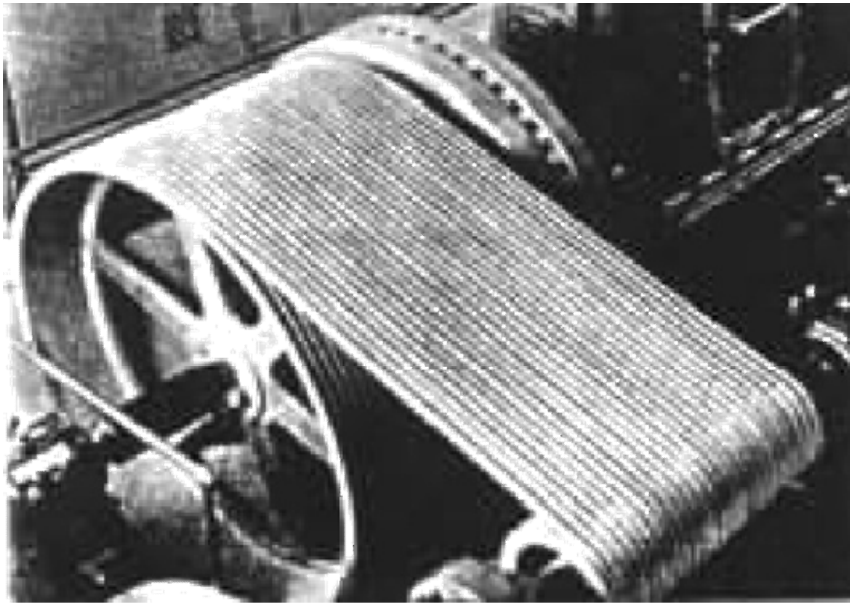
$$C = 1.3 \times 1 \times 1.18 \times 1.02 \times 1 \times 1 \times 1.25 = 1.95$$

C=1,95

Από τον πίνακα (13) προκύπτει ότι η ανηγμένη ισχύς σε PS ανά ιμάντα για κανονικούς τραπεζοειδείς ατέρμονες ιμάντες είναι για πλάτος $b = 22mm$ και ταχύτητα $U = 16m/sec$ **N₀=7.5PS**

$$j = \frac{N_1 \times C}{N_0} = \frac{20hp \times 1.95}{7.5hp} = \frac{39}{7.5} = 5.2$$

Έτσι η μετάδοση της κίνησης θα γίνει με 5 ιμάντες.



Εικόνα 23 (Ιμαντοκίνηση με κλάδους)

2.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΔΟΝΤΩΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ

Στην κυλινδρομηχανή που χρησιμοποιούμε τα κύλινδρα (ρόλλα) παίρνουν κίνηση με ιμαντοκίνηση όπως είδαμε προηγουμένως αλλά η μετάδοση της κίνησης από το ένα στο άλλο γίνεται με την χρήση οδοντωτών τροχών οι οποίοι είναι προσαρμοσμένοι στον άξονα του κυλίνδρου. Οι οδοντωτοί τροχοί τοποθετούνται στους άξονες των ρολλών με σφήνα.

Τα γρανάζια θα είναι με ευθύγραμμα δόντια και η ισχύς που θα μεταφέρουν θα είναι **N=20PS** και ο αριθμός των στροφών θα είναι $n = 850rpm$, και η σχέση μετάδοσης είναι $i=1,25$ και η απόσταση μεταξύ των δυο ατράκτων $a=300mm$.



Εικόνα 24 (οδοντωτός τροχός με ευθύγραμμα δόντια).

-Υπολογισμοί βασικών στοιχείων

Επειδή η απόσταση μεταξύ των ατράκτων θεωρείται δεδομένη και είναι $a=300mm$ η αρχική διάμετρος d_{o1} υπολογίζεται ως εξής.

$$d_{o1} = \frac{2 \times a}{i + 1} = \frac{2 \times 300}{2.25} = 266.6 \text{ mm} \quad (2.5.1)$$

$$\Rightarrow d_{o1} = 266,6mm$$

Η περιφερειακή ταχύτητα υπολογίζεται από την σχέση

$$v = \frac{n \times d_{o1}}{19100} = \frac{850rpm \times 266.6mm}{19100} = 11.8m / sec \quad (2.5.2)$$

$$\Rightarrow v = 11.8m / sec$$

Για αριθμό δοντιών $z_1=30$ και με σχέση μετάδοσης $i=1,25$ προκύπτει ότι

$$z_2=1.25 \cdot 30=37,5 \approx 38$$

Ο υπολογισμός του modul γίνεται ως εξής από την παρακάτω σχέση

$$m = \frac{d_{o_1}}{z} = \frac{266,6}{30} = 8,8 \quad (2.5.3)$$

Πίνακας (14) τιμές modul κατά DIN 780

0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
6,5	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00
14,00	15,00	16,00	18,00	20,00	22,00	24,00	27,00
30,00	33,00	36,00	39,00	42,00	45,00	50,00	55,00
60,00	65,00	70,00	75,00				

Από τον πίνακα 14 παίρνουμε το αμέσως μικρότερο τυποποιημένο modul επομένως $m=8$

Η αρχική διάμετρος θα είναι $d_{o_1} = m \times z_1 = 30 \times 8 = 240mm$ και

$$d_{o_2} = m \times z_2 = 8 \times 38 = 304mm$$

$$d_{o_1}=240mm \text{ και } d_{o_2}=304mm$$

Η απόσταση μεταξύ των ατράκτων δίνεται από την σχέση

$$a = \frac{d_{o_1} + d_{o_2}}{2} = \frac{240 + 304}{2} = 272mm \quad (2.5.4)$$

Επειδή έχουμε κανονικούς οδοντωτούς τροχούς το ύψος κεφαλής θα είναι ίσο με το modul δηλαδή $h_k = m = 7$

Επομένως έχουμε $d_{k_1} = d_{o_1} + 2h_k = 240 + 2 \times 7 = 254mm$ και

$$d_{k_2} = d_{o_2} + 2h_k = 304 + 2 \times 7 = 318mm$$

- Πλάτος δοντιών

Το πλάτος των δοντιών υπολογίζεται ως εξής
 $b_1 = y_d \times d_{o1} = 0.85 \cdot 240 = 204 \text{ mm} \Rightarrow b_1 = 204 \text{ mm}$

Ο συντελεστής y_d υπολογίζεται από τον διάγραμμα (7) και συγκεκριμένα από την καμπύλη (γ) επειδή έχουμε τροχούς μεγάλων ταχυτήτων και η οδόντωση τους είναι υψηλής ακρίβειας. Έτσι προκύπτει ότι $\psi_d = 0,85$.

$$b_1 = y_m \times m = 30 \cdot 7 = 210 \text{ mm} \Rightarrow b_1 = 210 \text{ mm}$$

Ο συντελεστής y_m υπολογίζεται από τον πίνακα (15) και επειδή έχουμε άριστη ποιότητα οδόντωσης και έδραση σταθερή μεγάλης ακρίβειας, άρα $\psi_m = 30$.

Πίνακας 15

ψ_d	Από διάγραμμα (7) συναρτήσει της σχέσης μετάδοσης i
ψ_m 8-10	Για χυτούς ακατέργαστους όδοντες
ψ_m 10-15	Για κατεργασμένους όδοντες με κανονική έδραση
ψ_m 15-30	Για κατεργασμένους όδοντες και προσεγγμένη παράλληλη έδραση
$\psi_m > 30$	Για άριστη ποιότητα οδόντωσης και έδραση σταθερή μεγάλης ακρίβειας

Παίρνω τον μέσο όρο αυτών των δύο , δηλαδή $b_1 = 207 \text{ mm}$

Άρα $b_2 = b_1 - 5 = 207 - 5 = 202 \text{ mm}$. **$b_2 = 202 \text{ mm}$**

- Έλεγχος αντοχής οδοντωτών τροχών

Το υλικό των οδοντωτών τροχών είναι Cr 60 με $\sigma_{επ} = 32 \text{ kN/mm}^2$

Αρχικά θα γίνει έλεγχος για κάμψη

$$\sigma_{\max} = \frac{P_u}{b_1 \times m \times c} \times q_k \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \quad (2.5.5)$$

$$v = \frac{n \times d_{o1}}{19100} = \frac{850 \text{rpm} \times 240 \text{mm}}{19100} = 10,6 \text{ m/sec} \Rightarrow v = \mathbf{10,6 \text{m/sec}}$$

Η δύναμη P_U υπολογίζεται ως εξής

$$P_U = \frac{75 \times N}{v} = \frac{75 \times 20 \text{hp}}{10,6 \text{ m/sec}} = 141,5 \text{ kp} \quad \mathbf{P_U = 141,5 \text{kp}} \quad (2.5.6)$$

Ο συντελεστής c υπολογίζεται από τον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 16 Συντελεστής διόρθωσης c

Αριθμός οδόντων		12	14	18	28	50	10
Αριθμός οδόντων συνεργαζόμενου Τροχού	12	1,25	1,25	1,25	1,35	1,45	1,50
	18	1,30	1,30	1,30	1,45	1,50	1,55
	50	1,30	1,35	1,35	1,50	1,60	1,65
	100	1,30	1,35	1,40	1,55	1,65	1,70
	∞	1,30	1,35	1,45	1,60	1,70	1,75

Ο συντελεστής οδόντωσης q_k υπολογίζεται από τον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 17 Συντελεστής οδόντωσης q_k

Αριθμός δοντιών	28	34	40	50	65	80	100	∞
q_k	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,45

Από τους πίνακες 16 και 17 παίρνουμε ότι

$$\mathbf{c = 1,60}$$

$$\mathbf{q_k = 3,0}$$

Αντικαθιστώντας στην σχέση (2.5.5) προκύπτει ότι $\sigma_{\max} = \frac{141,5}{207 \times 8 \times 1,60} \times 3$
 $= 0,16 \text{kp/mm}^2 \Rightarrow \sigma_{\max} = 0,16 \text{ kp/mm}^2$

Επειδή θεωρούμε ότι τα φορτία είναι στατικά έχουμε επιλέξει υλικό κατασκευής άξονα Cr60 με $\sigma_b = 80 \text{ kp/mm}^2$

$$\sigma_{\text{βεπ}} = \frac{s}{2 \div 3} = \frac{80}{2 \div 3} = 32 \text{ kp/mm}^2$$

$$\text{Επομένως } \sigma_{\max} = 0,16 \text{ kp/mm}^2 \leq \sigma_{\text{βεπ}} = 32 \text{ kp/mm}^2$$

Έλεγχος σε πίεση επιφανείας

Ο έλεγχος σε πίεση επιφανείας γίνεται από την παρακάτω σχέση

$$P_C = \sqrt{\frac{Pu \times (i+1)}{b_1 \times d_{01} \times i}} \times y_w \times y_c \times y_L = \sqrt{\frac{141 \times 2,25}{202 \times 240 \times 1,25}} \cdot 86 = 6,23 \text{kp/mm}^2$$

Ο συντελεστής y_w υπολογίζεται από τον πίνακα (18) και για το ίδιο υλικό έχουμε για περιφερειακή ταχύτητα $v=10\text{m/sec}$.

