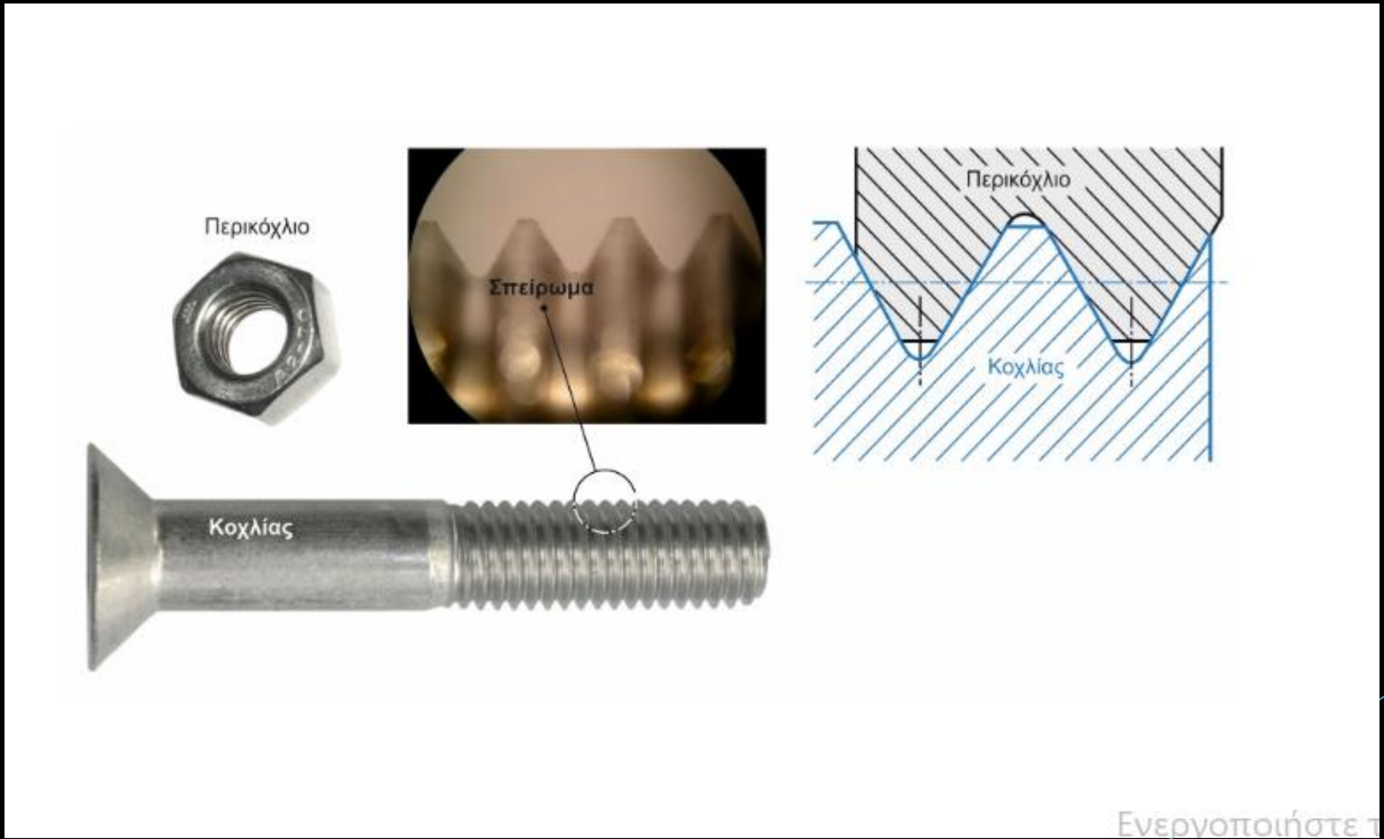
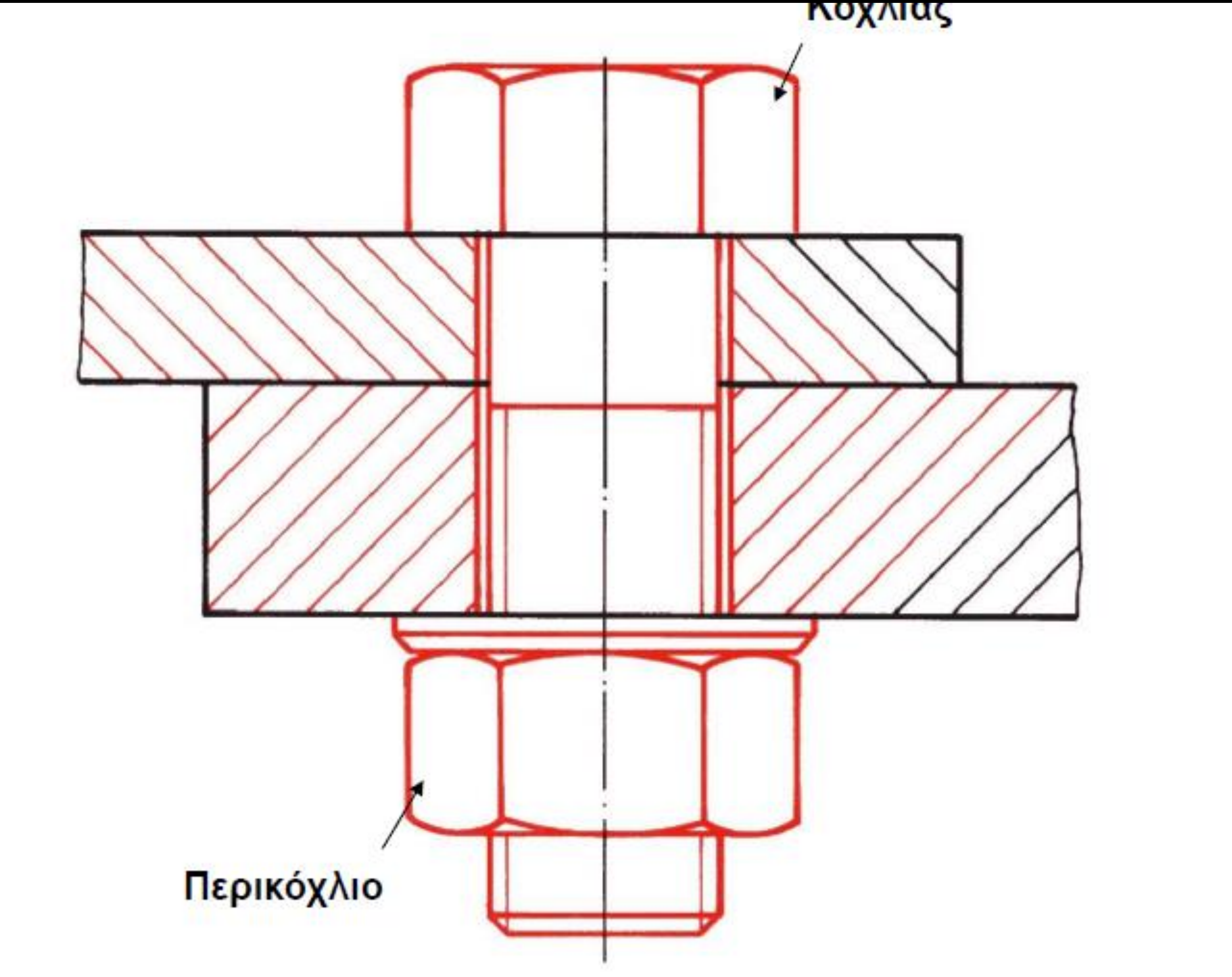
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΚΟΧΛΙΕΣ
(Βίδες που λύονται)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΚΟΧΛΙΕΣ




