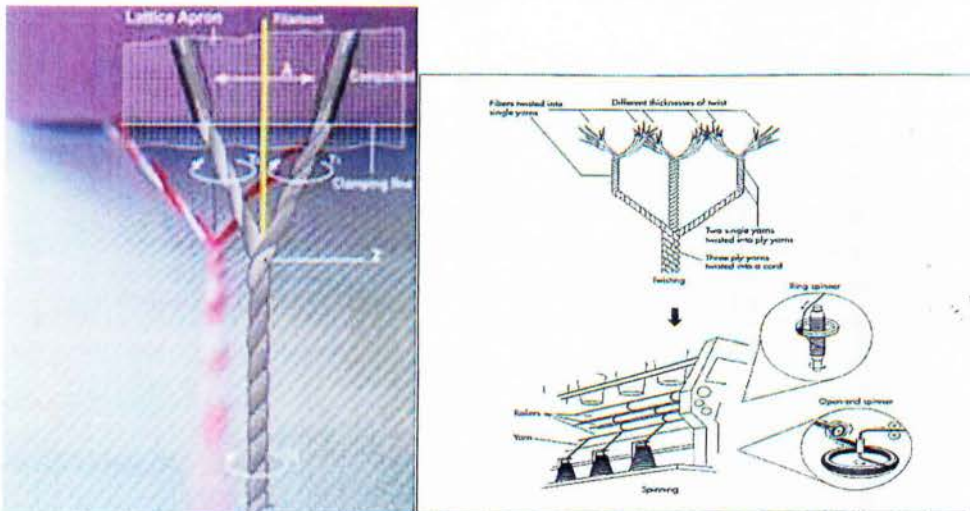


516
ΚΛ

ΣΤΡΙΨΗ

&

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΣΤΡΙΨΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

για την απόκτηση Πτυχίου

ΚΛΩΣΤΟΨΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑΣ

του ΜΗΤΑΛΑΚΗ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ & ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΚΑΠΑΣΑΚΑΛΗ

με την συνεργασία του Επίκουρου καθηγητή

Κ. ΣΑΒΒΑ ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗ

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ: Σ.Τ.ΕΦ.

ΤΜΗΜΑ: ΚΛΩΣΤΟΨΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ

BIBΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΜΑΙΟΣ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

Πρόλογος	1
----------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΩΣΤΟΨΦΑΝΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΥΛΗΣ

1.1 Εισαγωγή	2
1.2 Καμπύλες τάσης / επιμήκυνσης	3
1.2.1 Ιδιότητες Εφελκυσμού των ινών	4
1.2.2 Ανοιγμένη επιμήκυνση Εφελκυσμού	4
1.3 Μέτρο Ελαστικότητας	6
1.4 Σημείο διαρροής (yield point)	7
1.5 Ελαστικότητα	7
1.6 Κάμψη και στρέψη	8
1.6.1 Στρίψη και στρεπτική ακαμψία	10
1.7 Στρίψη - Ορισμός	12
1.7.1 Συντελεστής στρίψης	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΣΤΡΙΨΗ ΤΩΝ ΝΗΜΑΤΩΝ

2.1 Εισαγωγή	17
2.2 Γεωμετρία των στριμμένων νημάτων	17
2.3 Η λεπτότητα των νημάτων	21
2.4 Στρίψη των νημάτων- Συντελεστής Στρίψης	22
2.4.1 Συντελεστής στρίψης. Θεωρητικός υπολογισμός	25
2.4.2 Όρια στρίψης	30
2.5 Πραγματικά και υδανικά νήματα	32
2.6 Συσκευασία των ινών στο νήμα	33
2.7 Ανοικτή συσκευασία – Open packing	33
2.8 Εξαγωνική κλειστή συσκευασία	35
2.9 Αποκλίσεις από υδανικές μορφές	38
2.10 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά	38
2.11 Χαρακτηριστικά διάταξης	39
2.12 Σχέση μεταξύ στρίψης, διαμέτρου νήματος και γωνία στρίψης των ινών στο νήμα	41
2.13 Μορφή και τακτοποίηση των ινών στα στριμμένα νήματα	42
2.14 Η μορφή στρίψης του νήματος	44
2.15 Η δομική ανομοιομορφία του νήματος	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΣΤΡΙΨΗ ΣΤΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΝΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

3.1 Εισαγωγή	52
3.2 Προγνέστρια	52
3.2.1 Η πρόσδοση στρίψης στην προγνέστρια	53
3.2.2 Η βελόνα ή αδράχτι	53
3.2.3 Πτερύγιο, Χαρχάλα ή Flyer	54
3.2.4 Τύπος Flyer	55
3.2.5 Η κορυφή Flyer	57
3.2.6 Ο πιεστικός δάκτυλος ή Μάτι	58
3.3 Η στρίψη στη δακτυλιοφόρο κλώστρια	59
3.3.1 Αντικειμενικοί σκοποί	60
3.3.2 Το αδράχτι	60
3.3.2.1 Τα επιμέρους τμήματα του αδραχτιού	62
3.4 Το δαχτυλίδι και η κόπιτσα	63
3.4.1 Περί δαχτυλιδιού	65
3.4.2 Υλικά δαχτυλιδιών	68
3.4.3 Σκοπός και λειτουργία της κόπιτσας	69
3.4.4 Ταξινόμηση	70
3.4.5 Το σχήμα της κόπιτσας	70
3.4.6 Το σχήμα της τομής της κόπιτσας	70
3.4.7 Υλικό κόπιτσας	71
3.4.8 Η μάζα της κόπιτσας	73
3.5 Χαρακτηριστικά νημάτων δακτυλιοφόρου κλώστριας	75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Η ΣΤΡΙΨΗ ΣΤΗ ΝΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΑΚΡΟΥ ΜΕ ΡΟΤΟΡΑ

4.1 Εισαγωγή	76
4.2 Αναλυτική περιγραφή της πρόσδοσης στρίψης	78
4.2.1 Προώθηση στρίψεων	81
4.2.2 ψευδοστρίψεις	82
4.2.3 Οι περιελγμένες ίνες	84
4.3 Η επιρροή του συντελεστή στρίψης α	85
4.4 Δομή και χαρακτηριστικά του νήματος	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΠΡΟΣΔΟΣΗ ΣΤΡΙΨΗΣ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΑΚΡΟΥ ΜΕ ΤΡΙΒΗ

5.1 Εισαγωγή	87
5.2 Πρόσδοση στρίψης	87
5.3 Χαρακτηριστικά νημάτων ανοικτού άκρου με τριβή	88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ ΑΥΤΟΣΤΡΙΨΕΙΣ

6.1 Εισαγωγή	90
6.2 Πρόσδοση στρίψης	90
6.3 Χαρακτηριστικά νημάτων με αυτοστρίψεις	94

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	95
------------------	----

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Επίλογος	96
----------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία	97
--------------	----

Πρόλογος

Η κλωστοϋφαντουργία είναι επιστήμη που ασχολείται μελέτα και ερευνά ένα γνωστικό πεδίο που περιλαμβάνει και συσχετίζει τις επιστήμες των υλικών, της χημείας και της μηχανικής και τις εφαρμόζει σε δομές νών, νημάτων και υφασμάτων.

Η πτυχιακή εργασία που παρουσιάζεται στις επόμενες σελίδες στόχο από θεωρητικής πλευράς την παρουσίαση και ανάλυση σε ικανοποιητικό βαθμό, ενός πολύ σημαντικού, φυσικού χαρακτηριστικού που δεν είναι άλλο από το χαρακτηριστικό της στρίψης των νημάτων, καθώς και τις μεθόδους στρίψεων που έχουν εφευρεθεί μέχρι σήμερα στην κλωστοϋφαντουργική επιστήμη.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία διαιρείται σε επτά κεφάλαια και πιο συγκεκριμένα:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε σημαντικές ιδιότητες της κλωστοϋφαντουργικής ύλης όπως αυτών της επιμήκυνσης της εφελκυστικής τάσης της κάμψης της ελαστικότητας της στρεπτικής ακαμψίας και της στρίψης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρέχονται πληροφορίες εκτενέστερα για την στρίψη, τον ορισμό αυτής καθώς επίσης και την γεωμετρία των στριμμένων νημάτων με ορισμούς σχήματα και εξισώσεις.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η μέθοδος πρόσδοσης της στρίψης στην συμβατική νηματοποίηση και πιο συγκεκριμένα στην προγένεστρια και στην δακτυλιοφόρο κλώστρια. Επίσης παρέχονται τα χαρακτηριστικά των νημάτων της συμβατικής νηματοποίησης και ο λόγος υπεροχής της έναντι των άλλων μεθόδων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η μέθοδος πρόσδοσης της στρίψης στην τεχνολογία νηματοποίησης ανοικτού άκρου με ρότορα και στο τέλος παρουσιάζονται η δομή και τα χαρακτηριστικά του νήματος από ρότορα σε σύγκριση με τα νήματα της συμβατικής νηματοποίησης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται η πρόσδοση στρίψης στην τεχνολογία νηματοποίησης ανοικτού άκρου με τριβή για να παρουσιαστούν στη συνέχεια τα χαρακτηριστικά των νημάτων αυτής της τεχνολογίας σε σύγκριση πάντα με τα χαρακτηριστικά των νημάτων της συμβατικής νηματοποίησης.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύεται η τεχνολογία νηματοποίησης με αυτοστρίψεις και γίνεται παρουσίαση των χαρακτηριστικών των νημάτων της αυτής τεχνολογίας.

Στο έβδομο κεφάλαιο υπάρχουν κάποια συμπεράσματα σχετικά με τις μεθόδους στρίψεων που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Η πτυχιακή αυτή στηρίζεται σε ένα πλήθος πληροφοριακού υλικού βασισμένου σε πονήματα καθηγητών του τμήματος κλωστοϋφαντουργίας του Τει Πειραιά.

Η ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί βέβαια χωρίς την συμβολή και τη βοήθεια του επίκουρου καθηγητή Σάββα Βασιλείαδη που ανέλαβε να φέρει σε πέρας την παρούσα πτυχιακή. Ένα μεγάλο ευχαριστώ και στον Κ. Θάνο Πέππα και Κ. Αντώνη Πριμέντα καθηγητές του τμήματος κλωστοϋφαντουργίας του ΤΕΙ Πειραιά που βοήθησαν επίσης προς την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας. Ο καθηγητής Κ. Χρήστος Κώτσιος ήταν χωρίς υπερβολή η πνοή αυτής της πτυχιακής. Τον ευχαριστούμε θερμά.

Από την θέση αυτή να ευχαριστήσουμε επίσης και τον Κ. Χρήστο Κατρακάζη υπεύθυνο του εργαστηρίου κλωστικής για την βοήθειά που προσέφερε.

Μηταλάκης Δημήτρης

Τάσος Καπασακάλης

ΚΑΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΛΩΣΤΟΨΦΑΝΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΥΛΗΣ

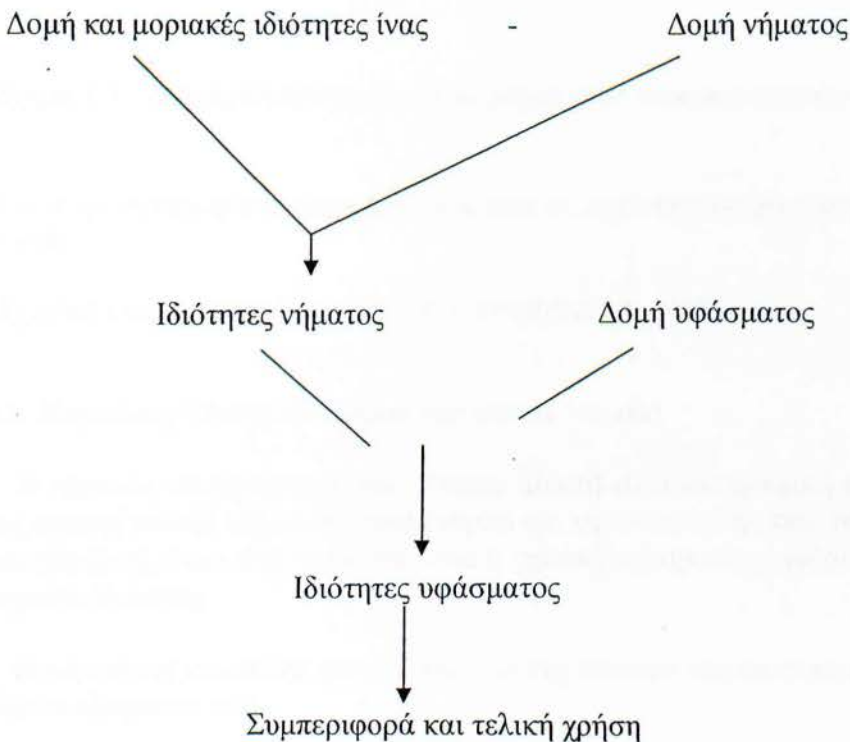
1.1 Εισαγωγή

Πολλές από τις ιδιότητες της κλωστοϋφαντουργικής ύλης και των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων παρουσιάζουν τεχνολογικό ενδιαφέρον. Η έρευνά τους, η πρόβλεψή τους και η ανάλυσή τους καθίσταται εφικτή υπό το πρίσμα των μεθόδων της μηχανικής. Μια από τις σημαντικές ιδιότητες των υλικών και δη των νημάτων είναι η "αντοχή" τους (strength).

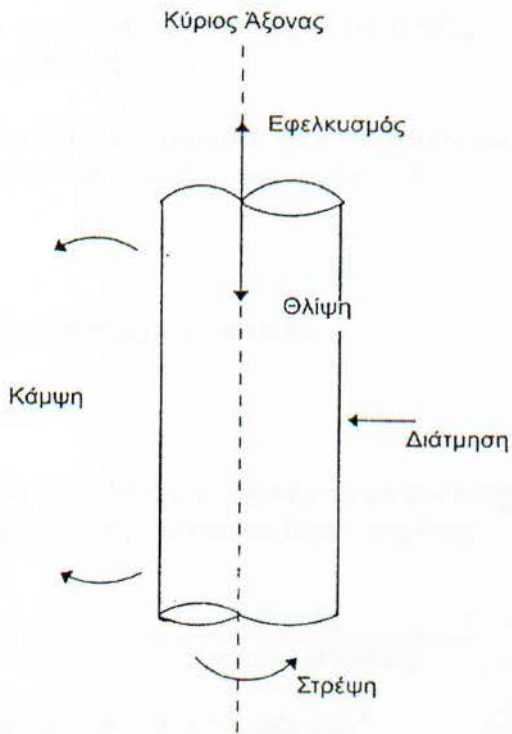
Η "αντοχή" ουσιαστικά συσχετίζει την ικανότητα παραλαβής φορτίου (τάση - stress) και την συνεπακόλουθη αλλαγή στις διαστάσεις (παραμόρφωση ή τροπή - strain).

Ένα νήμα, ή μία ίνα είναι τρισδιάστατες δομές οπότε η τάση και η παραμόρφωση τους μπορούν να συσχετιστούν σε κάθε διεύθυνση στο χώρο.

Οι ίνες είναι δυνατόν να ορισθούν ως δομές τρισδιάστατων μοριακών σχηματισμών με μικρή επιφάνεια διατομής και με λόγο μήκους προς πάχος να βρίσκεται στην περιοχή 2000 – 5000 : 1. Τα νήματα είναι δυνατόν να ορισθούν ως λεπτές δομές μεγάλου μήκους αποτελούμενες από σύμπλεγμα ινών παραλληλισμένο και στριμμένο. Είναι ένα γραμμικό σύμπλεγμα από ίνες σε μία συνεχή δομή, με κλωστοϋφαντουργικά χαρακτηριστικά.



Σχήμα 1.1. Συσχέτιση μεταξύ δομών και ιδιοτήτων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων



Σχήμα 1.2 Διάφορα μεγέθη μέτρησης μηχανικών παραμορφώσεων

Η ανοιγμένη επιμήκυνση συχνά εκφράζεται ως σχετική επιμήκυνση επί τοις εκατό :

$$\text{Σχετική επιμήκυνση \%} = \text{Ανηγμένη επιμήκυνση} \cdot 100$$

1.2 Καμπύλες Τάσης /Επιμήκυνσης (stress /strain)

Η καμπύλη τάσης /επιμήκυνσης (stress /strain) είναι μια γραφική αναπαράσταση της σχέσης μεταξύ της τάσης εφελκυσμού και της ανοιγμένης επιμήκυνσης σε ένα δοκίμιο (ίνα), όταν, είτε το φορτίο, είτε η σχετική επιμήκυνση, αυξάνεται μέχρι του σημείου θραύσης.

Η μορφή της καμπύλης τάσης /επιμήκυνσης κάποιου κλωστοϋφαντουργικού υλικού εξαρτάται από:

- Ι. Τον τύπο του δοκίμιου: μονή ίνα, δέσμη ινών, νήμα ή ύφασμα.
- ίι. Τις διαστάσεις του δείγματος.

iii. Τις ατμοσφαιρικές συνθήκες στο εργαστήριο δοκιμών.

iv. Τα μηχανικά χαρακτηριστικά και την ταχύτητα της μηχανής δοκιμής,

ειδικά αν η μηχανή χρησιμοποιεί την αρχή του σταθερούρυθμού φόρτισης ή του σταθερού ρυθμού επιμήκυνσης.

Συνεπώς, είναι σημαντικό αν πρόκειται να συγκριθούν καμπύλες διαφορετικών υλικών να συνυπολογίζονται οι παραπάνω παράγοντες.

1.2.1 Ιδιότητες εφελκυσμού των ινών

Εφελκυστική τάση

Η εφελκυστική τάση (tensile stress) σχετίζεται με την εφαρμογή φορτίων (δυνάμεων) κατά τη διεύθυνση του κυρίου άξονα της ίνας.

Με όρους μηχανικής,

$$\text{Τάση} = \frac{\text{Φορτίο}}{\text{Επιφάνεια διατομής}}$$

Άρα, οι μονάδες είναι $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ ή $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$ ή $\text{mN}\cdot\text{mm}^{-2}$

Στην κλωστοϋφαντουργία, χρησιμοποιώντας τον όρο εφελκυστική τάση, συγκρίνουμε τη εφελκυστική τάση σε δύο (ή περισσότερα) δείγματα. Είναι σχετικά δύσκολο να μετρηθεί ή να καθοριστεί η επιφάνεια διατομής μιας ίνας λόγω του σχήματός της και της πιθανότητας να υπάρχει κενό στο κέντρο της ίνας (βαμβάκι και μαλλί).

Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα υπολογίζεται η αντοχή διαφορετικών δειγμάτων νημάτων ή υφασμάτων ίδιας μάζας. Επομένως, στην κλωστοϋφαντουργία χρησιμοποιούμε την ειδική εφελκυστική τάση ή ειδική αντοχή, που ορίζεται ως εξής:

$$\text{Ειδική τάση} = \frac{\text{Φορτίο}}{\text{Γραμμική πυκνότητα}}$$

Ως εκ τούτου, οι μονάδες της ειδικής αντοχής είναι $\text{N}\cdot\text{tex}^{-1}$ ή $\text{mN}\cdot\text{tex}^{-1}$

1.2.2 Ανοιγμένη επιμήκυνση εφελκυσμού

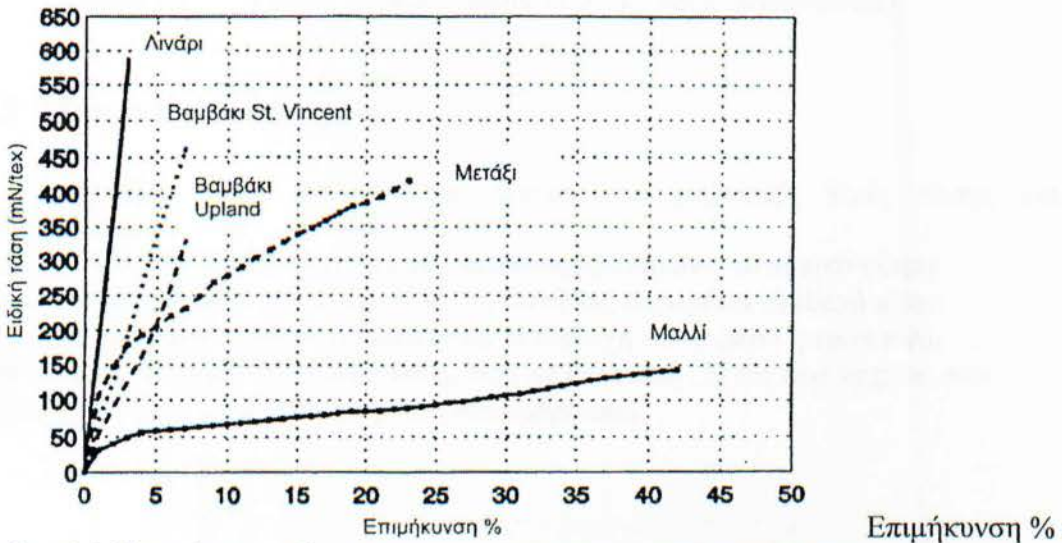
Όταν εφαρμόζεται φορτίο σε μια ίνα, προκαλείται παραμόρφωση που έχει αποτέλεσμα την μεταβολή του μήκους, που καλείται παραμόρφωση κατά τον επιμήκη άξονα (strain).

Η επιμήκυνση (elongation) είναι η μεταβολή του μήκους, δηλαδή η διαφορά τελικού μείον το αρχικό μήκος. Τότε, η ανοιγμένη επιμήκυνση (tensile strain) είναι:

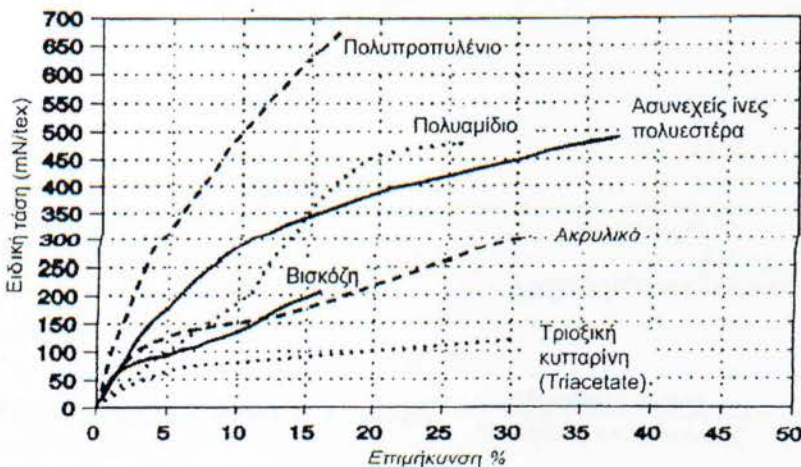
$$\text{Ανηγμένη επιμήκυνση} = \frac{\text{Επιμήκυνση}}{\text{Αρχικό μήκος}}$$

Το αποτέλεσμα του λόγου επιμήκυνσης προς το αρχικό μήκος είναι ένας καθαρός αριθμός, γιατί μονάδες μήκους διαιρούνται με μονάδες μήκους.

Αν και οι καμπύλες τάσης /επιμήκυνσης (stress /strain) για ένα φάσμα ινών σε πρώτη εκτίμηση φαίνονται αρκετά διαφορετικές, η μορφή τους έχει πολλές ομοιότητες.

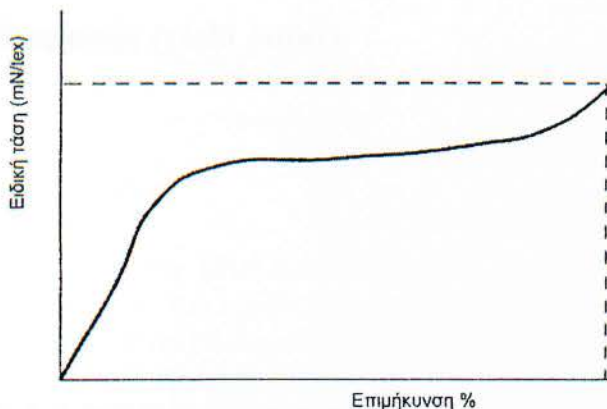


Σχήμα 1.3 Τυπικές καμπύλες τάσης /επιμήκυνσης μερικών φυσικών ινών



Σχήμα 1.4 Τυπικές καμπύλες τάσης /επιμήκυνσης τεχνητών ινών

Αν γίνει κανονικοποίηση των κλιμάκων στους άξονες των καμπυλών διαφορετικών ινών, εμφανίζεται μια τυπική μορφή

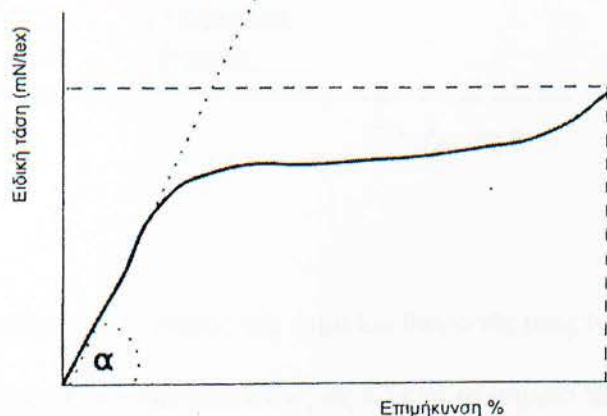


Σχήμα 1.5 Τυπική καμπύλη τάσης /επιμήκυνσης (stress/strain)

1.3 Μέτρο ελαστικότητας

Η καμπύλη τάσης /επιμήκυνσης ξεκινά από μηδενικές τιμές τάσης και επιμήκυνσης.

Η κλίση που έχει το πρώτο τμήμα της καμπύλης φανερώνει το αρχικό μέτρο ελαστικότητας (initial modulus). Η κλίση συνήθως παραμένει σταθερή πάνω από αυτό το αρχικό τμήμα της καμπύλης. Η περιοχή αυτή, όπου η τάση είναι ανάλογη της ανοιγμένης επιμήκυνσης, λέγεται ελαστική. Η ίνα επανέρχεται στο αρχικό της μήκος μετά από μια μικρή παραμόρφωση.



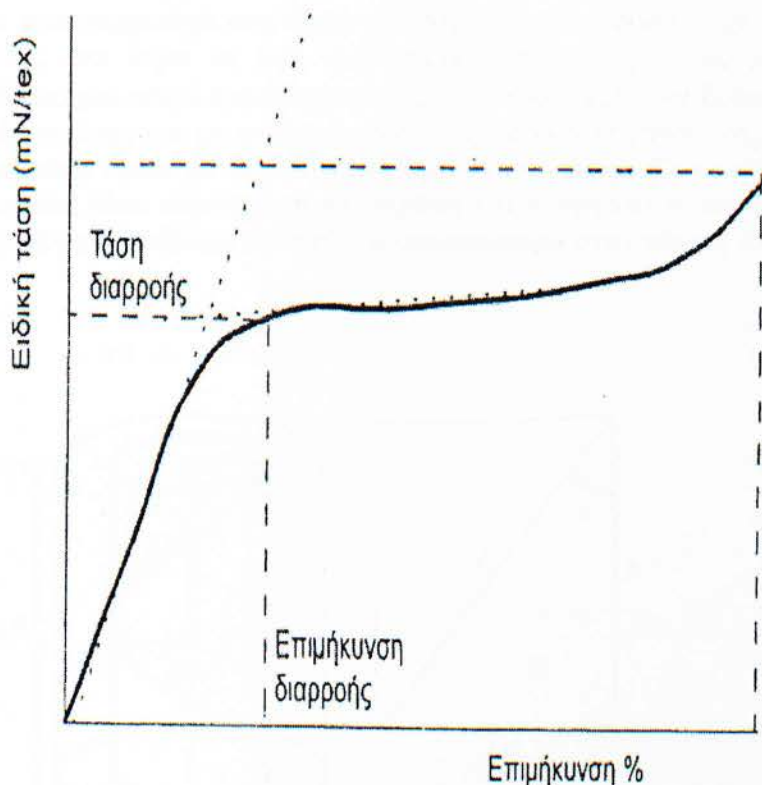
Σχήμα 1.6 Αρχικό μέτρο ελαστικότητας

$$\text{Αρχικό μέτρο ελαστικότητας} = \tan \alpha = \frac{\text{Μεταβολή τάσης}}{\text{Μεταβολή επιμήκυνσης}}$$

Οι μονάδες του αρχικού μέτρου ελαστικότητας είναι οι ίδιες όπως της τάσης ή της ειδικής τάσης.

Το μέγεθος αυτό είναι πολύ σημαντικό, ειδικά όταν έχουμε μίξη διαφορετικών ινών. Αυτό φανερώνει ότι, σε μια δεδομένη επιμήκυνση κάθε ένα από τα συστατικά του μίγματος συμμετέχει διαφορετικό στην παραλαβή της συνολικής τάσης του νήματος.

1.4 Σημείο διαρροής (yield point)



Σχήμα 1.7 Γραφικός υπολογισμός του σημείου διαρροής μιας ίνας

Το σημείο διαρροής είναι σημαντικό και μας δείχνει το σημείο πέραν του οποίου, αν παραμορφωθεί μια ίνα δεν θα επανέλθει στις αρχικές της διαστάσεις.

1.5 Ελαστικότητα

Αν σε ένα δοκίμιο έχει εφαρμοστεί εφελκυστικό φορτίο, υπάρχει κάποια μεταβολή στις διαστάσεις του. Όταν απομακρυνθεί το φορτίο, ενεργούν εσωτερικές δυνάμεις επαναφέροντάς το στο αρχικό του σχήμα.

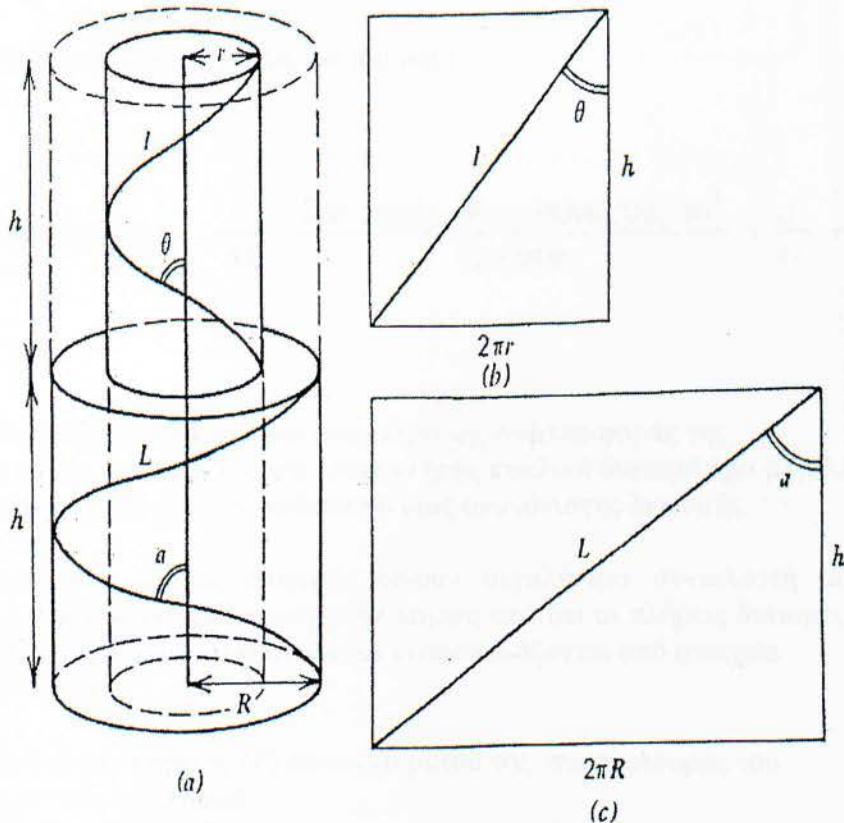
Ένα υλικό ονομάζεται απολύτως ελαστικό αν επανέρχεται πλήρως στις αρχικές του διαστάσεις μετά την απομάκρυνση του φορτίου ή της επιμήκυνσης που είχε επιβληθεί. Δυστυχώς είναι λίγα τα απολύτως ελαστικά υλικά, οπότε παραμένει κάποια παραμόρφωση στη δομή τους.

Το φαινόμενο μετράται σε όρους ελαστικής ανάκτησης, η οποία συχνά εκφράζεται ως ποσοστό επί τοις εκατό.

$$\text{Ελαστική ανάκτηση} = \frac{\text{Επιμήκυνση ανάκτησης}}{\text{Συνολική επιμήκυνση}} = \frac{\text{Μήκος φορτίου} - \text{Μήκος επαναφοράς}}{\text{Μήκος υπό φορτίο} - \text{Αρχικό μήκος}}$$

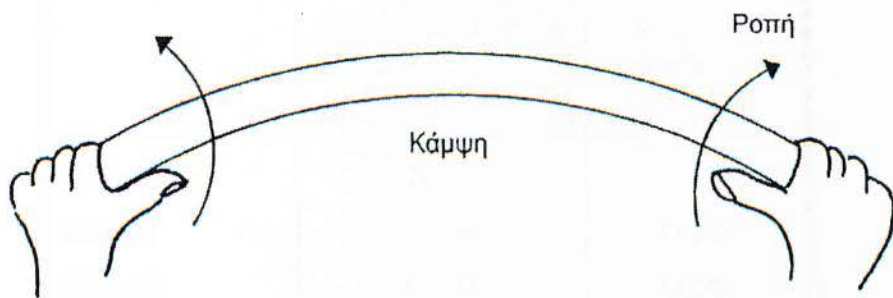
1.6 Κάμψη και στρέψη

Η ίνα που συμμετέχει στη δομή ενός νήματος με στρίψεις, έχει γενικά ελικοειδές σχήμα. Σε ένα νήμα οι ίνες είναι στριμμένες μεταξύ τους με τρόπο που να σχηματίζεται μια σειρά ομοιόμορφων ελίκων όπου η κάθε ίνα βρίσκεται σε ένα έλικα σταθερής ακτίνας και με σταθερές ιδιότητες σε όλο το μήκος της. Επίσης κάθε ίνα πρέπει να είναι όμοια με τις γειτονικές της στη γεωμετρία. Σε τρισδιάστατη διάταξη η ίνα υφίσταται τόσο κάμψη, όσο και στρέψη και η υφή και το πέσιμο του υφάσματος εξαρτώνται μεταξύ άλλων και από την συμπεριφορά στην κάμψη του νήματος.



Σχήμα 1.8 Ελικοειδής γεωμετρία του νήματος α) ιδανική γεωμετρία, β) άνοιγμα του κυλίνδρου σε ακτίνα r υπό μορφή διαγράμματος, γ) ανοιγμένη επιφάνεια του νήματος.

Για να καμφθεί μια ράβδος που πιάνεται με τα δυο χέρια, πρέπει να εφαρμοστούν στα δύο άκρα δύο δυνάμεις σε αντίθετες κατευθύνσεις. Οι δυνάμεις αυτές αποτελούν ένα ζεύγος, το οποίο δημιουργεί ροπή.



Κάμψη

Σχήμα 1.9

Το φαινόμενο μετράται σε όρους αντίστασης στην κάμψη (flexural rigidity), που ορίζεται ως η απαιτούμενη ροπή για την κάμψη ενός φορέα (ίνας) σε μοναδιαία καμπυλότητα .

Αυτό δίνει τις επόμενες σχέσεις για μια ίνα :

$$\text{Αντίσταση στην κάμψη} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\text{Συντ. μορφής} \cdot \text{Μέτρο ελαστικότητας} \cdot \text{tex}^2}{\text{Πυκνότητα}} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{e \cdot E \cdot T^2}{d}$$

Ο συντελεστής μορφής (e) είναι ένα μέτρο της συμπεριφοράς της διατομής ειδικά κατά την κάμψη . Μια πλήρης κυκλική διατομή έχει μεγαλύτερο συντελεστή μορφής από τον αντίστοιχο μιας ακανόνιστης διατομής.

Ως γνωστόν οι κοίλες διατομές δίνουν μεγαλύτερο συντελεστή μορφής και επομένως μεγαλύτερη αντίσταση στην κάμψη από ότι οι πλήρεις διατομές. Για αυτό ακριβώς τον λόγο τα μεταλλικά έπιπλα κατασκευάζονται από στοιχεία κοίλων διατομών.

Το μέτρο ελαστικότητας (E) είναι ένα μέτρο της συμπεριφοράς του υλικού κατά τον εφελκυσμό.

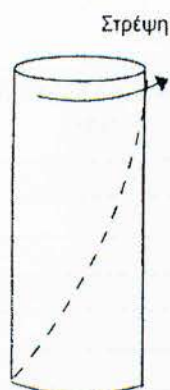
Tex είναι η γραμμική πυκνότητα των ινών . Ο όρος είναι στο τετράγωνο και οι μεταβολές της λεπτότητας έχουν μεγαλύτερη επίδραση στην αντίσταση κάμψης από ότι οι άλλοι παράγοντες. Αν μειωθεί η λεπτότητα κατά το ήμισυ, τότε η ροπή αντίστασης μειώνεται κατά $2^2 = 4$.

Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα (d),που βρίσκεται στον παρανομαστή της εξίσωσης τόσο μικρότερη είναι η διατομή για τον ίδιο συντελεστή μορφής.