Πίνακας 18 τιμές συντελεστή υλικού y_w

Υλικό πινιόν	Υλικό συνεργαζόμενου τροχού	Τιμές συντελεστού y_w
Χάλυβας St	Χάλυβας St	86
	Χυτοχάλυβας GS	85
	Σφαρ.Χυτοσίδηρος GGG	82
	Χυτοσίδηρος GG	74
Χυτοσίδηρος GGG	Σφαιρ.χυτοσίδηρος GGG	78
	Χυτοσίδηρος GG	71
Χυτοσίδηρος GG	Χυτοσίδηρος GG	65

$y_w=86$

Επειδή έχουμε κανονική οδόντωση ο συντελεστής **$y_c=1,76$**

$y_L=1$

Η επιτρεπόμενη τάση είναι ίση με $P_{\text{επ}} = \frac{P_0 \times y_1 \times y_2}{1.25 + 1.5}$ (2.5.7)

Από τον πίνακα (19) έχουμε ότι **$P_0=61 \text{kp/mm}^2$**

Πίνακας 19

Αντοχή της κατατομής σε πίεση επιφανείας P_0 (kp/mm^2)	
Cr 60	61
St 42	43

Η παράμετρος y_1 υπολογίζεται από τον πίνακα 20

Πίνακας 20 Παράμετρος υλικού

$y_1=1$ για τροχούς από το ίδιο υλικό χάλυβα η χυτοχάλυβα
$y_2=1,5$ για τροχούς από χάλυβα η χυτοχάλυβα που συνεργάζονται με τροχούς από χυτοσίδηρο

Ο συντελεστής είναι $y_1=1$

Από τους πίνακες (20) και διάγραμμα (8) προκύπτει ότι για περιφερειακή ταχύτητα $v=10\text{m/sec}$ προκύπτει ότι $y_2=0,85$.

Εκτελώντας τις πράξεις στην σχέση (2.5.7) προκύπτει ότι

$$P_{\varepsilon\pi} = \frac{61 \times 1 \times 0,85}{1,25 \div 1,5} = 37 \text{kp} / \text{mm}^2 \Rightarrow P_{\varepsilon\pi} = 37 \text{kp} / \text{mm}^2$$

$$\text{Επομένως } P_c = 6,23 \text{kp} / \text{mm}^2 \leq P_{\varepsilon\pi} = 37 \text{kp} / \text{mm}^2$$

2.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΦΗΝΑ

Γενικά

Ο σφήνας αποτελεί στοιχείο λυόμενης σύνδεσης κατασκευασμένο, συνήθως, από χάλυβα το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για τη σταθεροποίηση των ομφαλών οδοντωτών τροχών (πλήμνη), συνδέσμων και άλλων στοιχείων σε άξονες ή ατράκτους.

Κατηγορίες σφηνών

Οι σφήνες διακρίνονται σε διαμήκεις και εγκάρσιους.

- Διαμήκεις σφήνες

Οι διαμήκεις σφήνες είναι οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι. Είναι χαλύβδινα πρίσματα με τετραγωνική ή ορθογωνική διατομή, που συνήθως ταιριάζουν μισά στον άξονα και μισά στον ομφαλό του τεμαχίου που πρόκειται να στερεωθεί στον άξονα. Πολλοί σφήνες φέρουν στο ένα άκρο ενός μια προεξοχή που ονομάζεται “νύχι” ώστε να μπορούν να αποσυνδένονται εύκολα. Για να σφίξει ο ομφαλός στον άξονα, ο σφήνας κατασκευάζεται με τη μια πλευρά κωνική (κλίση 1:100) ώστε όταν χτυπηθεί από τη μια άκρη του προχωρά και σφηνώνεται μεταξύ άξονα και τεμαχίου. Ο τρόπος με τον οποίο αναπτύσσονται οι δυνάμεις σε μια σύνδεση με σφήνα, δηλαδή οι αναπτυσσόμενες τριβές και οι πλευρικές ενός επιφάνειες επιτρέπουν τη μεταφορά ροπής στρέψης από το ένα στοιχείο μηχανής στο άλλο.

Στην άτρακτο ο σφήνας ενεργεί με τη δύναμη P , ενώ ο ομφαλός ενεργεί με τη δύναμη S . Αντίστροφα, ενεργούν οι διευθύνσεις των δυνάμεων στον ομφαλό. Η αναπτυσσόμενη τριβή καθώς και οι πλευρικές επιφάνειες του σφήνα εξασφαλίζουν τη μεταφορά ενός ροπής στρέψης από το ένα στοιχείο στο άλλο. Η συναρμογή μεταξύ ομφαλού και ατράκτου πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο σφιχτή γιατί διαφορετικά ο σφήνας μπορεί να παρασυρθεί από τον ομφαλό από τη μια ενός πλευρά και να προκύψει «μάσημα του σφήνα».

- Σφήνα οδηγός

Ο σφήνας ενός έχει μορφή εφαρμοστού σφήνα, συγκεκριμένα δεν έχει κωνικότητα και το σχήμα του είναι παραλληλεπίπεδο οπότε ταιριάζει στο αυλάκι ενός ατράκτου μόνο με ενός πλαϊνές πλευρές του επιφάνειες ενώ στο πάνω μέρος υπάρχει διάκενο. Η ροπή στρέψης μεταφέρεται από τον ομφαλό στην άτρακτο ή αντίθετα, από ενός πλευρικές επιφάνειες του σφήνα. Ο σφήνας οδηγός χρησιμοποιείται όταν απαιτείται συχνή μετακίνηση ενός πλήμνης. Με την τοποθέτησή του δεν επιτυγχάνεται σύσφιξη του ομφαλού με την άτρακτο, συνεπώς τα δύο τεμάχια, άξονας και ομφαλός, δεν αποτελούν ένα σώμα, και είναι δυνατή η ολίσθηση του ενός τεμαχίου σε σχέση με το άλλο. Ο σφήνας οδηγός στερεώνεται στην άτρακτο με φυτευτούς κοχλίες. Στην περίπτωση, που ζητείται ακινησία του ομφαλού μετά τη σφήνωση, η στερέωση επιτυγχάνεται με δακτυλίους στερέωσης ή με κοχλίες ασφάλειας.

- Πολύσφηνο

Το πολύσφηνο κατασκευάζεται με το άνοιγμα αυλακιών κατά μήκος μιας ατράκτου σε ίσες αποστάσεις πάνω στην περιφέρεια, οπότε δημιουργείται αρσενικό πολύσφηνο (δόντια-σφήνες) το οποίο τοποθετείται σε θηλυκό πολύσφηνο που δημιουργείται στην πλήμνη. Όταν η προς μεταφορά ροπή στρέψης είναι μεγάλη, αντί να τοποθετηθούν πολλοί σφήνες που αδυνατίζουν την άτρακτο χρησιμοποιούνται άτρακτοι-πολύσφηνα με ομφαλούς-πολύσφηνα. Το κεντράρισμά τους μπορεί να γίνει είτε με την εσωτερική διάμετρο είτε πλευρικά. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει διάκενο στην κορυφή των δοντιών της ατράκτου και στη δεύτερη στην κορυφή και στους πυθμένες. Το πλευρικό κεντράρισμα προτιμάται στην περίπτωση ισχυρών και κρουστικών φορτίων. Η σύνδεση αυτή είναι συνηθισμένη σε εργαλειομηχανές και στα αυτοκίνητα. Η τυποποίηση στην αυτοκινητοβιομηχανία είναι: ελαφρά, μέση και βαριά σειρά DIN 5462-4, Z×d1×d2, όπου Z ο αριθμός των εγκοπών, ενώ στις εργαλειομηχανές με 4 και 6 δόντια, DIN 5471-2 b×d 1×d, όπου b το πλάτος των δοντιών. Τα πλεονεκτήματα των πολύσφηνων είναι ότι μπορούν να μεταφέρουν μεγάλες ροπές στρέψης, αντέχουν σε μεταβλητά κρουστικά φορτία, είναι κατάλληλα για συχνές αλλαγές της φοράς περιστροφής, είναι κατάλληλα όταν απαιτείται μετακίνηση της πλήμνης πάνω στην άτρακτο και δε δημιουργούν εκκεντρότητα στην πλήμνη, άρα είναι κατάλληλα για υψηλές στροφές.