Κοχλίας
Περικόχλιο

Κατηγορίες Σπειρωμάτων

Τα χρησιμοποιούμενα στη βιομηχανία σπειρώματα διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- **Σπειρώματα Σύνδεσης:** είναι συνήθως τριγωνικά και κατασκευάζονται σε κοχλίες, που έχουν σκοπό να επιτύχουν μια σταθερή και γρήγορη σύνδεση στις κατασκευές. Ακόμη τα τριγωνικά σπειρώματα προσφέρονται για μια πιο εύκολη και οικονομική κατασκευή σε σύγκριση με τα άλλα (τετραγωνικά, τραπεζοειδή κλπ).

- **Σπειρώματα Κίνησης:** το πιο διαδεδομένο σπείρωμα κίνησης είναι το μετρικό τραπεζοειδές σπείρωμα. Ως σπείρωμα κίνησης χρησιμοποιούνται επίσης το στρογγυλό και το πριονοειδές σπείρωμα. Με αυτά επιδιώκεται να επιτευχθεί μια γρήγορη ή μια σκόπιμα αργή κίνηση μεταξύ κοχλία και περικοχλίου συχνά επαναλαμβανόμενη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα σπειρωμάτων κίνησης είναι ο κοχλίας που δίνει κίνηση στις σιαγόνες της μέγγενης όπου μέσω του συστήματος κοχλία – περικόχλιο μετατρέπεται η περιστροφική κίνηση σε ευθύγραμμη.

Τύποι Σπειρωμάτων

Οι κυριότεροι τύποι σπειρωμάτων είναι οι εξής :

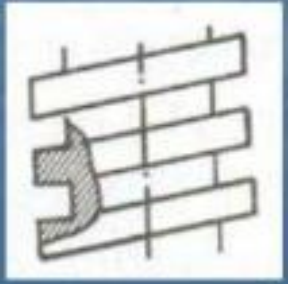
- **Το τριγωνικό**

  Τα πιο συνηθισμένα τριγωνικά σπειρώματα είναι:

  - Το Μετρικό (M), με γωνία κορυφής $\alpha=60^{o}$ και όλες τις διαστάσεις σε mm
  - Το Whitworth (W,R), με γωνία κορυφής $\alpha=55^{o}$ και όλες τις διαστάσεις σε ίντσες (¨)
- **Το τραπεζοειδές**, χρησιμοποιείται στους κοχλίες κίνησης
- **Το ορθογωνικό**, χρησιμοποιείται στους κοχλίες κίνησης
- **Το πριονοειδές**, μπορεί να δεχτεί μεγάλες αξονικές δυνάμεις σε μία μόνο κατεύθυνση
- **Τα ειδικά σπειρώματα** (πχ. Στρογγυλό) χρησιμοποιούνται σε λεπτά ελάσματα, στους ηλεκτρικούς λαμπτήρες και για κοχλίες που φθείρονται εύκολα