	Ειδική αντίσταση κάμψης (mN mm ² tex ⁻²)	Συντελεστής μορφής
Βαμβάκι	0,53	-
Μαλλί	0,24	0,80
Μετάξι	0,60	0,59
Τριοξική κυτ.	0,25	0,70
Νάιλον	0,20	0,90
Βισκόζη	0,35	0,75
Πολυεστέρας	0,30	0,90
Ακρυλικό	0,40	0,75
Ύαλος	0,89	1,00

Πίνακας 1.1 Τυπικές τιμές ειδικής αντίστασης κάμψης

1.6.1 Στρέψη και στρεπτική ακαμψία (Twisting and torsional rigidity)



Σχήμα 1.10 Στρέψη μιας ίνας

Στρεπτική ακαμψία ονομάζεται η αντίσταση μιας ίνας στην στρέψη. Ορίζεται ως το ζεύγος (ροπή στρέψης) που απαιτείται για να περιστραφούν κατά μία στρίψη τα άκρα δοκιμίου μοναδιαίου μήκους. Αν η στρέψη (γωνιακή απόκλιση) εκφράζεται σε ακτίνια, τότε σε μια ίνα ισχύει η παρακάτω σχέση :

$$\text{Στρεπτική ακαμψία} = \frac{l}{2\pi} \cdot \frac{e \cdot n \cdot T^2}{d}$$

Πολλές φορές η στρέψη εκφράζεται ως περιστροφές ανά μοναδιαίο μήκος και τότε η εξίσωση γίνεται :

$$\text{Στρεπτική ακαμψία} = \frac{e \cdot n \cdot T^2}{d}$$

Συνεπώς,

$$\text{Στρεπτική ακαμψία} = \frac{\text{Συντελεστής μορφής} \cdot \text{Ειδικό μέτρο διάτμησης} \cdot \text{tex}^2}{\text{πυκνότητα}}$$

Ο συντελεστής μορφής είναι αντίστοιχος προς την ποσότητα που χρησιμοποιείται στην αντίσταση στην κάμψη αλλά είναι έχει διαφορετική τιμή επειδή αναφέρεται σε διαφορετική διεύθυνση στο χώρο .

Tex - όπως και στην αντίσταση στην κάμψη, ο παράγοντας αυτός είναι ο πλέον σημαντικός γιατί είναι υψωμένος στο τετράγωνο . Οι λεπτότερες ίνες στρίβονται ευκολότερα .

Πυκνότητα - όπως και στην αντίσταση στην κάμψη, μεγαλύτερη πυκνότητα θα δώσει μικρότερη επιφάνεια διατομής για τον ίδιο συντελεστή μορφής.

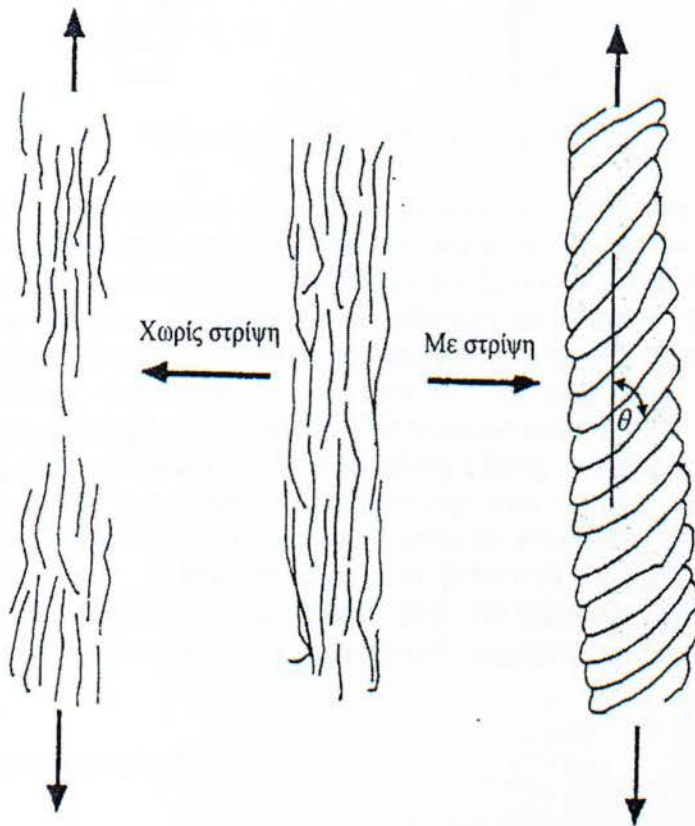
	Ειδική στρεπτική ακαμψία m N mm ² tex ⁻²	Στρεπτικός συντελεστής μορφής
Βαμβάκι	0.16	0.71
Μαλλί	0.12	0.98
Μετάξι Tussah	0.16	0.35
Νάυλον	0.05	1.00
Πολυεστέρας	0.15	1.00
Ακρυλικό	0.15	0.07

Πίνακας 1.2 Τυπικές τιμές ειδικής στρεπτικής ακαμψίας

Να σημειωθεί ότι η αντίσταση στην κάμψη και η στρεπτική ακαμψία επηρεάζονται αρκετά από την παρουσία υγρασίας. Όταν αυξάνεται η υγρασία του υλικού οι ίνες στρέφονται και κάμπτονται ευκολότερα..

Η θερμοκρασία είναι ένας παράγοντας που σε κανονικές συνθήκες έχει περιορισμένη επίδραση. Σε υψηλές θερμοκρασίες η επίδραση καθίσταται σημαντική αφού οι ίνες παραμορφώνονται πολύ εύκολα, ειδικά όταν πρόκειται για θερμοπλαστικά πολυμερή. Όταν όμως η θερμοκρασία είναι υπερβολικά υψηλή, οι ίνες δεν παρουσιάζουν στρεπτική ακαμψία και αντίσταση στην κάμψη διότι πολύ απλά δεν υπάρχουν, επειδή λιώνουν.

1.7 Στρίψη - Ορισμός



Σχήμα 1.11 Αναπαράσταση νήματος με και χωρίς στρίψη

Η στρίψη είναι η σπειροειδής διάταξη που ακολουθούν οι ασυνεχείς ή συνεχείς ίνες (staple ή filaments) στα μονόκλινα νήματα, ή τα νήματα στα δίκλινα, τρίκλινα και γενικά πολύκλινα νήματα. Είναι απαραίτητη προκειμένου να αποκτήσουν τα νήματα κάποια συνοχή και εφελκυστική αντοχή. Μόνο αυτή μπορεί να συγκρατήσει τις ίνες στο νήμα, διότι εξαιτίας της αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής που οφείλονται αποκλειστικά στις πλάγιες πιέσεις που αναπτύσσονται κατά την ελικοειδή τοποθέτηση των ινών στο νήμα. Η στρίψη μπορεί να εισαχθεί προς δύο κατευθύνσεις. Η φορά στρίψης συνήθως εκφράζεται με την χρήση των γραμμάτων **S** και **Z** και είναι η φορά με την οποία κλωστοποιείται η πλειοψηφία των μονόκλωνων νημάτων.

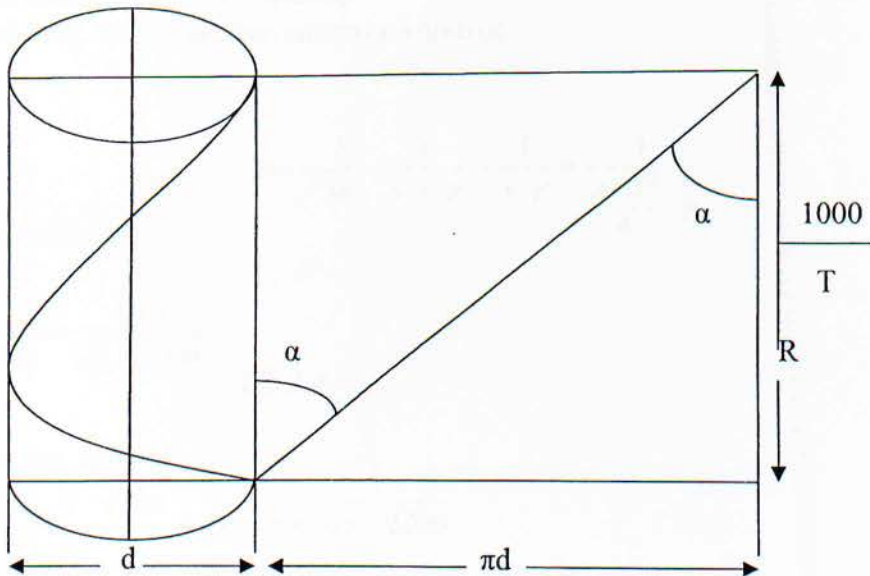


Σχήμα 1.12 Κατευθύνσεις στρίψης

Αρκετές από τις ιδιότητες των νημάτων επηρεάζονται από την κατεύθυνση στρίψης κατά το δικλόνιασμα, καθώς και το ποσοστό στρίψης των δίκλωνων.

Κατεύθυνση στρίψης είναι η κατεύθυνση που ακολουθούν οι ίνες στα μονόκλιωνα ή τα νήματα στα δίκλιωνα, τρίκλιωνα και εκτενέστερα πολύκλιωνα νήματα. Σε ευρεία κλίμακα υπάρχουν δύο αναγνωρίσιμες κατευθύνσεις στρίψης. Αυτές είναι: α) η **S στρίψη** ή αλλιώς δεξιόστροφη (clockwise – righthanded twist), και η αριστερόστροφη στρίψη (anticlockwise ή lefthanded twist). Ένα μονόκλινο νήμα έχει **S στρίψη** όταν ενώ βρίσκεται σε κατακόρυφη θέση, οι σπείρες ή ελικώσεις που σχηματίζονται κατά την διάρκεια της στρίψης από τις ίνες κλίνουν προς την κατεύθυνση του κεντρικού τμήματος του λατινικού γράμματος **S**. Αντίστοιχα, ένα μονόκλινο νήμα έχει **Z στρίψη**, όταν ενώ βρίσκεται σε κατακόρυφη θέση, οι σπείρες ή οι ελικώσεις που σχηματίζονται κατά την διάρκεια της στρίψης από τις ίνες κλίνουν προς την κατεύθυνση του κεντρικού τμήματος του λατινικού γράμματος **Z**.

1.7.1 Συντελεστής στρίψης



Σχήμα 1.13 Η μορφή και το ανάπτυγμα μιας σπείρας νήματος

Το στρίψιμο επιτυγχάνεται εφαρμόζοντας ροπή στρέψης στο προϊόν γύρω από τον άξονά του πολύ γρήγορα, μεταξύ ενός σταθερού σημείου στο ένα άκρο και ενός περιστρεφόμενου στο άλλο άκρο της κλωστοποίησης. Το σταθερό σημείο βρίσκεται στο εκδοτικό ζεύγος και το περιστρεφόμενο στο αδράχτι.

Τόσο η παραγωγή του προϊόντος όσο και η αντοχή του καθορίζεται από την ένταση της στρίψης, η οποία υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη γωνία κλίσης των ινών προς τον άξονα του νήματος.

Χρησιμοποιώντας την κυλινδρική μορφή μιας στροφής στρίψης του νήματος σε επίπεδη (σχήμα 1.13) έχουμε:

$$\varepsilon\varphi\alpha = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{h} = \frac{\pi \cdot d}{h} \quad \text{Εξ. 1.1}$$

όπου: d είναι η διάμετρος του νήματος (mm)

h είναι το μήκος μιας στροφής στρίψης, βήμα (mm).

Ο αριθμός στροφών (στρίψεων) του νήματος ανά 1 μέτρο

$$T = \frac{1000}{h} \Rightarrow h = \frac{1000}{T} \quad \text{Εξ.1.2}$$

$$\text{Τότε } \varepsilon\varphi\alpha = \frac{\pi \cdot d \cdot T}{1000} \Rightarrow T = \frac{\varepsilon\varphi\alpha \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad \text{Εξ. 1.3}$$

Εάν ο όγκος του νήματος μήκους l είναι $V = s \cdot l$ η μάζα του $m = V \cdot \gamma = s \cdot l \cdot \gamma$

όπου: γ είναι το ειδικό βάρος του νήματος

s είναι το εμβαδό της εγκάρσιας διατομής του νήματος.

$$Nm = \frac{l}{m} = \frac{l}{s \cdot l \cdot \gamma} = \frac{1}{s \cdot \gamma} = \frac{1}{\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \gamma}$$

Τότε το μετρικό νούμερο

$$d = \frac{2}{\sqrt{\pi \cdot \gamma \cdot Nm}} = \frac{1.13}{\sqrt{\gamma \cdot \sqrt{Nm}}} \quad \text{Εξ. 1.4}$$

Από τις σχέσεις και προκύπτει:

$$T = \frac{\varepsilon\varphi\alpha \cdot 1000 \cdot \sqrt{\gamma \cdot \sqrt{Nm}}}{1.13 \cdot \pi} = 282 \varepsilon\varphi\alpha \cdot \sqrt{\gamma \cdot \sqrt{Nm}} \quad \text{Εξ. 1.5}$$

Το γινόμενο $282 \varepsilon\varphi\alpha \cdot \sqrt{\gamma}$ καλείται συντελεστής στρίψης Κμ.

Για τα νήματα με σταθερό ειδικό βάρος (γ σταθ.) ο συντελεστής στρίψης είναι ευθέως ανάλογος της εφαπτομένης της γωνίας στρίψης α .

$$K_M = \text{Σταθερά} \cdot \epsilon\phi\alpha \quad \text{Εξ. 1.6}$$

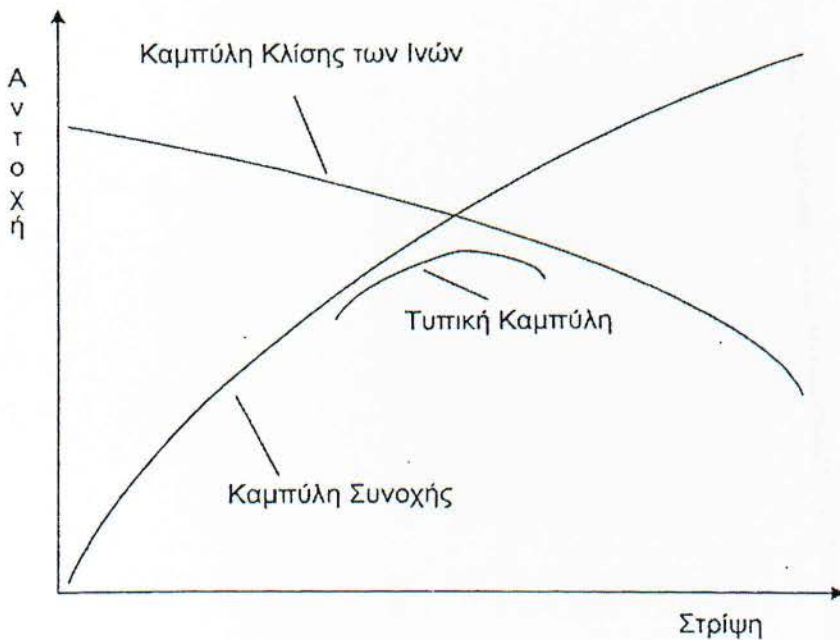
Τότε από τις σχέσεις (1.5) και (1.6) έχουμε

$$T = K_M \cdot \sqrt{Nm} \quad \text{Εξ. 1.7}$$

Είτε στο διεθνές σύστημα (tex)

$$T = \frac{K_{\text{tex}}}{\sqrt{T_t}} \quad \text{Εξ. 1.8}$$

όπου T είναι ο αριθμός στρίψεων του νήματος ανά μονάδα μήκους εκφράζονται σε στροφές / m , K ο συντελεστής στρίψης και T_t η γραμμική πυκνότητα του νήματος (Tex).



Σχήμα 1.14 Γραφική αναπαράσταση σχέσης μεταξύ στρίψης και αντοχής νήματος

Σύμφωνα με το σχήμα 1.14 όταν το επίπεδο στρίψης βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα με την εφαρμογή αξονικού φορτίου, το νήμα θα σπάσει εξαιτίας της ολίσθησης των ινών μεταξύ τους και όχι λόγω της θραύσης τους. Όταν όμως το επίπεδο της στρίψης αυξάνεται, αυξάνονται οι πλευρικές δυνάμεις μεταξύ των ινών με αποτέλεσμα να έχουμε περισσότερη τριβή, μεγαλύτερη συνοχή, και μικρότερη ολίσθηση των ινών. Συνεπώς το νήμα καθίσταται πιο ανθεκτικό και πιο συμπαγές. Να σημειωθεί μεταξύ άλλων πως υπάρχει και κάποιο βέλτιστο επίπεδο στρίψης πέραν του οποίου το νήμα παρουσιάζει μειωμένη αντοχή. Αυτό σχετίζεται με δύο συντελεστές που φαίνονται στο παραπάνω σχήμα και είναι η κλίση των ινών καθώς και η συνοχή των ινών λόγω στρίψης. Επίσης στο σχήμα διακρίνεται και η καμπύλη ενός τυπικού νήματος, όπου η αντοχή αυξάνεται μέχρι το βέλτιστο σημείο και από εκεί και πέρα αρχίζει να μειώνεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Στρίψη των Νημάτων

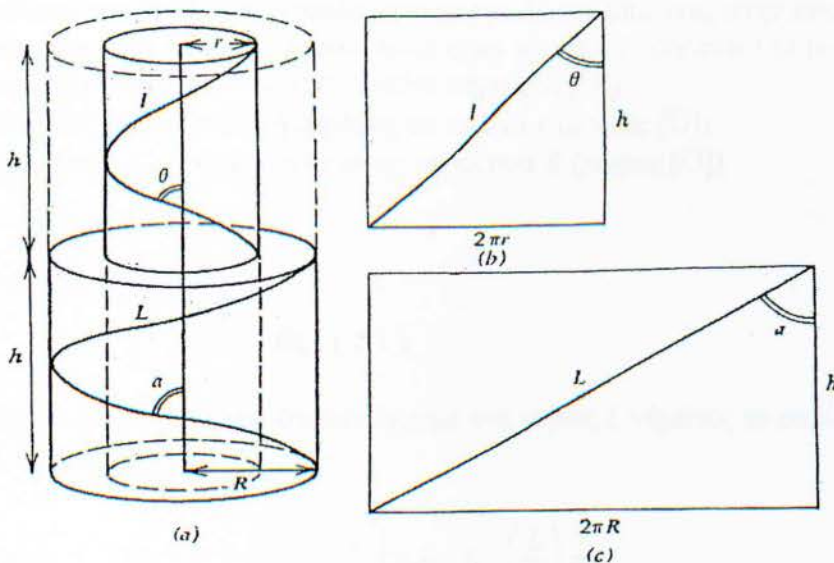
2.1. Εισαγωγή Η σύστρεψη είναι απαραίτητη για να δώσει στα νήματα συνοχή. Υπάρχουν φυσικά περιπτώσεις που σε ένα νήμα συνεχών ινών, η έλλειψη στρίψης είναι επιθυμητή, αλλά γενικά, μόνο η σύστρεψη μπορεί να συγκρατήσει τις ίνες στο νήμα. Για τανήματα από staple ίνες, η στρίψη είναι πιο σημαντική αφού οι δυνάμεις τριβής που συγκρατούν τις ίνες οφείλονται αποκλειστικά στις πλάγιες πιέσεις που αναπτύσσονται κατά την ελικοειδή τοποθέτηση των ινών στο νήμα.

Στα νήματα συνεχών ινών, η σύστρεψη δεν είναι αναγκαία για την επίτευξη εφελκυστικής αντοχής, αλλά είναι αναγκαστική για την επίτευξη ικανοποιητικής αντίστασης στο ξέφτιασμα των ινών, στην κόπωση ή σε άλλους τύπους φθοράς που έχουν σχέση με εφελκυστικές πιέσεις. Οι τελευταίες συνοδεύονται από το σπάσιμο των ινών και οδηγούν τελικά στην ολική κατάρρευση της δομής του νήματος. Ο ρόλος, λοιπόν, της σύστρεψης στο νήμα συνεχών ινών είναι ως εκ τούτου να παράγει μία συναφή δομή που να μην μπορεί εύκολα να αποσυνδεθεί από πλάγιες πιέσεις.

2.2 Γεωμετρία των Στριμμένων Νημάτων

Η ελικοειδής Δομή του Νήματος

Για ένα πλήθος από θεωρητικές μελέτες, είναι χρήσιμο να γίνεται αποδεκτή η ιδανική ελικοειδής γεωμετρία του νήματος, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 6.1



Σχήμα 2.1: Εξιδανικευμένη ελικοειδής γεωμετρία του νήματος α) ιδανική γεωμετρία, β) άνοιγμα του κυλίνδρου σε ακτίνα r υπό μορφή διαγράμματος, γ) ανοιγμένη επιφάνεια του νήματος

Οι παραδοχές, οι οποίες γίνονται όσον αφορά στο θεωρητικό αυτό μοντέλο είναι:

1. Το νήμα θεωρείται κυκλικό στην εγκάρσια τομή.
2. Αποτελείται από ένα σύνολο ομόκεντρων κυλίνδρων διαφορετικών ακτίνων.
3. Η απόσταση του κάθε κυλίνδρου από τον άξονα του νήματος είναι σταθερή.
4. Η ίνα στο κέντρο ακολουθεί την ευθεία γραμμή του άξονα του νήματος.
5. Κάθε ίνα ακολουθεί μία ομοιόμορφη ελικοειδή τροχιά γύρω από έναν ομόκεντρο κύλινδρο έτσι ώστε η απόσταση της ίνας από τον άξονα του νήματος να παραμένει σταθερή.
6. Η γωνία της έλικας από το κέντρο προς την επιφάνεια του νήματος αυξάνεται βαθμιαία.
7. Οι στρίψεις (στροφές ανά μονάδα μήκους) παραμένουν σταθερές για όλες τις ίνες, ανεξάρτητα από τη θέση που λαμβάνει η ίνα στη δομή του νήματος.
8. Η πυκνότητα πακεταρίσματος (τοποθέτησης των ινών στην εγκάρσια τομή του νήματος) παραμένει σταθερή καθ' όλο το μήκος του νήματος.
9. Η δομή του νήματος θεωρείται ότι αποτελείται από έναν πολύ μεγάλο αριθμό από filaments. Αυτή η παραδοχή έχει σχέση με τα προβλήματα τα οποία προκύπτουν από τους ειδικούς τρόπους τοποθέτησης των ινών στη δομή του νήματος, εάν ο αριθμός τους είναι περιορισμένος

Από την θεώρηση της ιδανικής δομής του νήματος είναι δυνατόν να προκύψουν ορισμένες χρήσιμες σχέσεις. Έστω:

R : η ακτίνα του νήματος σε [cm]

r : η ακτίνα του κυλίνδρου σε [cm], ο οποίος περιέχει την ελικοειδή τροχιά της εξατομικευμένης ίνας

T : η στρίψη του νήματος (στροφές ανά μονάδα μήκους) σε [cm⁻¹]

h : το μήκος μίας στροφής στρίψης (βήμα) σε [cm]

α : επιφανειακή γωνία στρίψης (γωνία μεταξύ του άξονα μίας ίνας στην επιφάνεια του νήματος και μίας γραμμής παράλληλης στον άξονα του νήματος) σε μοίρες [O]

θ : η αντίστοιχη γωνία της έλικας σε ακτίνα r (μοίρες [O])

I : το μήκος ίνας σε μία στροφή στρίψης σε ακτίνα r (μοίρες [O])

L : το μήκος ίνας σε μία στροφή στρίψης σε ακτίνα R (μοίρες [O])

Ισχύει:

$$h = \left(\frac{1}{T} \right) \quad \text{Εξ. (2.1)}$$

Από το Σχήμα 6.1α προκύπτει ότι εάν έχουμε ένα μήκος L νήματος το οποίο έχει T_1 στρίψεις, τότε ισχύει:

$$\left(\frac{L}{T_1} \right) = h \quad \text{ή} \quad \left(\frac{L}{h} \right) = T_1$$

Εξ. (2.2)

Κάνοντας μία τομή στους ομόκεντρους κυλίνδρους του Σχήματος 6.1α και προβάλλοντας κατόπιν την τομή στο επίπεδο (η τομή γίνεται σε μία ευθεία παράλληλη με τον άξονα του νήματος), προκύπτουν τα Σχήματα 6.1b και 6.1c και οι σχέσεις:

$$l^2 = h^2 + 4\pi r^2$$

Εξ.(2.3)

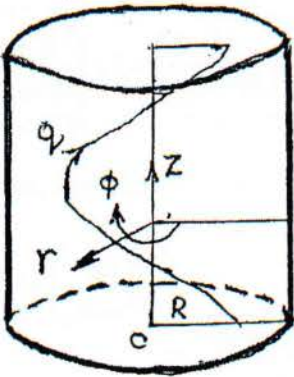
$$L^2 = h^2 + 4\pi R^2$$

$$\varepsilon\phi\theta = \left(\frac{2\pi r}{h}\right)$$

$$\varepsilon\phi\alpha = \left(\frac{2\pi R}{h}\right)$$

Εξ.(2.4), Εξ. (2.5), Εξ. (2.6)

Μερικές φορές είναι χρήσιμο να καθορίσουμε ένα σύστημα κυλινδρικών πολικών συντεταγμένων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6.2.



Σχήμα 2.2: Κυλινδρικές πολικές συντεταγμένες

Το μήκος του άξονα του νήματος σημειώνεται με Z , η γωνιακή περιστροφή γύρω από τον άξονα με Φ και η ακτινική απόσταση από τον άξονα του νήματος με r .

Οι εξισώσεις της ίνας η οποία ακολουθεί μία ομοιόμορφη έλικά στο ιδανικό νήμα, είναι:

$$r = const$$

$$\phi = \left(\frac{2\pi z}{h}\right)$$

Εξ. 2.7, Εξ.2.8

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε το τυχαίο μήκος q κατά μήκος της ίνας. Είναι γνωστό ότι:

ότι:

$$\tau_{\varepsilon\mu} = 1 / \text{συν}\theta \quad \text{Εξ. 2.9}$$

$$\text{συν}\theta = Z / q \quad \text{Εξ. 2.10}$$

Συνεπώς, θα είναι:

$$\tau\epsilon\mu\theta = \left(\frac{1}{\left(\frac{z}{q} \right)} \right) = \left(\frac{q}{z} \right)$$

Εξ. 2.11

Επίσης, ισχύει:

$$\eta\mu^2\theta + \sigma\upsilon\nu^2\theta = 1 \quad \text{Εξ. 2.12}$$

Διαιρώντας την Εξ (1) με $\sigma\upsilon\nu^2(\theta)$ της γωνίας θ προκύπτει:

$$\left(\frac{\eta\mu^2\theta}{\sigma\upsilon\nu^2\theta} \right) + 1 = \left(\frac{1}{\sigma\upsilon\nu^2\theta} \right) \quad \text{Εξ.2.13}$$

Ωστόσο, ισχύει:

$$\epsilon\phi^2\theta = \left(\frac{\eta\mu^2\theta}{\sigma\upsilon\nu^2\theta} \right) \quad \text{Εξ.2.14}$$

Ο συνδυασμός των δύο τελευταίων εξισώσεων δίνει:

$$\epsilon\phi^2\theta + 1 = \left(\frac{1}{\sigma\upsilon\nu^2\theta} \right) \quad \text{Εξ.2.15}$$

Εισάγοντας στην τελευταία εξίσωση τον ορισμό της τέμνουσας, προκύπτει:

$$\epsilon\phi^2\theta + 1 = \tau\epsilon\mu^2\theta \quad \text{Εξ.2.16}$$

Ισοδύναμα, ισχύει:

$$\tau\epsilon\mu\theta = \sqrt{1 + \epsilon\phi^2\theta} \quad \text{Εξ. 2.17}$$

Εισάγοντας στην τελευταία εξίσωση την Εξ.(2.5), προκύπτει:

$$\tau_{\epsilon\mu\theta} = \sqrt{1 + \frac{4\pi^2 r^2}{h^2}} \quad \text{Εξ. 2.18}$$

Διαιρούμε το κλάσμα του δεύτερου μέλους της (2.9) με R^2/R^2 και προκύπτει:

$$\tau_{\epsilon\mu}(\theta) = \left(1 + \frac{4 \cdot \pi \cdot R^2}{h^2} \cdot \frac{r^2}{R^2} \right)^{1/2},$$

$$\tau_{\epsilon\mu}(\theta) = \left[1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 \cdot \epsilon\varphi^2 \alpha \right]^{1/2}$$

Εξ. 2.19

Δηλαδή η γωνία του έλικα από το κέντρο προς την επιφάνεια του νήματος επηρεάζεται όχι μόνο από τις ακτίνες του κυλίνδρου, ο οποίος περιέχει την ελικοειδή τροχιά μιας εξατομικευμένης ίνας και του νήματος, αλλά και από τη γωνία στρίψης μεταξύ του άξονα του νήματος και μιας ίνας στην επιφάνεια του νήματος.

2.3 Η Λεπτότητα των Νημάτων

Οι εξισώσεις (2.2) έως και (2.10) μαζί με άλλες σχετικές τριγωνομετρικές σχέσεις ορίζουν την ιδανική γεωμετρία του νήματος. Εν τούτοις όμως η σημερινή τεχνολογία νηματοποίησης δεν μας επιτρέπει να παράγουμε νήμα απευθείας από την πρώτη ύλη με όλες τις απαραίτητες προϋποθέσεις. Δεν μπορούμε επίσης να μετρήσουμε το πάχος του νήματος και των ενδιάμεσων προϊόντων. Γι' αυτό και πιο πρακτικό είναι να ορισθούν τα προϊόντα κλωστικής σε όρους της γραμμικής πυκνότητας, δηλαδή της μάζας τους ανά μονάδα μήκους. Οι βασικοί λόγοι είναι:

1) Η γραμμική πυκνότητα ορίζεται καλύτερα από την ακτίνα, σε νήματα με διάχυτο το φαινόμενο hairness και με απροσδιόριστη πυκνότητα τοποθέτησης των ινών στο νήμα.

2) Η γραμμική πυκνότητα είναι πιο εύκολο να μετρηθεί και να ελεγχθεί κατά την διάρκεια της παραγωγής.

Ο όγκος ενός μήκους L (cm) νήματος κυλινδρικής δομής είναι: $V_L = \pi \cdot R^2 \cdot L$

$$m = \frac{V_L}{U_y} = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot L}{U_y},$$

και η μάζα του μήκους L είναι:

όπου U_y {cm³/gr}: είναι ο ειδικός όγκος του νήματος, R {cm}: είναι η ακτίνα του νήματος. Εάν θεωρήσουμε τον όγκο της μονάδας μήκους του νήματος, δηλ. $L=1$ τότε $V = \pi \cdot R^2$ και $m = ((\pi \cdot R^2)/U_y)$, επομένως, η μάζα ενός (Κm) = Γραμμική πυκνότητα = T t:

$$T_t = \left(\frac{\pi \cdot R^2}{U_y} \right) \times 10^5, \text{tex} \quad \text{Εξ. 2.20}$$

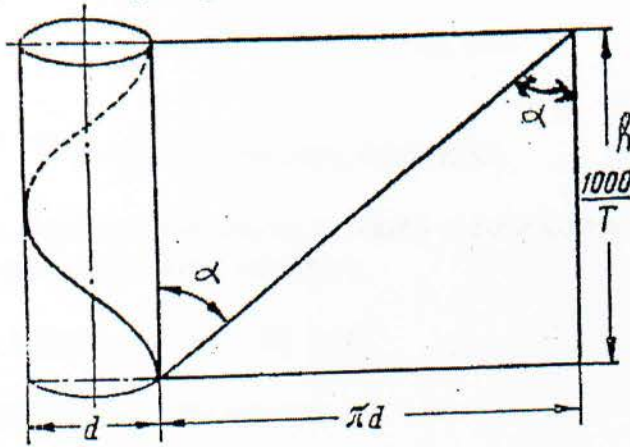
Η εξίσωση εκφράζεται σε όρους του διεθνούς συστήματος μέτρησης του πάχους του νήματος με μονάδα το $(\text{gr} / \text{Km}) = \text{tex}$.

2.4 Στρίψη των Νημάτων - Συντελεστής Στρίψης

Η στρίψη, όπως προαναφέρθηκε είναι απαραίτητη για τη συγκράτηση των ινών στο νήμα, δημιουργώντας έτσι την κατάλληλη αντοχή του. Το τελικό στρίψιμο στην τελική φάση της κλωστοποίησης, επιτυγχάνεται γυρίζοντας το προϊόν πολύ γρήγορα γύρω από τον άξονα του, μεταξύ ενός σταθερού σημείου (σταθερό σε σχέση με την περιστροφή) στο εισερχόμενο άκρο και ενός περιστρεφόμενου στο άλλο άκρο της κλωστοποίησης. Το σταθερό σημείο βρίσκεται στο εκδοτικό ζεύγος, ενώ το περιστρεφόμενο στο αδράχτι.

Η ένταση στρίψης παρουσιάζει σημαντικό τεχνολογικό χαρακτηριστικό που καθορίζει τόσο την αντοχή του νήματος όσο και την παραγωγικότητα του κλωστοϋφαντουργικού εξοπλισμού.

Την ένταση στρίψης μπορούμε να την υπολογίσουμε, χρησιμοποιώντας τη γωνία κλίσης των ινών προς τον άξονα του νήματος.



Σχήμα 2.3 : η κυλινδρική μορφή και το ανάπτυγμα μιας σπείρας νήματος.

Εάν αναπτύξουμε την κυλινδρική επίπεδη (σχήμα 6.4), θα έχουμε μορφή μιας στροφής στρίψης του νήματος σε

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{h} = \frac{\pi \cdot d}{h} \quad \text{Εξ. 2.21}$$

όπου: d είναι η διάμετρος του νήματος (mm)

h είναι το μήκος μιας στροφής στρίψης, βήμα (mm).

Ο αριθμός στροφών (στρίψεων) του νήματος ανά 1 μέτρο

$$T = \frac{1000}{h} \Rightarrow h = \frac{1000}{T} \quad \text{Εξ.2.22}$$

$$\text{Τότε } \varepsilon\varphi\alpha = \frac{\pi \cdot d \cdot T}{1000} \Rightarrow T = \frac{\varepsilon\varphi\alpha \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad \text{Εξ. 2.23}$$

Εάν ο όγκος του νήματος μήκους l είναι $V = s \cdot l$ η μάζα του $m = V \cdot \gamma = s \cdot l \cdot \gamma$
 όπου: γ είναι το ειδικό βάρος του νήματος
 s είναι το εμβαδό της εγκάρσιας διατομής του νήματος.

$$Nm = \frac{l}{m} = \frac{l}{s \cdot l \cdot \gamma} = \frac{1}{s \cdot \gamma} = \frac{1}{\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \gamma}$$

Τότε το μετρικό νούμερο

$$d = \frac{2}{\sqrt{\pi \cdot \gamma \cdot Nm}} = \frac{1.13}{\sqrt{\gamma \cdot Nm}} \quad \text{Εξ. 2.24}$$

Από τις σχέσεις και προκύπτει:

$$T = \frac{\varepsilon\varphi\alpha \cdot 1000 \cdot \sqrt{\gamma \cdot Nm}}{1.13 \cdot \pi} = 282\varepsilon\varphi\alpha \cdot \sqrt{\gamma \cdot Nm} \quad \text{Εξ. 2.25}$$

Το γινόμενο $282\varepsilon\varphi\alpha \cdot \sqrt{\gamma}$ καλείται συντελεστής στρίψης K_M .

Για τα νήματα με σταθερό ειδικό βάρος (γ σταθ.) ο συντελεστής στρίψης είναι ευθέως ανάλογος της εφαπτομένης της γωνίας στρίψης α .

$$K_M = \text{Σταθερά} \cdot \varepsilon\varphi\alpha \quad \text{Εξ. 2.26}$$

Τότε από τις σχέσεις (2.25) και (2.26) έχουμε

$$T = K_M \cdot \sqrt{Nm} \quad \text{Εξ. 2.27}$$

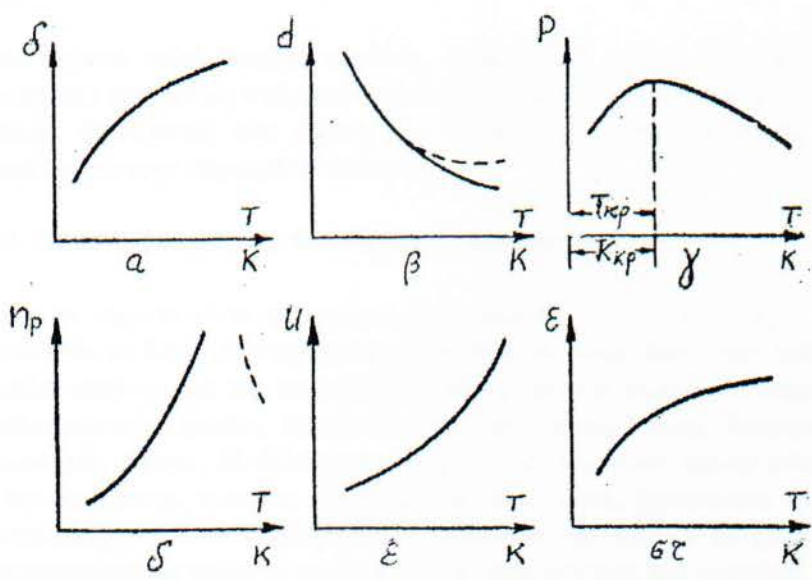
Είτε στο διεθνές σύστημα (tex)

$$T = \frac{K_{\text{tex}}}{\sqrt{T_t}} \quad \text{Εξ. 2.28}$$

όπου T είναι η γραμμική πυκνότητα του νήματος (tex).

Ο συντελεστής στρίψης (K) και η γωνία στρίψης α συσχετίζονται άμεσα σε νήματα με τον ίδιο ειδικό όγκο, έτσι ώστε νήματα με διαφορετική λεπτότητα αλλά με ίδιο συντελεστή στρίψης να είναι γεωμετρικά όμοια, διαφέροντας μόνο κατά ένα αδιάστατο αριθμητικό παράγοντα.