-Οδοντωτή εντομή

Οι οδοντωτές εντομές διαφέρουν από τα πολύσφηνα γιατί έχουν μεγαλύτερο αριθμό οδόντων και η κατατομή τους είναι τριγωνική ή εξειλιγμένη. Αντέχουν σε υψηλά κρουστικά φορτία και δεν επιτρέπουν περιφερειακή μετατόπιση της πλήμνης ως προς την άτρακτο. Το κεντράρισμά τους γίνεται στις πλαϊνές επιφάνειες συνεπώς υπάρχει διάκενο τόσο στην κορυφή όσο και στους πυθμένες των οδόντων. (DIN 5481 τριγωνική κατατομή, DIN5480 (εξειλιγμένη). Το πολύσφηνο και η οδοντωτή εντομή ανήκουν σε κατηγορία σφηνών που δημιουργούνται με τη διαμόρφωση της ατράκτου και της πλήμνης.

Εγκάρσιοι σφήνες

Οι εγκάρσιοι σφήνες είναι επίπεδοι δίσκοι με στρογγυλεμένα άκρα. Συνήθως, χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση είτε ραβδόμορφων στοιχείων μεταξύ τους, είτε ραβδόμορφων στοιχείων με τον ομφαλό άλλου στοιχείου μηχανής. Τοποθετούνται σε σφηνόδρομο που σχηματίζεται εγκάρσια στην άτρακτο και την πλήμνη και διαχωρίζονται στους επίπεδους εγκάρσιους σφήνες και στους αξονίσκους.

- Επίπεδοι εγκάρσιοι σφήνες

Έχουν ορθογωνική διατομή και μικρό πάχος. Η κλίση τους κυμαίνεται από 1:25-1:40 οπότε υπάρχει σταθερότητα. Συνήθως, στις συνδέσεις αυτές η κεκλιμένη πλευρά τοποθετείται στη ράβδο ώστε η συναρμογή να γίνεται σε μικρό μήκος.

- Αξονίσκοι

Υπάρχουν τρία είδη αξονίσκων, οι κυλινδρικοί, οι κωνικοί και οι αξονίσκοι με εντομές.

Όσον αφορά στους κυλινδρικούς αξονίσκους χρησιμοποιούνται για την ορθή τοποθέτηση δύο κομματιών. Οι κωνικοί αξονίσκοι κατασκευάζονται σχεδόν πάντοτε με κλίση 1:50. Το μέγεθος τους χαρακτηρίζεται από τη μικρότερη τους διάμετρο d . Οι αξονίσκοι με εντομές χρησιμοποιούνται για να αποφευχθεί η κατεργασία της τρύπας, αρκεί μόνο το άνοιγμα με δράπανο.

- Υπολογισμός του σφήνα

Το πλάτος και το ύψος του σφήνα είναι τυποποιημένα και εξαρτώνται από τη διάμετρο της ατράκτου. Οπότε για διάμετρο άξονα $d=50\text{mm}$ έχουμε

Πίνακας 21 Τυποποιημένες διαστάσεις τετραγωνικών και επίπεδων σφηνών.

πλάτος σφήνας W	Ύψος Σφήνας H	Περιοχή μηκών σφήνας L	Κατάλληλη διάμετρος άξονα d
2	2	10-22	6 έως 8
3	3	8-40	9 έως 10
4	4	8-25	11 έως 12
5	5	10-50	13 έως 17
6	6	12-50	18 έως 22
8	7	18-50	23 έως 30
10	8	20-50	31 έως 38
12	8	40-60	39 έως 44
14	9	50-70	45 έως 50

Από τον παραπάνω πίνακα για διάμετρο άξονα $d=50\text{mm}$ παίρνουμε πλάτος σφήνας $w=14\text{mm}$ και ύψος $H=9\text{mm}$. Το υλικό κατασκευής είναι St 60.



Εικόνα 25 (Σφήνα)

Ο υπολογισμός του μήκους του σφήνα για υλικό του σφήνα St 60 και διάμετρο $d=50\text{mm}$ και σύνδεση με κώνο είναι $L = 0.8 \times d = 0.8 \times 50 = 40\text{mm}$

3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΛΕΥΡΩΝ

3.1 Περιγραφή του συστήματος

Το σύστημα αποθήκευσης και μεταφοράς αλεύρου που θα σχεδιαστεί και θα παρουσιαστεί παρακάτω αφορά ένα τμήμα μιας αλευροβιομηχανίας και η αποστολή του στην λειτουργία της αλευροβιομηχανίας αφορά την ασφαλή αποθήκευση του αλεύρου και την μεταφορά του στον χώρο φορτώσεως.

Πιο αναλυτικά θα παρουσιαστεί αρχικά για το σύστημα αποθήκευσης η επιλογή του αποθηκευτικού χώρου, η διαστασιολόγησή του και η μελέτη κρίσιμων παραμέτρων που αφορούν την ομαλή μεταφορά του προϊόντος στον χώρο φορτώσεως εξασφαλίζοντας την ποιότητά του.

Στην συνέχεια θα υπολογιστεί το δίκτυο μεταφοράς του προϊόντος από τον αποθηκευτικό χώρο με δυο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος θα αφορά την αερομεταφορά του προϊόντος από τον αποθηκευτικό χώρο υπολογίζοντας και επιλέγοντας το δίκτυο σωληνώσεων και την αντλία αέρος για την μεταφορά. Ο δεύτερος τρόπος θα αφορά την μεταφορά του προϊόντος μέσω κοχλιοφόρων μεταφορέων παράλληλα με την χρήση καδοφόρου μεταφορέα έτσι ώστε να γίνεται ανύψωση του προϊόντος και να καταλήξει στον χώρο φορτώσεως.

Οι κρίσιμες παράμετροι που πρέπει να υπολογιστούν αφορούν την ύπαρξη δονητικού κώνου στο σιλό αποθήκευσης που εξασφαλίζει την ομοιόμορφη ροή του αλεύρου καθώς επίσης και την αποφυγή <<πετρώματος>> του αλεύρου ύστερα από μακρά παραμονή του στον χώρο αποθήκευσης. Μια άλλη παράμετρος αφορά τον έλεγχο της στάθμης του αποθηκευτικού χώρου που είναι πάρα πολύ σημαντικό για το τμήμα αποθήκευσης διότι γνωρίζουν την ποσότητα του προϊόντος που υπάρχει στον αποθηκευτικό χώρο, και μπορούν να προγραμματίσουν αναλόγως για την φόρτωση συγκεκριμένων ποσοτήτων αλεύρου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη επιλογή κατάλληλου ηλεκτρονικού συστήματος που λειτουργεί με υπερήχους και δίνει την ποσότητα του αλεύρου που υπάρχει στον αποθηκευτικό χώρο.

Το σύστημα που θα παρουσιαστεί αφορά πραγματικά στοιχεία της αλευροβιομηχανίας μαζί με όλες τις ιδιαιτερότητες του προϊόντος που αφορούν την ποιότητά του κατά την διάρκεια της αποθήκευσης και μεταφοράς του.

3.2 Γενικά

Η αποθήκευση του αλεύρου σε κατάλληλους χώρους και κάτω από κατάλληλες συνθήκες έχει πάρα πολύ μεγάλη σημασία για την διατήρηση της ποιότητάς του, γιατί είναι πιθανό να μεσολαβήσουν διάφορες αλλαγές κυρίως μικροβιολογικής αιτιολογίας.

Κατά την αποθήκευση του αλεύρου, αρχικά λαμβάνεται αποσύνθεση του αμύλου σε σάκχαρα με την πάροδο του χρόνου. Επίσης το άλευρο κινδυνεύει και από διάφορα έντομα παρόλο που δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην υγιεινή του προϊόντος.

Για αυτό τον λόγο δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στον αποθηκευτικό χώρο όπου φυλάσσεται το προϊόν. Επίσης όλο και περισσότεροι επαγγελματίες χρησιμοποιούν μικρά σιλό για την αποθήκευση των προϊόντων τους.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αποθήκευσης σε σιλό, εκτός από τον αποθηκευτικό χώρο (το σιλό), χρειάζεται και άλλα βοηθητικά συστήματα και εξαρτήματα. Στο κάτω μέρος του σιλό υπάρχει μηχανισμός δόνησης που ονομάζεται κώνος λόγω του σχήματός του. Με την δόνηση που προκαλείται τα προβλήματα εκκένωσης μειώνονται και έτσι το αλεύρι που συμπυκνώνεται κατά την έξοδό του, δεν συσσωρεύεται και προωθείται στις σωληνώσεις για μεταφορά. Για την μεταφορά του αλεύρου στο χώρο ή το σημείο της παραγωγής, χρειάζονται σωληνώσεις και ένα σύστημα παραγωγής αέρα που παράγεται από μια τουρμπίνα και ανεμιστήρα προωθήσεως το οποίο ονομάζεται αερομεταφορά ή πνευματική μεταφορά. Στην πραγματικότητα αντλούν το αλεύρι από το σιλό και το οδηγούν σε ένα σύστημα σωληνώσεων. Επίσης μπορεί να παρεμβληθεί και στην γραμμή κόσκινο.

Εάν η μεταφορά δεν έχει μεγάλη απόσταση αντί για αερομεταφορά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σωλήνας με κοχλία μεταφοράς και ονομάζεται μηχανική μεταφορά του αλεύρου. Η κίνηση γίνεται με την βοήθεια ενός σπινάλ συνήθως από ανοξείδωτο χάλυβα συνδεδεμένο με ηλεκτρικό μοτέρ.

Στην αλευροβιομηχανία χρησιμοποιούνται δυο είδη σιλό, τα σιλό εξωτερικού χώρου και τα σιλό εσωτερικού χώρου. Τα σιλό εσωτερικού χώρου προτιμώνται για εγκατάσταση σε στεγασμένους χώρους, συνήθως αυτά είναι μεταλλικά σε σχήμα κυλίνδρου ή από μικρά κυλινδρικά κομμάτια τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με βίδες. Επίσης στα σιλό αυτά υπάρχουν και ειδικά πανιά αντοχής τα όποια είναι περασμένα και τα συγκρατεί ένα μεταλλικό πλαίσιο. Η συνήθης δυναμικότητα των σιλό είναι συνήθως 1 με 20 τόνους.