Τριγωνικό

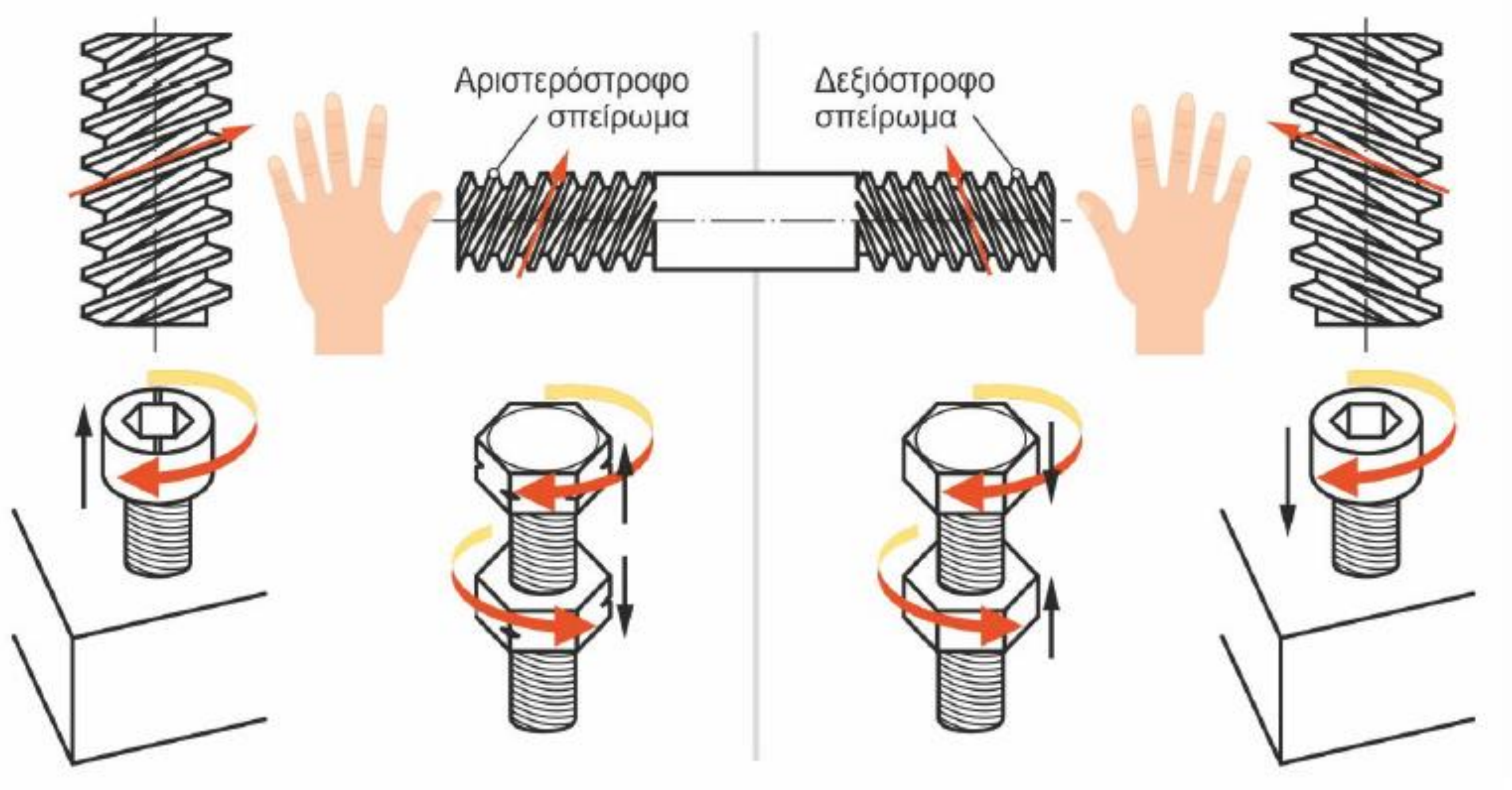
Τραπεζοειδές

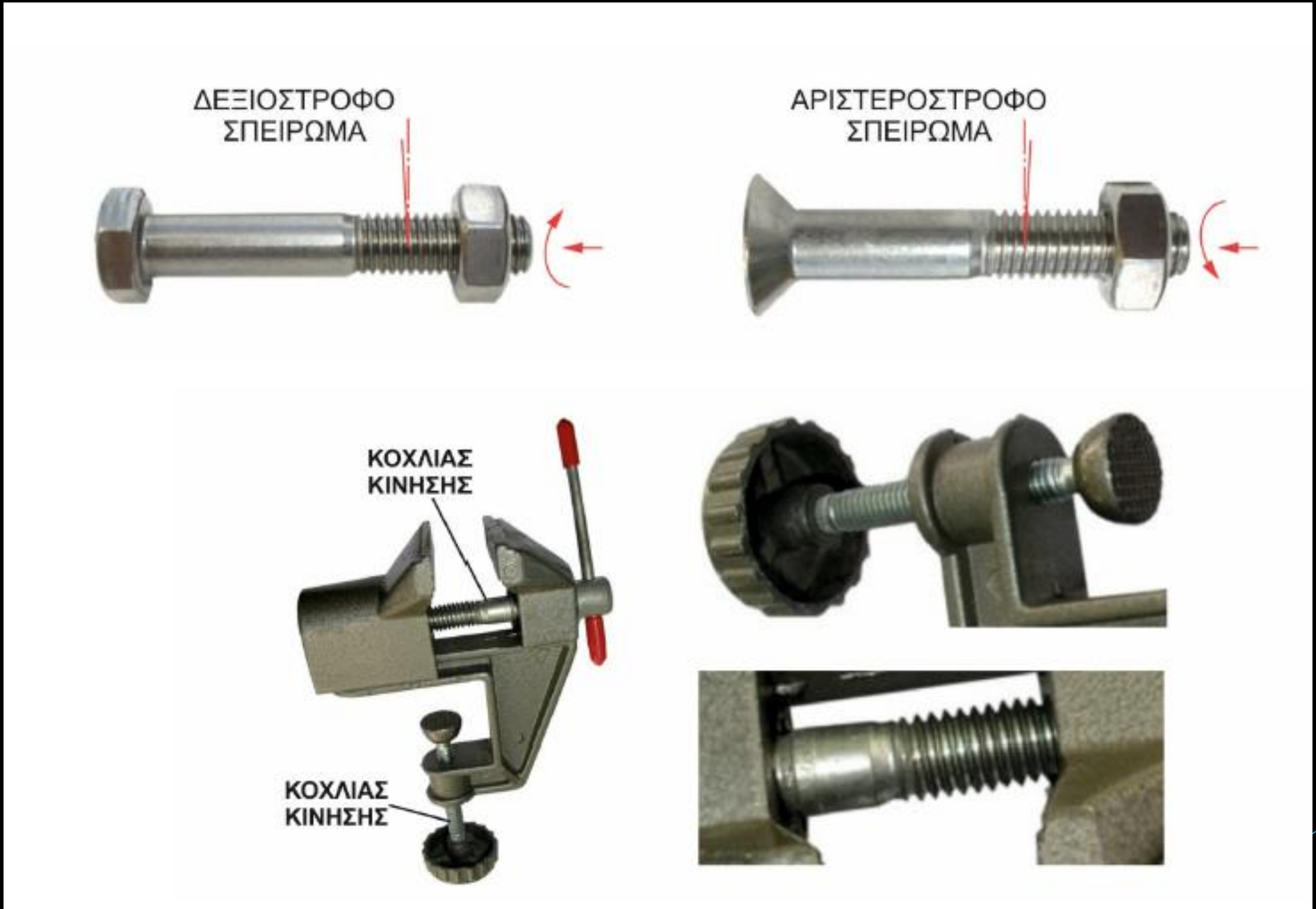


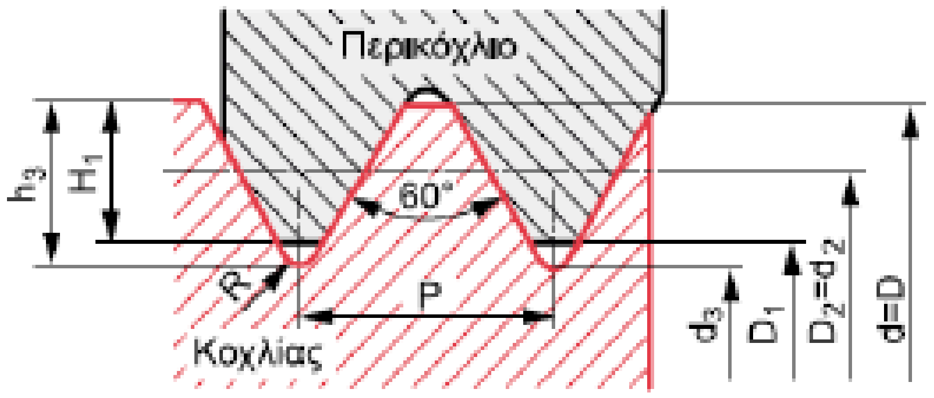
Ορθογωνικό

Πριονοειδές

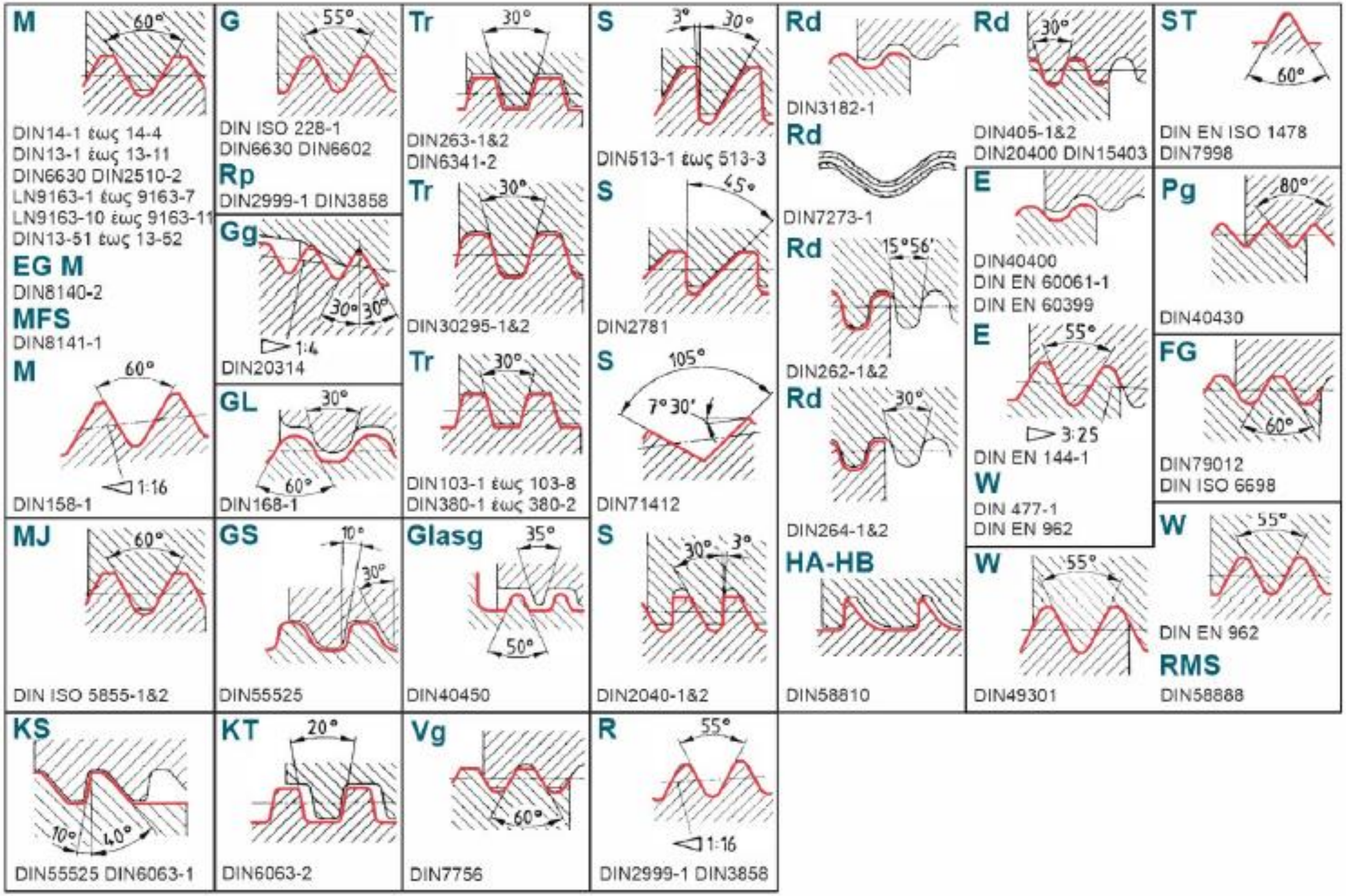
Στρογγυλό


Αριστερόστροφο
σπείρωμα
Δεξιόστροφο
σπείρωμα


ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΟ
ΣΠΕΙΡΩΜΑ
ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΟ
ΣΠΕΙΡΩΜΑ
ΚΟΧΛΙΑΣ
ΚΙΝΗΣΗΣ
ΚΟΧΛΙΑΣ
ΚΙΝΗΣΗΣ

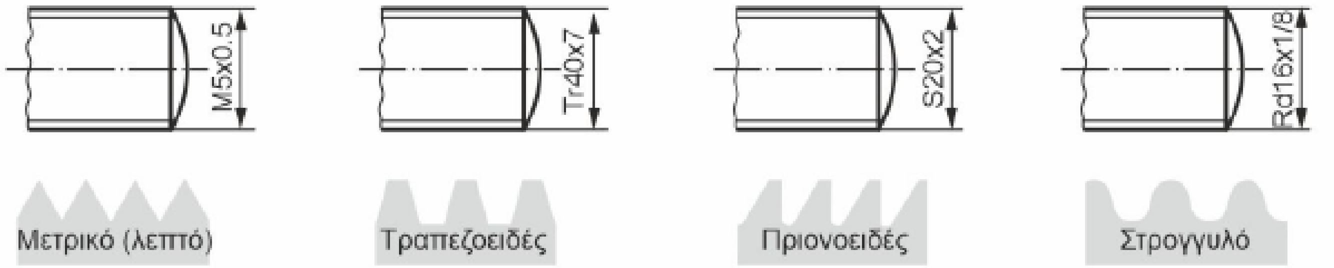


Ονομαστική διάμετρος		$d=D$
Βήμα σπειρώματος		P
Γωνία σπειρώματος		$60°$
Μέση διάμετρος σπειρώματος		$d_2=D_2=d-0{,}6495 \cdot P$
Εσωτερική διάμετρος:	Κοχλία	$d_3=d-1{,}2269 \cdot P$
	Περικόχλιου	$D_1=d-1{,}0825 \cdot P$
Βάθος σπειρώματος:	Κοχλία	$h_3=0{,}6134 \cdot P$
	Περικόχλιου	$H_1=0{,}5413 \cdot P$
Ακτίνα καμπυλότητας		$R=0{,}1443 \cdot P$
Διατομή σπειρώματος		$A_s=\frac{\pi}{4} \cdot (\frac{d_2+d_3}{2})$