Η γωνία στρίψης α καθορίζει τη στρέψη των νημάτων διαφορετικών τίτλων και ειδικών όγκων. Όσο πιο μεγαλύτερη είναι η γωνία α , τόσο πιο έντονα στριμμένο είναι το νήμα.



Σχήμα 2.4: Επίδραση της στρίψης και του συντελεστή στρίψης (K) στις φυσικομηχανικές ιδιότητες των νημάτων

α : Ειδικό βάρος gr/cm^3

β : διάμετρος

γ : αντοχή στον εφελκυσμό

δ : ανθεκτικότητα στον εφελκυσμό

ϵ : σκληρότητα (τραχύτητα)

σ_r : επιμήκυνση κατά τη θραύση

Η ένταση στρίψης διαφορετικών νημάτων υπολογίζεται συγκρίνοντας τις γωνίες στρίψης των ινών στο νήμα. Η χρήση των συντελεστών στρίψης γι' αυτό το σκοπό μπορεί να μας οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα.

Αν Π.χ. έχουμε δύο νήματα: ένα παράγεται με συντελεστή στρίψης $K_{M1} = 130$ και το ειδικό του βάρος είναι $\gamma_1 = 0.83 \text{ mgr/mm}^3$, ενώ το άλλο με $K_{M2} = 120$ και $\gamma_2 = 0.69 \text{ mgr/mm}^3$ τότε από τις σχέσεις (6.25) και (6.27) έχουμε:

$$\epsilon_{\phi\alpha} = \frac{K_M}{282 \cdot \sqrt{\gamma}} \quad \epsilon_{\phi\alpha} = \frac{130}{282 \cdot \sqrt{0.83}} = 0.51$$

Για την 1^η περίπτωση

και για τη δεύτερη περίπτωση: $\epsilon_{\phi\alpha} = (120 / 282 * 0.69^{1/2}) = 0.51$

Δηλαδή αν και οι συντελεστές στρίψης διαφέρουν οι ίνες και στα δύο νήματα είναι στριμμένες με την ίδια ένταση.

Στα νήματα πολύ υψηλής στρίψης, συνάμα και τάσης, υπάρχει μια σημαντική συστολή στρίψης και επομένως υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των τυπικών παραμέτρων οι οποίες βασίζονται στο μήκος του νήματος με μηδενική στρίψη και στις πραγματικές παραμέτρους στην στριμμένη κατάσταση.

2.4.1 Συστολή στρίψης. Θεωρητικός υπολογισμός

Όταν τα νήματα είναι στριμμένα συστέλλονται λόγω των μακρύτερων τροχιών τις οποίες ακολουθούν οι ίνες. Η ύπαρξη της μετακινητικότητας των ινών στα νήματα καθιστά εφικτό τον απλό υπολογισμό της συστολής στρίψης, αυτό σημαίνει ότι μέσα στο νήμα υπάρχει ένας αποτελεσματικός τρόπος προσδιορισμού της μέσης τιμής διαφορετικών μηκών ινών σε διαφορετικές θέσεις. Η έλλειψη σε μήκος για filaments κοντά στην επιφάνεια καλύπτεται από την περίσσεια, η οποία παρατηρείται όταν αυτές βρίσκονται στο κέντρο. Το πρόβλημα της συστολής είναι ένα ενδιαφέρον παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο η ύπαρξη χαμηλής μετακινητικότητας καθιστά εφικτή την χρησιμοποίηση της ιδανικής γεωμετρίας της στρίψης στους υπολογισμούς του νήματος. Εξιδανικευμένη γεωμετρία της στρίψης θεωρείται αυτή χωρίς μετακινητικότητα των ινών.

Το μέγεθος της συστολής έχει ορισθεί με δύο τρόπους:

$$\text{Συντελεστής Συστολής: } c_y = \frac{\text{Μήκος νήματος Μηδενικής Στρίψης}}{\text{Μήκος στριμμένου Νήματος}}$$

Ανάκληση:

$$R_y = \frac{(\text{Μήκος Νήματος Μηδενικής στρίψης}) - (\text{Μήκος Στριμμένου Νήματος})}{\text{Μήκος Νήματος Μηδενικής Στρίψης}}$$

Εάν l_0 : μήκος του νήματος με μηδενική στρίψη

l_t : μήκος στριμμένου νήματος

$$\text{τότε } c_y = \frac{l_0}{l_t}$$

$$R_y = \frac{l_0 - l_t}{l_0}$$

Εξ. 2.29 α

Εξ. 2.29 β

$$R_y = 1 - \frac{l_t}{l_0} = 1 - \frac{1}{c_y} = \frac{c_y - 1}{c_y} \Rightarrow R_y \cdot c_y = c_y - 1 \Rightarrow c_y - R_y \cdot c_y = 1 \Rightarrow c_y(1 - R_y) = 1 \Rightarrow$$

$$c_y = \frac{1}{1 - R_y} \quad \text{Εξ. 2.30}$$

Ο συντελεστής συστολής ο οποίος κυμαίνεται από 1 για μηδενική συστολή στο άπειρο για συστολή με μηδενικό μήκος, είναι περισσότερο χρήσιμος σε ότι έχει σχέση με νήματα από staple ίνες. Αυτός αντιπροσωπεύει στον συντελεστή με τον οποίο το τράβηγμα στην κλώστρια πρέπει να αυξηθεί για να εμποδίσει τη συστολή με την αλλαγή της λεπτότητας του νήματος. Η ανάκλιση η οποία κυμαίνεται από 0 έως 1 είναι περισσότερο χρήσιμη για τα νήματα από filaments και δίνει την κλασματική αύξηση του denier ή την μείωση του μήκους του νήματος κατά τη στρίψη.

Οι θεωρητικές μελέτες που έγιναν απέδειξαν ότι η ανάκλιση

$$R_y = \frac{\left(\frac{\bar{l}-h}{\bar{l}}\right)}{\frac{\tau\epsilon\mu\alpha + 1}{\tau\epsilon\mu\alpha - 1}} = \frac{1 - \sigma\upsilon\nu\alpha}{1 + \sigma\upsilon\nu\alpha} = \epsilon\phi^2(\alpha/2) \quad \text{2.31}$$

Όπου: \bar{l} είναι το μέσο μήκος των filaments στο μήκος h του στριμμένου νήματος.
 α είναι η γωνία στρίψης στην επιφάνεια του νήματος.

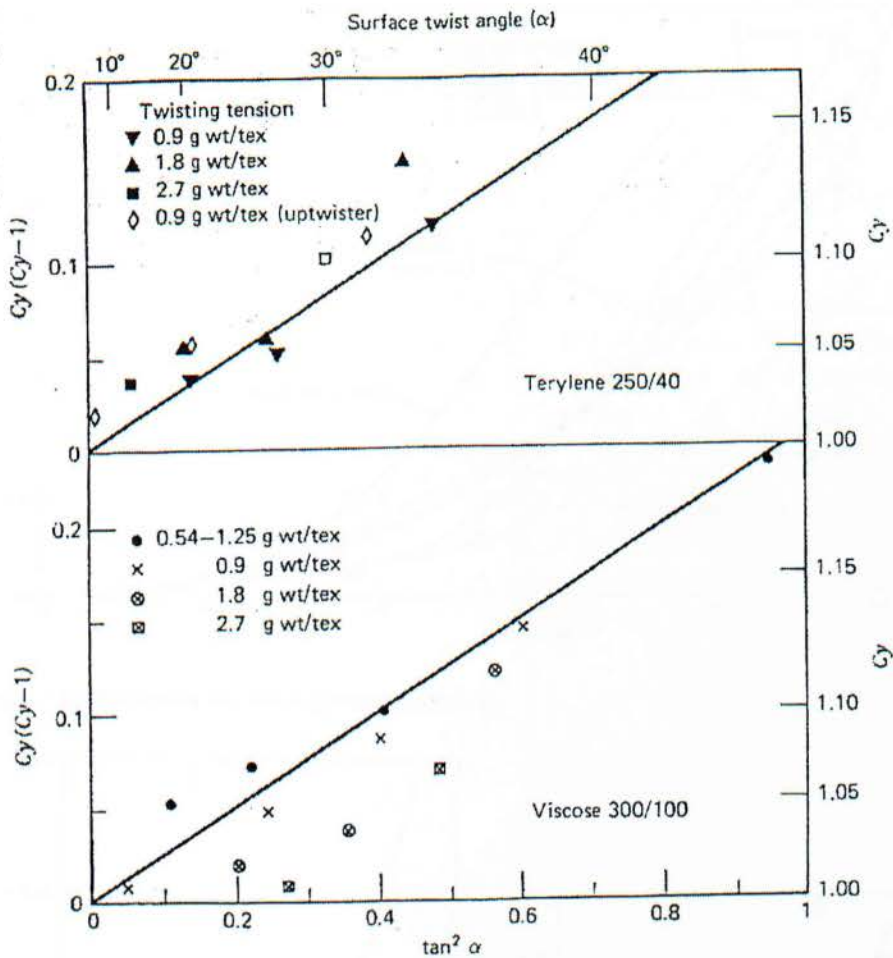
Ενώ η συστολή $C_y = i = 1/(1 + \tau\epsilon\mu\alpha)$

$$\text{Ενώ η συστολή } c_y = \frac{\bar{l}}{h} = \frac{1}{2}(1 + \tau\epsilon\mu\alpha) \quad \text{Εξ. 2.32}$$

Ο Hearle κ.α. μελετώντας την εξίσωση (2.32) κατέληξε ότι

$$c_y(c_y - 1) = \frac{1}{4}\epsilon\phi\alpha \quad \text{Εξ. 2.33}$$

Αυτή είναι μια κατάλληλη μορφή για να ελέγξουμε πειραματικά αποτελέσματα, βλέποντας αν δίνουν μια ευθεία γραμμή με μια κλίση $(1/4)$ όταν το γινόμενο $c_y(c_y - 1)$ σχεδιάζεται σε σχέση με το μέγεθος $\epsilon\phi^2\alpha$. Στο σχήμα 6.5α δίνονται δύο παραδείγματα από αποτελέσματα, υπολογισμένα από τους Hearle, El - Behery και Thakur από την αλλαγή στην γραμμική πυκνότητα (denier) κατά την στρίψη νημάτων από filaments.

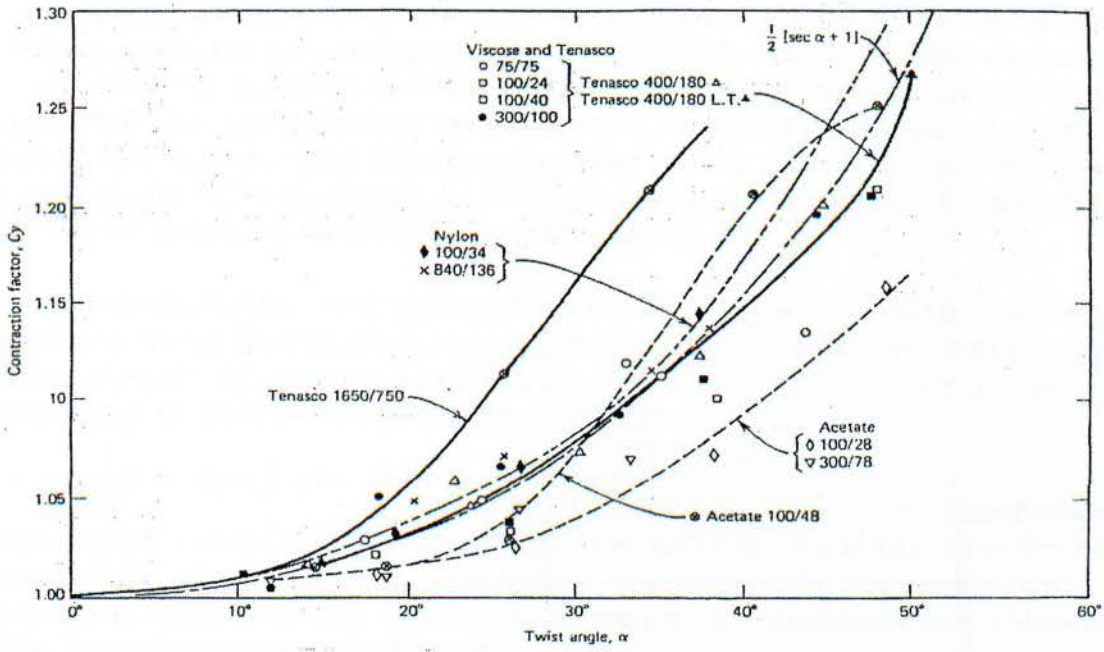


Σχήμα 2.5α: Αποτελέσματα συστολής των νημάτων. Η γραμμική σχεδίαση σύμφωνα με την εξίσωση

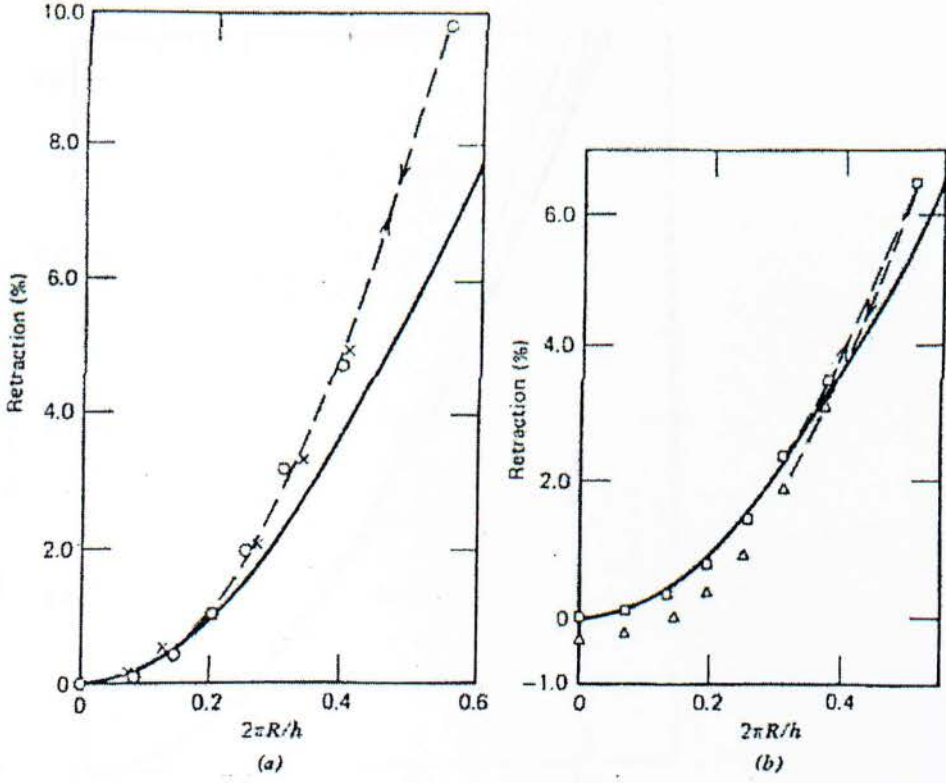
Όπως φαίνεται από το σχήμα 2.5α τα νήματα από Polyester (Terylene) δείχνουν να συμφωνούν με τη θεωρία. Τα νήματα όμως από Viscose Rayon συστέλλονται λιγότερο από ότι προβλέπεται όταν στρίβονται κάτω από υψηλή τάση. Η συστολή είναι πιθανώς μειωμένη από κάποια μόνιμη επέκταση των ίδιων των filaments. Η συστολή για διάφορα υλικά συγκρίνεται στο σχήμα 2.5β, όπου παρατηρούμε ότι η Viscose και το Acetate τείνουν να δώσουν χαμηλές τιμές, το Nylon συμφωνεί με τις θεωρητικές τιμές και τέλος το Tenasco δίνει απρόσμενα υψηλές τιμές. Μελετώντας την ανάκλιση (Ry) κατά τη διάρκεια της «Στατικής Στρίψης» ενός ορισμένου μήκους νήματος μεταξύ μιας κεφαλής και ενός κινητού "trolley" οι Trelor, Tattersal και Riding απέδειξαν ότι οι πειραματικές τιμές που προέκυψαν δεν συμφωνούν με τη θεωρητική καμπύλη όταν σχεδιάστηκαν σε σχέση με το λόγο

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot R}{h} = \epsilon \phi \alpha .$$

Για παράδειγμα στο σχήμα 2.5β ένα νήμα από Tenasco έδειξε κάτω από χαμηλή τάση στρίψης, ότι δίνει πολύ υψηλή ανάκλιση, αλλά καλή αντιστρεπτικότητα (Reversibility), ενώ όταν είναι στριμμένο σε υψηλή τάση, τότε δίνει μικρότερη ανάκλιση, αλλά χάνει την καλή αντιστρεπτικότητα.



υ
Σχήμα 2.5β: Σύγκριση των συντελεστών συστολής.



Σχήμα 2.6: Ανάκληση σε "στατική στρίψη" ενός 16.50 denier Tenasco.
α) Στρίψη κάτω από 100g wt τάση, (X) Στρίψη, (O) Ξέστριμμα, (-) θεωρητικά.
β) Στρίψη υπό τάση 500g wt

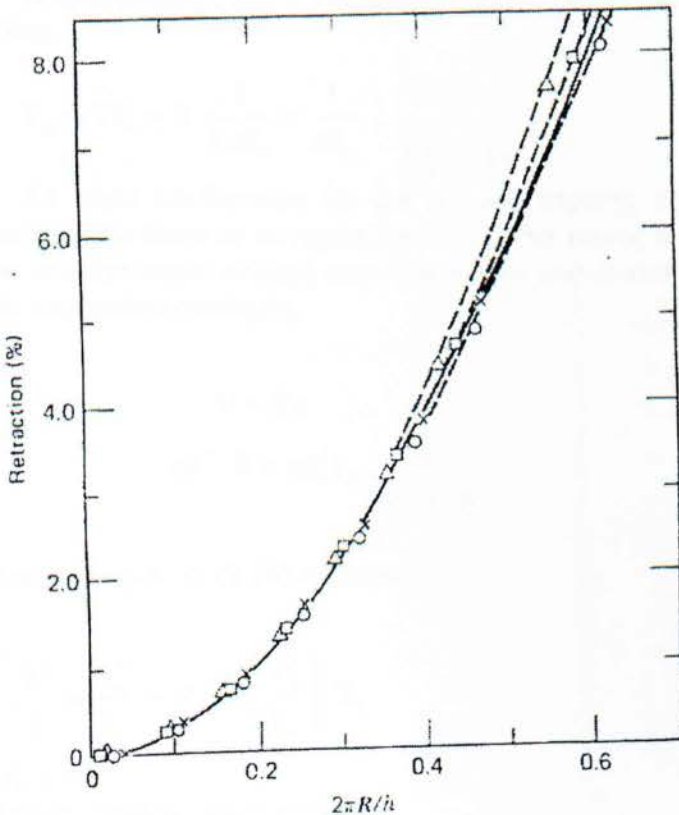
Η ανώμαλη συμπεριφορά κατά την διάρκεια της "στατικής στρίψης" είναι αποτέλεσμα της ανομοιομορφίας και του μπερδέματος που αναπτύσσονται όταν τα filaments συγκρατούνται σε μια θέση και δεν είναι ελεύθερα να μετακινηθούν έτσι ώστε να οδηγηθούν σε ένα πραγματικό μέσο όρο των μηκών τροχιάς. Δοκιμές που έγιναν μετρώντας τις μεταβολές του μήκους κατά τη διάρκεια της απόστριψης νημάτων τα οποία είχαν δεχθεί "συνεχή στρίψη" σε μια κλώστρια έδειξαν ότι οι τιμές της ανάκλισης συμφωνούσαν σε ικανοποιητικό βαθμό με την θεωρία. Ένα τέτοιο παράδειγμα δίνεται στο σχήμα 2.7.

Διαπιστώθηκε επίσης ότι η τάση κατά την στρίψη είχε μια πολύ ελαφρά επίδραση στην ανάκλιση. Ακόμη βρέθηκε ότι οι τιμές της ανάκλισης ήταν ανεξάρτητες από το μήκος της ζώνης στρίψης, την μέγιστη προσδιοσμένη στρίψη και το denier του νήματος. Άλλα πειραματικά αποτελέσματα αποδείξαν ότι οι εξισώσεις

$$C_y = \frac{1}{2}(1 + \tau\epsilon\mu\alpha) \quad \text{και} \quad R_y = \frac{1 - \sigma\upsilon\nu\alpha}{1 + \sigma\upsilon\nu\alpha} \epsilon\phi^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

προβλέπουν την

συμπεριφορά των νημάτων από συνεχή ίνες ικανοποιητικά. Αποκλίσεις είναι δυνατόν να εμφανισθούν εάν το νήμα δεν συστρέφεται ομοιόμορφα, δεν σχηματίζει ένα απλό κυλινδρικό σχήμα ή υπάρχει κάποια μόνιμη ένταση των εξωτερικών ινών (filaments), ή τέλος λυγισμός των κεντρικών filaments.



Σχήμα 2.7: Ανάκλιση σε συνεχής στρίψης ενός 16.50 denier Tenasco σε μοντέλο με διάφορες τάσεις στρίψης, (χ) 50g wt τάση, (O) 200g wt τάση, (o) 400g wt τάση, (Δ) 700g wt τάση, (-) θεωρητικά αποτελέσματα.

2.4.2 Όρια Στρίψης

Το 1960 ο Gracie απέδειξε ότι όταν η ανάλυση της ανάκλισης πραγματοποιείται σε όρους του αριθμού στροφών στρίψης οι οποίες προσδίδονται σε ένα δοσμένο μήκος νήματος χωρίς αρχική στρίψη, η προκύπτουσα εξίσωση είναι μια δευτεροβάθμιας με δύο ρίζες.

Οι δύο λύσεις της δευτεροβάθμιας αυτής εξίσωσης γίνονται μια όταν

$$2\pi R_o T_o = 1 \quad \text{Εξ. 2.34}$$

Όπου: R_o και T_o - Ακτίνα και στρίψη ενός νήματος με μήκος 10.

Στην περίπτωση της (2.34) υπάρχει μόνο μία μοναδική μορφή του νήματος, ευσταθής τόσο στον εφελκυσμό, όσο και στην συμπίεση. Αυτή η τιμή του T_o την οποία θα ονομάσουμε

$T_{o,m} = \frac{1}{2\pi R_o}$ είναι ο μέγιστος αριθμός στροφών ο οποίος είναι γεωμετρικά δυνατόν να δοθεί σε ένα δοσμένο μήκος νήματος. Μια τιμή μεγαλύτερη από το $T_{o,m}$ θα έδινε μια φανταστική λύση, και κάθε προσπάθεια να δοθούν περισσότερες στρίψεις πρέπει για γεωμετρικούς λόγους να οδηγήσει σε μπέρδεμα του νήματος. Στην πράξη μπέρδεμα μπορεί να εμφανισθεί πιο νωρίς εξαιτίας του μηχανικού λυγισμού (στρέβλωσης).

Η πραγματική στρίψη T_m στο πραγματικό νήμα, η οποία αντιστοιχεί στην μοναδική λύση είναι:

$$T_m = 2T_o = 2 \cdot \frac{1}{2\pi R_o} = \frac{1}{\pi R_o} \quad \text{Εξ. 2.35}$$

Αν τώρα υποθέσουμε ότι μια στροφή στρίψης προσδίδεται σε ένα μήκος 10 νήματος ακτίνας R_o όπου εν συνεχεία προκύπτει ένα μήκος h στριμμένου νήματος ακτίνας R , χωρίς να υπάρξει καμία αλλαγή στην πυκνότητα συσκευασίας των filaments, ο όγκος του νήματος θα παραμείνει σταθερός.

$$V = V_o$$

$$\pi R^2 \cdot h = \pi R_o^2 \ell_o \quad \text{Εξ. 2.36}$$

Από την εξίσωση (2.36) προκύπτει:

$$\frac{R^2}{T} = \frac{R_o^2}{T_o} \rightarrow R_m^2 = \left(\frac{R_o^2}{T_o} \right) \cdot T_m$$

Εξ. 2.37

Από τις σχέσεις και προκύπτει:

$$R_m^2 = \frac{R_o^2}{T_o} \cdot 2T_o \rightarrow R_m^2 = 2R_o^2 \rightarrow R_m = R_o \sqrt{2}$$

Εξ. 2.38

Η γωνία στρίψης α_m δίνεται από τη σχέση:

$$\epsilon\phi\alpha_m = 2\pi R_m \cdot T_m$$

$$R_m = R_o \sqrt{2}, \quad T_m = \frac{1}{\pi R_o}$$

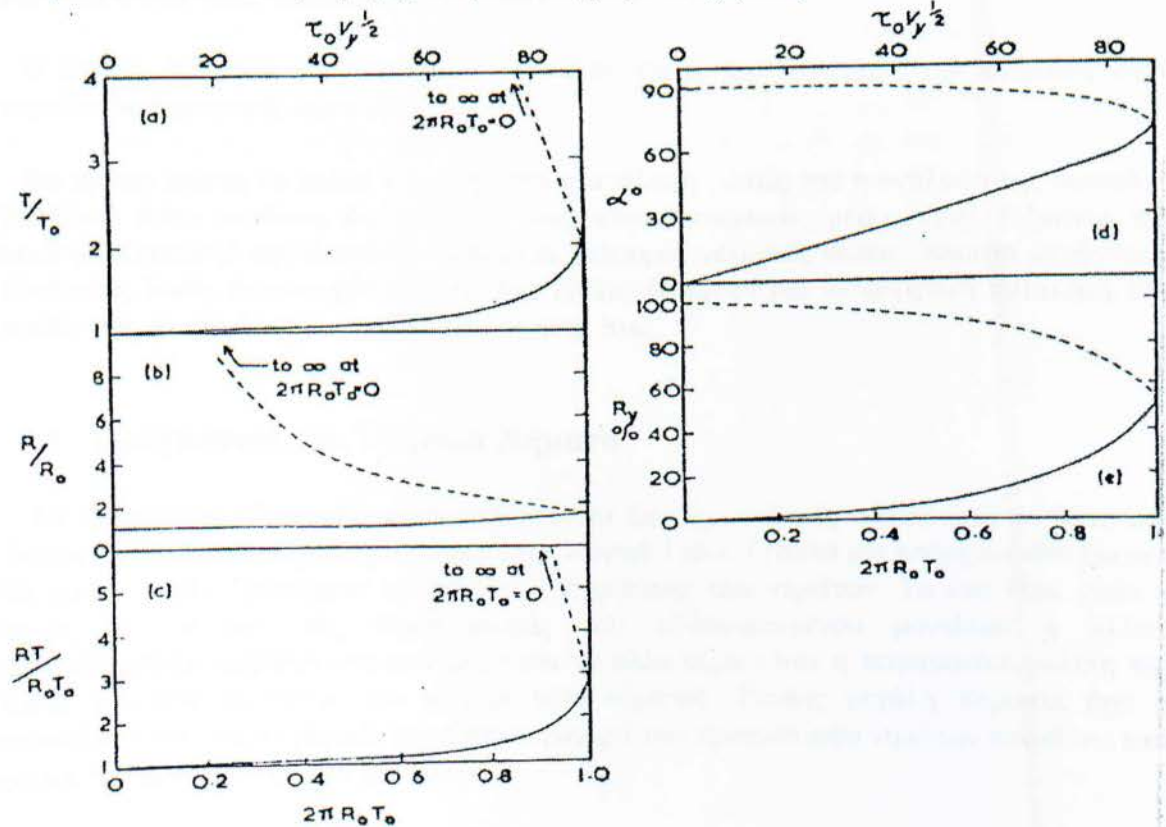
Ακόμη:

$$\epsilon\phi\alpha_m = 2\pi\sqrt{2} \cdot R_o \cdot \frac{1}{\pi R_o} \rightarrow \epsilon\phi\alpha_m = 2 \cdot \sqrt{2} \text{ και } \alpha_m = 70,5^\circ$$

Επομένως

Γωνίες στρίψης πιο μικρές από $70,5^\circ$ εφαρμόζονται σε μορφές ευσταθείς στον εφελκυσμό, ενώ μεγαλύτερες γωνίες θα είναι ευσταθείς μόνο στην συμπίεση και επομένως δεν είναι εφικτές (πραγματοποιημένες) σε καμιά συνηθή κλωστοϋφαντουργική επεξεργασία.

Στο σχήμα 2.8 αυτά τα αποτελέσματα γραφικά παίρνονται στα γραφήματα του λόγου της πραγματικής στρίψης προς την ονομαστική, τον λόγο των συντελεστών στρίψης και των γωνιών στρίψης, τον λόγο των ακτίνων και της ανάκλισης, σε σχέση με το μέγεθος $2\pi R_o T_o$, το οποίο είναι μια μέτρηση του ποσού της προσδιδόμενης στρίψης σε σχέση με τον ονομαστικό συντελεστή στρίψης δια μέσου της εξίσωσης (2.31)



Σχήμα 2.8: Οι λύσεις των εξισώσεων της συστολής στρίψης.

Στο σχήμα 2.8 η συνεχής γραμμή δείχνει την μορφή την σταθερή στον εφελκυσμό,

ενώ η διακεκομμένη είναι η μορφή η σταθερή στην συμπίεση. Στον άξονα χ η ποσότητα ($2\pi R$ ο T_0) ισοδυναμεί με τον ονομαστικό συντελεστή στρίψης T_0 (βασισμένο στην αρχική γραμμική πυκνότητα και την στρίψη η οποία προσδίδεται σε ένα αρχικό (δοσμένο μήκος)) διαιρούμενο δια του $0,0112 U_Y^{(1/2)}$ Όπου U_Y : ειδικός όγκος του νήματος.

a) T/T_0 : Ο λόγος της πραγματικής προς την ονομαστική στρίψη

b) RI/R_0 : ο λόγος των ακτίνων

c) $RT/R_0 T_0$: ο λόγος των συντελεστών στρίψης

d) α : η γωνία στρίψης

e) R_Y : η ανάκλιση.

Η πιο πάνω ανάλυση βασίζεται εξολοκλήρου στην υπόθεση ότι η πυκνότητα πακεταρίσματος (συσκευασίας) δεν μεταβάλλεται και ότι ο όγκος του νήματος παραμένει σταθερός. Εάν όμως αυτές οι υποθέσεις δεν ισχύουν τότε θα υπάρχουν διαφορές στις λεπτομέρειες, αλλά το γενικό πρότυπο των δύο λύσεων θα παραμείνει. Το R_0 τότε είναι μια μεταβλητή ίση με την ακτίνα την οποία θα είχε το νήμα μηδενικής στρίψης εάν η πυκνότητα του ήταν η ίδια όπως σε ένα στριμμένο νήμα.

Ο Gracie θεώρησε την μεταβολή της πυκνότητας και επέκτεινε την ανάλυση στην τεχνολογία παραγωγής σχοινιών.

Θα πρέπει επίσης να πούμε ότι όλη αυτή η ανάλυση, όπως και η ανάλυση της συστολής βασίζεται στην υπόθεση ότι υπάρχει ένας αποτελεσματικός μέσος όρος (εξαιτίας της αποδημίας) μεταξύ των διαφόρων μηκών σε διάφορες ακτινικές θέσεις. Νήματα με ιδανικές ελικοειδής δομές αντιστοιχώντας στις δύο λύσεις θα έχουν μια διαφορετική κατανομή των μηκών ίνας αν και θα έχουν το ίδιο μέσο μήκος ίνας.

2.5 Πραγματικά και Υδανικά Νήματα

Τα πραγματικά κλωστοϋφαντουργικά νήματα δεν έχουν δομές ταυτόσημες με αυτή του ιδανικού ελικοειδούς νήματος το οποίο έχει θεωρηθεί εδώ. Γι'αυτό και υπάρχουν δύο βασικά θέματα τα οποία διατρέχουν τις μελέτες της φυσικής των νημάτων. Το ένα θέμα είναι η θεωρητική ανάλυση της συμπεριφοράς του εξιδανικευμένου μοντέλου ή άλλων τροποποιημένων μορφών του μοντέλου και το άλλο θέμα είναι η πειραματική μελέτη της δομής και των ιδιοτήτων του πραγματικού νήματος. Επίσης μεγάλη σημασία έχει η ανακάλυψη του πώς οι μορφές και η συμπεριφορά των πραγματικών νημάτων αποκλίνει από εκείνη των εξιδανικευμένων μοντέλων.

2.6 Συσκευασία των Ινών στο Νήμα (πακετάρισμα)

Οι ίνες οι οποίες σχηματίζουν το νήμα δεν τοποθετούνται κατά μήκος και κατά πάχος του νήματος με κάποιον πολύ τακτικό τρόπο. Η γενική τάση είναι οι ίνες να προσανατολίζονται κατά μήκος του άξονα του νήματος, αλλά κάθε ίνα μπορεί και το κάνει να αποκλίνει σημαντικά από αυτή την μέση συμπεριφορά.

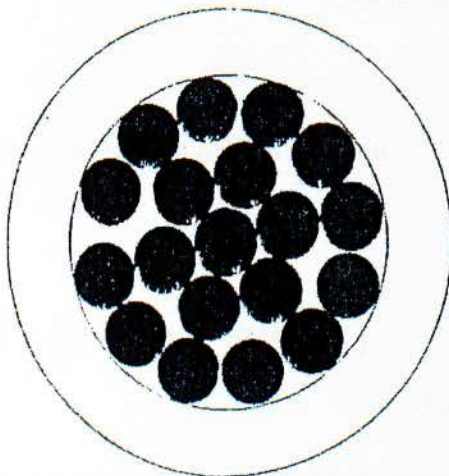
Η ιδανική τοποθέτηση (συσκευασία) των κυκλικών ινών στα νήματα βασίζεται στους κανόνες της γεωμετρίας και μπορεί να γίνει με δύο μορφές:

Ανοικτή Συσκευασία, (open - packing), στην οποία οι ίνες τοποθετούνται σε στρώματα ανάμεσα σε διαδοχικούς ομόκεντρους κύκλους και την κλειστή συσκευασία (close - packing), στην οποία οι ίνες συναρμολογούνται σε ένα εξάγωνο σχέδιο. Εκτός από τις δύο αυτές βασικές μορφές συσκευασίας υπάρχουν και άλλες μορφές πακεταρίσματος των κυκλικών ιδανικών ινών στα νήματα.

2.7 Ανοικτή Συσκευασία - Open packing

Σύμφωνα με τη θεωρία του πακεταρίσματος στο κέντρο μιας ανοικτά συσκευασμένης συνάθροισης κυκλικών ινών υπάρχει μόνο μία ίνα, γύρω από την οποία τοποθετούνται έξι (6) ίνες, έτσι ώστε και οι επτά να βρίσκονται σε επαφή. Το τρίτο στρώμα των ινών προστίθεται με τέτοιο τρόπο όπου οι ίνες μόλις να αγγίζουν τον κύκλο ο οποίος περικλείει το δεύτερο στρώμα των έξι ινών.

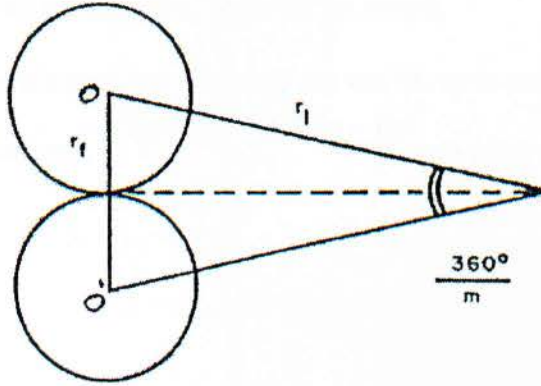
Τα υπόλοιπα στρώματα προστίθενται μεταξύ των διαδοχικών κύκλων οι οποίοι περιγράφουν το κάθε επακόλουθο στρώμα, (Σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9: Ανοικτή συσκευασία των ινών στο νήμα.

Μετρώντας την πρώτη μόνη κεντρική ίνα σαν πρώτο στρώμα και λαμβάνοντας την ακτίνα της ίνας σαν rf έχουμε:

$$R = (2n - 1) * rf \quad \text{Εξ. 2.39}$$



Σχήμα 2.10: Η γωνία στο κέντρο του κύκλου, όπου οι ίνες βρίσκονται υπό κλειστή συσκευασία σε έναν κύκλο.

Επομένως η ακτίνα του κέντρου n στρώματος $= 2(n - 1) * rf = r \quad 2.40$

Εάν οι ίνες είναι συσκευασμένες γύρω από τον περιγράφοντα κύκλο, στην περιφέρειά του, τότε από το σχήμα προκύπτει:

Γωνία υποτεινόμενη στο κέντρο στην απόσταση μεταξύ των κέντρων των ινών

$$\omega = \left(\frac{360}{m} \right)^\circ \quad \text{Εξ. 2.41}$$

επίσης είναι $\frac{\text{στεμ}\varphi}{\eta\mu\varphi} = \frac{1}{r_1}$ και από το σχήμα (6.10) είναι

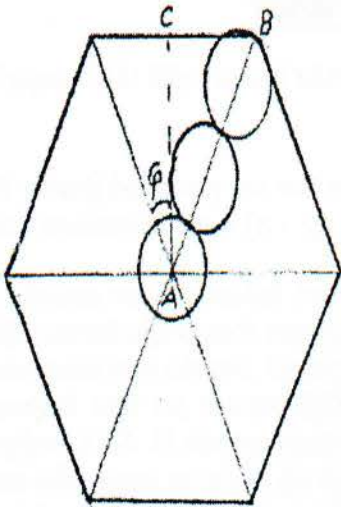
$$\frac{\text{στεμ}\left(\frac{180}{m}\right)^\circ}{r_1} = \frac{1}{rf} = \frac{r_1}{rf} \rightarrow r_1 = rf \cdot \text{στεμ}\left(\frac{180}{m}\right)^\circ \quad 2.42$$

Σε μια ανοικτή συσκευασία οι ακτίνες των στρωμάτων προσδιορίζονται από την εξίσωση (2.40).