Τα σιλό εξωτερικού χώρου μπορούν να κατασκευαστούν από ανοξείδωτες ή γαλβανισμένες λαμαρίνες. Προτιμώνται από μεγάλης δυναμικότητας αλευροβιομηχανίες που έχουν χώρους αλλά θέλουν να έχουν μεγάλες ποσότητες αλεύρου της ίδιας παρτίδας για την καλύτερη και πιο ομαλή παραγωγή και την ομοιομορφία του προϊόντος.

Τα πλεονεκτήματα χρήσης σιλό στους χώρους παραγωγής είναι τα εξής: ευκολία χειρισμού και οικονομία χρόνου, ελαχιστοποίηση ανάπτυξης σκόνης, μείωση των κινδύνων από την επί μακρό χρόνο αποθήκευση του αλεύρου, καλύτερη υγιεινή αποθήκευσης, καλύτερη ομογενοποίηση του αλεύρου από τον αέρα το οποίο θα το μεταφέρει στο συγκεκριμένο χώρο παραγωγής. Έχει παρατηρηθεί ότι κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες κατά την μεταφορά αλεύρων με πνευματικό τρόπο υπάρχει αλλοίωση των κόκκων του αλεύρου. Αυτή είναι μια κρίσιμη παράμετρος και για την λύση του συγκεκριμένου προβλήματος μεταβάλλεται η ταχύτητα ροής ανάλογα με το είδος του αλεύρου που μεταφέρεται.

Τα μειονεκτήματα της χρήσης σιλό είναι τα εξής: ο διαχωρισμός του αλεύρου ο οποίος φαίνεται σε άλευρα που έχουν διαφορετικό μέγεθος σωματιδίων της στο αλεύρι ολικής άλεσης, τα μικρά σωματίδια κολλάνε στα τοιχώματα του σιλό είτε κατά το γέμισμα ή κατά το άδειασμα, ενώ τα μεγάλα σωματίδια παραμένουν στο κέντρο.

Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η δημιουργία συμπυκνωμένης υγρασίας που έχει ως συνέπεια να σχηματίζεται κρούστα και μύκητες στα πλαϊνά τοιχώματα στο σιλό.

Στο σύστημα αποθήκευσης και μεταφοράς που θα παρουσιαστεί παρακάτω θα τοποθετηθεί στο σύστημα δονητικός κώνος και κατά την μεταφορά του αλεύρου στον χώρο φόρτωσης ένα σύστημα ζύγισης έτσι ώστε να γνωρίζουμε την ακριβή ποσότητα αλεύρου που θέλουμε να φορτώσουμε, π.χ. αν υπάρχει μια παραγγελία 3 τόνους μέσω του συστήματος ζύγισης θα μπορούμε να ελέγχουμε την ακριβή ποσότητα.

Στο σιλό αποθήκευσης θα παρουσιαστεί η τοποθέτηση της ηλεκτρονικού συστήματος με υπερήχους μέσω του οποίου θα ελέγχεται η ακριβής ποσότητα αλεύρου που υπάρχει μέσα στο σιλό αποθήκευσης, το οποίο θα συνδέεται με το τμήμα της παραγωγής έτσι ώστε να διευκολύνεται ο προγραμματισμός και ο πλήρης έλεγχος της παραγωγικής διαδικασίας.



Εικόνα 25 (Δονητικός κώνος)

3.3 Επιλογή και Διαστασιολόγηση αποθηκευτικού χώρου

Ο όγκος του σιλό που θα επιλεγεί έχει χωρητικότητα 80 τόνων και θα έχει τις εξής διαστάσεις. Ύψος $H=25$ m και διάσταση διαμέτρου $d=2$ m.

Το υλικό κατασκευής του σιλό είναι ST 37,2 (μαύρος βαμμένος χάλυβας).

Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημάνουμε ότι η επιλογή των διαστάσεων του σιλό γίνεται ανάλογα με το προϊόν και στην περίπτωση μας το αλεύρι.

Το σιλό αποτελεί ένα κυλινδρικό σχήμα, με θόλο στην κορυφή, και έτσι θα μπορεί να χρησιμοποιεί τους τύπους για τον όγκο μιας σφαίρας και κυλίνδρου για να καθορίσει τον αποθηκευτικό χώρο του σιλό.

Ο υπολογισμός του όγκου του σιλό έγινε με βάση τον παρακάτω τύπο ο οποίος χρησιμοποιείται για σιλό κυλινδρικής διατομής με ημισφαιρική κεφαλή:

$$V = (p \times r^2 \times h) + \left(\frac{2}{3}\right) \times p \times r^3 \quad (3.3.1)$$

όπου r είναι η εσωτερική ακτίνα του σιλό και h είναι το ύψος του Σιλό.

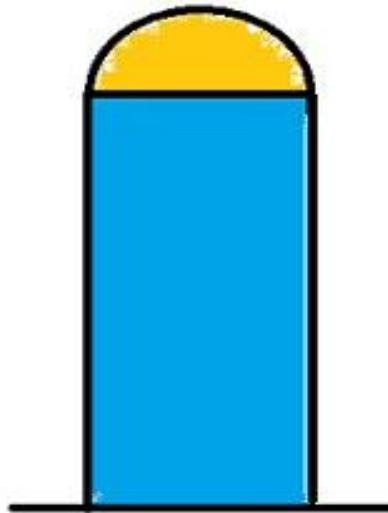
Κάνοντας αντικατάσταση των διαστάσεων ύψους και ακτίνας προκύπτει όγκος 80,1 κυβικά μέτρα.

$$V = 3.14 \times 1^2 \times 25 + \frac{2}{3} \times 3.14 \times 1^3 = 80.5m^3$$

Πρέπει να τονίσουμε ότι ανάλογα με το ειδικό βάρος του αλεύρου η χωρητικότητα του σιλό μπορεί να μεταβάλλεται με μικρές αποκλίσεις φυσικά.

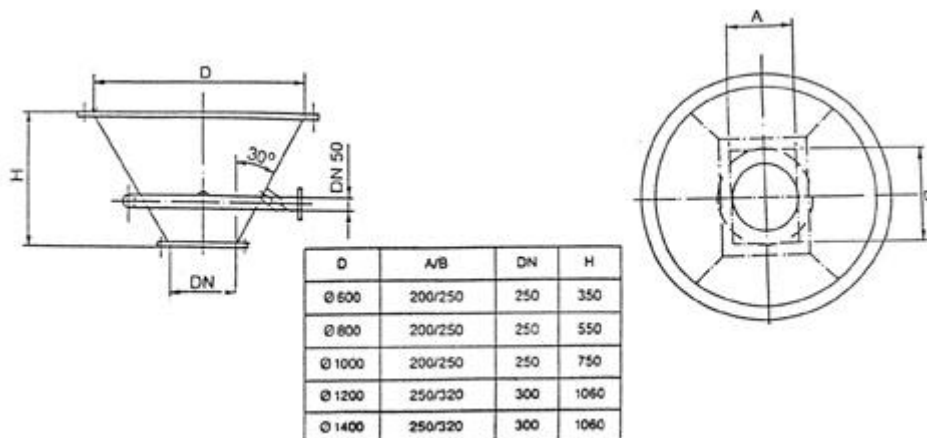
Επίσης η συναρμολόγηση του σιλό γίνεται τμηματικά με κυλινδρικά τμήματα τα οποία έχουν μήκος δυο μέτρα και συνδέονται μεταξύ τους με κοχλίες. Το επάνω κομμάτι το οποίο είναι σφαιρικό είναι και αυτό στερεωμένο πάνω στα υπόλοιπα κομμάτια με κοχλίες.

Στο παρακάτω σκαρίφημα φαίνεται ένα σιλό με σφαιρικό θόλο.

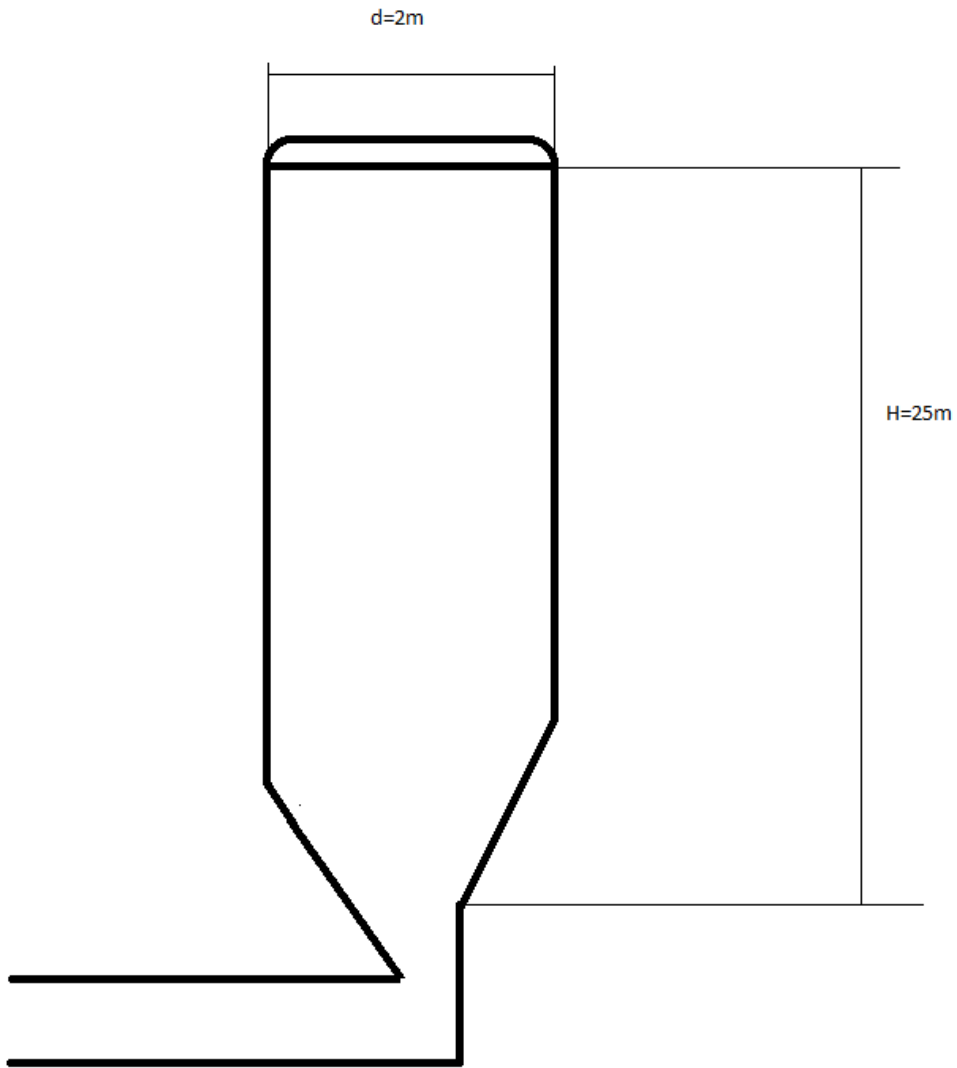


Σκαρίφημα 1 (Σιλό με σφαιρικό θόλο)

Στο σιλό θα τοποθετηθεί δονητικός κώνος ο οποίος θα χρησιμεύει για την εκκένωση του αλευρού και θα έχει διαστάσεις διαμέτρου 1,4 μέτρων έτσι ώστε να προσαρμοστεί στο μεταλλικό σιλό.



Εικόνα 27 (Δονητικός κώνος)



Σχέδιο 1 (Σιλό αποθήκευσης)

3.4 Υπολογισμός Συστήματος Μεταφοράς Αλεύρου με Μεταφορικούς Κοχλίες

Η μεταφορά στερεών προϊόντων μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση μεταφορικών κοχλιών και ιδιαίτερα των κοκκώδων υλικών όπως το αλεύρι. Οι μεταφορικοί κοχλίες έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα: είναι κατάλληλοι για μεταφορά προϊόντων με χαμηλή ικανότητα ροής, και για οριζόντια, κατακόρυφη ή υπό κλίση μεταφορά. Τα μειονεκτήματά τους είναι: η υψηλή κατανάλωση ενέργειας, και η μέτρια καταπόνηση του προϊόντος.

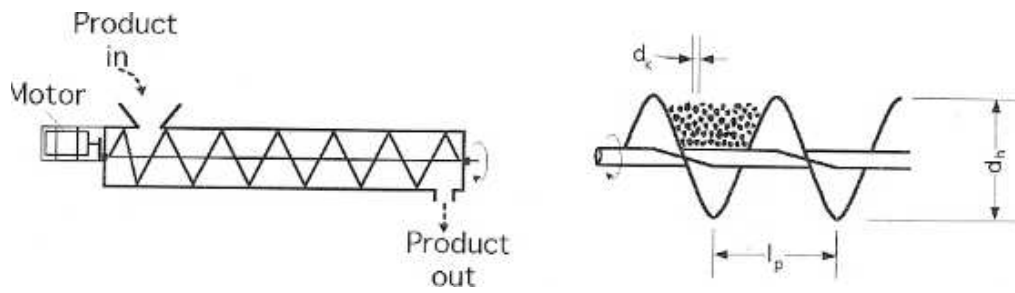
Δυο είναι οι κύριοι τύποι μεταφορικών κοχλιών: ο τύπου σπирάλ (α) και ο μεταφορικός κοχλίας με ξεχωριστές λεπίδες(β).

Η σύνδεση των τμημάτων της κάσας γίνεται με φλάντζα και οι εσωτερικές στηρίξεις με συνθετικά κουζινέτα. Ανάλογα με τις απαιτήσεις η μετάδοση κίνησης παρέχεται μέσω ιμάντων, αλυσίδας ή κοπλέρ και την αντίστοιχη ηλεκτροκίνηση.

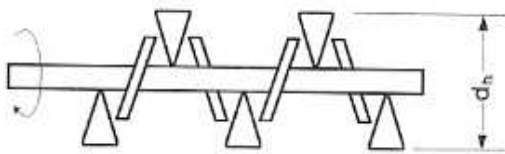


Εικόνα 28 Κοχλιοφόρος Μεταφορέας τύπου σπирάλ U (ανοιχτού καναλιού)

α)



β)

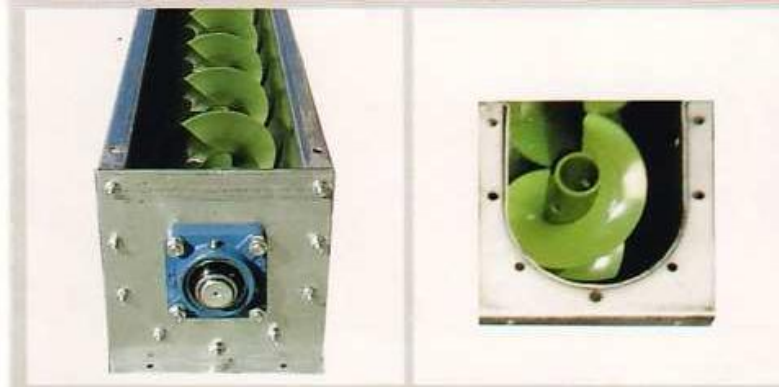


Σχέδιο 2 (Τύποι κοχλιοφόρων μεταφορέων)



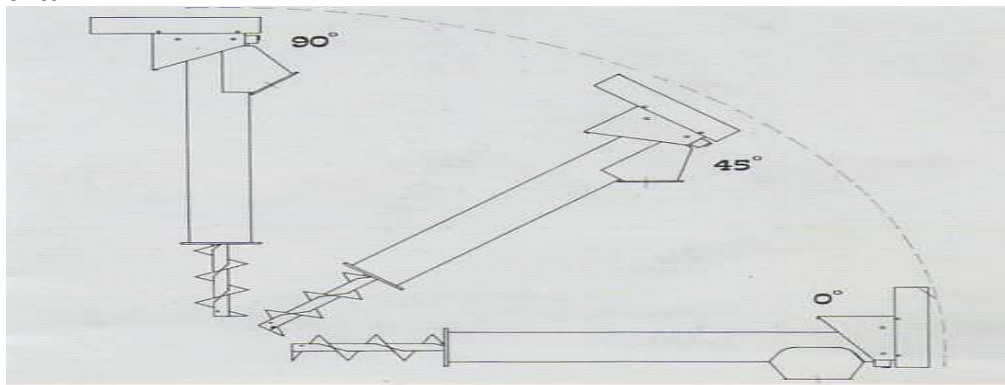
Εικόνα 29 (Μετάδοση κίνησης και έδραση άξονα.)

Για την μεταφορά του αλεύρου στην αλευροβιομηχανία και στο σύστημα που παρουσιάζεται έχει επιλεγεί η τοποθέτηση κοχλιών μεταφοράς τύπου U με άξονα τύπου σπирάλ.



Εικόνα 30 (Μεταφορικοί κοχλίες)

Επίσης θα χρησιμοποιηθεί στο σύστημά μας και ένας κοχλίας ελαφρού τύπου γαλβανιζέ από στοιχεία διαιρετά με μπρούτζινα κουζινέτα. Ο κοχλίας αυτός δύναται να τοποθετηθεί υπό γωνία αλλά στο σύστημά μας θα τοποθετηθεί υπό κλίση 45 μοιρών για λόγους που θα δούμε αναλυτικά παρακάτω.



Εικόνα 31 (Μεταφορικοί κοχλίες)

Επίσης στο σύστημά μας θα χρησιμοποιηθεί καδοφόρος αναβατήρας ο οποίος είναι κατάλληλος για την ανέλκυση υλικών σε κονιώδη-κοκκώδη μορφή σε μεγάλο ύψος. Οι καδοφόροι αναβατήρες κατασκευάζονται από γαλβανισμένα φύλλα sedizimir, η μεταφορική ταινία κατασκευάζεται από αντιολισθητικό και αντιστατικό κάλυμμα, οι κάδοι από σίδηρο υψηλής απόδοσης, οι κοχλίες είναι γαλβανισμένοι και σε ορισμένες περιπτώσεις επικαλυμμένοι με κάδμιο. Η κεφαλή είναι με αφαιρούμενο κάλυμμα, διαιρούμενο σε δυο μισά ενώ υπάρχει και παράθυρο επιθεώρησης. Η μετάδοση της κίνησης γίνεται με ιμαντοκίνηση ή με αλυσοκίνηση συνδυαζόμενη με ηλεκτροκινητήρα. Τα κουβαδάκια είναι κατασκευασμένα από χάλυβα υψηλής απόδοσης πρεσσαριστά.