2.8 Εξαγωνική Κλειστή Συσκευασία

Με ένα σχηματισμό όπου μια μοναδική ίνα υπάρχει στο κέντρο του νήματος όπως φαίνεται στο σχήμα, η κλειστή συσκευασία των κυκλικής διατομής ινών, δίνει ένα νήμα με εξαγωνικό περίγραμμα, στο οποίο οι ίνες έρχονται σε επαφή.

Η απόσταση μεταξύ του κέντρου του νήματος και του κέντρου ενός στρώματος κυμαίνεται μεταξύ $2(n-1)rf$ στις γωνίες και $\sqrt{3}(n-1)rf = 1.73(n-1)rf$ στα μέσα των πλευρών.

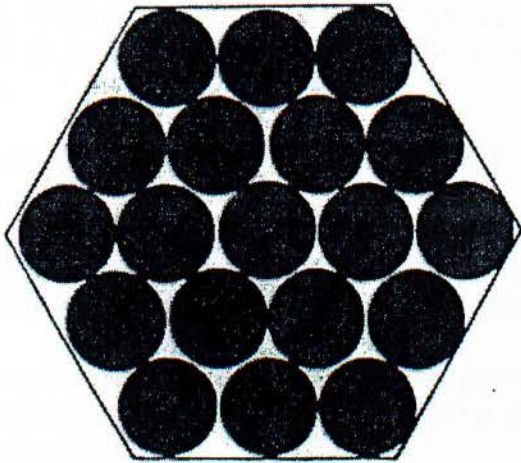


Σημείωση: $\varphi = \frac{60}{2} = 30^\circ$

$$AB = 2(n-1)rf$$

Από το ορθογώνιο τρίγωνο $ABC \rightarrow \sin \varphi = \frac{AC}{AB} \rightarrow AC = \sin 30^\circ AB \rightarrow$

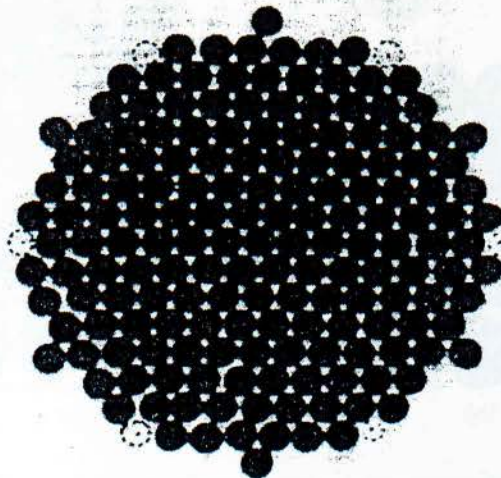
$$AC = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2(n-1)rf \rightarrow AC = \sqrt{3}(n-1)rf$$



Σχήμα 2.11: Εξαγωνικά κλειστά συσκευασμένο νήμα με 3 στρώματα.

Η γενική έκφραση για τον υπολογισμό του αριθμού των ινών για οποιοδήποτε στρώμα, εκτός του πρώτου είναι: $6(n - 1)$

Πρέπει να σημειωθεί ότι πάνω από το 70 στρώμα έχοντας συνολικό αριθμό ινών 127, το εξαγωνικό εξωτερικό περίγραμμα των πλήρων στρωμάτων δίνει την πιο κλειστή συσκευασία των ινών στο κέντρο. Όμως οι γωνιακές θέσεις του 8 ου στρώματος βρίσκονται να είναι πιο μακριά από τις κεντρικές θέσεις του 9ου στρώματος από το κέντρο, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.12. Η προτιμώμενη εξωτερική γραμμή του νήματος τείνει τότε να γίνει περίπλοκη και οδηγείται το νήμα σε ένα κυκλικό εξωτερικό περίγραμμα, εάν ο αριθμός των ινών γίνει πολύ μεγάλος.



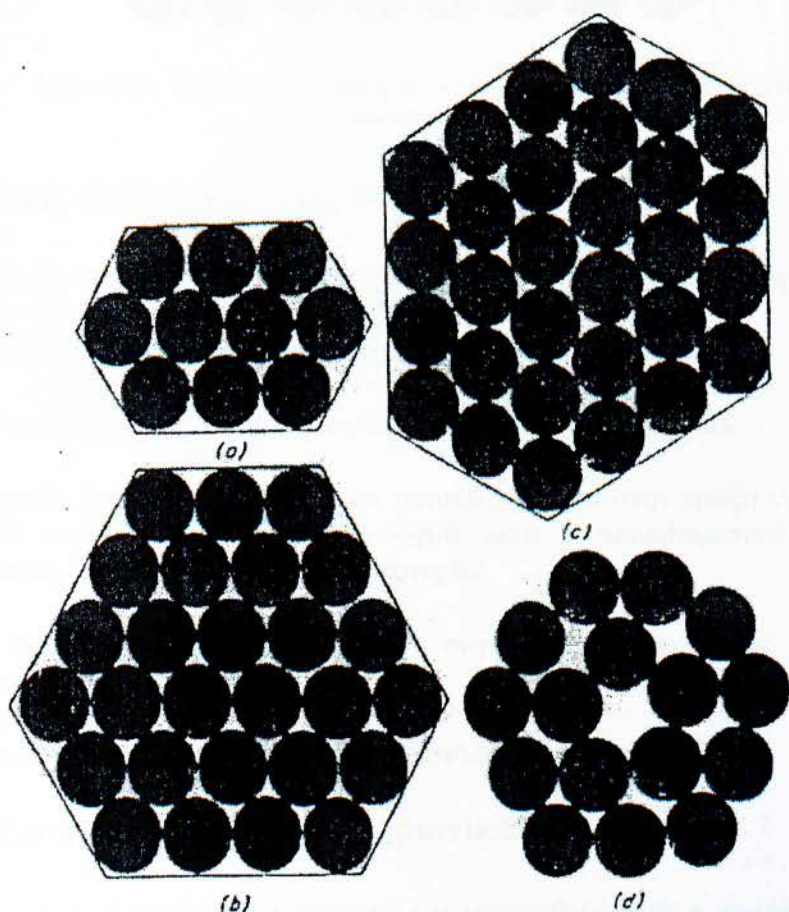
Σχήμα 2.12: κλειστή συσκευασία 169 ινών, η οποία δείχνει την μερική κάλυψη του 8ου 9ου , και στρώματος.

Είναι επίσης δυνατόν να πάρουμε συσκευασία με διαφορετικά κέντρα όπως φαίνεται στο σχήμα 2.13, όπου έχουμε 2, 3 ή και 4 κεντρικές ίνες οι οποίες να δίνουν τέλεια κλειστή συσκευασία. Σε αυτή την περίπτωση όμως θα έχουμε ένα ακανόνιστο εξωτερικό εξαγωνικό περίγραμμα.

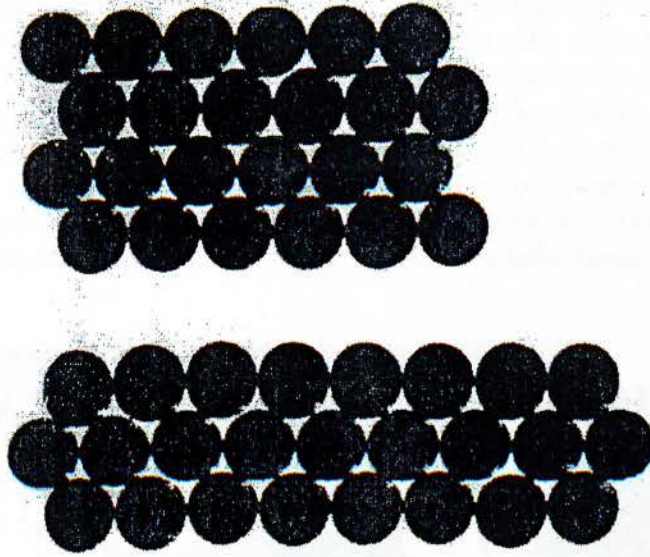
Ο κανόνας ότι κάθε στρώμα περιέχει ακόμη 6 ίνες εφαρμόζεται και σε αυτή την περίπτωση.

Ένας πυρήνας από 5 ίνες δεν είναι δυνατόν να δώσει τέλεια συσκευασία, ενώ ένας πυρήνας από 6 ίνες αντιστοιχεί σε ένα κενό στην θέση του απλού πυρήνα.

Είναι επίσης δυνατόν να πάρουμε μορφές εξαγωνικής κλειστής συσκευασίας όπου όμως τα νήματα έχουν παραμορφωθεί όσον αφορά στην μορφή τους. Ένα παράδειγμα αποτελούν οι ταινιοειδείς μορφές του σχήματος 2.14.



Σχήμα 2.13: Εξαγωνική κλειστή συσκευασία α) δυο κεντρικές ίνες β) τρεις γ) τέσσερες δ) πέντε



Σχήμα 2.14: Ταινιοειδείς μορφές όπου 25 ίνες δημιουργούν μια κλειστή συσκευασία.

2.9 Αποκλίσεις από τις Υδανικές Μορφές

Μέχρι τώρα έχουμε ασχοληθεί με δύο απλές εξιδανικευμένες μορφές δομής νήματος:

- Την ιδανική ελικοειδή γεωμετρία ενός στριμμένου νήματος,
- Την ιδανική περίπτωση συσκευασίας παράλληλων κυκλικών filaments.

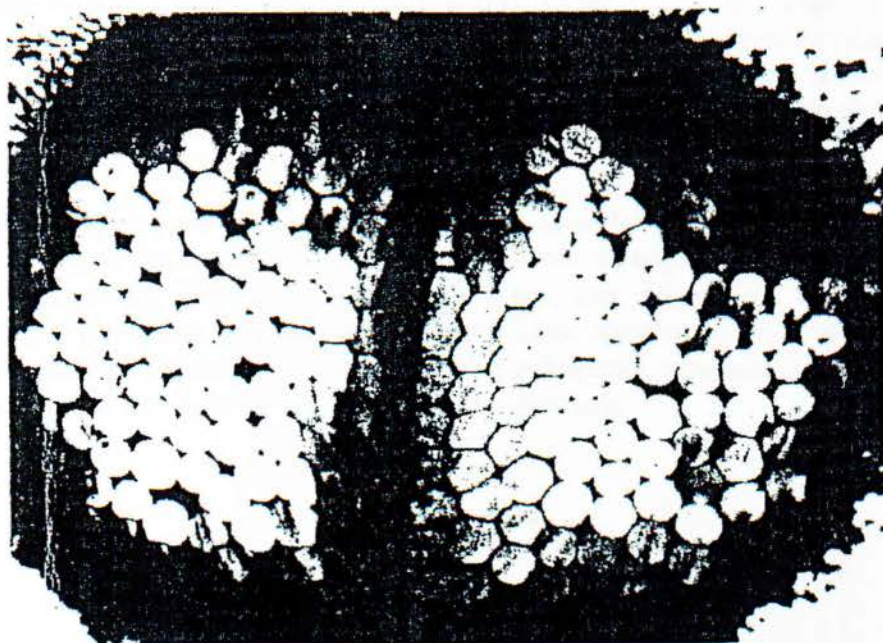
Αυτές οι μορφές βρίσκονται σε αντίθεση μεταξύ τους και στην πράξη καμιά από τις δύο δεν υπάρχει. Οι παράγοντες οι οποίοι λειτουργούν ώστε να προσδιοριστούν οι πραγματικές δομές του νήματος διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες.

1. Εκείνοι οι παράγοντες οι οποίοι τείνουν να συγκεντρώσουν τις δομές των νημάτων σε κλειστά συσκευασμένες μορφές.
2. Εκείνοι οι παράγοντες οι οποίοι τείνουν να διατάξουν την ιδανική δομή.

2.10 Συγκεντρωτικά Χαρακτηριστικά

α. Το πρώτο και πιο αδύναμο συγκεντρωτικό χαρακτηριστικό είναι η γενική τάση των ινών, όπως και άλλων στερεών, να τακτοποιηθούν και να διατηρούν συνοχή μεταξύ τους. Συγκεκριμένα όλα τα filaments προσπαθούν να ακολουθούν την ίδια τροχιά ελάχιστης ενέργειας. Εάν ένα νήμα είναι κάτω από τάση αυτή η τροχιά θα είναι το ελάχιστο μήκος, το οποίο δίνεται από μια ευθεία μεταξύ των δύο άκρων. Εάν το νήμα είναι χαλαρό τότε αυτή η τροχιά θα είναι μια καμπύλη. Εάν το νήμα βρίσκεται κάτω από στρέψη τότε αυτό το νήμα θα τείνει να ζαρώσει (συστροφική στρέβλωση) ή να μπερδευτεί.

β. Η στρίψη προκαλεί πολύ μεγαλύτερη τάση για συγκέντρωση. Οι ίνες στη δομή του νήματος δεν μπορούν να ξεφύγουν η μια από την άλλη και κάθε τάση του νήματος οδηγεί σε μια εσωτερική πίεση από τα εξωτερικά στα εσωτερικά στρώματα και επομένως οι ίνες αναγκάζονται να δημιουργούν μια κλειστά συσκευασμένη δομή. Εάν η στρίψη και η τάση είναι αρκετά μεγάλες τότε είναι δυνατό να παραμορφωθεί το νήμα ακόμα και η τομή των ινών. Στο σχήμα 2.15 φαίνεται η εγκάρσια τομή ενός nylon σκοινιού, το οποίο σε κατάσταση θέρμανσης δέχεται εντάσεις, όπου τα κεντρικά filaments έχουν παραμορφωθεί σε εξαγωνική μορφή, καθώς τα κενά διαστήματα μεταξύ τους έχουν εξαλειφθεί λόγω της μεγάλης πίεσης.



Σχήμα 2.15: Εγκάρσια τομή σε ένα nylon νήμα με τάση σε θερμή κατάσταση, όπου δείχνεται η παραμόρφωση των filaments κάτω από πίεση.

2.11 Χαρακτηριστικά Διάταξης

α. Εάν η μορφή της ίνας δεν είναι κυκλική τότε οι απλές μορφές της ιδανικής συσκευασίας πρέπει να τροποποιηθούν.

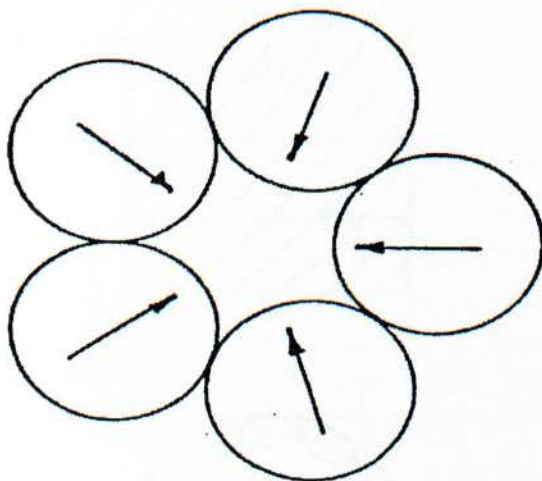
β. Η στρίψη προκαλεί μια σημαντική μεταβολή στην μορφή της ίνας. Επειδή οι ίνες στα εξωτερικά στρώματα διασχίζουν το κάθετο επίπεδο στον άξονα του νήματος πλάγια, αυτές παρουσιάζουν στην πραγματικότητα μια ελλειπτική διατομή. Ο πιο μικρός άξονας της έλλειψης βρίσκεται κατά μήκος της ακτίνας του νήματος και ισοδυναμεί με την διάμετρο της ίνας, έτσι ώστε το ακτινικό πλάτος ενός στρώματος να παραμένει αμετάβλητο. Όμως επειδή η μεγάλη διάμετρος της έλλειψης είναι πολύ μεγαλύτερη της διαμέτρου του νήματος, ο αριθμός των ινών οι οποίες χωρούν σε ένα στρώμα είναι πιο μικρός από τον ενδεδειγμένο για νήματα που αποτελούνται από κυκλικές ίνες. Ακόμη εξαιτίας των δυσκολιών να τοποθετηθούν τοποθετηθούν μαζί ελλείψεις με διαφορετικούς μεγάλους άξονες σε διαδοχικά

στρώματα η δομή είναι πιο πιθανό να είναι μια μετατροπή της ανοικτής ιδανικής συσκευασίας μεταξύ περιγραφόμενων κύκλων από ότι της εξαγωνικής κυκλικής συσκευασίας.

γ. Η στρίψη επίσης προκαλεί διαταραχή εξαιτίας των διαφορών στο μήκος τροχιάς μεταξύ των διαφόρων ακτινικών θέσεων. Εκτός εάν υπάρχει μια ουσιαστική επέκταση των ινών στα εξωτερικά στρώματα, αυτή πρέπει να ευκολυνθεί είτε από στρέβλωση (μάζωμα) των ινών στο κέντρο είτε από μια εναλλαγή των ακτινικών θέσεων (migration) των ινών με σκοπό να δώσουν ένα πραγματικό μέσο όρο μήκους τροχιών.

δ. Κάθε μεταβολή στο μήκος των ινών που εφοδιάζονται στη ζώνη στρίψης σε ένα staple νήμα ή προκαλούνται κατά το σχηματισμό ενός νήματος από filaments πρέπει επίσης να προκαλούν ανομοιομορφία στην συσκευασία των ινών. Ανωμαλίες στην τακτοποίηση των ινών πριν από τον σχηματισμό του νήματος μπορούν να θεωρηθούν σαν πηγή ανομοιομορφίας.

ε. Οι ανομοιομορφίες μέσα στη δομή ενός νήματος είναι δυνατό να παραμείνουν σταθερές ακόμη και κάτω από εγκάρσιες πιέσεις, οι οποίες τείνουν να σπρώξουν τις ίνες σε μια μορφή κλειστής συσκευασίας. Έτσι ένα σύνολο από 5 ίνες στο σχήμα 2.16 θα σχηματίσει μια σταθερή δέσμη κάτω από ίση εσωτερική πίεση. Στην πραγματικότητα πρόκειται για μια μετασταθερή κατάσταση στην οποία υπάρχει ένας ενδιάμεσος φραγμός ώστε να αποφευχθεί η επανατοποθέτηση των ινών σε τέλεια κλειστή συσκευασία.



Σχήμα 2.16: Ευστάθεια των ανομοιομορφιών.

στ. Οι μορφές των νημάτων είναι δυνατό να μην είναι κυκλικές. Αυτές είναι δυνατό να παραμορφωθούν περνώντας από οδηγούς, μεταξύ κυλίνδρων, ή ακόμη από το σχεδόν πάντα αναγκαίο τύλιγμα των νημάτων σε μασούρια είτε μπομπίνες. Επιπλέον εάν το νήμα παρουσιάζεται για στρίψη σε μια επίπεδη μορφή, τότε συμβαίνει στρίψη ταινίας και όχι κυλίνδρου. Αυτό επίσης προκαλεί ανομοιομορφία και ασυμμετρία δομής στο νήμα.

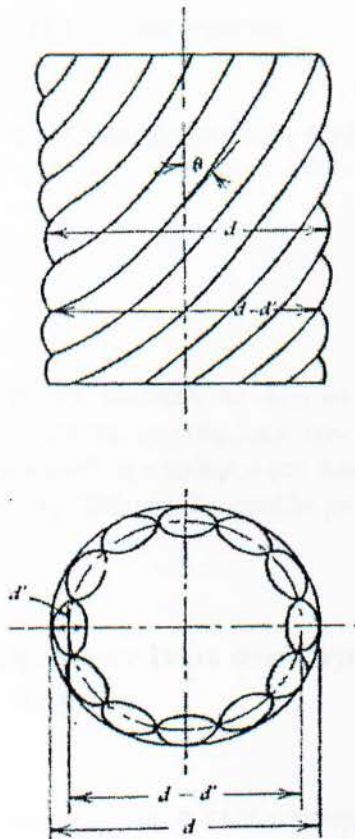
ζ. Αποδημία υπό την οποία εννοούμε την προώθηση των ινών προς το κέντρο είτε προς τα εξωτερικά στρώματα του νήματος.

2.12 Σχέση μεταξύ Στρίψης, Διαμέτρου του Νήματος και Γωνίας Στρίψης των Ινών στο Νήμα

Το 1933 πρώτος ο Schwartz και μετά άλλοι επιστήμονες απέδειξε ότι η εξίσωση

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{2\pi R}{h} \quad \text{Εξ. 2.21}$$

δεν εφαρμόζεται ακριβώς σε νήματα με έναν ορισμένο αριθμό ινών. Εάν θεωρήσουμε το εξωτερικό στρώμα των ινών του νήματος, το οποίο απεικονίζεται στο σχήμα 2.17, τότε η διάμετρος d του νήματος μετριέται από τον κύκλο ο οποίος περιγράφει τις ίνες. Όταν όμως το νήμα βλέπεται από την άποψη μέτρησης της γωνίας στρίψης, βλέπουμε μια διάμετρο που δημιουργείται από τη επαφή μεταξύ των filaments. Επομένως η γωνία στρίψης μετράται στην πραγματικότητα σε μια διάμετρο η οποία δίνεται από τον κύκλο ο οποίος περιέχει τα κέντρα των ινών στο εξωτερικό στρώμα.



Σχήμα 2.17: Μεταβολή της διαμέτρου του νήματος

Η σχέση (2.21) γίνεται:

$$\varepsilon\phi\alpha = \frac{2\pi R}{h} = \frac{\pi D}{h} = \frac{\pi(d-d')}{h} = \frac{\pi d}{h} \cdot \frac{d-d'}{d} = \frac{\pi dk}{h} \Rightarrow \varepsilon\phi\alpha = \pi dkT$$

όπου: d η διάμετρος του νήματος

d' η διάμετρος ενός κλώνου σε πολύκλωνο νήμα (ή η διάμετρος της ίνας)

$$k = \frac{d-d'}{d} \quad \text{η σταθερά του Schwartz.}$$

Για τα νήματα που περιέχουν έναν πολύ μεγάλο αριθμό ινών θεωρούμε $k=1$, αυτός ο συντελεστής όμως μειώνεται για νήματα τα οποία περιέχουν μικρό αριθμό ινών και μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο.

$$k = 1 - \left(\frac{\phi}{n}\right)^{1/2} \quad \text{Εξ. 2.43}$$

όπου Φ ο δείκτης συσκευασίας

n ο αριθμός των ινών στην εγκάρσια τομή του νήματος.

Σε ένα νήμα από staple ίνες το $\phi^{1/2}$ θα έχει μια τιμή περίπου 0,7 και επομένως θα έχουμε:

$$k = 1 - \frac{0,7}{n^{1/2}} \quad \text{Εξ. 2.44}$$

Ο ειδικός όγκος είναι ένα από τα βασικότερα δομικά χαρακτηριστικά των ινών και νημάτων. Απ' τον ειδικό όγκο εξαρτώνται οι ρυθμίσεις των οργάνων και η παραγωγικότητα του κλωστοϋφαντουργικού εξοπλισμού, η σταθερότητα βαφής, η θερμότητα καθώς και το βάρος των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων. Το προϊόν με το χαμηλότερο ειδικό βάρος θα είναι και πιο ελαφρύ.

2.13 Μορφή και Τακτοποίηση των Ινών στα Στριμμένα Νήματα

Η εξιδανικευμένη γεωμετρία του νήματος η οποία περιγράφηκε προηγουμένως έχει δύο μειονεκτήματα:

α. Είναι δύσκολο να επιτευχθεί στην πρακτική.

β. Ακόμη και αν επιτυγχανόταν θα ήταν άχρηστη για νήματα από staple ίνες.

Η δυσκολία στον σχηματισμό οφείλεται στις διαφορές του μήκους τροχιών οι οποίες ακολουθούνται από τις ίνες σε διαφορετικές ακτινικές θέσεις μέσα στο νήμα. Όπως αναφέραμε οι ίνες στο κέντρο ακολουθούν μια ευθεία τροχιά, ενώ οι εξωτερικές μια πολύ μεγαλύτερη ελικοειδή τροχιά.

Εάν θεωρήσουμε ότι ισχύει η εξιδανικευμένη γεωμετρία του νήματος, χωρίς στρέβλωση (μάζεμα) των κεντρικών ινών, οι διαφορές στο μήκος θα πρέπει να εξισορροπηθούν ως εξής:

- είτε τροφοδοτώντας τις ίνες σε διαφορετικές αναλογίες σύμφωνα με την θέση τους στο νήμα

- είτε υποβάλλοντας ορισμένες ίνες στη δομή του νήματος σε υψηλές τάσεις.

Η πρώτη εναλλακτική λύση χρησιμοποιείται για την κατασκευή των συρματόσχοινων, όπου το κάθε σύρμα το οποίο συμμετέχει είναι δυνατόν να ελέγχει χωριστά. Αυτή όμως η λύση δεν είναι πρακτική για την περίπτωση των συνήθων κλωστοϋφαντουργικών διαδικασιών. Η δεύτερη εναλλακτική λύση θα προκαλούσε συνήθως ανεπιθύμητη φθορά στις ίνες.

Η μη χρήση της εξιδανικευμένης γεωμετρίας στα νήματα από staple ίνες οφείλεται στην έλλειψη συνοχής των ινών στην επιφάνεια του νήματος και επομένως στην έλλειψη συνοχής στο νήμα συνολικά. Οι ίνες στην επιφάνεια θα ήταν κυρίως τυλιγμένες γύρω από το νήμα και δεν θα είχαν καθόλου αγκιστρωθεί για να αντέξουν κάποια τάση και να ασκήσουν μια εξωτερική πλάγια δύναμη ώστε να μην επιτραπεί η ολίσθησή τους. Επίσης στην ιδανική γεωμετρία του νήματος δεν υπάρχει κάτι το οποίο να σταματήσει το φαινόμενο του Peeling των ινών στην επιφάνεια και επομένως ολόκληρο το νήμα θα μπορούσε να φθαρεί εύκολα.

Με σκοπό να ξεφύγουμε από αυτές τις δυσκολίες είναι βασικό οι ίνες που βρίσκονται στην επιφάνεια σε ένα σημείο κατά μήκος του νήματος θα πρέπει να βρίσκονται στα εσωτερικά στρώματα σε κάποια άλλα σημεία. Τότε αναπτύσσεται ένα αμοιβαίο πιάσιμο των ινών και επιτυγχάνεται μια ικανοποιητική συνοχή και αντοχή των ινών σ' ένα staple νήμα. Κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μια δομή η οποία δένεται αλυσωτά.

Επειδή υπάρχουν και τυχαίες μεταβολές, οι οποίες είναι δυνατόν να εμφανιστούν δεν είναι έκπληξη μετά την πρώτη δυνατή περίπτωση μετακίνησης να υπάρχει μια σημαντικά ίση ευκαιρία ώστε ένα νήμα να μετακινηθεί προς το κέντρο. Αυτή είναι η φύση της αύξησης της τάσης, η οποία μαζί με τις πειραματικές παρατηρήσεις είναι δυνατόν να δικαιολογεί τη χρήση της μέσης τάσης για τα πέντε νήματα τα οποία βρίσκονται στο εξωτερικό στρώμα.

2.14 Η Μορφή της Στρίψης του Νήματος

Κυλινδρική και Ταινιοειδής Στρίψη

Μέχρι τώρα έχουμε υποθέσει ότι τα νήματα δέχονται στρίψη υπό την μορφή κυλινδρικών δεσμών από ίνες υποκείμενες στις επιδράσεις διαταραχής του πακεταρίσματος και της μετακίνησης. Αυτή η υπόθεση όμως δεν είναι κατ'ανάγκην αληθής. Είναι δυνατόν να σχηματιστούν νήματα στρίβοντας επίπεδα ταινιοειδή συμπλέγματα ινών.

Οι επιστήμονες αναφέρονται σε δύο μορφές στρίψης

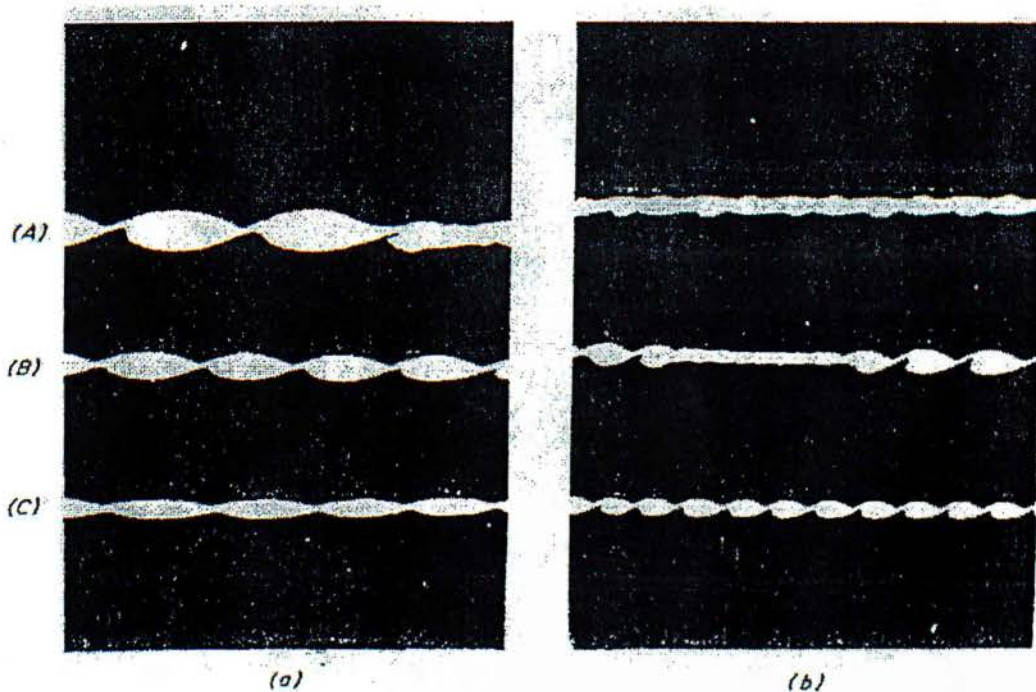
- Την στρίψη μιας κυλινδρικής δέσμης ινών
- Την στρίψη μιας επίπεδης ταινίας

Η επίπεδη στρίψη (flat twist) ή διαφορετικά η ταινιοειδής μορφή της στρίψης σχηματίζεται κάτω από συνθήκες χαμηλής τάσης ενώ η στιβαρή στρίψη (solid twist) ή διαφορετικά η κυλινδρική μορφή της στρίψης εμφανίζεται σε υψηλή τάση. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι μια σημαντική παράμετρος είναι το πλάτος της ταινίας. Εάν θεωρήσουμε ότι υπάρχουν μεταβολές του πλάτους της ταινίας, τότε είναι πιθανές και οι μεταβολές της τάσης. Είναι εύκολο να παρατηρήσουμε πως εμφανίζεται η ταινιοειδής στρίψη την στιγμή που το πρόνημα μια πεπλατυσμένη μορφή στους πιεστικούς κυλίνδρους της δακτυλιοφόρου κλώστριας ή όταν ένα νήμα τύπου filament, μικρής συνοχής και χαμηλής στρίψης, τοποθετείται πάνω σε μια μπομπίνα πριν από τη στρίψη. Εδώ είναι δυνατόν να θεωρήσουμε ότι το multifilament αποκτά μια ορθογώνια μορφή(παραλληλεπίπεδη) όπου από τις 500 ίνες οι οποίες υπάρχουν στην εγκάρσια τομή, οι 50 είναι το πλάτος και οι 10 το πάχος του νήματος.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει μια λεπτομερής μελέτη της φύσης και των συνεπειών της ταινιοειδούς στρίψης που πραγματοποιήθηκε από τους Hearle και Base. Καταρχήν εξετάστηκαν ορισμένα συστήματα μοντέλων. Αρχικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας συμπλέγματα από σύρματα που είχαν κατασκευασθεί από μαλακά μέταλλα. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν monofilaments από curlene, όμως το πιο αποτελεσματικό σύστημα ήταν η στρίψη επίπεδων ελαστικών ταινιών. Στην συνέχεια εξετάστηκαν οι μεταβολές οι οποίες παρατηρούνται σε μια ταινιοειδή δέσμη ινών ή συνεχών και έγιναν εφαρμοσμένες μελέτες σε διάφορα συμπλέγματα ινών και νημάτων.

Η εξέταση της στρίψης επίπεδων ελαστικών ταινιών δείχνει ότι εμφανίζονται δύο μορφές στρίψης μιας ταινίας οι οποίες είναι:

- Η στριμμένη ταινιοειδής μορφή
- Η περιτυλιγμένη μορφή



Σχήμα 2. 18 Η στρίψη επίπεδων ελαστικών ταινιών

a) στριμμένες μορφές ταινιών A, B, C

b) Περιτυλιγμένη μορφή ταινίας A, περιτυλιγμένη και στριμμένη μορφή της ταινίας B, στριμμένη μορφή της ταινίας C.

Πλάτος ταινιών:

A-1cm

B-0,7cm

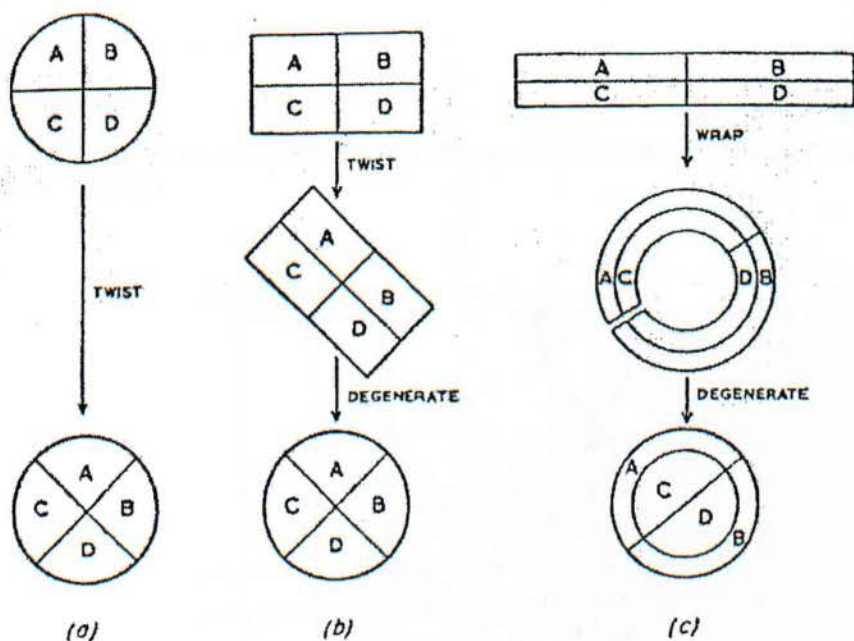
C-0,4cm

Η εργασία των Hearle και Base δείχνει πειραματικά και με μια ανάλυση των σχέσεων της περιλαμβανομένης ενέργειας στην στρίψη της ελαστικής ταινίας, ότι στις χαμηλές στρίψεις προκύπτει η περιτυλιγμένη μορφή. Υπάρχει επίσης μια ενδιαμέση περιοχή όπου και οι δύο μορφές υπάρχουν ταυτόχρονα, τότε εάν προσδοθεί μια μεγαλύτερη στρίψη σαν αποτέλεσμα προκύπτει αύξηση του μήκους του περιτυλιγμένου τμήματος και η μείωση αντιστοίχως του στριμμένου τμήματος.

Επομένως είναι δυνατόν να θεωρήσουμε 3 πιθανούς τρόπους για την στρίψη του νήματος

- Στριμμένη κυλινδρική μορφή
- Στριμμένη ταινιοειδής μορφή
- Περιτυλιγμένη ταινιοειδής μορφή

Αυτές οι μορφές απεικονίζονται σχηματικά στο παρακάτω σχήμα



Σχήμα 2.19 α) κυλινδρική στρίψη ,β) στριμμένη ταινιοειδής μορφή, γ) περιτυλιγμένη ταινιοειδής μορφή

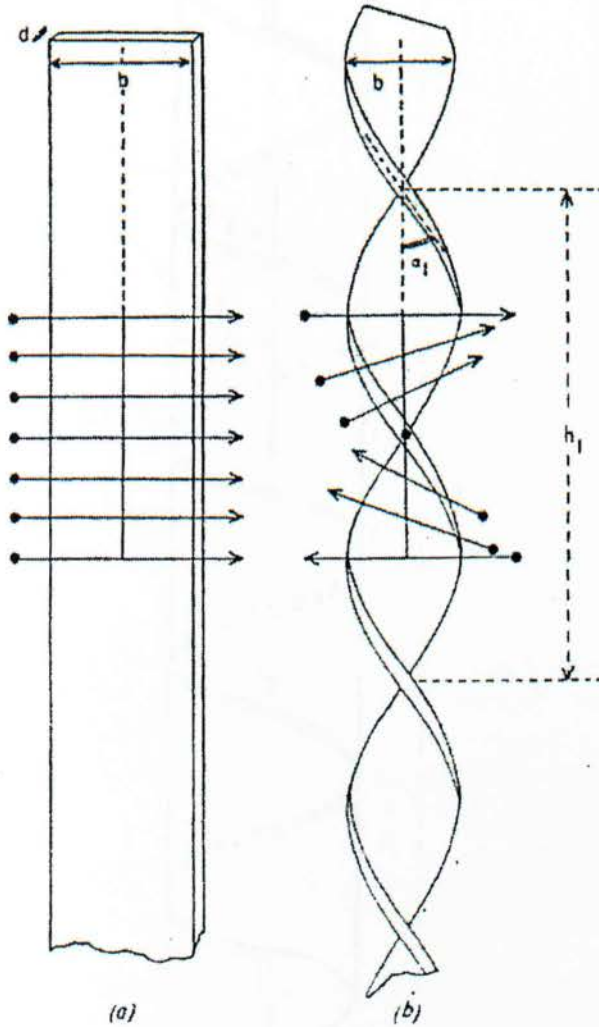
Τα διαγράμματα έχουν διαιρεθεί σε τεταρτημόρια ώστε να φαίνεται η σχετική τοποθέτηση των διαφόρων περιοχών πριν και μετά από την στρίψη. Μια σημαντική διαφορά μεταξύ των στριμμένων και περιτυλιγμένων μορφών είναι εμφανής. Ενώ σε ένα στιβαρό υλικό οι ταινιοειδούς μορφές οι οποίες απεικονίζονται στο κέντρο του σχήματος 2.19 θα ήταν σταθερές, αυτό δεν ισχύει σε μια δέσμη ινών.

Οι δομές αυτές αναπόφευκτα καταρρέουν με αποτέλεσμα να επιτρέπουν στις εξατομικευμένες ίνες να καταλαμβάνουν πιο ευνοϊκές θέσεις, δηλαδή να τροχιές πιο μικρού μήκους. Στις εκφυλισμένες μορφές του αμέσως προηγούμενου σχήματος το κενό της περιτυλιγμένης μορφής καθώς και οι γωνίες της στριμμένης ταινιοειδούς μορφής έχουν εξαφανισθεί.

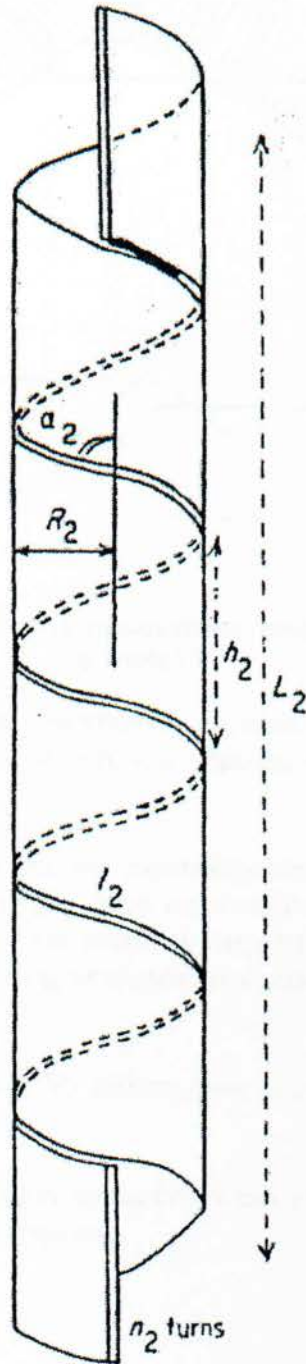
Η τάση των ινών να καταρρέουν σε πιο ευνοϊκές θέσεις, σημαίνει ότι όλες οι μορφές γίνονται τελικά κυλινδρικές δέσμες ινών. Είναι όμως δυνατόν να προκύψει μερική ανομοιομορφία στο πακετάρισμα σαν αποτέλεσμα της αποτυχίας της πλήρους κατάρρευσης της δομής σε μια σταθερή κατάσταση. Για παράδειγμα, η παρατήρηση ότι η πυκνότητα του νήματος είναι συχνά πιο μικρή στο κέντρο από ότι σε κάποια απόσταση προς την επιφάνεια, είναι δυνατόν να αποτελεί ένα κατάλοιπο του ανοικτού χώρου στο κέντρο της περιτυλιγμένης ταινιοειδούς μορφής και η ασυμμετρία των νημάτων είναι δυνατόν να προέρχεται από μια ασυμμετρική κατάρρευση της αρχικής δομής κατά την στρίψη. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μετά την κατάρρευση οι δύο στριμμένες μορφές με τις οποίες θα ασχοληθούμε καταλήγουν:

- Στις στριμμένες δομές
- Στις περιτυλιγμένες δομές

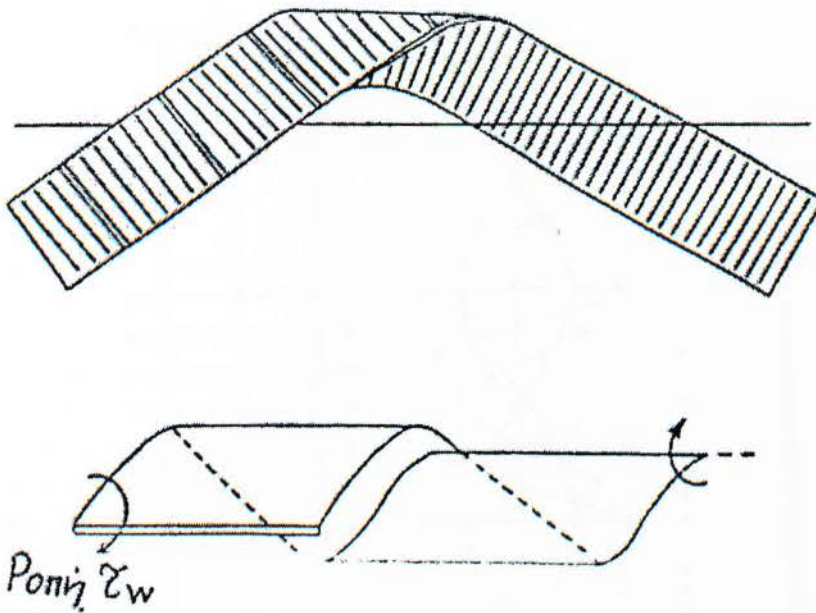
Οι πιο σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μορφών είναι οι σχετικές θέσεις των ιών πριν και μετά την στρίψη.



Σχήμα 2.20 Η γεωμετρία της απλής στρίψης των ταινιών πλάτους b , πάχους a και περίοδο R
 (a) - επίπεδη ταινία
 (b) - στριμμένη ταινία



Σχήμα 2.21 Η γεωμετρία σχηματισμού μιας περιτυλιγμένης ταινίας με n_2 στρίψεις σε μήκος l_2 και προκύπτει τελικά μήκος L_2 με ακτίνα R_2 , γωνία στρίψης α_2 , περίοδο h_2 .



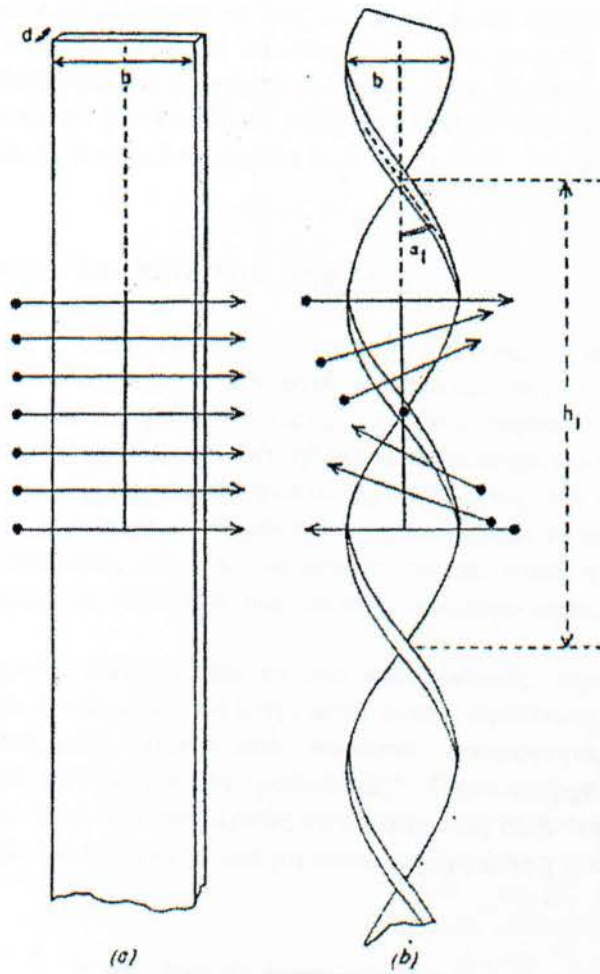
Σχήμα 2.22 Ο σχηματισμός περιτυλιγμένου gibbon (ταινίας) εξαιτίας της επίδρασης της ροπής TW.

Στις στριμμένες μορφές ο άξονας του νήματος παραμένει αμετάβλητος και κάθε επίπεδο το οποίο είναι αρχικά κάθετο στον άξονα του νήματος παραμένει κάθετο και μετά την στρίψη.

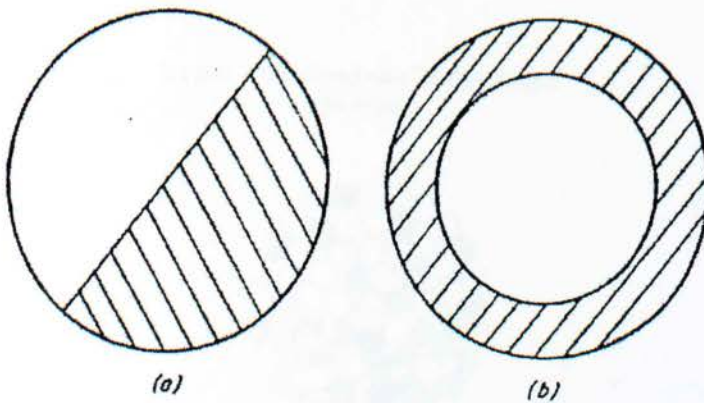
Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και για την περιτυλιγμένη μορφή της οποίας η γεωμετρία δείχνεται αναλυτικά στο επόμενο σχήμα, όπου απεικονίζονται οι σχέσεις μεταξύ διαφόρων εξατομικευμένων σημείων, γραμμών και επιπέδων στην ταινία πριν και μετά την στρίψη. Ο άξονας της αρχικής ταινιοειδούς δέσμης ακολουθεί μια ελικοειδή τροχιά στην περιτυλιγμένη δομή.

Επομένως μια εγκάρσια τομή (PQUV) κάθετη στον αρχικό άξονα δεν παραμένει κάθετη στην περιτυλιγμένη ταινία.

Ακόμη τα επιφανειακά στρώματα δεν παραμένουν σαν επιφανειακά, η μια όψη είναι στο κέντρο ενώ η άλλη παραμένει στην επιφάνεια.



Σχήμα 2.23 Ταινιοειδής μορφές πριν και μετά την στρίψη σε περιτυλιγμένες μορφές. Δείχνονται οι αλλαγές στα επίπεδα των αρχικών ταινιών.



Σχήμα 2.24: Στριμμένες μορφές μετά από κατάρρευση. Δείχνεται η θέση των ινών αρχικά από αντίθετες πλευρές της ταινίας.
 α) από κυλινδρική στρίψη ή στριμμένη ταινία
 β) από περιτυλιγμένη ταινία

Στα νήματα που έχουν κατάρρευση οι ίνες οι οποίες είναι αρχικά στην μια πλευρά του νήματος παραμένουν στην ίδια πλευρά και στις στριμμένες μορφές αλλά σχηματίζουν ένα πλήρες εσωτερικό ή εξωτερικό στρώμα μετά το περιτύλιγμα. Η τάση των ινών σε μια πλευρά μιας ταινίας να εξαφανίζεται (καταρρέουν) μέσα στο κέντρο στο τύλιγμα, αποτελεί την πιο σημαντική διαφορά από τα στριμμένα νήματα όπου οι σχετικές θέσεις των ινών είναι σχετικά αμετάβλητες.

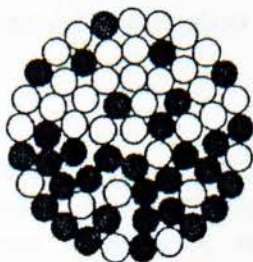
2.15 Η Δομική Ανομοιομορφία του Νήματος

Στα εμπορικά νήματα η τάση της στρίψης τους δεν μπορεί να προσεγγίσει την τιμή η οποία θα προκαλούσε σε όλες τις ίνες που στρίβονται μαζί, να βρίσκονται υπό μια θετική τάση. Στην πραγματικότητα οι πρακτικές τιμές της τάσης στρίψης που δίνονται από την δακτυλιοφόρο κλώστρια, κυμαίνονται σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτήν που απαιτείται για να διατηρήσει την ίνα στον άξονά σε μια κατάσταση τεντώματος. Με άλλα λόγια, η συνθήκη για την τάση που δεν επιτρέπει την αποδόμηση δεν ικανοποιείται. Η χαλάρωση των ινών στα εσωτερικά στρώματα, επιτρέπει στις ίνες να μετακινούνται. Αυτή η μετακίνηση δεν είναι ομοιόμορφη με αποτέλεσμα να παράγεται δομικά ανομοιομορφο νήμα.

Η δομική ανομοιομορφία υπολογίζεται σε δύο κατευθύνσεις: την κατά μήκος και την εγκάρσια. Όπου υπάρχει ανομοιομορφία στην κατά μήκος διεύθυνση, σε διάφορα τμήματα του νήματος παρουσιάζεται διαφορετικό ποσοστό συνεισφοράς των ανεξάρτητων συστατικών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε "ραβδώσεις". Όπου υπάρχει ανομοιομορφία στην εγκάρσια κατεύθυνση, οι ίνες είναι ανεπαρκώς κατανεμημένες στην τομή του νήματος. Αυτή η ανομοιομορφία μπορεί να οδηγήσει σε μια μη κανονική εμφάνιση του τελικού προϊόντος.



Σχήμα 2.25 Εμφάνιση "ραβδώσεων" στο νήμα.



Σχήμα 2.26 Ανομοιομορφία του νήματος στην εγκάρσια τομή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΣΤΡΙΨΗ ΣΤΗΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΝΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

3.1 Εισαγωγή.

Οι ίνες φυσικές ή τεχνητές είναι η πρώτη ύλη κατά την διαδικασία νηματοποίησης οποιασδήποτε τεχνολογίας. Κατά την πορεία νηματοποίησης συντελείται μία σειρά κατεργασιών μεταξύ αυτών και η κατεργασία της στρίψης η ενέργεια της οποίας εκτελείται σε επίπεδο δέσμης ινών. Το αποτέλεσμα αυτού του έργου ή αυτής της ενέργειας είναι το νήμα που δεν είναι τίποτα παραπάνω από μια δομή στριμμένης δέσμης ινών με συνοχή και εφελκυστική αντοχή.

Τόσο στη συμβατική τεχνολογία όσο και στην μη συμβατική τεχνολογία νηματοποίησης το φαινόμενο της στρίψης κατέχει δεσπόζουσα θέση. Βέβαια η μέθοδος με την οποία συντελείται διαφέρει και θα παρουσιασθεί ευθύς αμέσως.

Στη συμβατική τεχνολογία νηματοποίησης στρίψη συντελείται στο μηχάνημα της προγνέστριας και στο μηχάνημα της δακτυλιοφόρου κλώστριας.

3.2 ΠΡΟΓΝΕΣΤΡΙΑ

Η προγνέστρια είναι το προτελευταίο μηχάνημα της γραμμής συμβατικής νηματοποίησης και παράγει ένα προϊόν , το πρόνημα , που είναι ευαίσθητο τόσο στο τύλιγμα όσο και στο ξετύλιγμα.

Η χρήση της όμως κρίνεται απαραίτητη διότι το φυτίλι, μεταξύ άλλων βγαίνοντας από τους σύρτες, είναι χοντρό και άστριφτο και χρειάζεται λέπτυνση και στρίψιμο για τη μετατροπή του σε νήμα.

Οι δακτυλιοφόρες κλώστριες, που χρησιμοποιούνται σήμερα, δεν είναι κατασκευασμένες για να μπορούν να επεξεργαστούν αυτή τη μορφή υλικού σε μια φάση και να τη μετατρέψουν σε νήμα με όλες τις απαραίτητες προϋποθέσεις. Το λεπτό , στριμμένο πρόνημα , αντίθετα, είναι πολύ καλύτερη δομή και ανταποκρίνεται στις προϋποθέσεις για τη μετατροπή σε νήμα.

Βέβαια ,σε όλες τις νέες τεχνολογίες νηματοποίησης , στο βαμβακερό σύστημα , η προγνέστρια έχει καταργηθεί.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι, στο χώρο της δακτυλιοφόρου κλώστριας, η προγνέστρια εξυπηρετεί:

- α) Τη λέπτυνση του φυτιλιού των συρτών σε μια νέα δομή που καλείται πρόνημα .
- β) Την πρόσδοση μερικών στρίψεων για συγκράτηση των ινών μεταξύ τους, την απόκτηση συνοχής στη δομή του προνήματος και φυσικά την ενίσχυση της εφελκυστικής αντοχής του.

γ) Την περιτύλιξη του προνήματος σε μπομπίνες , που αποτελεί μορφή εύκολης μεταφοράς, αποθήκευσης και τροφοδοσίας στη δακτυλιοφόρο κλώστρια .

3.2.1 Η Πρόσδοση Στρίψης στην Προγνέστρια

Η Βελόνα (αδράχτι) και το Πτερύγιο ή Flyer

Το flyer (χαρχάλα – διχάλα)²είναι το εξάρτημα που δίνει τις στρίψεις στο πρόνημα, κάθε περιστροφή του οποίου αντιστοιχεί σε μια στροφή. Η στρίψη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$T(\text{στροφές/m}) = \frac{\text{Περιστροφή του Flyer(στροφ./min)}}{\text{Ταχύτητα παροχής(m/min)}}$$

$$\text{ή Στρίψη(tpm)} = \frac{\text{Γωνιακή ταχύτητα αδραχτιού (rpm)}}{\text{Γραμμική ταχύτητα ραβδωτού παροχής (m / min)}} \quad \text{εξ. 2.1}^1$$

Tpm= turns per metre – στροφές ανά μέτρο

η γραμμική ταχύτητα ραβδωτού παροχής δηλώνει το εκδιδόμενο μήκος προνήματος ανά λεπτό.

Η ταχύτητα του flyer είναι σταθερή, οπότε η στρίψη παρέχεται στο πρόνημα από την ταχύτητα παροχής. Μεγάλος ποσό στρίψης έχει ως συνέπεια μικρότερη παραγωγή και πιθανή δημιουργία προβλημάτων τραβήγματος στη δακτυλιοφόρο κλώστρια. Από την άλλη πλευρά μικρός συντελεστής (ποσό) στρίψης προκαλεί ψευδολεπτύνσεις και σπασίματα κατά την διάρκεια περιτυλίγματος του προνήματος.

3.2.2 Η Βελόνα ή Αδράχτι

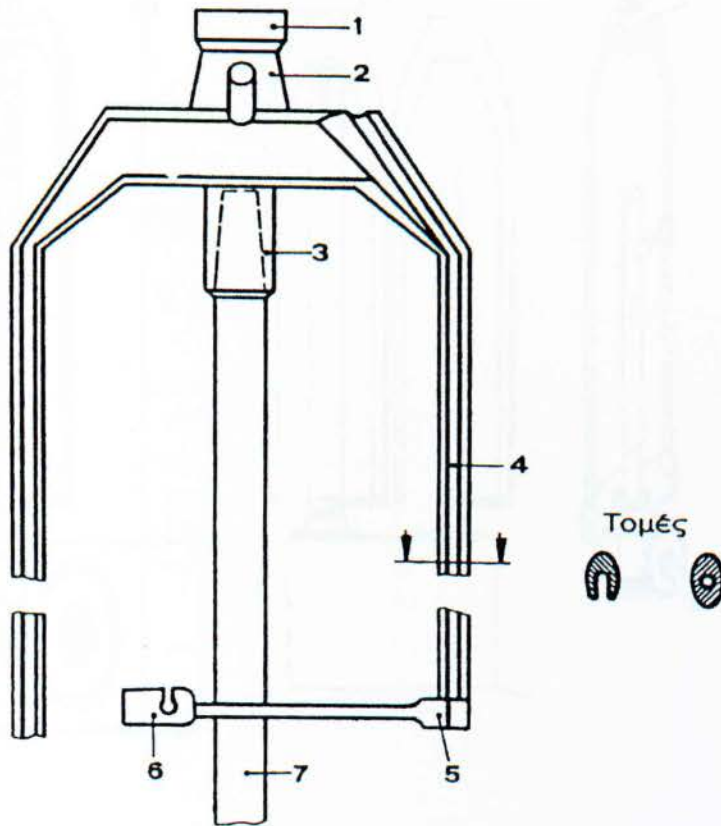
Η βελόνα είναι το στοιχείο στήριξης και κίνησης του flyer. Αποτελείται από έναν ατσάλινο άξονα, που στο κάτω μέρος του στηρίζεται σ' ένα ρουλεμάν και στη μέση του στο σύστημα μετάδοσης κίνησης στη μπομπίνα. Περιστρέφεται απ' ευθείας από τον κεντρικό άξονα με τη βοήθεια γραναζιών που βρίσκονται σ' ένα άξονα που εκτείνεται σ' όλα τα αδράχτια της προγνέστριας. Το πάνω μέρος -κορυφή- είναι κωνικό και φέρει εγκοπή, στην οποία προσαρμόζεται η ασφάλεια του flyer με το οποίο γίνεται ένα σώμα κατά την κανονική λειτουργία.

² Στη βιομηχανία απαντάται και με τους όρους χαρχάλα ή διχάλα.

3.2.3 Πτερύγιο, Χαρχάλα ή Flyer

Το flyer έχει δύο ρόλους. Προσδίδει στρίψη στο πρόνημα, το προστατεύει από τα ισχυρά ρεύματα που σχηματίζονται κατά τη δική του περιστροφή και το οδηγεί για περιτύλιξη στη μπομπίνα. Η προστασία του προνήματος επιτυγχάνεται με τη μεταφορά του στο κοίλο μέρος ενός από τα πτερύγια του flyer, ενώ το άλλο πτερύγιο εξυπηρετεί στη ζυγοστάθμιση του flyer.

Σε νεότερα σχέδια flyer, το πτερύγιο με σχισμή αντικαθίσταται από σωληνοειδές πτερύγιο, που με αυτό τον τρόπο το πρόνημα προστατεύεται πλήρως από τα ισχυρά ρεύματα αέρα που δημιουργούνται και δεν πιέζονται απ' αυτά στα τοιχώματα του πτερυγίου. Η αντίσταση λόγω τριβής μέσα στο πτερύγιο είναι πολύ μικρότερη, με αποτέλεσμα το πρόνημα να έλκεται με πολύ μικρότερη δύναμη χωρίς να δημιουργεί ψευδοτραβήγματα ακόμα και σε υψηλές ταχύτητες παραγωγής. Το μειονέκτημα αυτού του τύπου flyer είναι η δυσκολότερη σύνδεση-πέρασμα του προνήματος σε περίπτωση σπασίματος. Στο σχήμα 1 διακρίνεται η δομή του Flyer.

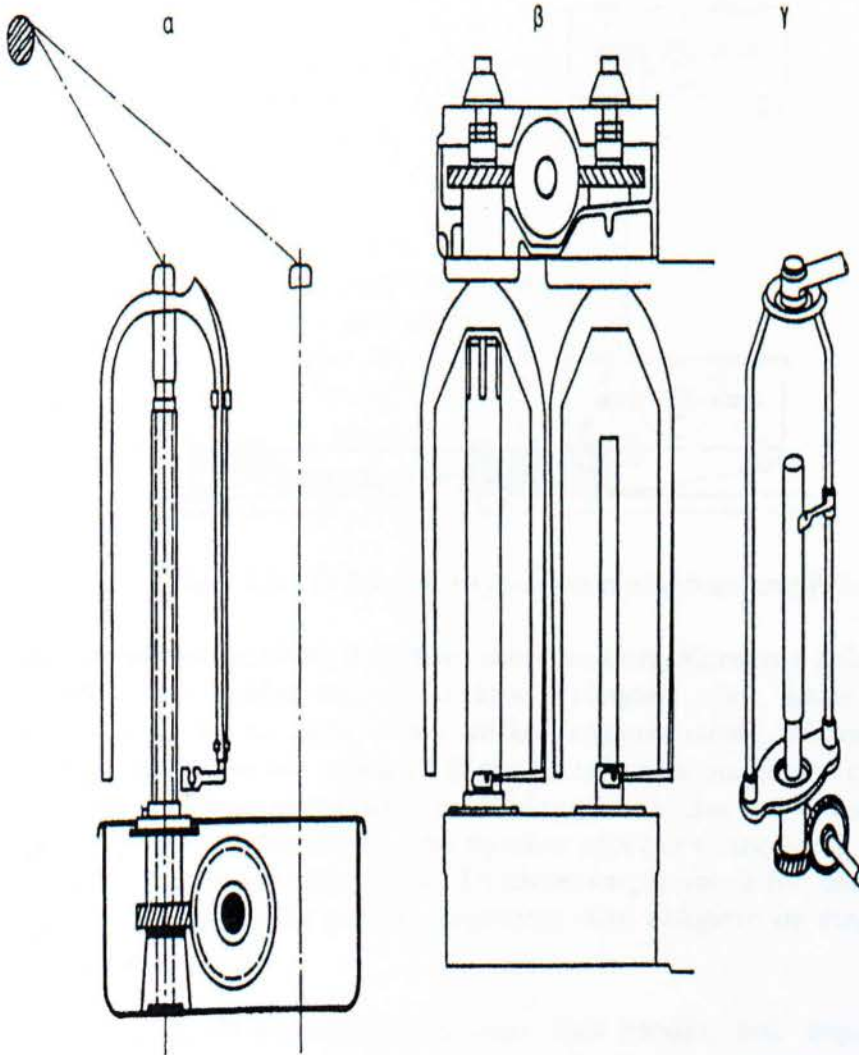


Σχήμα 3.1. Δομή Flyer

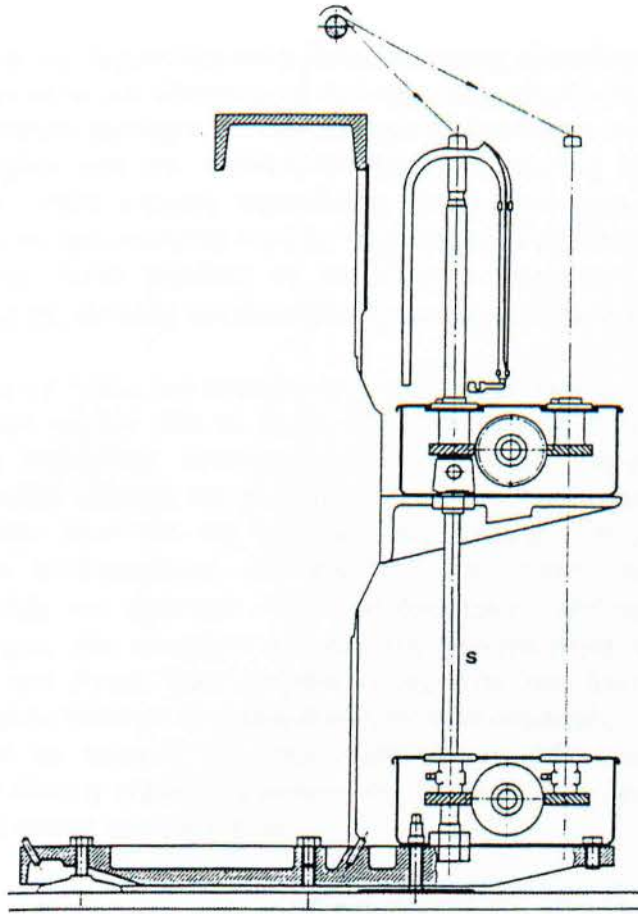
3.2.4 Τύποι Flyer

Η παραγωγή και γενικά η απόδοση της προγνέστριας εξαρτάται τόσο από την ταχύτητα παροχής του προνήματος όσο και από την ταχύτητα περιστροφής του flyer. Η ταχύτητα περιστροφής του flyer εξαρτάται από τον τύπο του flyer και από τον τρόπο μετάδοσης της κίνησής του. Στο σχήμα 2 διακρίνονται τρεις τύποι flyer:

- α) οι στηριζόμενοι στη βελόνα (α) ,
- β) οι στηριζόμενοι στην κορυφή (β),
- γ) οι στηριζόμενοι στην κορυφή και στα πτερύγια (γ)



Σχήμα 3.2 Διαφορετικοί τύποι Flyer



Σχήμα 3.3. Η βελόνα, το flyer και η μετάδοση στη βελόνα.

Ο πιο συνηθισμένος τύπος flyer είναι αυτός που στηρίζεται στη βελόνα (σχήμα α). Είναι απλός στο σχέδιο και τη μετάδοση κίνησής του, αλλά δεν επιτρέπει αυτοματισμούς. Για το λόγο αυτόν πολλοί κατασκευαστές στρέφονται όλο και περισσότερο στον τύπο του σχήματος β, που επιτρέπει αυτοματισμούς και ειδικότερα στο doffing. Τα flyers στηρίζονται σε ρουλεμάν στο λαιμό τους και κινούνται με γρανάζια ή με οδοντωτούς μάντες από το πάνω μέρος. Ο τρίτος τύπος flyer (σχήμα γ) στηρίζεται στο πάνω και κάτω μέρος. Το πλεονέκτημα αυτού του τύπου είναι ότι το άνοιγμα των πτερυγίων σε μεγάλες ταχύτητες είναι ελάχιστο σε σύγκριση με τους άλλους τύπους.

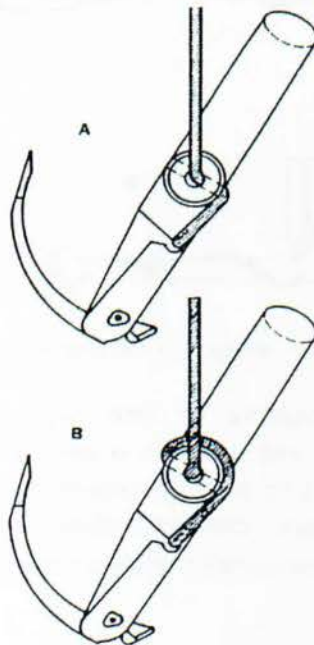
Παλαιότερα, τα flyers κατασκευάζονταν από ατσάλι, ενώ τώρα σχεδόν όλα κατασκευάζονται από ελαφρότερα κράματα. Σε μεγάλες ταχύτητες στα ατσάλινα flyers τα πτερύγια ανοίγουν αρκετά, γεγονός που δυσχεραίνει τη λειτουργία της μηχανής και τη διαδικασία της περιτύλιξης του προνήματος.

Το άνοιγμα των πτερυγίων εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής των flyers. Στο ξεκίνημα και σταμάτημα της μηχανής, που η ταχύτητα περιστροφής είναι διαφορετική, το μάτι (presser arm) αποκτά διαφορετική κλίση, προκαλώντας έτσι συνεχή μετατόπιση του σημείου περιτύλιξης στο καλάμι (μπομπίνα) και δυσκολία στον έλεγχο χτισίματος του προνήματος σε όλο το κουβάρι (γεμισμένη μπομπίνα).

3.2.5 Η Κορυφή του flyer

Η τάνυση κατά την περιτύλιξη και ο βαθμός στρίψης εξαρτώνται από τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρεται και οδηγείται το πρόνημα στην είσοδο του Flyer. Για χοντρό ή με χαμηλή στρίψη πρόνημα, όπου υπάρχει κίνδυνος για ψευδοτραβήγματα, το πρόνημα εισέρχεται από την κορυφή του flyer στη σχισμή του πτερυγίου χωρίς περιτύλιξη (A). Μισή στροφή περιτύλιξης, όπως αυτή που φαίνεται στο (B), χρησιμοποιείται σε προγνέστριες υψηλής ταχύτητας για μεγάλα κουβάρια και ψηλό βαθμό στρίψης. Αυτό ακριβώς το περιτύλιγμα δημιουργεί προϋποθέσεις για καλύτερο έλεγχο της τάνυσης του προνήματος και της ομοιομορφίας του χτισίματος.

Η κορυφή και η είσοδος του προνήματος στο flyer παλαιότερα ήταν μεταλλική και λεία, ενώ σήμερα σχεδόν όλα τα flyers έχουν επιπλέον ένα λαστιχένιο εξάρτημα (λαστιχάκι) με ραβδώσεις εσωτερικά. Τα λαστιχένια εξαρτήματα επηρεάζουν σημαντικά το βαθμό στρίψης στο πρόνημα μεταξύ του τραβηχτικού συστήματος και της κορυφής του flyer και τις συνθήκες περιτύλιξης στη μπομπίνα. Ακόμη προσδίδουν και ψευδοστρίψεις στο πρόνημα, που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη αντοχή στο πρόνημα, λιγότερα σπασίματα, λιγότερα χνούδια και πιο συμπαγές πρόνημα, που επιτρέπει αύξηση στη χωρητικότητα των μπομπινών και στην ταχύτητα των flyers. Όταν αυξηθεί η ταχύτητα του flyer, αυξάνεται ακόμη περισσότερο η χωρητικότητα των μπομπινών, γιατί το συμπαγές πρόνημα μπορεί να τυλιχτεί με μεγαλύτερη τάνυση. Μια ακόμη επίδραση των ψευδοστρίψεων είναι η σημαντική μείωση της διαφοράς στη λεπτότητα μεταξύ της πίσω και εμπρός σειράς των μπομπινών.

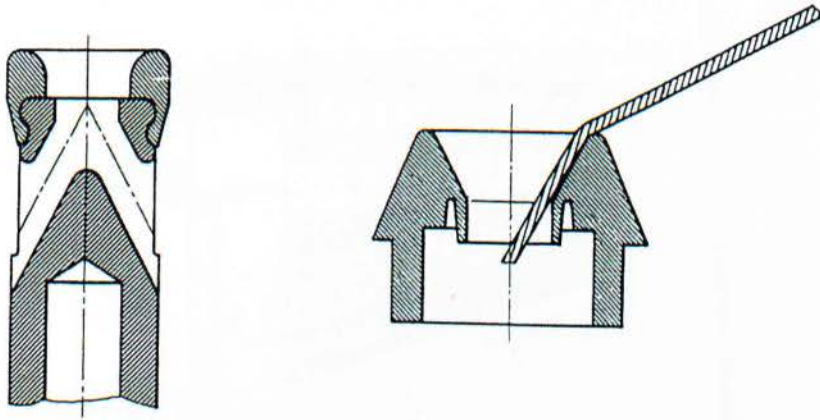


226

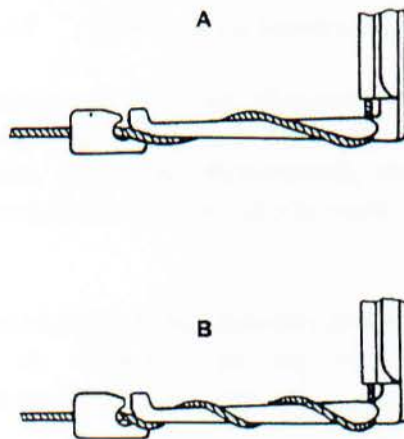
Σχήμα 3.4 Η είσοδος του προνήματος στην κορυφή του flyer.

3.2.6 Ο Πιεστικός Δάκτυλος ή Μάτι (Presser Arm)

Ένα ατσάλινο μπράτσο, γνωστό στο χώρο της βιομηχανίας σαν μάτι, είναι συνδεδεμένο στο κάτω μέρος του κοίλου περυγίου. Το "μάτι" έχει σα σκοπό να οδηγήσει το πρόνημα από την έξοδο του περυγίου στη μπομπίνα. Το πρόνημα τυλίγεται δύο (Α) ή τρεις (Β) φορές γύρω από το μπράτσο.



Σχήμα 3.5 Η κορυφή του *flyer*.

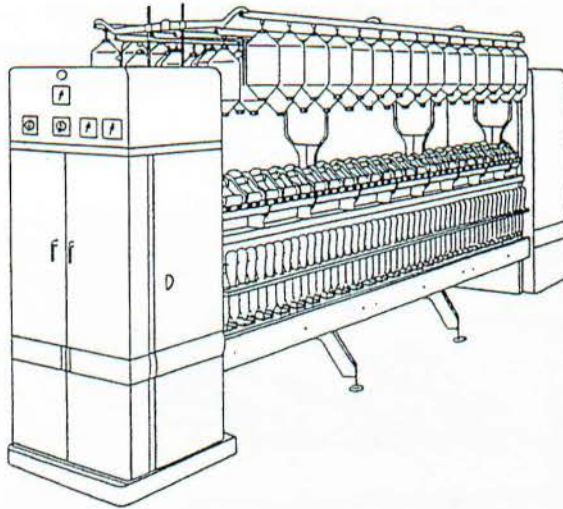


Σχήμα 3.6 Η οδήγηση του προνήματος από το "μάτι".

Ο αριθμός των στροφών γύρω από το μπράτσο ρυθμίζει την τάνυση του προνήματος. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των στροφών του προνήματος στο μπράτσο, τόσο πιο σφικτή και συμπαγής μπομπίνα παράγεται. Υπάρχει όμως το ενδεχόμενο να δημιουργηθούν ψευδολεπτόνσεις και σπασίματα. Ο αριθμός των στροφών εξαρτάται από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται και το βαθμό στρίψης.

3.3 Η ΣΤΡΙΨΗ ΣΤΗΝ ΔΑΚΤΥΛΙΟΦΟΡΟ ΚΛΩΣΤΡΙΑ

Στη γραμμή συμβατικής νηματοποίησης η δακτυλιοφόρος κλώστρια είναι το τελευταίο μηχάνημα. Κατασκευάστηκε για πρώτη φορά το 1828 από τον Αμερικανό Thoer, ενώ το 1830 ένας άλλος Αμερικανός, ο Jenk, συνέβαλε στην περιστροφή της κόπιτσας στο δακτυλίδι. Αν και από τότε μέχρι τώρα έχουν γίνει αρκετές λεπτομερειακές αλλαγές, το how – know και η βασική ιδέα παραμένουν ίδια.