Ο καδοφόρος αναβατήρας που θα χρησιμοποιηθεί θα έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

Πίνακας 22 Τεχνικά χαρακτηριστικά καδοφόρου αναβατήρα

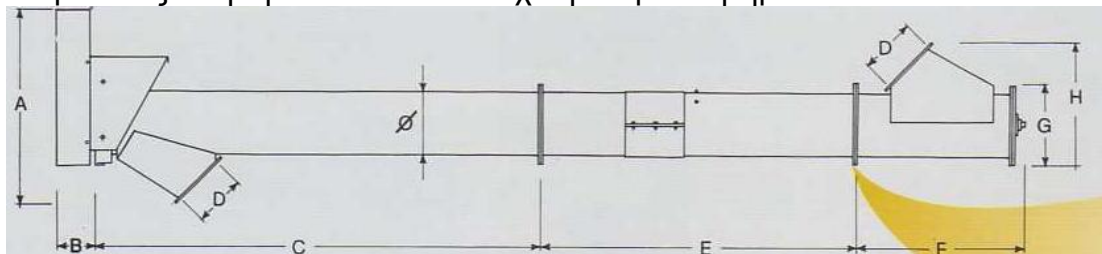
	Δυναμικότητα (m ³ /h)	Τροχαλία (mm)	Κουβαδάκια			Ταχύτητα ιμάντα (m/sec)	Στροφές /λεπτό (rpm)
			Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	Όγκος (lt)		
E	26	300	100	70	0,35	2,8	178



Εικόνα 32 (Καδοφόρος αναβατήρας)

Διαστασιολόγηση Μεταφορικών κοχλίων

Για το τμήμα AB το οποίο συνδέεται με τον αποθηκευτικό χώρο θα επιλεγεί ο μεταφορικός κοχλίας τύπου Φ ο οποίος θα προσαρμοστεί στον δονητικό κώνο. Η μετάδοση της κίνησης θα γίνεται μέσω αλυσίδας παίρνοντας κίνηση από τον αντίστοιχο ηλεκτροκινητήρα.



Σχέδιο 3 (Μεταφορικός κοχλίας τύπου Φ)

Οι μεταφορικοί κοχλίες τύπου Φ υπάρχουν στις εξής διαστάσεις από τους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 23 Τεχνικά χαρακτηριστικά μεταφορικού κοχλίου
Διαστάσεις σε mm

ΤΥΠΟΣ	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Φ150	670	140	2500	Φ150	1000- 2000- 3000	590	210	350	670
Φ200	750	140	2500	176*176	1000- 2000- 3000	570	260	420	670
Φ250	850	160	2300	250*250	1000- 2000- 3000	750	310	520	780
Φ300	9250	170	2300	300*300	1000- 2000- 3000	750	360	620	870

Πίνακας 24 Εγκατεστημένη ισχύς σε kw

ΤΥΠΟΣ	Μήκος σε mt	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Φ150	280	1.1	1.1	1.5	1.5	1.5	2.2	2.2	3	3	4
	360	1.5	1.5	2.2	2.2	2.2	3	3	4	4	5.5
Φ200	280	1.5	1.5	2.2	2.2	2.2	3	3	4	4	5.5
	360	2.2	2.2	3	3	3	4	4	5.5	5.5	7.5
Φ250	280	3	3	3	3	4	5.5	5.5	7.5	7.5	9
	360	3	3	4	4	5.5	5.5	7.5	7.5	9	9
Φ300	280	4	4	5.5	5.5	7.5	7.5	9	9	9	11
	360	4	5.5	5.5	7.5	7.5	9	9	9	11	11

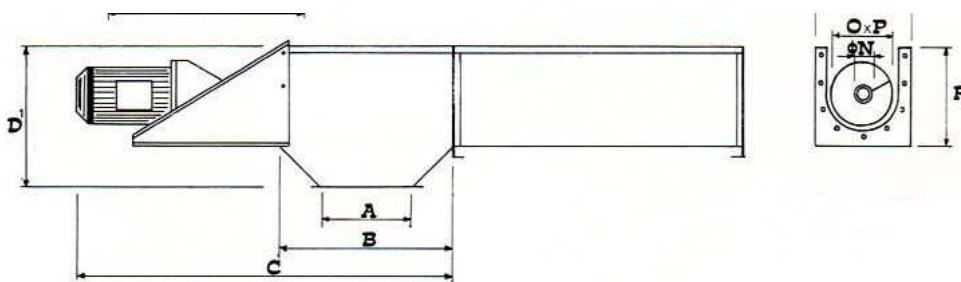
Πίνακας 25

ΤΥΠΟΣ	RPM	0°	45°	90°
Φ150	280	20	13	8
	360	25	16	10
Φ200	280	40	25	15
	360	60	45	18
Φ250	280	55	35	20
	360	80	55	25
Φ300	280	110	60	30
	360	140	80	35

Για το τμήμα AB ο κοχλίας που θα επιλεγεί είναι ο Φ250 σε μήκος $L=3m$ από τους παραπάνω πίνακες με 360 στροφές και υπό γωνία 0 μοιρών.

Στην συνέχεια ο κοχλίας θα συνδεθεί με έναν κοχλία τύπου U, για την διαστασιολόγηση των τμημάτων ΒΓ και ΓΔ.

Οι διαστάσεις των μεταφορικών κοχλιών τύπου U που θα τοποθετηθούν στο σύστημα φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχέδιο 4 (Μεταφορικός κοχλίας τύπου U)

3.5 ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Ο όρος παραπέμπει στην λέξη «πνεύμα» που στα αρχαία ελληνικά σημαίνει και άνεμος, αέρας. Εξ αυτής και μέσω των αγγλοσαξόνων ο όρος χρησιμοποιείται για να δηλώσει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα προκειμένου να κινήσουν κατάλληλους επενεργητές. Πεπιεσμένο αέρα διαθέτει κάθε βιομηχανικού τύπου εγκατάσταση. Η παραγωγή του γίνεται με εμβολοφόρους ή κοχλιοφόρους συμπιεστές και υπάρχει συνήθως δίκτυο διανομής που περιλαμβάνει και αεροφυλάκιο. Χρήση πεπιεσμένου αέρα σε εφαρμογές αυτοματισμού ενδείκνυται σε περιπτώσεις που έχουμε επενέργεια σε μικρά φορτία, θέλουμε μεγάλες ταχύτητες ή επιθυμούμε απλά μία φτηνή λύση στο πρόβλημά μας. Ο περιορισμός στα φορτία οφείλεται στο γεγονός ότι οι διαθέσιμες πιέσεις είναι το πολύ 10 bar. Τα πνευματικά συστήματα είναι ιδανική λύση για ένα μεγάλο εύρος περιπτώσεων αυτοματισμού.

Στα πλεονεκτήματά τους περιλαμβάνονται :

- χαμηλό κόστος
- αξιοπιστία
- μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλοντα με υψηλές θερμοκρασίες
- δεν λερώνουν
- δεν απαιτείται αγωγός επιστροφής του πιεσμένου αέρα.
- έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης.
- μεγάλου μήκους γραμμικές κινήσεις.
- παρέχουν σχετικά ψηλές δυνάμεις.
- μεγάλες περιστροφικές ταχύτητες,
- μπορούν να υπερφορτωθούν

Στα δε μειονεκτήματά τους και τα παρακάτω :

- δεν είναι κατάλληλα για εφαρμογές ελέγχου θέσης που απαιτούν μεγάλη ακρίβεια λόγω συμπιεστότητας
- δεν είναι κατάλληλα για περιπτώσεις όπου απαιτείται να ασκηθούν μεγάλες δυνάμεις.

Σε γενικές γραμμές η πνευματική μεταφορά στερεών σωματιδίων ταξινομείται σε δύο περιοχές ροής : αραιή κατάσταση και πυκνή κατάσταση.

Ειδικότερα χαρακτηριστικά των περιοχών ροής δίδονται κατωτέρω:

- Μεταφορά σε αραιή κατάσταση

Χαρακτηρίζεται από μεγάλες ταχύτητες αέρα (> 20m/s), μικρές συγκεντρώσεις στερεών (< 1% κατ' όγκο) και χαμηλές πτώσεις πίεσης ανά μονάδα μήκους της γραμμής μεταφοράς (< 5 mbar/m). Περιορίζεται σε μικρές διαδρομές και σε συνεχείς μεταφορές στερεών με παροχή μικρότερη από 10 tn/h. Είναι κατάλληλη για λειτουργία με κενό. Τα στερεά σωματίδια συμπεριφέρονται σαν ανεξάρτητα, πλήρως αιωρούμενα στον αέρα. Κυριαρχούν οι δυνάμεις μεταξύ αέρα-σωματιδίου.

- Μεταφορά σε πυκνή κατάσταση

Χαρακτηρίζεται από χαμηλές ταχύτητες αέρα (1 – 5 m/s), μεγάλες συγκεντρώσεις στερεών (> 30% κατ' όγκο) και υψηλές πτώσεις πίεσης ανά μονάδα μήκους της γραμμής μεταφοράς (> 20 mbar/m). Τα σωματίδια δεν είναι πλήρως αιωρούμενα. Υπάρχει μεγάλη αλληλεπίδραση μεταξύ των σωματιδίων. Σε μερικά σημεία της γραμμής μεταφοράς τα σωματίδια μπορεί να πληρούν τη διατομή του σωλήνα. Σε οριζόντια ροή η ταχύτητα του αέρα είναι ανεπαρκής να διατηρήσει αιωρούμενα όλα τα σωματίδια ενώ σε κατακόρυφη ροή συμβαίνει και ροή σωματιδίων κατά την αντίθετη κατεύθυνση.

Στην περίπτωση της θα επιλεγεί μεταφορά σε πυκνή φάση εξαιτίας των χαμηλών ταχυτήτων αέρα.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεταφορές πυκνής φάσης πηγάζουν από τις απαιτήσεις χαμηλής ταχύτητας αέρα και σωματιδίων. Απαιτήσεις χαμηλής παροχής αέρα γενικά ισοδυναμούν με λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις ανά kg μεταφερόμενου υλικού, μικρότερους σωλήνες και μικρότερες διατάξεις διαχωρισμού των στερεών από τον αέρα. Ενίοτε δεν απαιτείται καν φίλτρο στο τέλος της γραμμής. Απαιτήσεις χαμηλών ταχυτήτων στερεών σημαίνει ότι μπορούν να μεταφερθούν εύθρυπτα και διαβρωτικά (abrasive) υλικά χωρίς υποβάθμιση (degradation) των υλικών και χωρίς μεγάλη διάβρωση των σωλήνων.