Σχήμα 3.7 Πλάγια όψη της δακτυλιοφόρου κλώστριας.

Σημαντικές διαφοροποιήσεις σε μεγάλη κλίμακα πραγματοποιήθηκαν λόγω της περιστροφής της κόπιτσας στο δακτυλίδι. Η ποσότητα θερμότητας που αναπτύσσεται στην κόπιτσα σε μεγάλες ταχύτητες περιστροφής είναι αρκετά υψηλή και πολύ δύσκολα μπορεί να απομακρυνθεί, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η ταχύτητα περιστροφής της.

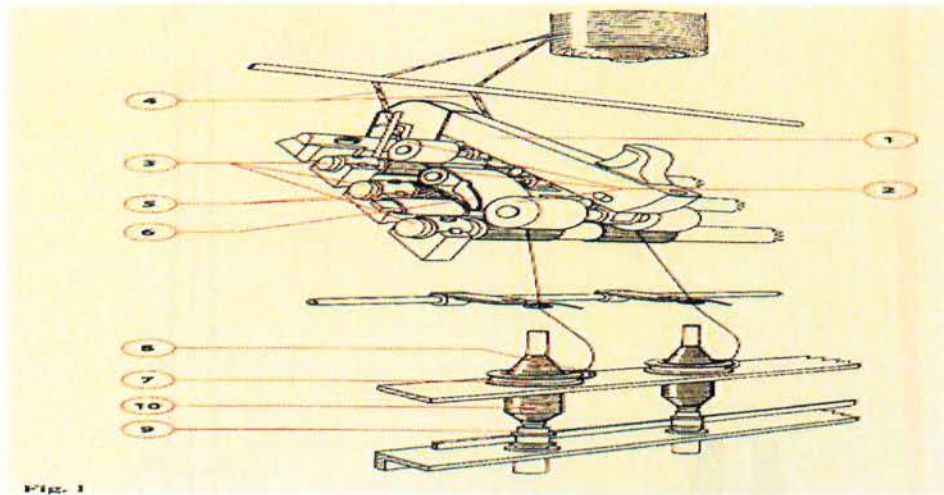
Η δακτυλιοφόρος κλώστρια, χρησιμοποιείται ακόμη ευρέως, επειδή παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τις νέες μη συμβατικές τεχνολογίες κλωστοποίησης. Μερικά από αυτά είναι ότι:

- Χρησιμοποιείται παντού, με λίγα λόγια , οποιοδήποτε υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον απαιτούμενο τίτλο.
- Παράγει νήματα με τα άριστα χαρακτηριστικά (ειδικότερα όσο αφορά τη δομή και αντοχή) .
- Δεν είναι δύσκολη και πολύπλοκη στη χρήση.
- Ο τρόπος λειτουργίας είναι απλός .
- Είναι ευέλικτη σχετικά με τις ποσότητες (χαρμάνι).

Γενικά, κάθε νέα τεχνολογία νηματοποίησης έχει τις δικές της εφαρμογές και περιορίζεται σε ειδικούς τομείς μόνο της αγοράς και σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιείται για την παραγωγή χοντρών νημάτων.

Εντούτοις, όμως, η δακτυλιοφόρος κλώστρια θα εξακολουθήσει να επικρατεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αν, όπως πιστεύεται, γίνουν και νέες τεχνολογικές επιτεύξεις στους αυτοματισμούς της όλης διαδικασίας.

Ακόμη, το κόστος της καθαντού νηματοποίησης θα πρέπει να μειωθεί σημαντικά, όπως φαίνεται δεδομένου ότι η κλώστρια είναι το μηχάνημα με το μεγαλύτερο συντελεστή κόστους σ' ένα κλωστήριο.



Εικόνα 3.1 Μονάδα κλώσης με δακτυλιοφόρο κλώστρια

3.3.1 Αντικειμενικοί σκοποί

Οι τρεις βασικοί σκοποί της δακτυλιοφόρου κλώστριας είναι:

- η λέπτυνση του προνήματος στο επιθυμητό νόμμερο,
- η πρόσδοση του απαιτούμενου αριθμού στρίψεων για απόκτηση συνοχής
- η περιτύλιξη του νήματος που γίνεται σε μια μορφή κατάλληλη για αποθήκευση, μεταφορά και επιπλέον επεξεργασία.

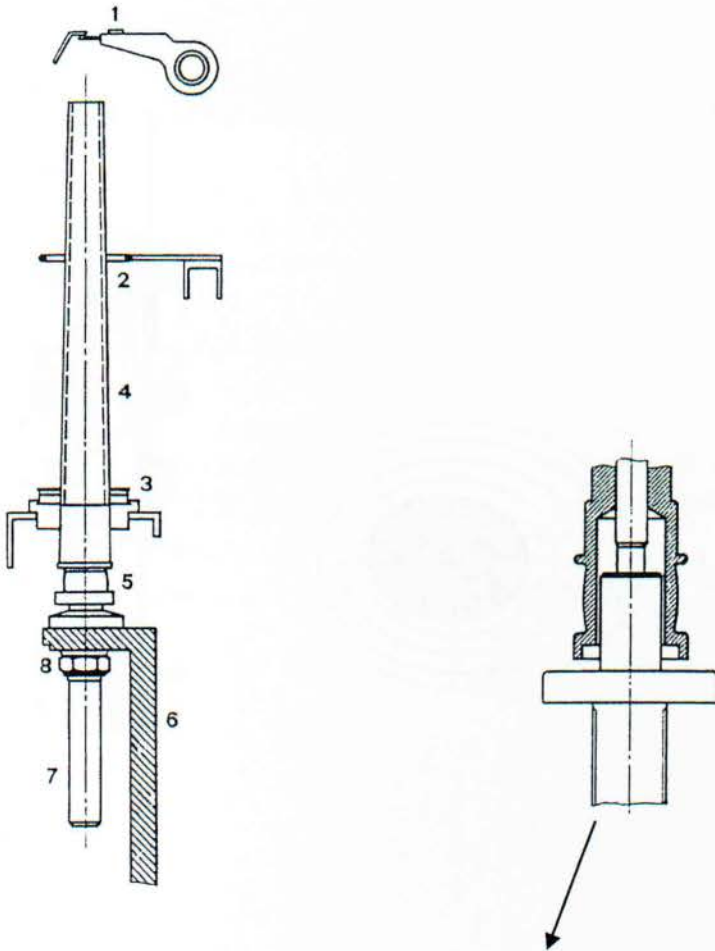
3.3.2 Το αδράχτι

Το νήμα που παράγεται με τη στρίψη στην παροχή από το τραβηχτικό σύστημα, οδηγείται με τη βοήθεια νηματοδηγού (1) που βρίσκεται ακριβώς πάνω από το αδράχτι. Πριν να περιτυλιχτεί στο αδράχτι, το νήμα περνά από ένα δεύτερο οδηγό, το δακτυλίδι, που ελέγχει το μπαλονισμό (2). Η περιτύλιξη στο αδράχτι (4) γίνεται με τη συνεργασία της ταχύτητας της κόπιτσας, που περιστρέφεται πάνω στο δακτυλίδι (3), και της περιστροφικής ταχύτητας του αδραχτιού. Το αδράχτι είναι το τρίτο κατά σειρά σπουδαιότερο εξάρτημα στην κλώστρια μετά το τραβηχτικό σύστημα και το συνδυασμό δακτυλίδι-κόπιτσα. Από μηχανικής πλευράς, το αδράχτι έχει δυνατότητα περιστροφής μέχρι 28.000 στρ/μήν, ταχύτητα όμως που δεν είναι

δυνατόν , προς το παρόν τουλάχιστον, να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανική κλίμακα λόγω της περιορισμένης ταχύτητας που πρέπει να κινείται η κόπιτσα (καταστρέφεται γρήγορα).

Το αδράχτι αποτελείται από δύο ξεχωριστά τμήματα, το πάνω (4) και το κάτω (7). Το επάνω μέρος είναι φτιαγμένο από κράμα αλουμινίου με ελαφρά κωνική μορφή, ενώ η απόληξή του με μορφή κουδουνιού κάθεται πάνω σε ρουλεμάν κινούμενο από μιάντα κίνησης.

Το κάτω μέρος του αδραχτιού, το κέλυφος (7) είναι στερεωμένο στο κορμό της μηχανής με παξιμάδι (8).



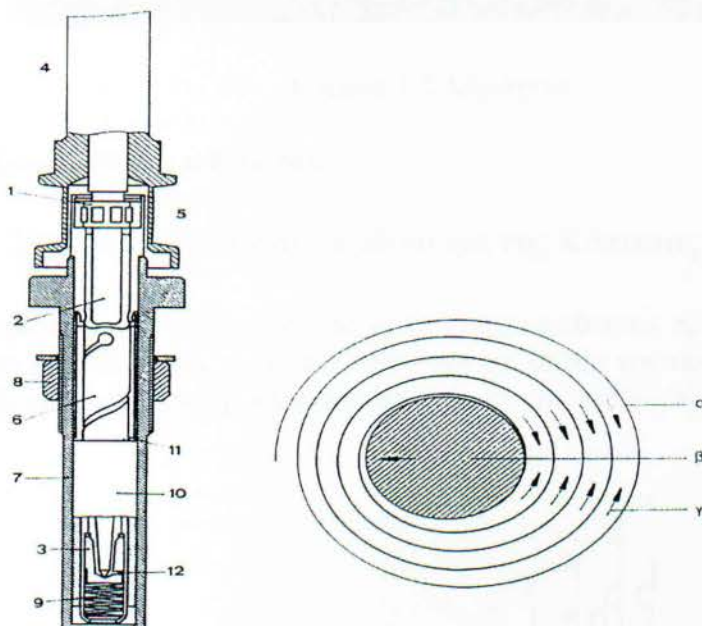
Το ράουλο- τροχαλία του μιάντα στο αδράχτι σε σχήμα κουδουνιού

Σχήμα 3.8 Κλωστοδηγός (1), δακτυλίδι ελέγχου μπαλονιού (2), αδράχτι (4/7) και δακτυλίδι (3).

3.3.2.1 Τα επιμέρους τμήματα του αδραχτιού

Το αδράχτι όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3 αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- Το κέλυφος της φωτιάς (7), που κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο ή Χάλυβα
- Το θάλαμο (11) μεταξύ της βελόνας του αδραχτιού (2) και του κελύφους, ο οποίος σκοπό έχει να συγκρατεί το λάδι για τη λίπανση του συστήματος,
- Ένα σταθερό ρουλεμάν (1)
- Ένα εύκαμπτο σύστημα στήριξης (3),
- Έναν αποσβεστήρα ταλαντώσεων (10)
- Ένα σπειροειδές ελατήριο (9) για την ενίσχυση του συστήματος (3) και απορρόφηση των ταλαντώσεων από τη βελόνα του αδραχτιού,
- Το μεταφορέα λαδιού (6) μεταξύ της πάνω και της κάτω στήριξης του αδραχτιού (ρουλεμάν)



Αδράχτι και τα επιμέρους τμήματά του

Λειτουργικό διάγραμμα αποσβεστήρα ταλαντώσεων του αδραχτιού

Σχήμα 3.9

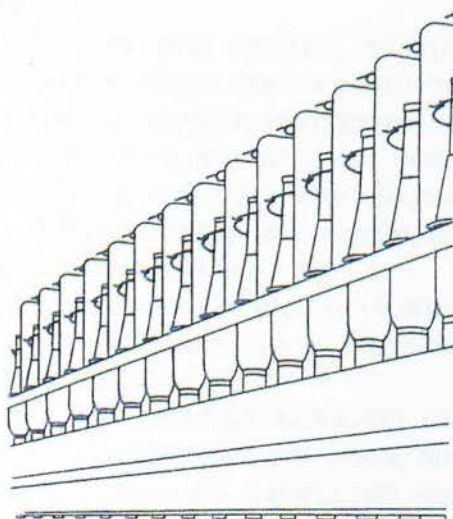


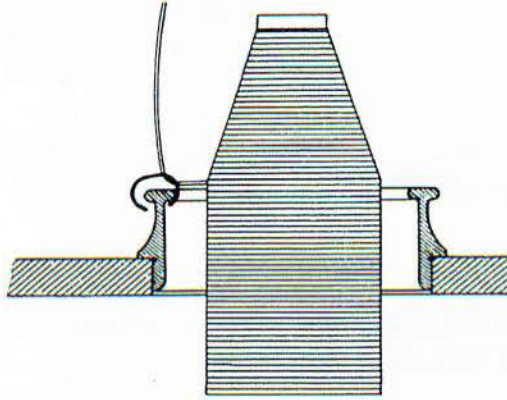
Εικόνα 3.2 Αδράχτια

3.4 Το Δακτυλίδι και η Κόπιτσα

Η Σημασία του Δακτυλιδιού και της Κόπιτσας

Στις περισσότερες περιπτώσεις, το όριο παραγωγικότητας προσδιορίζεται από την κόπιτσα, το δακτυλίδι και το νήμα. Ο συνδυασμός αυτών αποτελεί τον μηχανισμό για την πρόσδοση στρίψης στην κλωστοποίηση με δακτυλιοφόρο κλώστρια





Σχήμα 3.10 Το δαχτυλίδι και η κόπιτσα .

Ο μηχανισμός που χρησιμοποιείται για την πρόσδοση στρίψης στην δακτυλιοφόρο κλώστρια, είναι το ίδιο το δαχτυλίδι και η κόπιτσα. Το δαχτυλίδι, είναι μεταλλικός δακτύλιος και βρίσκεται σε οριζόντια θέση γύρω από το αδράχτι και στην πλευρά του είναι πιασμένο ένα μεταλλικό υλικό σε μορφή “ C ”. Αυτό το υλικό ονομάζεται κόπιτσα και περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από το δαχτυλίδι. Πάνω από την κορυφή του αδραχτιού βρίσκεται ο νηματοδηγός μέσα από τον οποίο περνάει το νήμα καθώς βγαίνει από τους εκδοτικούς κυλίνδρους. Επίσης το νήμα περνά και κάτω από την κόπιτσα και μετά τυλίγεται στην συσκευασία πάνω στο αδράχτι.

Κατά την περιστροφή του αδραχτιού, το μήκος του νήματος ανάμεσα σε αυτό και την κόπιτσα παρασύρει την κόπιτσα γύρω από το δαχτυλίδι και προσδίδεται μια στρίψη για κάθε περιστροφή της κόπιτσας.

Εάν οι κύλινδροι στο τραβηχτικό σύστημα παρέμεναν ακίνητοι και το αδράχτι περιστρεφόταν, οι στρίψεις θα προσδίδονταν στο μήκος του νήματος μεταξύ του μασουριού και των εκδοτικών κυλίνδρων και η πυκνότητα στρίψης θα αυξανόταν για κάθε περιστροφή της κόπιτσας.

Όμως, οι εκδοτικοί κύλινδροι δεν είναι σταθεροί, παρέχουν λεπτυσμένο ινώδες υλικό, ο οποίο απαιτεί στρίψιμο και τύλιγμα στην επιφάνεια της συσκευασίας. Οπότε, το στρίψιμο και το τύλιγμα πραγματοποιείται ταυτόχρονα. Αυτό διευκολύνεται από τις περιστροφές της κόπιτσας που είναι λιγότερες από αυτές του αδραχτιού, λόγω τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ της κόπιτσας και του δαχτυλιδιού, επιβραδύνοντας την ταχύτητα της κόπιτσας. Η διαφορά αυτή στην συχνότητα περιστροφής επιτρέπει στο νήμα να τυλιχτεί στην επιφάνεια του μασουριού.

Κατά την περιστροφή του αδραχτιού, το μήκος του νήματος ανάμεσα σε αυτό και την κόπιτσα παρασύρει την κόπιτσα γύρω από το δαχτυλίδι και προσδίδεται μια στρίψη για κάθε περιστροφή της κόπιτσας.

Εάν οι κύλινδροι στο τραβηχτικό σύστημα παρέμεναν ακίνητοι και το αδράχτι περιστρεφόταν, οι στρίψεις θα προσδίδονταν στο μήκος του νήματος μεταξύ του μασουριού και των εκδοτικών κυλίνδρων και η πυκνότητα στρίψης θα αυξανόταν για κάθε περιστροφή της κόπιτσας.

Όμως, οι εκδοτικοί κύλινδροι δεν είναι σταθεροί, παρέχουν λεπτυσμένο ινώδες υλικό, ο οποίο απαιτεί στρίψιμο και τύλιγμα στην επιφάνεια της συσκευασίας. Οπότε, το στρίψιμο και το τύλιγμα πραγματοποιείται ταυτόχρονα. Αυτό διευκολύνεται από τις περιστροφές της κόπιτσας που είναι λιγότερες από αυτές του αδραχτιού, λόγω

τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ της κόπιτσας και του δακτυλιδιού, επιβραδύνοντας την ταχύτητα της κόπιτσας. Η διαφορά αυτή στην συχνότητα περιστροφής επιτρέπει στο νήμα να τυλιχτεί στην επιφάνεια του μασουριού.

$$\text{στροφές κόπιτσας} = \text{στροφές αδραχτιού} - \frac{\text{μήκος υλικού}}{\pi * \text{διάμετρο μασουριού}}$$

$$\text{στροφές ανά μονάδα μήκους} = \frac{\text{στροφές αδραχτιού} / \text{min}}{\text{ταχύτητα εκδοτικών κυλίνδρων} \text{ m} / \text{min}}$$



Εικόνα 3.3 Τρισδιάστατη αναπαράσταση συνεργασίας δακτυλιδιού και κόπιτσας

3.4.1 Περί δακτυλιδιού

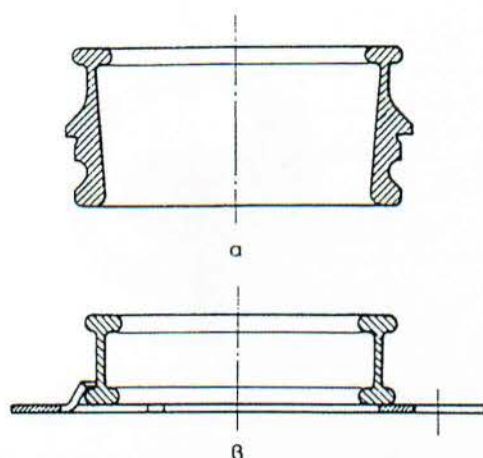
Τα δακτυλίδια ταξινομούνται:

- α) σ' αυτά που λιπαίνονται (μάλλινο καρντέ και πεννιέ σύστημα),
- ο) σ' αυτά που δεν λιπαίνονται .

Το σύνηθες δακτυλίδι στα βαμβακερά κλωστήρια είναι αυτό που φαίνεται στο επόμενο σχήμα , δηλαδή ο μη λιπαινόμενος τύπος και διακρίνεται σε δακτυλίδι:

- με μια λειτουργική πλευρά (α),
- με διπλή λειτουργική πλευρά (β) .

Τα δακτυλίδια μιας όψης αλλάζονται όταν φθαρούν , ενώ τα διπλής όψης αντιστρέφονται και χρησιμοποιούνται και από την άλλη πλευρά. Στο δεύτερο τύπο δακτυλιδιού η μια πλευρά εξυπηρετεί για στερέωση του δακτυλιδιού, ενώ η άλλη σαν οδηγός της κόπιτσας.



Σχήμα 3.11 Απλής και διπλής όψης δακτυλίδια .

Πρακτικά, τα δακτυλίδια με διπλή λειτουργική πλευρά όταν αντιστρέφονται είναι ασταθή λόγω διάβρωσης κλπ. και γι' αυτό σπάνια χρησιμοποιούνται σήμερα.

Στα δακτυλίδια , οι διαστάσεις που παίζουν πρωτεύοντα ρόλο είναι το πάχος της φλάντας και η εσωτερική διάμετρος (α στο σχήμα) .

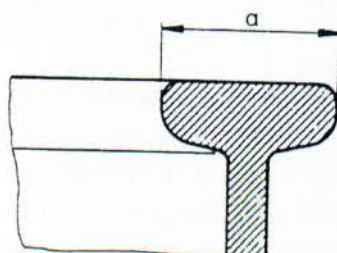
Τα δακτυλίδια που υπάρχουν στην αγορά έχουν τις παρακάτω διαμέτρους σε mm:
36, 38,40,42,45,48,51,54

Οι φλάτζες ορίζονται με νούμερα ανάλογα με τις διαστάσεις τους, όπως:

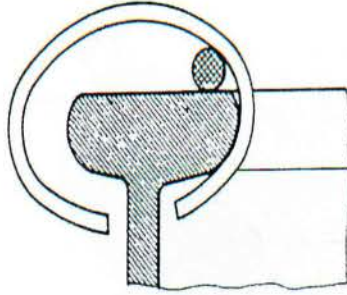
Νούμερο	1	1,5	2
Πάχος (mm)	3,2	3,7	4,1

Το «Anti-wedge» Δακτυλίδι

Ο τύπος δακτυλιδιού που φαίνεται στο σχήμα 2.6 ήταν το πρώτο δακτυλίδι υψηλής παραγωγής κατασκευασμένο από την εταιρεία Eadie Bros. Έχει φλάτζα με μεγαλύτερη εσωτερική πλευρά και πεπλατυσμένο (επίπεδο) το πάνω μέρος. Με τον τύπο αυτού του δακτυλιδιού, λόγω της μεταβολής που υπέστη, χρησιμοποιούνται κόπιτσες με πιο χαμηλό κέντρο βάρους παρέχοντας την δυνατότητα λειτουργίας υψηλών ταχυτήτων. Τα "Antiwedge" δακτυλίδια λειτουργούν με τις ελλειπτικές ή κανονικές κόπιτσες.



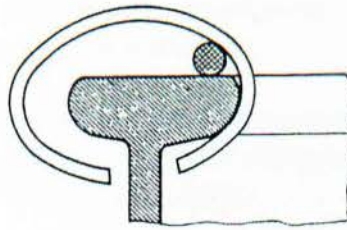
Η Φλάτζα του δακτυλιδιού



Σχήμα 3.12 Το anti-wedge δακτυλίδι

Το Συμβατικό ή Κλασικό Δακτυλίδι

Στο συμβατικό δακτυλίδι (σχήμα 3.13), η καμπύλη της πάνω επιφάνειας είναι πιο επίπεδη από αυτές προηγούμενων δακτυλιδιών. Αυτή η μορφή δίνει μεγαλύτερο χώρο στην κυκλοφορία του νήματος έτσι, ώστε η καμπύλη της κόπιτσας να μπορεί να μειωθεί (ονα! ή πεπλατυσμένες κόπιτσες) και να χαμηλώνει το κέντρο βάρους τους. Σε σύγκριση με τον προηγούμενο τύπο, το δακτυλίδι αυτό πλεονεκτεί κατά το ότι ο χώρος κίνησης του νήματος είναι λίγο μεγαλύτερος και επιπλέον ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλοι οι τύποι κοπιτσών με εξαίρεση αυτή της ελλειπτικής μορφής. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή δακτυλιδιού που χρησιμοποιείται σήμερα και κατασκευάζεται απ' όλες τις γνωστές κατασκευάστριες εταιρείες.



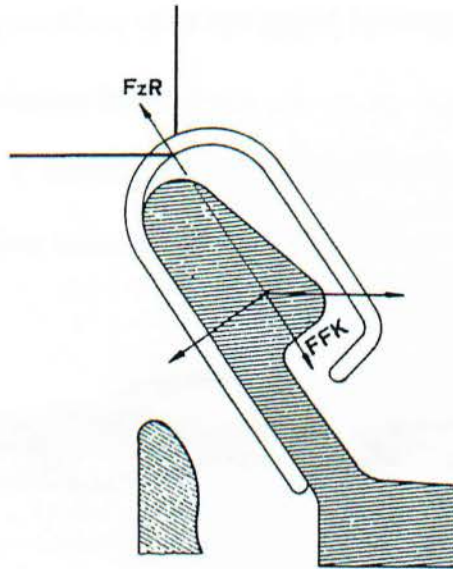
Σχήμα 3.13 Το συμβατικό δακτυλίδι

Το Δακτυλίδι της Σοβιετικής Ένωσης

Πρωτοκατασκευάστηκε από τους Σοβιετικούς, γι' αυτό και φέρει αυτό το όνομα. Έχει δύο πλεονεκτήματα:

α) μεγάλη επιφάνεια επαφής με την κόπιτσα στην εσωτερική πλευρά (έχει καλή μεταφορά θερμότητας στο δακτυλίδι) και

β) μεγάλο βαθμό ισορροπίας των δυνάμεων που ενεργούν στην κόπιτσα. Η δύναμη εφελκυσμού (FzR), που ασκείται προς τα πάνω από το νήμα, εξουδετερώνεται - εξισορροπείται- κατά κάποιο τρόπο από τη δύναμη (FFK) που προέρχεται από την πίεση της κόπιτσας στο κωνικό μέρος της φλάτζας λόγω της μεγάλης φυγόκεντρης δύναμης. Τα δακτυλίδια αυτού του τύπου με τις αντίστοιχες κόπιτσες επιτρέπουν μεγάλες ταχύτητες στην κόπιτσα και λιγότερη φθορά, ειδικά όταν στην περίπτωση επεξεργασίας των συνθετικών ινών.



Σχήμα 3.14 Το σοβιετικό δακτυλίδι.

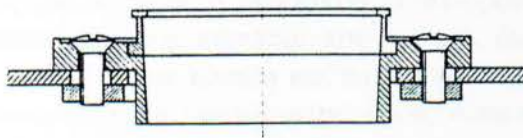
3.4.2. Υλικά Δακτυλιδιών

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή δακτυλιδιών είναι:- βαμμένος χάλυβας

- ανθρακοχάλυβας, με επιφανειακή σκλήρυνση από εναζώτωση (Carbon-nitrided Steel) υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο.

Να σημειωθεί ότι τα δακτυλίδια στηρίζονται στο φορείο (πάγκο) που ανεβοκατεβαίνει για την περιτύλιξη του νήματος.

Σήμερα, που τα δακτυλίδια είναι κινητά (παλαιότερα ήταν σταθερά), επιβάλλεται να ρυθμίζονται για κεντράρισμα με το σταθερό αδράχτι. Στις σύγχρονες κλώστριες τα δακτυλίδια στερεώνονται με ρυθμιζόμενες βίδες .

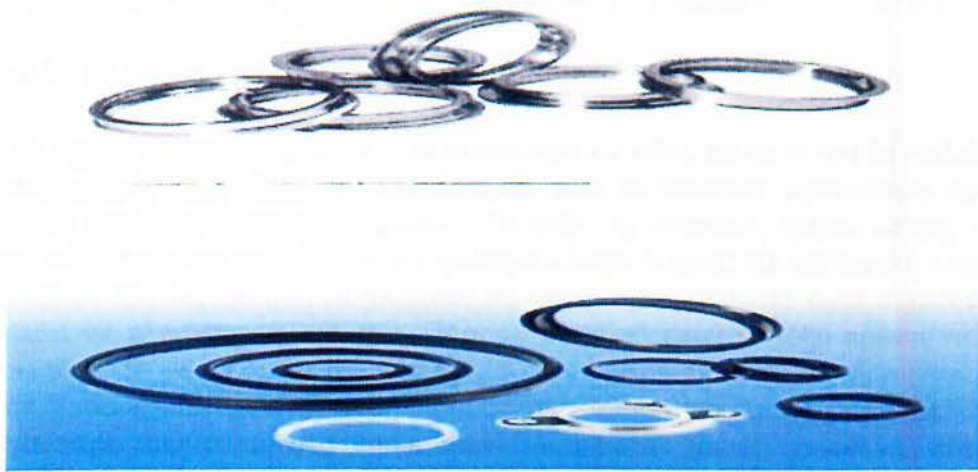


Σχήμα 3.15 Η στήριξη του δακτυλιδιού .

Ένα σωστό δακτυλίδι θα πρέπει:

- να είναι κατασκευασμένο από βέλτιστο και ανθεκτικό υλικό,
- να έχει ικανοποιητική ομαλότητα,
- να έχει ακριβή διάμετρο,
- να έχει καλή και ομοιόμορφη σκληρότητα , μεγαλύτερη απ' αυτήν της κόπιτσας ,

- να έχει βέλτιστες συνθήκες κατά την αρχική λειτουργία,
- να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής ,
- να είναι σωστή η σχέση διαμέτρων μεταξύ δακτυλιδιού και μασουριού (2:1 μέχρι 2,2:1),
- να είναι με ακρίβεια κεντραρισμένο σε σχέση με το αδράχτι .



Εικόνα 3.4 Απεικονιζόμενα δακτυλίδια

3.4.3 Σκοπός και Λειτουργία της κόπιτσας

Η κόπιτσα είναι το εξάρτημα που προσδίδει τις στρίψεις στο νήμα και καθιστά ικανή την περιτύλιξή του στο μασούρι . Για τη διαδικασία της περιτύλιξης απαιτείται ακόμη ένα εξάρτημα , το αδράχτι .

Το μήκος περιτύλιξης αντιστοιχεί στη διαφορά των περιφερειακών ταχυτήτων μεταξύ των δύο αυτών εξαρτημάτων και είναι ίσο με το μήκος νήματος που παρέχεται από τους μπροστινούς ή εκδοτικούς κυλίνδρους. Η διαφορά ταχύτητας οφείλεται στην καθυστέρηση της κόπιτσας που δεν έχει δικιά της κίνηση, σε σχέση με το αδράχτι που έχει δική του κίνηση και παρασύρει την κόπιτσα μαζί του, λόγω της φυγόκεντρης δύναμης, κατά την περιστροφή της κόπιτσας αναπτύσσεται μεγάλη πίεση επαφής. Εξαιτίας αυτής της πίεσης δημιουργούνται μεγάλες δυνάμεις τριβής, που με τη σειρά τους οδηγούν στην ανάπτυξη σημαντικής ποσότητας θερμότητας.

Η θερμοκρασία στην κόπιτσα τότε είναι πιθανόν να φτάσει και να ξεπεράσει τους 3000 C. Η θερμότητα, όπως αναφέρθηκε, είναι το πιο ουσιαστικό πρόβλημα που υπάρχει στο σύστημα δακτυλιδιού-κόπιτσας. Η μάζα της κόπιτσας είναι ελάχιστη για να μπορέσει να μεταφέρει τη θερμότητα στον αέρα ή στο δακτυλίδι, στον ελάχιστο χρόνο που μεσολαβεί. Αυτό σημαίνει ότι είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθούν μεγάλες βελτιώσεις στη συνεργασία δακτυλιδιού-κόπιτσας-νήματος, γεγονός που σημαίνει ότι η ταχύτητα της κόπιτσας έχει φθάσει σχεδόν στο ανώτατο όριο. Κάτω από ιδανικές συνθήκες, η μέγιστη ταχύτητα της κόπιτσας σε βιομηχανικό επίπεδο βρίσκεται περίπου στα 40 m/sec , δηλαδή 140 km/h.

3.4.4 Ταξινόμηση

Κάθε τύπος νήματος, που κλωστοποιείται, απαιτεί και τον ανάλογο τύπος κόπιτσας.

Οι διαφορές εντοπίζονται στα εξής: μορφή, μάζα, υλικό, φινίρισμα, σχήμα τομής και άνοιγμα για το πέρασμα του νήματος (ύψος του τόξου της κόπιτσας).

Καταλαβαίνουμε πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος του κλώστη, η τεχνική του κατάρτιση και η εμπειρία του, αφού θα πρέπει να κάνει την ανάλογη επιλογή κόπιτσας που να ταιριάζει στις συνθήκες λειτουργίας της εκάστοτε μονάδας.

3.4.5 Το σχήμα της Κόπιτσας

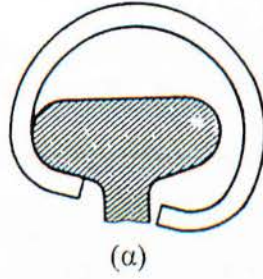
Το σχήμα της κόπιτσας πρέπει να αντιστοιχεί ακριβώς με αυτό του δακτυλιδιού στη ζώνη επαφής τους ώστε να σχηματίζεται όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιφάνεια μεταξύ αυτών των δύο εξαρτημάτων. Το τόξο της κόπιτσας πρέπει επίσης να είναι όσο το δυνατόν πιο επίπεδο για χαμηλότερο κέντρο βάρους και πιο ομαλή λειτουργία. Αυτές οι δύο παράμετροι επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τα όρια ταχύτητας, που μπορεί να πλησιάσει η κόπιτσα. Παρ' όλ' αυτά το επίπεδο τόξο πρέπει να αφήνει αρκετό χώρο για τη δίοδο του νήματος. Αν ο χώρος που περνά το νήμα είναι μικρός, τότε δημιουργείται μεγάλη τριβή μεταξύ νήματος και δακτυλιδιού, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ταχύτητας στο νήμα, απώλεια ινών σε μορφή χνουδιού, πτώση της ποιότητας του νήματος και σχηματισμός λειωμένων σημείων (γρομπαλάκια) στο νήμα σε νηματοποίηση συνθετικών ινών. Στο βαμβακερό σύστημα νηματοποίησης χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες μορφές [σχήμα 2.10]:

- α) κόπιτσα - C,
- ο) πεπλατυσμένη ή οβάλ,
- γ) ελλειπτική κόπιτσα,
- δ) κόπιτσα - N και
- ε) η κόπιτσα της Σοβιετικής Ένωσης

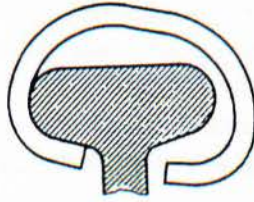
3.4.6 Το Σχήμα της Τομής της Κόπιτσας

Το προφίλ της κόπιτσας είναι ένα άλλο χαρακτηριστικό που μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά τόσο της ίδιας όσο και κάποια χαρακτηριστικά του νήματος όπως:

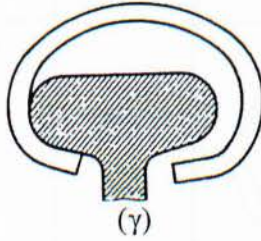
- επιφάνεια επαφής με το δακτυλίδι,
- ομαλότητα λειτουργίας,
- μεταφορά θερμότητας,
- άνοιγμα περάσματος του νήματος,
- τραχύτητα νήματος,
- πόσο τριχωτό είναι το νήμα .



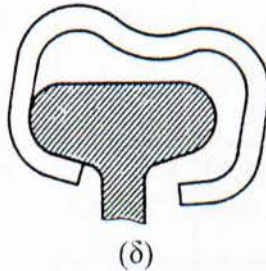
(α)



(β)



(γ)



(δ)

Σχήματα κόπιτσας : (α) κόπιτσα-C, (β) πεπλατυσμένη , επίπεδη ή οva/ κόπιτσα , (γ) ελλειπτική κόπιτσα, (δ) κόπιτσα-N.

Σχήμα 3.16

3.4.7 Υλικό Κόπιτσας

Η κόπιτσα πρέπει να :

- δημιουργεί όσο το δυνατόν λιγότερη θερμότητα ,
- κατανέμει γρήγορα τη θερμότητα που παράγεται (από την περιοχή επαφής) σ ' όλη τη μάζα της ,
- μεταφέρει αυτή τη θερμότητα πολύ γρήγορα στο δακτυλίδι και τον αέρα,
- είναι ελαστική έτσι, ώστε να μη σπάει κατά την τοποθέτηση στο δακτυλίδι,

- έχει μεγάλη αντίσταση στη φθορά,

- είναι λιγότερο σκληρή από το δακτυλίδι για να φθείρεται γρηγορότερα από αυτό.















Η κόπιτσα που χρησιμοποιείται στα βαμβακερά κλωστήρια κατασκευάζεται αποκλειστικά από

χάλυβα. Επειδή όμως ο χάλυβας δεν εκπληρώνει πλήρως τις τρεις πρώτες προϋποθέσεις, οι κατασκευαστές προσπάθησαν να βελτιώσουν αυτές τις ιδιότητες με επιφανειακές επεξεργασίες του τύπου:

- επιμετάλλωση με ηλεκτρόλυση, κατά την οποία η κόπιτσα επικαλύπτεται με στρώση από ένα ή περισσότερα μέταλλα,

- χημική επεξεργασία, με την οποία ελαττώνεται η τριβή και το γραντζούνισμα

Η εταιρεία Braecker ανέπτυξε μια νέα μέθοδο, κατά την οποία ορισμένα φινιριστικά υλικά διαχέονται και επικάθονται σταθερά στην επιφάνεια της κόπιτσας (κόπιτσα ζαφειριού). Με αυτή την επεξεργασία συγκρατείται η ανύψωση της θερμοκρασίας σε χαμηλά επίπεδα και αυξάνεται ο χρόνος ζωής της κόπιτσας.

f	s	udr	dr	fr	r	hf
						
						
Για βαμβάκι	Για βαμβάκι	Για βαμβάκι	Για συνθετικά υλικά και μείγματα	Για συνθετικά υλικά	Για μαλλί και συνθετικά	Για μαλλί και συνθετικά
Πεπλατωμένος τύπος προτιμάται επειδή κάθεται καλά πάνω στο δακτυλίδι και καθαρώνει το νήμα	Συνιστάται για χνουδωτά νήματα, με ταχύτητα στην κόπιτσα πάνω από 28m/sec και νήματα χοντροτέρα από Nm 100 (Ne 60)	Κόπιτσα με μεγάλο πλάτος σημαίνει καλός οδήγος και η μεγάλη επιφάνεια επιτρέπει ευκολότερα τη μεταφορά θερμότητας. Χρησιμοποιείται για υψηλές παραγωγές	(Επίσης για βαμβάκι αλλά κάτω από ορισμένες συνθήκες) Οι κόπιτσες με προφίλ ημικυκλικό επιτρέπουν μεγάλες ταχύτητες και δεν φθείρουν το νήμα	Ο συνδυασμός του πεπλατωμένου τύπου στις άκρες δημιουργεί καλύτερη οδήγηση ενώ το κυκλικό μέρος όπου περνάει το νήμα δεν προκαλεί φθορά	Κόπιτσες με κυκλική τομή δεν δημιουργούν τραχύτητα στο νήμα. Μειονέκτημα του τύπου C είναι η μικρή επιφάνεια επαφής με το δακτυλίδι που έχει σαν αποτέλεσμα την αστάθεια	Χρησιμοποιείται μόνο για βαρείες κόπιτσες όπως HZ 10,3 και HZ 16,7

Πίνακας 3.1 τομών κόπιτσας (Πρόφιλ).