- Διατάξεις ελέγχου

Τα περισσότερα εμπορικά πνευματικά μεταφορικά συστήματα με πυκνή φάση λειτουργούν με την ασυνεχή μορφή (discontinuous dense phase flow), επειδή όμως η περιοχή αυτή είναι μη προβλέψιμη (unpredictable) και μπορεί να προκληθούν πλήρεις εμφράξεις της γραμμής και υψηλές πιέσεις προβλέπονται διατάξεις για έλεγχο του μήκους του «βουλώματος» (plug length) για να μειωθεί η πιθανότητα έμφραξης.

Στην περίπτωση του αλευρόμυλου θα χρησιμοποιηθεί η αερομεταφορά πυκνής φάσης με την χρήση πιεστικού δοχείου.

Αερομεταφορά με πιεστικό δοχείο. Το σύστημα αερομεταφοράς με πιεστικό δοχείο είναι ιδανικό για μεγάλες αποστάσεις και ιδανικό για την περίπτωση μας (25 μέτρα) και για δυναμικότητα 40 τόνων την ώρα. Το προϊόν αδειάζεται σε ένα πιεστικό δοχείο 300 lt στο οποίο διοχετεύεται αέρας 2,5-3 bar. Η αερομεταφορά είναι ασυνεχής αφού μόλις μεταφερθεί η μια παρτίδα προϊόντος ακλουθεί νεκρός χρόνος για να ξαναγεμίσει το πιεστικό δοχείο. Βέβαια η φόρτιση του συστήματος (αναλογία kg μεταφερόμενου προϊόντος προς kg αέρα είναι μεγάλη στις περισσότερες περιπτώσεις (40/1). Το αλεύρι μεταφέρεται μέσα στον σωλήνα σε συμπυκνωμένα κομμάτια και βοηθά στον περιορισμό της αλλοίωσης των κόκκων του αλεύρου.



Εικόνα 33 (Blower)

Στην περίπτωση όπως χρειάζεται και όπως αεροσυμπιεστής ο οποίος θα δίνει την απαιτούμενη παροχή και πίεση του αέρα.

Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αερομεταφορά με blower και αεροφράκτη αλλά μέσα στον σωλήνα το προϊόν συνταξιδεύει με τον αέρα, απομειγνύεται και ενδεχομένως για ορισμένα είδη αλεύρου, όπως έχει δείξει η πράξη, θρυμματίζεται, αλλά και δεν είναι ιδανικό και λειτουργικό για διακινήσεις μεγάλων ποσοτήτων αλεύρου.

Οι σωληνώσεις που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι κατασκευασμένες από inox 304.



Εικόνα 34 (Inox για αερομεταφορά)

Οι ανοξείδωτοι σωλήνες θα έχουν ραφή TIG, διαμέτρου 1.1/4" και εξωτερική διάμετρο και πάχος $42,2 \times 1,65$ και βάρος 1,68kg ανά μέτρο, το μήκος των σωλήνων θα είναι 6 μέτρα.

3.6 Μέτρηση στάθμης αποθηκευτικού χώρου

Σε μια αλευροβιομηχανία είναι πάρα πολύ σημαντικό να είναι γνωστή η ποσότητα των αποθεμάτων που υπάρχουν μέσα στους αποθηκευτικούς χώρους έτσι ώστε να μπορεί να γίνει ένας σωστός προγραμματισμός για τις ανάγκες της παραγωγής και την ζήτηση των προϊόντων από τους πελάτες. Είναι πάρα πολύ πρακτικό γιατί σε περιπτώσεις όπου ο πελάτης ζητά συγκεκριμένη ποσότητα (π.χ. 3 τόνους) οι εργαζόμενοι μπορούν να φορτώσουν το σιλοφόρο όχημα με την απαιτούμενη ποσότητα ελέγχοντας την ένδειξη του μετρητή. Για αυτό τον λόγο θα χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα ελέγχου της στάθμης του σιλό το οποίο θα δείχνει με ψηφιακή ένδειξη την ποσότητα του αλεύρου που υπάρχει μέσα στο σιλό. Η συσκευή μέτρησης που έχει επιλεγεί είναι το μοντέλο Smart scan 25 L με ακρίβεια 0,20 μέτρα.



Εικόνα 35 (Σύστημα ελέγχου στάθμης αποθηκευτικού χώρου)

Πλεονεκτήματα

- 1) Μπορεί να εγκατασταθεί σε δεξαμενές, κλειστές αποθήκες, ανοικτούς χώρους αποθήκευσης κ.α.
- 2) Αυτορυθμιζόμενο ανάλογα το περιεχόμενο
- 3) Προσαρμόσιμο σε: ατμούς, αέρια, μεταβολές θερμοκρασίας, άνεμος κ.λ.π. εξασφαλίζοντας υψηλή ακρίβεια κάτω από αντίξοες συνθήκες, 0.1% ακρίβεια στις μετρήσεις
- 4) Για μετρήσεις μέχρι 40 μέτρα
- 5) Ανάλυση: 1 mm (0.04 inch)
- 6) Δεν χρειάζεται διακρίβωση ή συντήρηση

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1 Συντελεστής για τις κρούσεις C₁

Μηχανές χωρίς κρούση που κινούνται με μια ορισμένη ισχύ.	1,00-1,10
Φυγόκεντρες αντλίες -φουσητήρες	1,10-1,20
Μηχανές λειάνσεως, φρέζες και μικροί τόρνοι , μεταφορικές ταινίες.	1,20-1,25
Μηχανές διατρήσεως ,τόρνοι ,μύλοι αλέσεως, ψυκτικές μηχανές, κρεατομηχανές	1,25-1,35
Μεγάλοι τόρνοι, ξυλουργικές μηχανές	1,35-1,45
Εμβολοφόροι συμπιεστές , μικρά έλαστρα , πρέσσες με σφόνδυλο, πριόνια	1,45-1,55
Υφαντουργικοί ιστοί, κρουστικοί θραυστήρες , σφυριά , θραυστήρες λατομείων	1,55-2,00
Μηχανές μεγάλης ανομοιομορφίας όπως βαριά έλαστρα	2,00-2,50

Πίνακας 2 Συντελεστής συνθηκών που εργάζεται ο ιμάντας C₂

Ξηρός αέρας-κανονική θερμοκρασία	1,00
Υγρός αέρας με πολύ σκόνη-Μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές	1,10
Εκτόξευση λαδιού	1,25
Υγρός αέρας –Μεγάλες διαφορές υγρασίας	1,30

Πίνακας 3 Συντελεστής διάρκειας ζωής C_3 με βάση τον λόγο $B/B_{επ}$

Ώρες λειτουργίας την ημέρα	B= Συχνότητα κάμψης							
	$B_{επ}$ = Επιτρεπόμενη Συχνότητα κάμψης							
	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,60	0,80	1,00
3-4	0,95	1,00	1,03	1,06	1,11	1,16	1,28	1,48
8-10	1,00	1,02	1,05	1,09	1,14	1,19	1,33	1,54
16-18	1,03	1,07	1,11	1,18	1,25	1,33	1,54	1,85
24	1,07	1,14	1,22	1,32	1,43	1,56	1,93	2,38

Πίνακας 4

Συντελεστής C_4 για τόξο τύλιξης για επίπεδο ιμάντα(F) και τραπεζοειδή ιμάντα (K)

α	70 ⁰	80 ⁰	90 ⁰	100 ⁰	110 ⁰	120 ⁰	130 ⁰	140 ⁰	150 ⁰	160 ⁰	170 ⁰	180 ⁰	190 ⁰	200 ⁰	210 ⁰	220 ⁰
C_4 (F)	1,40	1,33	1,27	1,21	1,16	1,12	1,08	1,05	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93		
C_4 (K)	1.73	1.5	1.47	1,37	1,23	1,22	1,16	1,12	1,08	1,05	1,02	1,0				

Πίνακας 5 Συντελεστής που λαμβάνει υπ όψιν το είδος της τανύσεως C_5

Για τάνυση ιμάντων με την βοήθεια ρυθμιστικών κοχλιών	$C_5=1,0$
Για τάνυση ιμάντος με βράχυνση αυτού	$C_5=1,0$
Για τάνυση με τροχό τανύσεως	$C_5=0.8$
Για αυτοτάνυση	$C_5=0,8$

Πίνακας 6 Συντελεστής ανάλογα με το μέγεθος της μικρής τροχαλίας C_6

Όταν $d_1 > d_{ελ}$ τότε $C_6=1$	d =διάμετρος της μικρής τροχαλίας
Όταν $d_1 < d_{ελ}$ τότε $C_6=d_{ελ}/d_1$	$d_{ελ}$ =η ελάχιστη διάμετρος της μικρής τροχαλίας

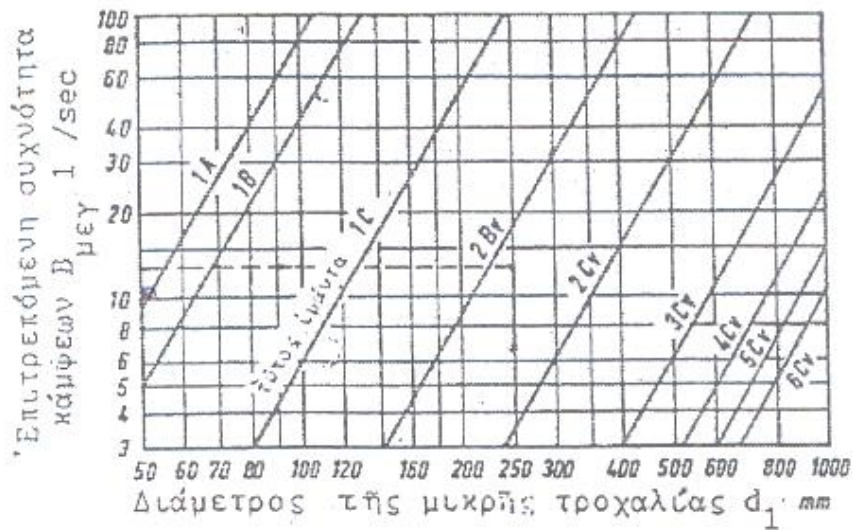
Πίνακας 7 Συντελεστής ανάλογα με τον αριθμό των τραπεζοειδών ιμάντων C_7

Για αριθμό ιμάντων $Z=1$	$C_7=1$
Για αριθμό ιμάντων $Z>2$	$C_7=1.25$

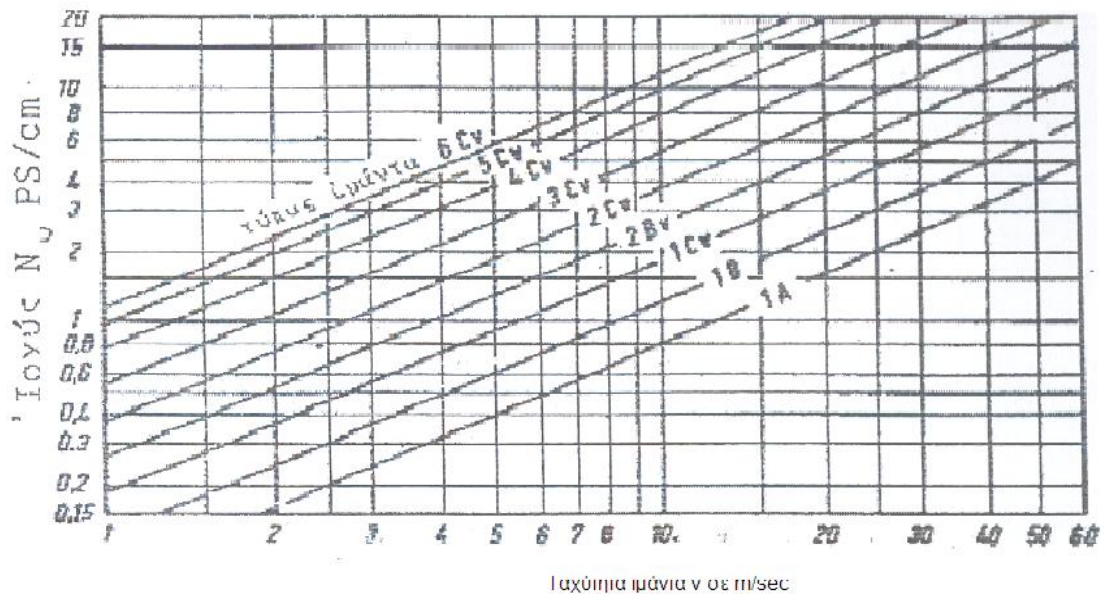
Πίνακας 8 Στοιχεία τεχνητού σύνθετου ιμάντα

ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΣΥΝΘΕΤΟΣ ΙΜΑΝΤΑΣ										
ΑΝΤΟΧΗ		ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ				ΟΡΙΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΩΣ		
E(kp/mm ²)	σ _b	S(mm)	B(mm)	γ (kp/dm ³)	σ _{επ} kp/mm ²	μ	E _B	(d/s) _{ελα}	B _{max} 1/sec	V μεγ
55	20	(1...2)*0,5	10...250	1,2+q/s	2,0	0,3+v/100	55	80	80	60
		(1...2)*0,7	10...500					90		
		(1...4)*0,9	10...750					100		

Διάγραμμα 1



Διάγραμμα 2



Πίνακας 9 Τεχνικά χαρακτηριστικά χάλυβα St 50

St 50	Κάμψη (N/mm ²)			Στρέψη (N/mm ²)		
	σ_{bs}	σ_{bsch}	σ_{bw}	T_{bs}	T_{bsch}	T_{bw}
	420	420	260	210	210	180
St 50	$T_{\epsilon\pi}=200 \text{ kp/cm}^2$					

Πίνακας10 Διαστάσεις για τραπεζοειδών τροχαλίων (DIN 2215)

C 22*14						
c	a	n	Dw _{min} για ατέρμονες ιμάντες	Dw _{min} για ιμάντες του μέτρου	Μήκη ιμάντων	Γωνία αυλάκων α ⁰ 36 ⁰ 34 ⁰
7	9	4	212	200	1400-2500	475 212

Πίνακας 11 Διαστάσεις τυποποιημένων τροχαλίων (DIN 111)

Διάμετρος τροχαλίας d	40 45 50 56 63 71 80 90 100 112 125 140 160 180 200 224 250 280 315 355 400 500 560
Πλάτος τροχαλίας b	20 25 32 40 50 63 80 100 125 140 160 180 200 224 250 280 315 355 400 450 500 560 630

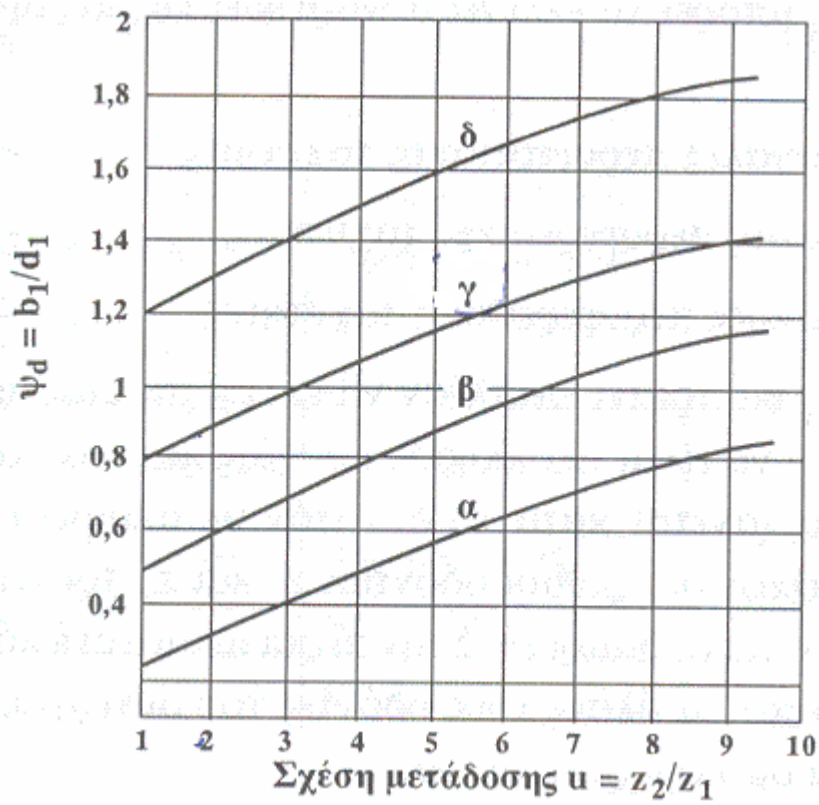
Πίνακας 12 Τεχνικά χαρακτηριστικά κανονικών τραπεζοειδών ιμάντων

Διατομή ιμάντα	5×3	6×4	8×5	Z 10×6	A 13×8	17×11	20×12,5	C 22×14	25×16	D 32×20	E 40×25
Μέση περίμετρος L_m	-10	-12	-16	-20	25	-32	-40	-44	-50	-63	-80

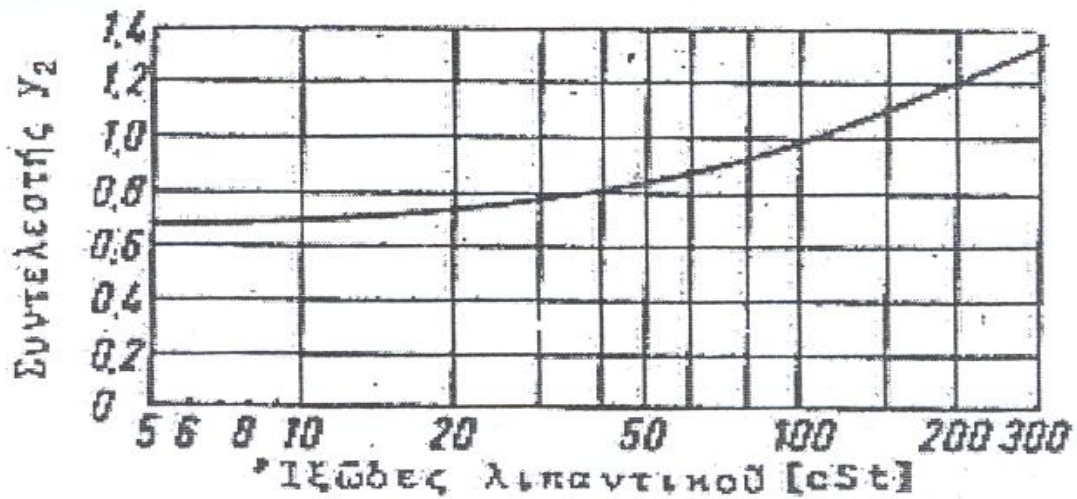
Πίνακας 13 Ανηγγμένη ισχύς N_0 σε PS ανά ιμάντα

V (m/sec)	Πλάτος ιμάντα σε mm	
14	20	22
	5.81	7.0
16	6.32	7.5

Διάγραμμα 7



Διάγραμμα 8



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ιωάννης Κ. Στεργίου,-Κωνσταντίνος Ι. Στεργίου, *Στοιχεία Μηχανών Ι*, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική ,Αθήνα, 2002
2. Ιωάννης Κ Στεργίου-Κωνσταντίνος Ι.Στεργίου, *Στοιχεία Μηχανών ΙΙ*, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα, 2002
3. Μπαράκου Γεωργίου, *Σημειώσεις Στοιχεία Μηχανών ΙΙ*, Πάτρα, 2002
4. Γιαννόπουλου Ανδρέα, *Σημειώσεις Στοιχεία Μηχανών Ι*
5. *Αρχείο ποιοτικού ελέγχου Μύλοι Μάρρα Α.Ε.* Κόρινθος, 1996
6. www.papafili.gr