3.4.8 Η Μάζα της Κόπιτσας

Από τη μάζα της κόπιτσας εξαρτάται το μέγεθος των δυνάμεων τριβής μεταξύ της κόπιτσας και του δακτυλιδιού και από αυτές με τη σειρά τους η τάνυση περιτύλιξης και μπαλονιού. Με μικρή μάζα κόπιτσας, έχουμε μεγάλο μπαλόνι και απαλό νήμα. Με βαριά κόπιτσα έχουμε αυξημένη τάνυση στο νήμα και πιο πολλά πιθανά σπασίματα. Συνεπώς, θα πρέπει να γίνεται σωστός συσχετισμός μεταξύ της μάζας της κόπιτσας, της αντοχής και λεπτότητας του νήματος και της ταχύτητας του αδραχτιού. Ανάμεσα σε δύο κόπιτσες, προτιμάται συνήθως η πιο βαριά επειδή μας προσφέρει τύλιγμα μεγαλύτερου μήκους νήματος στο μασούρι και φυσικά καλύτερη μεταφορά θερμότητας.

¹ Διευκρίνιση

Σύμφωνα με την εξίσωση 2.1 του παρόντος κεφαλαίου ισχύει:

$$\text{Στρίψη} (\text{rpm}) = \frac{\text{Γωνιακή ταχύτητα αδραχτιού} (\text{rpm})}{\text{Γραμμική ταχύτητα ραβδωτού παροχής} (\text{m} / \text{min})}$$

Πρέπει να διευκρινιστεί ότι στην πραγματικότητα η στρίψη του νήματος υπολογίζεται από τον λόγο της γωνιακής ταχύτητας της κόπιτσας προς την γραμμική ταχύτητα παροχής. Τούτέστι:

$$\text{Στρίψη} (\text{rpm}) = \frac{n \text{ κόπιτσας} (\text{rpm})}{V \text{ παροχής} (\text{m}/\text{min})} \quad \text{εξ. 2.2}$$

Η γωνιακή ταχύτητα της κόπιτσας δίνεται από την σχέση:

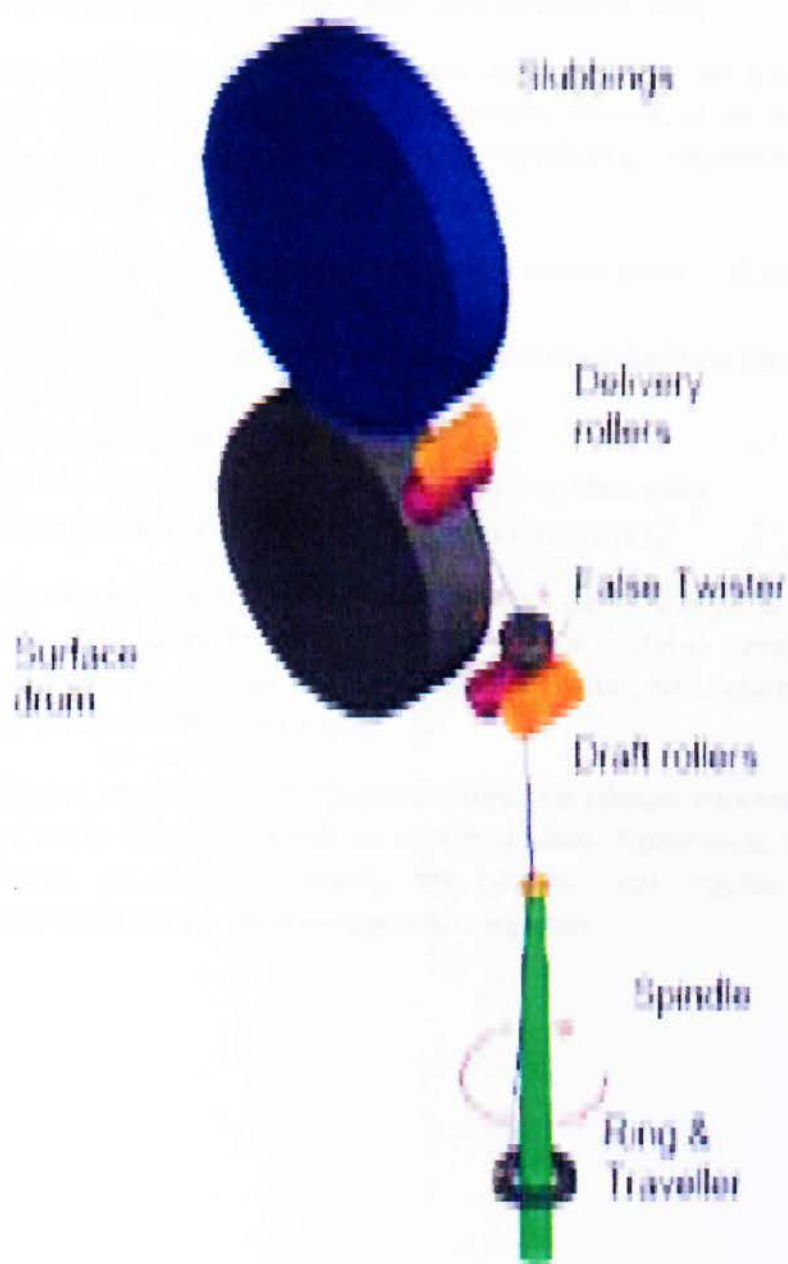
$$n \text{ κόπιτσας} = n \text{ αδραχτιού} - \frac{V \text{ παροχής} (\text{m}/\text{min})}{\Pi \text{ μασουριού}} \quad \text{εξ. 2.3}$$

όπου Π μασουριού η περιφέρεια του μασουριού.

$$\text{Να σημειωθεί ότι: } n \text{ αδραχτιού} = n \text{ άξονα} * \frac{d \text{ τροχαλίας Κ.Α.}}{d \text{ αδραχτιού}} * \frac{100 - S}{100} \quad \text{εξ. 2.4}$$

όπου n άξονα η γωνιακή ταχύτητα του κεντρικού άξονα ταινιών της κλώστριας,

d τροχαλίας Κ.Α. η διάμετρος τροχαλίας του κεντρικού άξονα η οποία μεταδίδει κίνηση στα αδράχτια με την βοήθεια ταινίας και τέλος d αδραχτιού η διάμετρος συγκεκριμένου τμήματος του αδραχτιού στο οποίο είναι τοποθετημένη η ταινία μετάδοσης κίνησης. Όμως επειδή πολλές φορές έχουμε ολίσθηση της ταινίας πάνω στο αδράχτι, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο συντελεστής ολίσθησης ($S\%$) για τον υπολογισμό της γωνιακής ταχύτητας του αδραχτιού. Η περιστροφική κίνηση στα αδράχτια μεταδίδεται μέσω μάντων – ταινιών από κεντρικό άξονα (Κ.Α.) που είναι τοποθετημένος στο κέντρο στο κέντρο και κατά μήκος της κλώστριας.



Εικόνα 3.5 Τρισδιάστατη απεικόνιση μονάδας κλώσης με δακτυλιοφόρο κλώστρια

3.5 Χαρακτηριστικά νημάτων δακτυλιοφόρου κλώστριας

Το νήμα της μεθόδου δακτυλιοφόρου κλώστριας ιστορικά και ποιοτικά προηγείται όλων των άλλων. Η συμβατική νηματοποίηση πλεονεκτεί σε πολλά σημεία σε σύγκριση με τις νέες μη συμβατικές τεχνολογίες νηματοποίησης διότι η δακτυλιοφόρος κλώστρια:

- Χρησιμοποιείται παντού, δηλαδή οποιοδήποτε υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον απαιτούμενο τίτλο.
- Παράγει νήμα με τα βέλτιστα χαρακτηριστικά ειδικότερα όσο αφορά τη δομή και αντοχή.
- Δεν είναι πολύπλοκη στη χρήση.
- Το << Know – how >> της λειτουργίας της είναι απλό.
- Είναι ευέλικτη σχετικά με τις ποσότητες (χαρμάνι).

Να σημειωθεί μεταξύ άλλων ότι οι στρίψεις στην δακτυλιοφόρο κλώστρια δίνονται από έξω προς τα μέσα. Συνεπώς το νήμα της είναι λιγότερο χνουδωτό. Επίσης η συμβατική μέθοδος καλύπτει όλο το φάσμα λεπτότητας των νημάτων κάτι που δε συμβαίνει στις υπόλοιπες τεχνολογίες

Οι νεότερες τεχνολογίες με εξαίρεση αυτήν του ρότορα παρουσιάζουν αρκετές δυσκολίες για να γίνουν αποδεκτές σε μεγάλη κλίμακα. Έχουν δικές τους εφαρμογές, περιορίζονται σε ειδικούς τομείς της αγοράς και σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χοντρών νημάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Η ΣΤΡΙΨΗ ΣΤΗ ΝΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΑΚΡΟΥ ΜΕ ΡΟΤΟΡΑ

4.1 Εισαγωγή

Η τεχνολογία νηματοποίησης ανοικτού άκρου με ρότορα είναι η πιο πετυχημένη μέθοδος μετά την νηματοποίηση με δακτυλιοφόρο κλώστρια. Και εδώ για τη μετατροπή της ινοταινίας σε νήμα, απαιτούνται και προσδίδονται στρίψεις. Δηλαδή, για την επίτευξη της συνοχής είναι απαραίτητη η στρέψη των ινών.

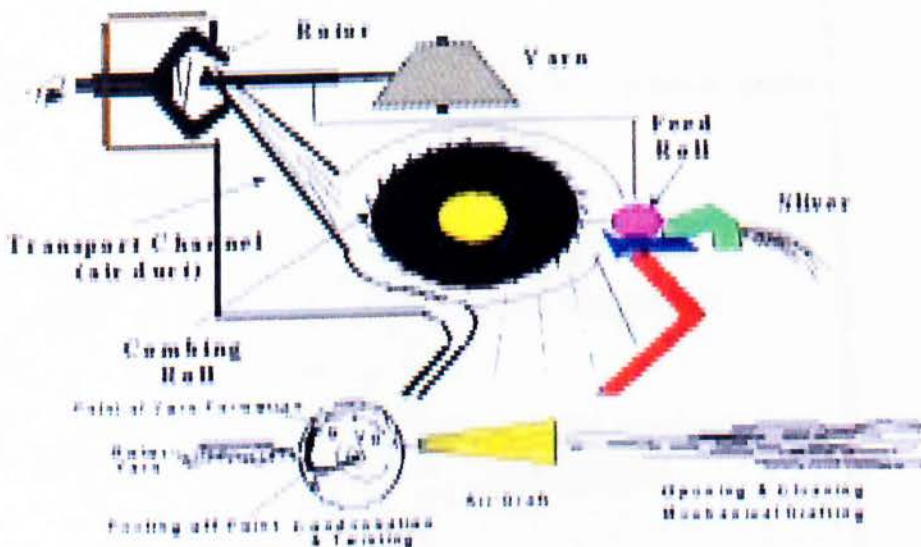


Figure 2.6 Rotor Spinning

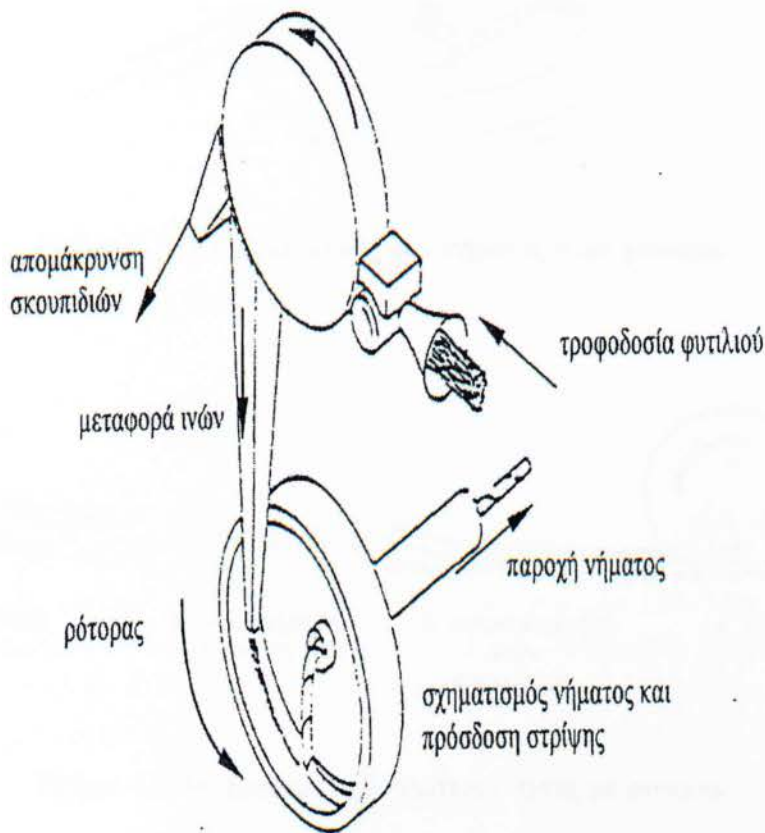
Σχήμα 4.1 Μονάδα κλώσης με ρότορα

Οι διεργασίες που συντελούνται σε μια μονάδα νηματοποίησης με ρότορα είναι:

- Η λέπτυνση του τροφοδοτούμενου υλικού στην γραμμική πυκνότητα που απαιτείται (μείωση μάζας ανά μονάδα μήκους)
- Η πρόσδοση βαθμού στρίψης, η μέθοδος της οποίας θα αναλυθεί στις παρακάτω γραμμές.
- Η παραγωγή προϊόντων σε μορφή κατάλληλη για επόμενη επεξεργασία, μεταφορά και αποθήκευση.

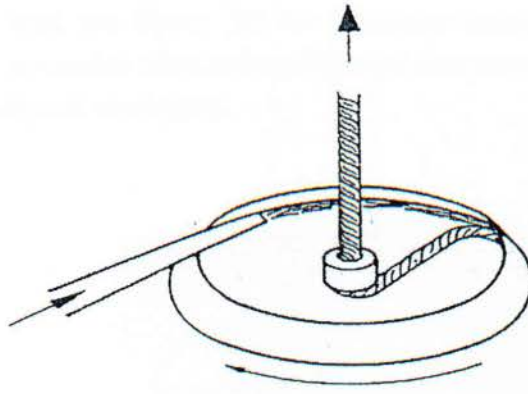
Στον συγκεκριμένο τύπο νηματοποίησης παράγεται νήμα απευθείας από φυτίλι με αρκετά μεγάλα τραβήγματα. Το φυτίλι εισέρχεται σε έναν τροφοδοτικό κύλινδρο και έπειτα προωθείται στην επιφάνεια ενός περιστρεφόμενου ανοικτικού κυλίνδρου με μικρά δόντια ή βελόνες που εξατομικεύουν τις ίνες.

Στην συνέχεια οι ίνες ακολουθούν τον ανοικτικό κύλινδρο μέχρις ότου εισέρθουν στον αεραγωγό τροφοδοσίας, ο οποίος τις μεταφέρει στον ίδιο τον ρότορα (βλέπε σχήμα 4.2). Όταν οι ίνες εισέλθουν στον ρότορα που περιστρέφεται, επηρεάζονται από φυγόκεντρο δύναμη και μπαίνουν μέσα σε μια αυλάκωση στην εσωτερική πλευρά του ρότορα.

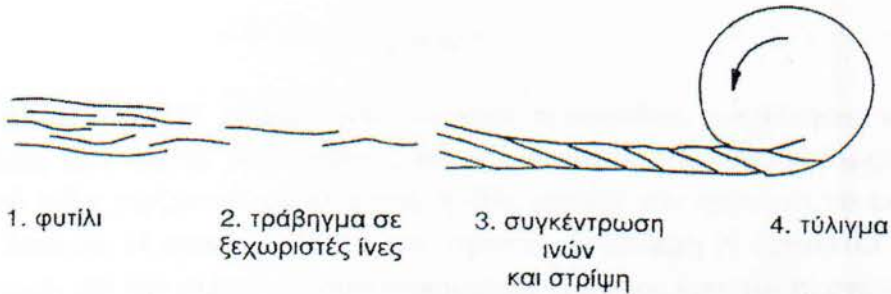


Σχήμα 4.2

Έπειτα οι ίνες τακτοποιούνται σε μια συνεχή στοιβάδα στην περιφερειακή αυλάκωση και σχηματίζουν κατά κάποιον τρόπο δομή άστριφτου νήματος, άστριφτης ινοταινίας. Στο επόμενο βήμα εισέρχεται από την άλλη πλευρά μέσα σε σωλήνα απαγωγής ένα μήκος νήματος και καταφθάνει στον ρότορα. Με το που μπαίνει το νήμα στον ρότορα δέχεται την επίδραση του αέρα που υπάρχει εκεί και της φυγόκεντρης δύναμης λόγω περιστροφής. Αναγκαστικά το νήμα περιστρέφεται και αυτό μέσα στον ρότορα και μέσω του αέρα και της φυγόκεντρης δύναμης περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του. Στη συνέχεια όταν το ανοικτό του άκρο του έρθει σε επαφή με την άστριφτη ινοταινία που έχει επικαθήσει και σχηματιστεί στην εσωτερική παρειά του ρότορα και τραβηχτεί το νήμα έξω από τον ρότορα, προσκολώνται ίνες στην περιστρεφόμενη άκρη, με ταυτόχρονη μεταφορά στρίψεων. Σε αυτό το σημείο έχει δημιουργηθεί μήκος νήματος με ρότορα.



Σχήμα 4.3 Ο σχηματισμός του νήματος στον ρότορα.



Σχήμα 4.4 Διάγραμμα της νηματοποίησης με ρότορα

Ο υπολογισμός της στρίψης στη νηματοποίηση με ρότορα είναι παρόμοιος με τον υπολογισμό της στρίψης στην συμβατική νηματοποίηση με την δακτυλιοφόρο κλώστρια και την προγνέστρια.

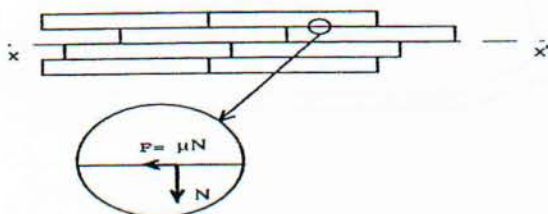
$$\text{Στρίψεις / μονάδα μήκους (m)} = \frac{\text{στροφές ρότορα / min}}{\text{ταχύτητα παροχής m / min}}$$

Σε νήματα ίδιας γραμμικής πυκνότητας, ο βαθμός στρίψης στο ρότορα είναι μεγαλύτερος από τον βαθμό στρίψης στα νήματα από δακτυλιοφόρο κλώστρια προκειμένου να επιτευχθεί αντίστοιχη εφελκυστική αντοχή.

4.2 Αναλυτική περιγραφή της πρόσδοσης στρίψης

Μέχρι στιγμής έχει περιγραφεί συνοπτικά η πορεία της διαδικασίας μετατροπής του φυτιλιού σε νήμα στον ρότορα καθώς και η πρόσδοση στρίψης.

Για την επίτευξη συνοχής και εφελκυστικής αντοχής είναι απολύτως απαραίτητη η στρέψη των ινών περί τον άξονα $\chi\chi$ του διαμορφώμενου νήματος. Η εφαρμογή αξονικού φορτίου, προκαλεί τάση ευθυγράμμισης στις επιφανειακές ίνες και συνεπώς συμπίεση στα εσωτερικά στρώματα.



Σχήμα 4.5 Ανάπτυξη δυνάμεων συνοχής μεταξύ των ινών

$$F = N * \mu$$

Οι δυνάμεις τριβής F αντιστέκονται σε κάθε προσπάθεια μετακίνησης των ινών κατά μήκος του άξονα του νήματος και της συνεπώς της αποικοδόμησής του. Σημαντικό ρόλο παίζουν ο συντελεστής τριβής μεταξύ των ινών και το μέτρο της κάθετης δύναμης N προς τον άξονα του νήματος. Η δύναμη N εξαρτάται από την αξονική τάση και την κλίση των συνεστραμμένων ινών που έχει άμεση σχέση με τον συντελεστή στρίψης $atex$. Άρα:

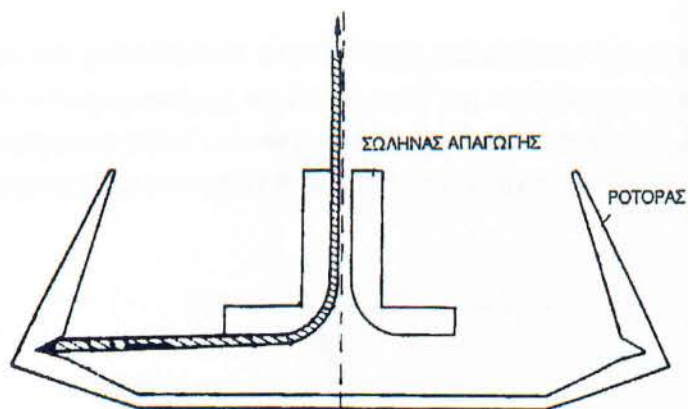
$$N = f (G, atex)$$

Να σημειωθεί επιπροσθέτως ότι η δύναμη τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ των ινών είναι συνάρτηση του αξονικού φορτίου, του συντελεστή στρίψεων, και του συντελεστή τριβής. Συνεπώς :

$$F = g (G, atex, \mu)$$

Η δημιουργία του νήματος ξεκινά με την εισαγωγή μιας άκρης έτοιμου νήματος στο σωλήνα απαγωγής. Όταν το ανοικτό άκρο αγγίζει τον πυθμένα του ρότορα, το νήμα συμπαρασύρεται και αρχίζει να περιστρέφεται φτάνοντας κάποια στιγμή στην περιφερειακή αυλάκωση. Στο σημείο αυτό οι ίνες της άκρης του νήματος συμπαρασύρουν τις ίνες της ινοταινίας σε περιστροφή με άμεσο αποτέλεσμα η ινοταινία να γίνεται πλέον προέκταση του νήματος.

Καθώς ο ρότορας περιστρέφεται με μεγάλη συχνότητα, αναγκάζει το ανοικτό άκρο της ινοταινίας να περιστραφεί γεγονός που οδηγεί στην πρόσδοση στρίψεων στην ινοταινία και φυσικά στην διαμόρφωση του νήματος.



Σχήμα 4.6 Διαμόρφωση του νήματος στον ρότορα

Η ταχύτητα έκδοσης του νήματος V_0 , ρυθμίζει την πυκνότητα των στρίψεων. Αν η f_R είναι η συχνότητα περιστροφής του ρότορα τότε έχουμε:

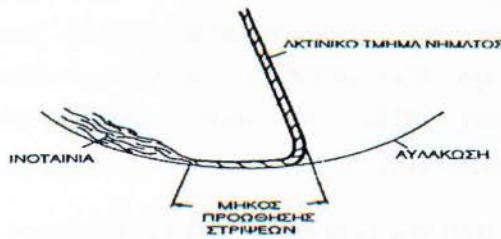
$$S \text{ (m}^{-1}\text{)} = \frac{F_R \text{ (Hz)}}{V_0 \text{ (m / s)}}$$



Εικόνα 4.1 Εικονιζόμενος ρότορας

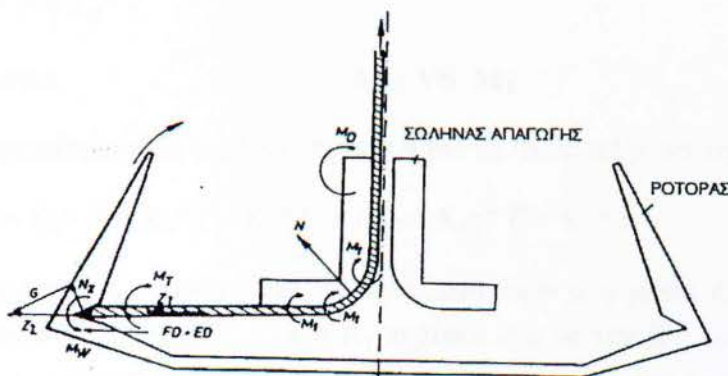
Σύμφωνα με όσα έχουν ειπωθεί μέχρι τώρα, η ινοταινία αποκτά στρίψεις με το που εγκαταλείπει την περιφέρεια του ρότορα κατά την ακτινική διαδρομή προς τον σωλήνα απαγωγής.

Στην πραγματικότητα μεσολαβούν περισσότερο πολύπλοκα φαινόμενα, τα οποία επιδρούν στον τρόπο διαμόρφωσης, τη διαδικασία και τις ιδιότητες του νήματος. Οι στρίψεις δεν περιορίζονται μόνο στο ακτινικό τμήμα, αλλά αντί αυτού προωθούνται για ένα ορισμένο μήκος στην ινοταινία που βρίσκεται στην περιφέρεια του ρότορα.



Σχήμα 4.7 Η προώθηση στρίψεων από το ακτινικό στο περιφερειακό τμήμα της ινοταινίας του ρότορα

4.2.1 Προώθηση στρίψεων



Σχήμα 4.8 Δυνάμεις, ροπές και συσχετισμοί αυτών στο νήμα του ρότορα

Η ινοταινία όσο είναι ελεύθερη, εξαιτίας της περιστροφής της μάζας της διεγείρει ανάπτυξη της φυγόκεντρης δύναμης Z_2 η οποία αναλύεται στις δυνάμεις N_z και G . Η G αντιτίθεται στην περιστροφή της ινοταινίας περί τον αξονά της. Έτσι για να προσδοθούν στρίψεις στην ινοταινία, πρέπει να εφαρμοστεί ροπή που να αναιρεί τη δράση της G . Να σημειωθεί μεταξύ άλλων πως η M_w είναι ροπή αντίστασης που προβάλλει η περιστρεφόμενη ινοταινία.

Εν τω μεταξύ στο ακτινικό τμήμα του νήματος υπάρχουν πραγματικές στρίψεις. Η ροπή που οφείλεται σε αυτές επιβάλλει την προώθηση των στρίψεων στην περιφερειακή αυλάκωση, συμβάλλοντας και στην προοδευτική μείωση της M_w .

Η προώθηση των στρίψεων αυξάνει την συνοχή και την εφελκυστική αντοχή του σχηματιζόμενου νήματος και το καθιστά ικανό παραλαβής φορτίων, χωρίς τον κίνδυνο της κατάρρευσης. Να σημειωθεί ότι μεγάλο μήκος προώθησης στρίψεων μας οδηγεί σε σταθερές συνθήκες κλώσης. Αντιθέτως μικρό μήκος προώθησης στρίψεων, διεγείρει την εμφάνιση πιθανής τυχαίας διαταραχής, που με την σειρά της θα οδηγήσει σε θραύση του νήματος και επακόλουθα στην διακοπή της νηματοποίησης.

Για να προωθηθούν οι στρίψεις στην περιφέρεια του ρότορα πρέπει να εμφανιστεί νέα ροπή που να μπορεί εξαλείψει την ροπή αντίστασης M_w . Αυτή η νέα ροπή είναι M_T που είναι η ροπή του νήματος.

$$M_w = G \cdot r_g = Z \cdot \cos \alpha \cdot r_g = (4\pi^2 \cdot m \cdot r \cdot f^2) \cdot \cos \alpha \cdot r_g = K_1 \cdot f^2$$

όπου $K_1 = 4\pi^2 \cdot m \cdot r \cdot \cos \alpha \cdot r_g$, σταθερά εξαρτώμενη από την κατασκευή του ρότορα και το υλικό. Επίσης r είναι η διάμετρος του ρότορα, α η γωνία της περιφερειακής αυλάκωσης του ρότορα, m η μάζα της ινοταινίας που αντιστοιχεί στο τμήμα προώθησης των στρίψεων, r_g κατ'α προσέγγιση η ακτίνα του σχηματιζόμενου νήματος.

$$M_T = K_2 \cdot f^2 + K_3 \cdot f$$

Με λίγα λόγια,

M_w VS M_T

Για να προωθηθούν οι στρίψεις πρέπει η M_T να αντισταθμίσει την M_w , δηλαδή

$$M_T - M_w = K_2 \cdot f^2 + K_3 \cdot f - K_1 \cdot f^2 = (K_2 - K_1) \cdot f^2 + K_3 \cdot f$$

Ο συντελεστής K_1 περιέχει και τον όρο $\cos \alpha$ όπου α η γωνία κλίσης στον ρότορα. Όταν η γωνία είναι μεγάλη, τότε η K_1 περίπου ίση με την K_2 , οπότε η διαφορά των ροπών είναι ανάλογη μόνον της συχνότητας περιστροφής του ρότορα. Να σημειωθεί μεταξύ άλλων ότι το μήκος προώθησης των στρίψεων είναι ανάλογο της συχνότητας περιστροφής και συσχετιζόμενο με το είδος του στομίου του σωλήνα απαγωγής, το υλικό του στομίου και τέλος με το υλικό νηματοποίησης.

4.2.2 Οι ψευδοστρίψεις

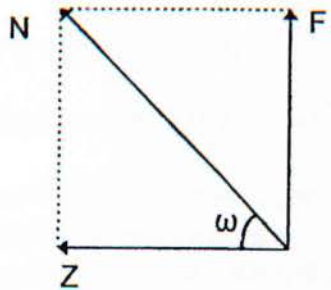
Στο ακτινικό τμήμα του νήματος παρουσιάζεται μεγαλύτερη πυκνότητα στρίψεων, γεγονός που αποδίδεται στην τοπική εμφάνιση ψευδοστρίψεων. Όταν το νήμα έρθει σε επαφή με το στόμιο του σωλήνα απαγωγής, αλλάζει κατεύθυνση από αξονική σε κάθετη προς το επίπεδο περιστροφής του ρότορα. Στο σημείο αυτό η F και η Z συνισταμένη την N .

όπου: F η αξονική δύναμη που έλκει το νήμα από τον ρότορα

και Z η φυγόκεντρος δύναμη που ασκείται στο νήμα με συνιστώσες την Z_1 και Z_2

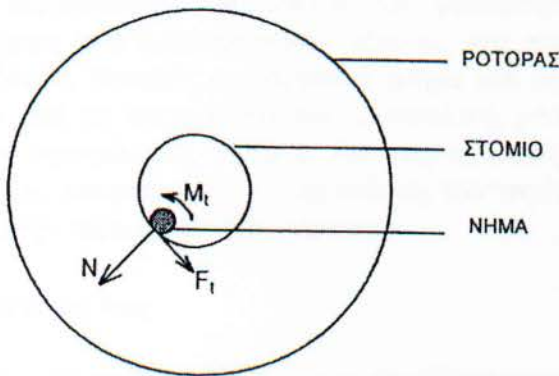
Z_1 : η συνιστώσα που οφείλεται στην περιστροφή της μάζας του ακτινικού τμήματος

Z_2 : η συνιστώσα που οφείλεται στην περιστροφή της μάζας της ινοταινίας με μήκος ίσο με το μήκος προώθησης των στρίψεων στην περιφερειακή αυλάκωση.



Σχήμα 4.9

Σύνθεση δυνάμεων στο στόμιο του σωλήνα απαγωγής



Σχήμα 4.10 Οριζόντια τομή του ρότορα στο επίπεδο του στομίου του σωλήνα απαγωγής

Μεταξύ του νήματος και του στομίου αναπτύσσεται δύναμη τριβής F_t που έχει φορά κάθετη στο επίπεδο της τομής του σχήματος 4.8. Στην τομή δε του σχήματος 4.10 παρίσταται εύκολα.

$$F_t = N * \mu$$

Όπου μ ο συντελεστής τριβής ίνας – υλικού του στομίου απαγωγής.

Η F_t ως προς τον άξονα του νήματος διεγείρει τη ανάπτυξη της ροπής M_t .

Όπου $M_t = F_t * r_g = N * \mu * r_g$ (r_g είναι η ακτίνα του νήματος)

Από το σχήμα 4.9 προκύπτει:

$$Z = N \cdot \cos \omega.$$

Επειδή $Z = F$ άρα $\omega = 45^\circ$, επομένως $N = 1,41 * Z = 1,41 (Z_1 + Z_2)$,

και με βάση τις σχέσεις για τη φυγόκεντρο δύναμη, έχουμε:

$$N = 1.41(2\pi^2 \lambda r^2 f^2 + 4\pi^2 m r f^2) = 1.41(2\pi^2 \lambda r^2 + 4\pi^2 m r) f^2 = K f^2$$

Όπου λ είναι η γραμμική πυκνότητα του νήματος, m η μάζα της ινοταινίας που αντιστοιχεί στο τμήμα προώθησης των στρίψεων, r η ακτίνα του ρότορα, f η συχνότητα περιστροφής του και K σταθερά που εξαρτάται από κατασκευαστικά στοιχεία του ρότορα και του νήματος.

Συνεπώς:

$$M_t = N \mu r = K \mu r f^2 = K_2 f^2$$

Η M_t είναι το αίτιο εμφάνισης ψευδοστρίψεων και είναι ανάλογη του τετραγώνου της συχνότητας περιστροφής του ρότορα. Οι ψευδοστρίψεις προστίθενται στις πραγματικές στρίψεις που αναπτύσσονται εξαιτίας της περιστροφής του ανοικτού άκρου από τον ρότορα. Συνεπώς στο ακτινικό τμήμα του νήματος το ποσό στρίψεων είναι μεγαλύτερο από το ονομαστικό και η συνολική ροπή του νήματος M_T που ωφείλεται και στις πραγματικές στρίψεις και στις ψευδοστρίψεις αντισταθμίζει την ροπή αναίρεσης M_w , επιτρέποντας την προώθηση των στρίψεων στην ινοταινία που βρίσκεται ακόμη στην περιφερειακή αυλάκωση.

4.2.3 Οι περιελιγμένες ίνες

Παράλληλα με την πρόσδοση στρίψεων και προώθηση αυτών πέραν του ακτινικού τμήματος, στο τμήμα της ινοταινίας που βρίσκεται στην περιφερειακή αυλάκωση, συνεχίζεται η προσαγωγή των ινών από τον αεραγωγό τροφοδοσίας. Κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την πρόσδοση στρίψεων μέχρι και την αποκόλληση του νήματος, κάποιες ίνες από αυτές που προσάγονται συνεχώς, διατάσσονται στο μεταβατικό τμήμα. Η μία τους άκρη βρίσκεται στο σχεδόν σχηματισμένο και έτοιμο για αποκόλληση νήμα και η άλλη στην ουρά της κυκλικής ταινίας. Το νήμα εισερχόμενο στην ακτινική διαδρομή αποσπά με βίαιο τρόπο τις ίνες αυτές από το λεπτό σημείο της ινοταινίας. Να σημειωθεί μεταξύ άλλων ότι όσο μεγαλώνει η απόσταση από το σημείο που αρχίζει η ακτινική διαδρομή, τόσο η ινοταινία γίνεται πιο λεπτή. Στη συνέχεια το ελεύθερο άκρο των ινών περιελίσσεται γύρω από το νήμα

κατά τρόπο σχηματισμού ζωνών περιελιγμένων ινών στην περίμετρο, πάνω από το κανονικά συνεστραμμένο σώμα του νήματος. Συνεπώς οι αποσπώμενες ίνες στο σημείο ασυνέχειας της ινοταινίας στην περιφερειακή αυλάκωση είναι η πρώτη αιτία δημιουργίας ζωνών από περιελιγμένες ίνες.

Μετά το στόμιο του σωλήνα απαγωγής το νήμα περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του με φορά αντίθετη των κανονικών στρίψεων, γεγονός που μειώνει την πυκνότητα των στρίψεων. Οι δε ψευδοστρίψεις που παράγονται από την κύλιση του νήματος στο στόμιο του σωλήνα, αναιρούνται μετά τη διέλευση του νήματος από το σημείο αυτό. Η απόσυρση του νήματος παρασύρει τις ίνες που έχουν εναποτεθεί στην επιφάνεια του σε περιστροφή, αντίθετη των κανονικών στρίψεων, γύρω από το νήμα. Η περιστροφή αυτή των επιφανειακών ινών είναι η δεύτερη αιτία δημιουργίας ζωνών από περιελιγμένες ίνες.

Το φαινόμενο αυτό είναι φυσικό γνώρισμα της νηματοποίησης ανοικτού άκρου με ρότορα και είναι εξαιρετικά αρνητικό. Στα νήματα από κοντόινο υλικό, οι ζώνες αυτές χαλαρώνουν εύκολα και ολισθαίνουν κατά μήκος του άξονά τους δημιουργώντας προβλήματα στην περεταίρω επεξεργασία, στο δε μακρόινο υλικό η συνοχή, η σύσφιξη των ζωνών καθίστανται ισχυρές με συνέπεια τη μείωση της διαμέτρου του νήματος σε βαθμό πολλές φορές ανιχνεύσιμο από εργαστηριακά όργανα.

4.3 Επιρροή του συντελεστή στρίψης α

Χαμηλότερα	α	υψηλότερα
Πέφτει	αντοχή νήματος	ανεβαίνει
Χειρότερη	συμπεριφορά κλώσης	καλύτερη
Πέφτει	αντοχή τριβής	ανεβαίνει
Πέφτει	τάση δημιουργίας κόμπων	ανεβαίνει
Ογκώδες	χαρακτήρας νήματος	λεπτός
Μαλακό	πίεσημο νήματος	σκληρό
Υψηλή	παραγωγή	χαμηλή

4.4 Δομή και χαρακτηριστικά του νήματος

Από ιστορικούς αλλά και πρακτικούς λόγους έχει επικρατήσει η μελέτη των χαρακτηριστικών ενός είδους νήματος να γίνεται σε σύγκριση με τα χαρακτηριστικά του αντίστοιχου συμβατικού νήματος. Αυτό συμβαίνει διότι το νήμα της δακτυλιοφόρου κλώστριας ιστορικά προηγείται των άλλων. Επίσης η συμβατική μέθοδος καλύπτει όλο το φάσμα λεπτότητας των νημάτων. Το νήμα του ρότορα σε σύγκριση με το νήμα της συμβατικής νηματοποίησης χαρακτηρίζεται κυρίως από τα παρακάτω μορφολογικά στοιχεία:

- Ο προσανατολισμός των ινών είναι χειρότερος
- Η κατανομή των ινών είναι καλύτερη
- Οι στρίψεις κατανέμονται περισσότερο στον πυρήνα
- Το ποσοστό των ινών που προεξέχουν είναι μικρότερο
- Υπάρχουν περιελιγμένες ίνες στην επιφάνεια του νήματος.

Ο προσανατολισμός των ινών καθορίζει την συμπεριφορά του νήματος σε αξονικά φορτία. Συνεπώς τα νήματα από ρότορα παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή και μεγαλύτερη επιμήκυνση στη θραύση.

Η ομοιομορφία είναι καλύτερη, ενώ τα σποραδικά σφάλματα είναι μειωμένα. Να σημειωθεί πως πολλές φορές τα μετρικά όργανα αντισταθμίζουν τις περιελιγμένες ίνες ως νεψ για αυτό μερικές φορές ο αριθμός τους εμφανίζεται αυξημένος.

Με ίδιο φυτίλι από σύρτη και με ίδιο τίτλο και πυκνότητα στρίψεων του παραγόμενου νήματος, η παρούσα τεχνολογία νηματοποίησης δίνει καλύτερες τιμές συντελεστή παραλλακτικότητας CV%.

Τα νήματα από ρότορα είναι πιο ανθεκτικά στην τριβική φθορά εξαιτίας της έλλειψης ινών που προεξέχουν με άμεση συνέπεια το χνούδιασμα του νήματος είναι μειωμένο. Τα νήματα του ρότορα είναι λιγότερο εύκαμπτα, πιο σκληρά με επιφάνεια πιο τραχειά και λιγότερο στιλπνή δίνοντας σκληρή αίσθηση και κατά το πιάσιμο υφασμάτων φτιαγμένων από τέτοια νήματα. Τα υφάσματα από τέτοια νήματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα και μικρότερη τάση για κομπάλιασμα. Επίσης για να παραχθεί ύφασμα με ομοιότητες στην υφή και το πέσιμο θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν νήματα από δακτυλιοφόρο κλώστρια μικρότερης γραμμικής πυκνότητας.

Εξαιτίας της πολύ χαμηλής μηχανικής τάσης στο σημείο της πρόσδοσης των στρίψεων και εξαιτίας του ότι οι ίνες στη δομή του νήματος δεν είναι πολύ καλά τακτοποιημένες τα νήματα ανοικτού άκρου με ρότορα είναι πιο ογκώδη και απορροφούν πιο εύκολα κόλλες και υλικά βαφής.

Τα νήματα του ρότορα παρουσιάζουν υψηλότερο συντελεστή τριβής και μικρότερη τάση για δημιουργία βερίνας κάτι που διευκολύνει τις περαιτέρω επεξεργασίες.

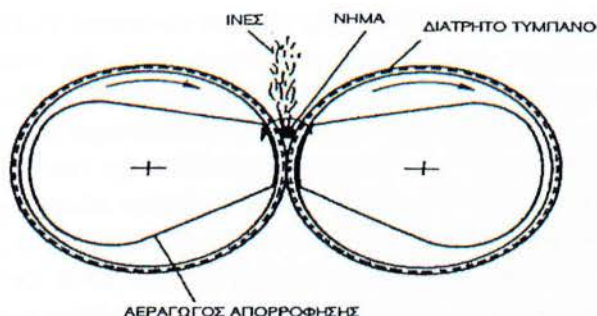
ΠΡΟΣΔΟΣΗ ΣΤΡΙΨΗΣ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΝΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΑΚΡΟΥ ΤΡΙΒΗ

5.1 Εισαγωγή.

Η μέθοδος μη συμβατικής νηματοποίησης με τριβή είναι μέθοδος νηματοποίησης ανοικτού άκρου χωρίς ρότορα με σημαντικό τεχνολογικό ενδιαφέρον. Είναι ένα νέο σύστημα μη συμβατικής κλωστοποίησης που ανακαλύφθηκε από τον DR. ERN ST FENRER το 1975 στην Αυστρία και είναι γνωστό ως σύστημα DREF. Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί παρέχει την δυνατότητα επεξεργασίας μεταξύ άλλων και ινών που προέρχονται από ανακύκλωση, από υποπροϊόντα κ.τ.λ. Επίσης επεξεργάζεται πρώτες ύλες που δεν είναι εύκολα επεξεργάσιμες στη συμβατική μέθοδο και παράγει είδη νήματος, τα οποία δεν μπορούν να παραχθούν από κάποιο άλλο σύστημα νηματοποίησης.

5.2 Πρόσδοση στρίψης

Η βασική ιδέα της νηματοποίησης με τριβή έχει να κάνει με την πρόσδοση στρίψεων υπό την εφαρμογή ζεύγους δυνάμεων στο ανοικτό άκρο του νήματος. Αυτές οι δύο δυνάμεις του ζεύγους είναι δυνάμεις τριβής από την επαφή του νήματος σε άλλα σώματα. Για τη νηματοποίηση με τη μέθοδο αυτή, ένας συμπαγής κύλινδρος συνεργάζεται με μια διάτρητη κινούμενη επιφάνεια, πάνω στην οποία σχηματίζεται ένα λεπτό ινόστρωμα. Το ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της νηματοποίησης με τριβή είναι ότι το μέσο πρόσδοσης στρίψεων (π.χ. το τύμπανο νηματοποίησης) περιστρέφεται με συχνότητα πολύ χαμηλότερη από αυτή που επιβάλλει η επιθυμητή πυκνότητα στρίψεων. Δηλαδή, σε μία περιστροφή του μέσου πρόσδοσης στρίψεων αντιστοιχούν πολλές στρίψεις, σε αντίθεση με τη συμβατική νηματοποίηση, όπου μια στροφή του αδραχτιού σημαίνει επιβολή μιας στρίψης στο νήμα. Επίσης και στη νηματοποίηση ανοικτού άκρου με ρότορα, μία περιστροφή του ρότορα σημαίνει την πρόσδοση μιας στρίψης στο νήμα. Τα νήματα που παράγονται με τη μέθοδο αυτή είναι συνήθως χοντρά. Δεν υπάρχει περιορισμός στην πρώτη ύλη. Η αδυναμία επιβολής της μεθόδου στην περιοχή των λεπτών νημάτων οφείλεται κυρίως στη σημαντική διαφοροποίηση της πυκνότητας των στρίψεων σε διαφορετικά σημεία του νήματος και στην ανεπαρκή ευθυένιση των ινών. Οι παράγοντες αυτοί προκαλούν μείωση των μηχανικών επιδόσεων των νημάτων.



Σχήμα 5.1 Τομή συστοιχίας διάτρητων τυμπάνων νηματοποίησης

Οι ίνες καταφθάνουν στην αύλακα νηματοποίησης στην περιοχή που σχηματίζεται ανάμεσα στα δύο διάτρητα τύμπανα. Μέσα στην περιοχή αυτή, στον αύλακα υπάρχει ήδη και περιστρέφεται το νήμα. Η μία του άκρη είναι ανοικτή και περιστρέφεται με την βοήθεια τυμπάνων. Στο σημείο αυτό καταχωρείται η στρίψη της ινοταινίας και σχηματίζεται το νήμα. Η άλλη άκρη έλκεται από κυλίνδρους απαγωγής για να περιελιχθεί στη συνέχεια σε μορφή μπομπίνας και να παραδοθεί. Το φαινόμενο της νηματοποίησης είναι συνεχές, καθώς προσάγονται συνεχώς νέες ίνες από τον ανοικτικό κύλινδρο και ενσωματώνονται στο ανοικτό άκρο του νήματος.

Η πυκνότητα των στρίψεων εξαρτάται από την συχνότητα περιστροφής των διάτρητων τυμπάνων και την ταχύτητα απαγωγής του νήματος. Ο συλλογισμός αυτός είναι αντίστοιχος με αυτόν της συμβατικής νηματοποίησης όπου η πυκνότητα των στρίψεων καθορίζεται από την συχνότητα περιστροφής του αδραχτιού και την περιφερειακή ταχύτητα του πρώτου ραβδωτού.

5.3 Χαρακτηριστικά νημάτων ανοικτού άκρου με τριβή

Τα νήματα DREF έχουν παρόμοια μεν εμφάνιση με τα νήματα της συμβατικής νηματοποίησης, διαφέρουν δε ποιοτικά και κατασκευαστικά εξαιτίας του ότι έχουν αναδιπλωμένες ίνες. Για το γεγονός αυτό ευθύνεται ο τρόπος άφιξης των ινών. Οι ίνες έχουν μεγάλη ταχύτητα στον ανοικτικό κύλινδρο, την διατηρούν στη συνέχεια λόγω των ρευμάτων του αέρα και στο τέλος αναγκάζονται να επιβραδυνθούν απότομα πάνω στην επιφάνεια των διάτρητων τυμπάνων. Έτσι η ίνα έχει μειωμένες πιθανότητες να ενταχθεί ευθυτενισμένη στο υπό διαμόρφωση νήμα και εντάσσεται διπλωμένη σε βάρος της αντοχής του νήματος που παράγεται. Το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση του ρότορα. Το άκρο της ίνας που πρωτοφθάνει στην επιφάνεια του ρότορα αρχίζει να επιταγχύνεται, με αποτέλεσμα η ίνα να ευθυτενίζεται. Η παρουσία των αναδιπλωμένων ινών οδηγεί σε μειωμένη αντοχή των συγκεκριμένων νημάτων, σε σύγκριση με τα συμβατικά νήματα. Επίσης το νήμα της παρούσας τεχνολογίας είναι απαλλαγμένο από τις περιελιγμένες ίνες που χαρακτηρίζουν το νήμα ανοικτού άκρου με ρότορα.

Ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό της τεχνολογίας DREF είναι το γεγονός ότι η συχνότητα περιστροφής του άκρου του νήματος που αντιστοιχεί στον αριθμό των προσδιδόμενων στρίψεων είναι πολλαπλάσια της συχνότητας περιστροφής των διάτρητων τυμπάνων. Έτσι σε κάθε μία περιστροφή των οργάνων πρόσδοσης στρίψεων, αντιστοιχούν

πολλές στρίψεις στο νήμα. Η πρόσδοση πολλών στρίψεων παρέχει την δυνατότητα επίτευξης μεγάλης ταχύτητας παραγωγής και φυσικά τη μείωση της ταχύτητας των κινούμενων τμημάτων των μηχανημάτων με συνέπεια την ελαχιστοποίηση φθορών και βλαβών. Τόσο στη συμβατική, όσο και στη νηματοποίηση ανοικτού άκρου με ρότορα μια περιστροφή του οργάνου πρόσδοσης στρίψεων προσδίδει μία στρίψη στο νήμα. Αντιθέτως, η εμφάνιση ολίσθησης κατά την διαδικασία πρόσδοσης των στρίψεων δεν εγγυάται την ομοιομορφη κατανομή τους. Συνεπώς η κατανομή και η πυκνότητα των στρίψεων δεν είναι σταθερή κατά μήκος του νήματος. Αυτό είναι επιβαρυντικός παράγοντας διότι η αντοχή του νήματος καθίσταται μειωμένη εν συγκρίσει με παρόμοια νήματα συμβατικής και μη συμβατικής τεχνολογίας ανοικτού άκρου με ρότορα. Μεγάλο βέβαια μερίδιο ευθύνης για τη μειωμένη αντοχή του νήματος, φέρει και ο προσανατολισμός των ινών στο νήμα εξαιτίας του τρόπου παραγωγής αυτών.

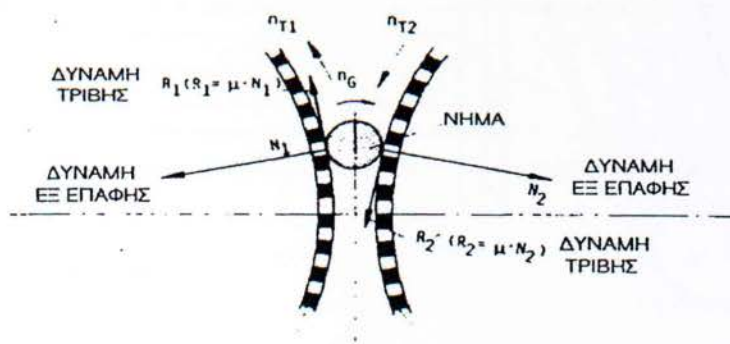
Είναι γνωστό στον κόσμο της κλωστοϋφαντουργίας ότι τα λεπτότερα νήματα δεδομένης απαλότητας απαιτούν μεγαλύτερη πυκνότητα στρίψεων. Στη συμβατική, όσο και στη μη συμβατική με ρότορα, το παραγόμενο μήκος νήματος ανά μονάδα χρόνου μειώνεται όταν παράγονται λεπτά νήματα. Αυτό συμβαίνει διότι πρέπει να επιτραπεί στο όργανο πρόσδοσης στρίψεων, να ανταποκριθεί στις αυξημένες απαιτήσεις πυκνότητας στρίψεων. Αντιθέτως, στη νηματοποίηση ανοικτού άκρου με τριβή, δεν απαιτείται μείωση της ταχύτητας παραγωγής: όσο μειώνεται η διάμετρος του νήματος, τόσο αυξάνει ο αριθμός των προσδιδόμενων στρίψεων στη μονάδα του χρόνου γεγονός πολύ θετικό.

Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί μεταξύ άλλων πως κατά τη νηματοποίηση ανοικτού άκρου με τριβή επιβάλλεται μικρή αξονική τάση και έτσι ελαχιστοποιούνται τα σπασίματα του νήματος, έχοντας ταυτόχρονα αύξηση του συντελεστή απόδοσης της μεθόδου.

Τα νήματα τεχνολογίας DREF παρουσιάζουν παρόμοια ομοιομορφία ($U\%$) σε σύγκριση με τα συμβατικά νήματα. Η ομοιομορφία μειώνεται και τα σποραδικά σφάλματα αυξάνονται με την αύξηση της ταχύτητας παραγωγής.

Επίσης τα νήματα της παρούσας τεχνολογίας έχουν ως πλεονεκτήματα την απαλή εμφάνιση, τον μεγάλο όγκο και την ποιοτικότερη υφή σε σχέση αυτήν των νημάτων του ρότορα καθώς και το χαμηλότερο κόστος περίπου στο μισό του κόστους της συμβατικής νηματοποίησης.

Στα αρνητικά της συγκεκριμένης μεθόδου κατατάσσεται η αυξημένη τάση για δημιουργία βερίνας καθώς και η μικρής κλίμακας αναδιπλασιαστική δράση.



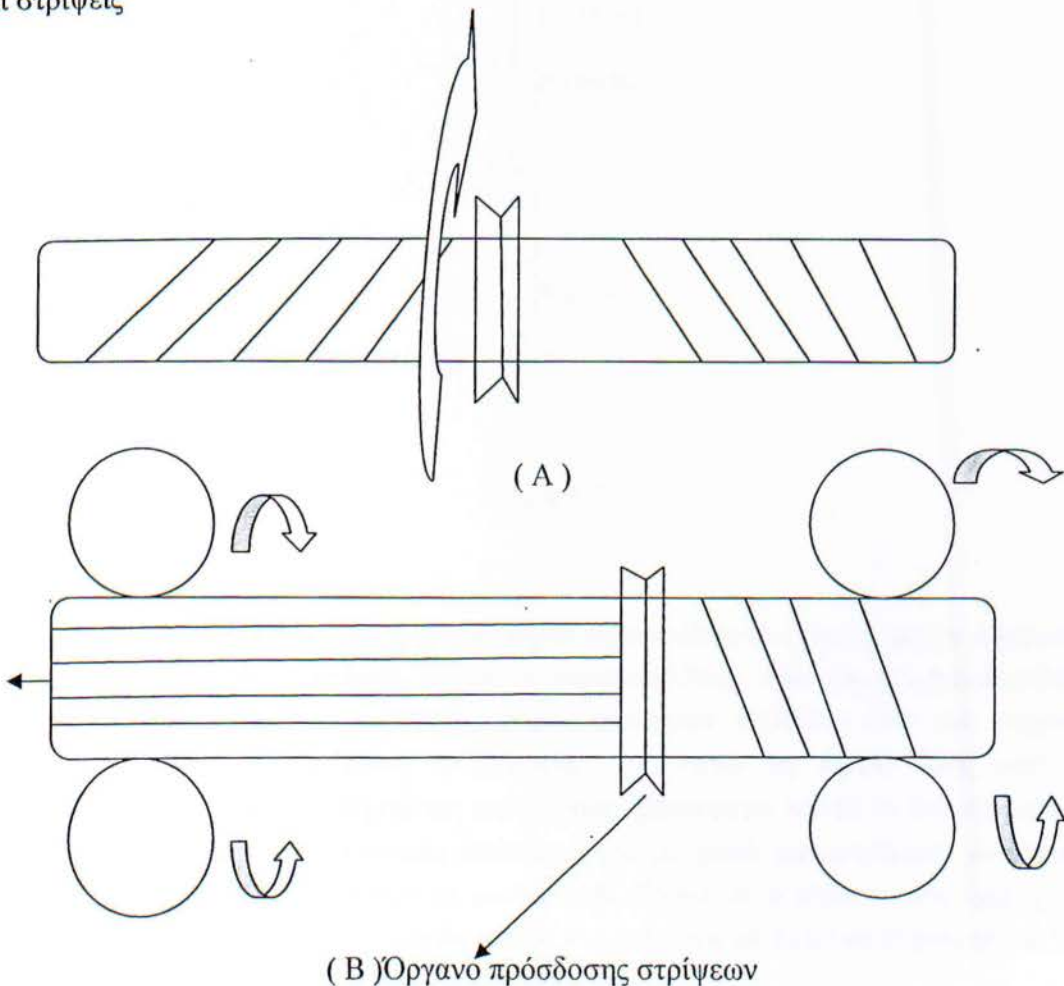
Σχήμα 5.2 Ανάπτυξη δυνάμεων κατά τη νηματοποίηση με τριβή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΑΥΤΟΣΤΡΙΨΕΙΣ

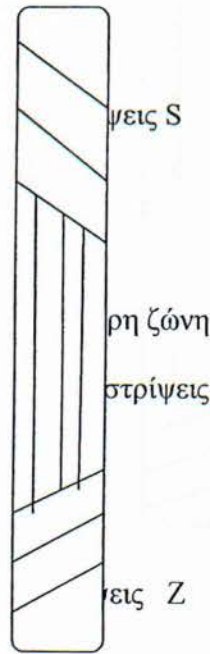
6.1 Εισαγωγή. Οι αυτοστρίψεις είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται στις νέες τεχνολογίες νηματοποίησης. Η βασική της αρχή είναι η παραγωγή νήματος με χρήση ενός ζεύγους κυλίνδρων οι οποίοι παλινδρομούν και περιστρέφονται ταυτόχρονα. Είναι μια τεχνική που δεν περιλαμβάνει συνεχείς πραγματικές στρίψεις, αλλά διαδοχή δεξιόστροφων και αριστερόστροφων τμημάτων στο νήμα. Ως εκ τούτου προκύπτει αδυναμία παραλαβής αξονικών φορτίων, αφού σημειώνεται απουσία στρίψεων στο τμήμα εναλλαγής κατεύθυνσης αυτών και επιπλέον δεσπόζει η τάση επαναφοράς σε κατάσταση απουσίας στρίψεων. Η ιδιαιτερότητα αυτής της μεθόδου έχει ως αποτέλεσμα να μπορούν να παραχθούν μόνο δίκλιωνα τμήματα.

6.2 Πρόσδοση στρίψης. Το νήμα που κινείται διαιρείται σε δύο τμήματα. Στο προσαγόμενο όπου προσδίδονται συνεχώς στρίψεις μιας φοράς, καθώς και στο τμήμα το οποίο έχει διέλθει από το όργανο πρόσδοσης στρίψεων όπου οι υπάρχουσες στρίψεις αναιρούνται από αυτές που του προσδίδονται εκείνη τη στιγμή. Συνεπώς λοιπόν το νήμα κατά την έξοδό του δεν έχει στρίψεις



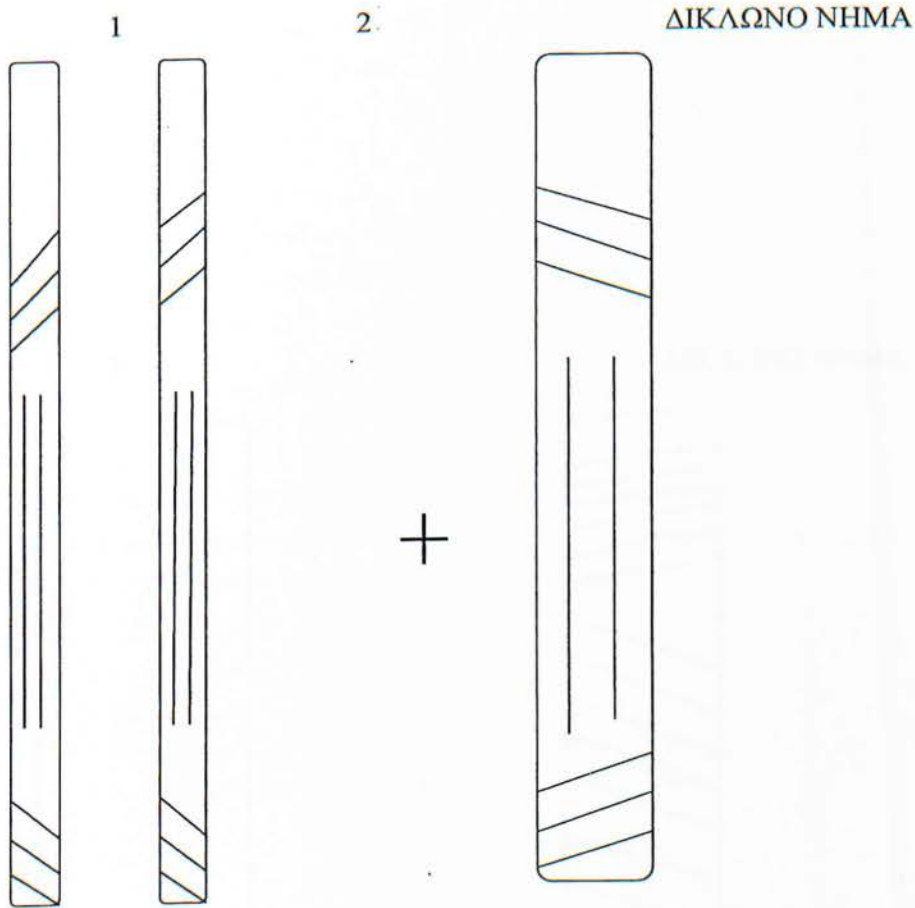
Σχήμα 6.1 Το φαινόμενο αναιρέσης των στρίψεων

Για να μην έχουμε αναίρεση στρίψεων, πρέπει το όργανο πρόσδοσης στρίψεων να κινείται με εναλλασσόμενη φορά.. Σε αυτή την περίπτωση στο νήμα παραμένουν στρίψεις φοράς που αλλάζει κατά διαστήματα καθώς και στρίψεις με διαφορετική πυκνότητα. Κατά την εναλλαγή φοράς μεσολαβεί αναγκαστικά ένα χωροχρονικό διάστημα που επιβάλλει την ύπαρξη ουδέτερης ζώνης στρίψεων. Αν λοιπόν επιβληθεί φορτίο στο νήμα αυτό θα οδηγήμαστε σε αναίρεση των στρίψεων καθώς οι ουδέτερες ζώνες μεγαλώνουν συνεχώς και το νήμα καταρρέει αφού οι ίνες ολισθαίνουν μεταξύ τους και χάνουν την σύνδεσή τους.



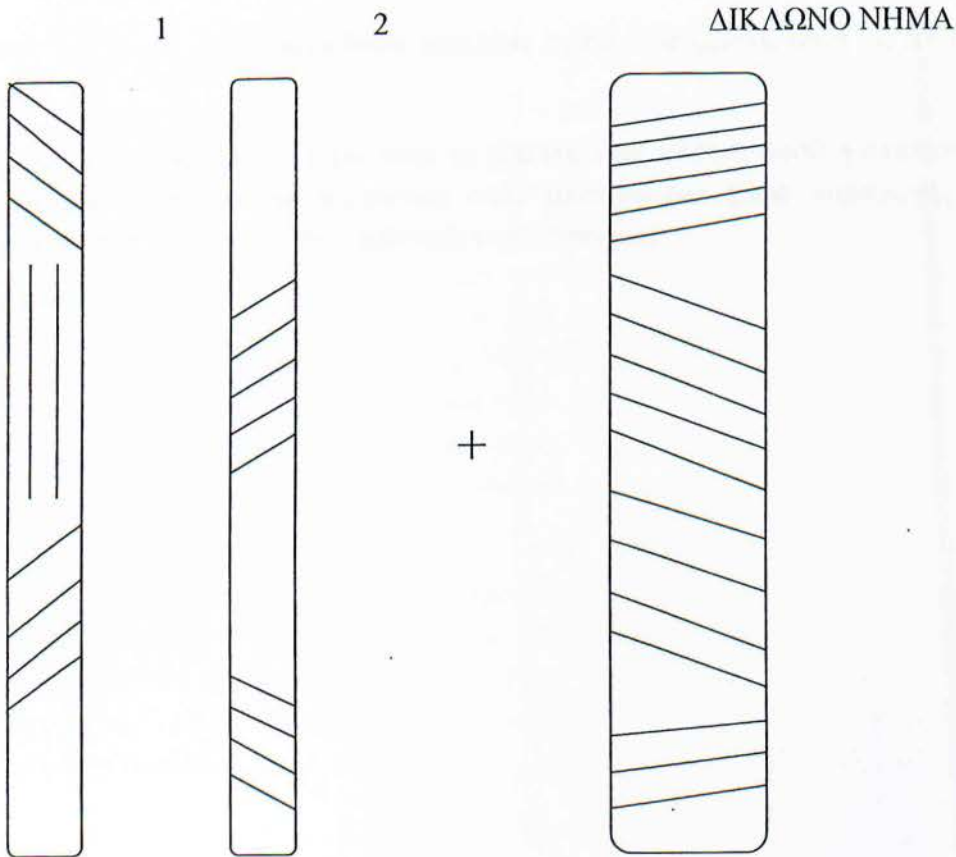
Σχήμα 6.2

Συνεπώς ο μηχανισμός των αυτοστρίψεων οδηγεί σε αστάθεια των μονόκλωνων νημάτων και περιορίζεται μόνο στην παραγωγή δίκλωνων νημάτων. Όταν δύο νήματα παράλληλα με αντίστοιχες και ταυτόχρονες εναλλαγές φοράς στρίψεων εξέλθουν από τον μηχανισμό πρόσδοσης στρίψης έχουν ροπή απόστριψης. Αν κατά τη έξοδό τους από τους περιστρεφόμενους και παλινδρομούντες κυλίνδρους βρίσκονται κοντά το ένα στο άλλο, εκ της ροπής απόστριψης δημιουργείται δίκλωνο νήμα με φορά αυτοστρίψεων αντίθετη της φοράς των στρίψεων που ήδη έχουν τα μονόκλινα. Το δίκλωνο νήμα λοιπόν έχει τμήματα με αυτοστρίψεις εναλλασσόμενης φοράς καθώς και τμήματα με έλλειψη στρίψεων σε πλήρη αντιστοιχία με τα τμήματα των μονόκλωνων νημάτων.



Σχήμα 6.3

Στο σχήμα 6.3 παρατηρούμε ότι το δίκλωνο νήμα που βρίσκεται στην ίδια φάση με τους κλώνους του έχει τμήμα με απουσία στρίψεων. Συνεπώς και εδώ η επιβολή φορτίου θα οδηγήσει στην κατάρρευση του δίκλωνου τμήματος. Άρα ο μηχανισμός των αυτοστρίψεων θα λειτουργήσει μόνο στην περίπτωση ασυμφωνίας φάσεων των στρίψεων των δύο μονόκλωνων νημάτων. Με λίγα λόγια είναι απαραίτητη η ολίσθηση φάσης του ενός νήματος σε σχέση με το άλλο όπως φαίνεται στο σχήμα 6.4.



Σχήμα 6.4 Το αποτέλεσμα αλληλοεπίδρασης μονόκλωνων νημάτων σε διαφορετική φάση

Η διαφορά φάσης είναι τέτοια, που οι περιοχές του ενός μονόκλωνου χωρίς στρίψεις να συμπίπτουν με αντίστοιχες περιοχές του άλλου νήματος με στρίψεις.

6.3 Χαρακτηριστικά νημάτων με αυτοστρίψεις

Τα νήματα με αυτοστρίψεις (self twist - ST) είναι δίκλιωνα για να επιτευχθεί η άρση του παράγοντα αστάθειας των μονόκλωνων νημάτων, με περιοχές στρίψης διαφορετικής φοράς και πυκνότητας. Τις πιο πολλές φορές πρόκειται για μάλλινα, σύμμεικτα και συνθετικά νήματα με λεπτότητα από 13*2 έως 65*2 tex. Τα νήματα αυτά συχνά απαιτούν άτμιση για την χαλάρωσή τους πριν την χρήση. Η ομοιομορφία τους είναι μικρότερη από αυτή των συμβατικών και χρησιμοποιούνται στην πλεκτική. Για να χρησιμοποιηθούν στην υφαντική όπου οι μηχανικές απαιτήσεις είναι πολύ μεγαλύτερες, οδηγούνται σε στριπτήριο για επιπλέον στρίψη και αύξηση της αντοχής. Τα νήματα με αυτοστρίψεις συμβολίζονται ως ST.

Αυτά στα οποία έχουν προσδοθεί επιπλέον στρίψεις συμβολίζονται ως STT (self twist – twist).

Το μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι το χαμηλό τους κόστος αφού η απαιτούμενη ενέργεια και η ανάγκη εργατικής παρουσίας στον απαιτούμενο χώρο παραγωγής είναι αρκετά μειωμένα σε σύγκριση με τη συμβατική νηματοποίηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Συμπεράσματα. Στα προηγούμενα κεφάλαια γίνανε αναφορές σχετικά με τις ιδιότητες της κλωστοϋφαντουργικής ύλης, την στρίψη καθώς και τις μεθόδους πρόσδοσης αυτής.

Σε κάθε μέθοδο νηματοποίησης και στρίψης προκύπτουν νήματα με διαφορετικά δομικά χαρακτηριστικά. Π.χ. τα νήματα της συμβατικής νηματοποίησης όπου η στρίψη παρέχεται πρώτα εξωτερικά παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στον εφελκυσμό από τα νήματα ανοικτού άκρου με ρότορα όπου εκεί η στρίψη ξεκινά από τον πυρήνα. Από την άλλη τα νήματα του ρότορα έχουν καλύτερη ομοιομορφία και περιελιγμένες ίνες. Στα νήματα δε της τεχνολογίας ανοικτού άκρου με τριβή δεν υπάρχουν περιελιγμένες ίνες και δεν έχουν το μειονέκτημα της άρσης της παραγωγικότητας των δύο προαναφερθέντων τεχνολογιών γιατί σε κάθε μία περιστροφή των οργάνων πρόσδοσης στρίψεων αντιστοιχούν πολλές στρίψεις στο νήμα. Στα νήματα νηματοποίησης με αυτοστρίψεις η ομοιομορφία είναι μικρότερη από αυτή των συμβατικών καθώς επίσης και η αντοχή στον εφελκυσμό. Για να αυξηθεί η αντοχή τους πρέπει να οδηγηθούν ξανά σε στριπτήριο για πρόσδοση επιπλέον στρίψεων. Το μεγάλο όμως πλεονέκτημα που έχουν είναι το πολύ χαμηλό κόστος αφού η απαιτούμενη ενέργεια και η ανάγκη παρουσίας εργατικού δυναμικού στον χώρο παραγωγής είναι αρκετά μειωμένα σε σύγκριση με την συμβατική νηματοποίηση.

Με λίγα λόγια κάθε τεχνολογία νηματοποίησης παράγει νήματα που σε μερικούς τομείς πλεονεκτούν και σε άλλους μειονεκτούν. Η καταλληλότητά τους δεν ορίζεται μονοσήμαντα και απόλυτα. Όταν κάποιο είδος νήματος βρίσκει μια εφαρμογή, εκτοπίζει κάποιο άλλο είδος νήματος που κάποτε ήταν σε χρήση στην ίδια εφαρμογή χωρίς να αποκλείεται να εκτοπιστεί και το ίδιο στο μέλλον από κάποιο άλλο.

Η επιλογή στηρίζεται σε συγκρίσεις τεχνικών και οικονομικών χαρακτηριστικών, παρά την όποια ανομοιογένεια των αντικειμένων σύγκρισης. Βέβαια, από ιστορικούς αλλά και πρακτικούς λόγους έχει επικρατήσει η μελέτη των χαρακτηριστικών ενός είδους νήματος να γίνεται σε σύγκριση με τα χαρακτηριστικά του αντίστοιχου συμβατικού νήματος πάντα με το ίδιο ποσό στρίψης. Αυτού του είδους η σύγκριση επικρατεί διότι ιστορικά το νήμα της δακτυλιοφόρου κλώστριας προϋπήρχε των άλλων. Επίσης η συμβατική μέθοδος καλύπτει όλο το φάσμα λεπτότητας των νημάτων κάτι που δε συμβαίνει στις υπόλοιπες τεχνολογίες.

Επίλογος

Σε αυτήν την πτυχιακή εργασία έγινε μια προσπάθεια να δοθεί ο ορισμός της στρίψης και οι μέθοδοι στρίψης στην συμβατική νηματοποίηση, στην νηματοποίηση ανοικτού άκρου με ρότορα, ανοικτού άκρου με τριβή και στη νηματοποίηση με αυτοστρίψεις. Επιπροσθέτως παρουσιάστηκαν τα δομικά χαρακτηριστικά των νημάτων των διαφόρων τεχνολογιών με σημείο αναφοράς την νηματοποίηση στην συμβατική νηματοποίηση μεδακτυλιοφόρο κλώστρια.

Από θεωρητικής πλευράς όπως αντιλαμβάνεται κάποιος δόθηκαν πάρα πολλά στοιχεία σχετικά με την στρίψη και τις μεθόδους στρίψεων βασιζόμενα σε πονήματα καθηγητών του τμήματος κλωστοϋφαντουργίας του Τει Πειραιά, τα οποία είναι πολύ σημαντικά για τους φοιτητές του τμήματος. Συμβάλλουν επίσης και στην διεύρυνση της κλωστοϋφαντουργικής επιστήμης στην χώρα μας για κάποιον που θέλει να την μελετήσει.

Από πρακτικής πλευράς νέες μέθοδοι πρόσδοσης στρίψεων βρίσκονται ακόμη σε ερευνητικό στάδιο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :

1. ΚΛΩΣΤΟΨΦΑΝΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ΤΟΜΟΣ ΠΡΩΤΟΣ
ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ
ΣΑΒΒΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ – ΘΑΝΟΣ ΠΕΠΠΑΣ
ΕΚΔΟΣΗ ΑΘΗΝΑ 2003
2. ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΝΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΑΒΒΑΣ Γ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ
3. ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΝΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ ΒΑΜΒΑΚΕΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
ΔΡ. ΘΑΝΟΣ Π. ΠΕΠΠΑΣ ΚΛΩΣΤΟΨΦΑΝΤΟΥΡΓΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΕΙ
ΠΕΙΡΑΙΑ
4. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΙΝΩΝ & ΝΗΜΑΤΩΝ
ΔΡ. ΘΑΝΟΣ Π. ΠΕΠΠΑΣ
5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΝΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΑ
ΘΑΝΟΣ ΠΕΠΠΑΣ – ΣΑΒΒΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ ΕΚΔΟΣΗ ΑΘΗΝΑ 2003
6. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΔΟΜΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΙΝΩΝ,
ΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΙΝΩΝ ΚΑΙ ΝΗΜΑΤΩΝ
DR. Χρήστος Κώτσιος ΕΚΔΟΣΗ ΑΘΗΝΑ 2004
7. GOOGLE pictures for ROTOR SPINNING, RING SPINNING, YARN
TWIST.