M
60°
DIN14-1 έως 14-4
DIN13-1 έως 13-11
DIN6630 DIN2510-2
LN9163-1 έως 9163-7
LN9163-10 έως 9163-11
DIN13-51 έως 13-52
EG M
DIN8140-2
MFS
DIN8141-1
M
60°
1:16
DIN158-1
G
55°
DIN ISO 228-1
DIN6630 DIN6602
Rp
DIN2999-1 DIN3858
Gg
30° 30°
1:4
DIN20314
GL
30°
60°
DIN168-1
Tr
30°
DIN263-1&2
DIN6341-2
Tr
30°
DIN30295-1&2
Tr
30°
DIN103-1 έως 103-8
DIN380-1 έως 380-2
S
3° 30°
DIN513-1 έως 513-3
S
45°
DIN2781
S
105°
7°30'
DIN71412
Rd
DIN3182-1
Rd
DIN7273-1
Rd
15°56'
DIN262-1&2
Rd
30°
DIN264-1&2
Rd
30°
DIN405-1&2
DIN20400 DIN15403
E
DIN40400
DIN EN 60061-1
DIN EN 60399
E
55°
3:25
DIN EN 144-1
W
DIN 477-1
DIN EN 962
ST
60°
DIN EN ISO 1478
DIN7998
Pg
80°
DIN40430
FG
60°
DIN79012
DIN ISO 6698
MJ
60°
DIN ISO 5855-1&2
GS
10°
30°
DIN55525
Glasg
35°
50°
DIN40450
S
30° 3°
DIN2040-1&2
HA-HB
DIN58810
W
55°
DIN49301
W
55°
DIN EN 962
RMS
DIN58888
KS
10° 40°
DIN55525 DIN6063-1
KT
20°
DIN6063-2
Vg
60°
DIN7756
R
55°
1:16
DIN2999-1 DIN3858

Σύμβολο	Περιγραφή	Παράδειγμα	Επεξήγηση
M	Μετρικό σπείρωμα	M 16	Μετρικό σύστημα ονομαστικής διαμέτρου 20mm
R	Σπείρωμα Whitworth	R 1 1/4	Σπείρωμα Whitworth με ονομαστική διάμετρο 1 1/4" ή 41,910mm
Tr	Τραπεζοειδές σπείρωμα	Tr 20x4	Τραπεζοειδές σπείρωμα με ονομαστική διάμετρο 20mm και βήμα 4mm
Rd	Στρογγυλό σπείρωμα	Rd 10x1/10	Στρογγυλό σπείρωμα με ονομαστική διάμετρο 10mm και βήμα 1/10"
S	Πριονοειδές σπείρωμα	S 48x3	Πριονοειδές σπείρωμα με ονομαστική διάμετρο 48mm και βήμα 3mm

Τα σπειρώματα συμβολίζονται με ένα **γράμμα** που σχετίζεται με τη μορφή του σπειρώματος που πάντα συνοδεύεται από έναν αριθμό που δίνει την ονομαστική του διάμετρο



Πηγή : http: www.m3.tuc.gr

Ονομασία	Βήμα	Μέση διάμετρος	Εσωτερική διάμετρος (πυρήνα)		Βάθος σπειρώματος		Καμπυλότητα	Διάμετρος οπής	Διατομή
			Κοχλία	Περικοχλίου	Κοχλία	Περικοχλίου			
d=D	P	$D_2=d_2$	d_3	D_1	h_3	H_1	R	–	A_s
M 1	0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135	0,036	1,2	0,46
M 1,2	0,25	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135	0,036	1,4	0,73
M 1,6	0,35	1,373	1,170	1,221	0,215	0,189	0,051	1,8	1,27
M 2	0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217	0,058	2,4	2,07
M 2,5	0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244	0,065	2,9	3,39
M 3	0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	0,072	3,4	5,03
M 4	0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	0,101	4,5	8,73
M 5	0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	0,115	5,5	14,2
M 6	1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	0,144	6,6	20,1
M 8	1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	0,180	9	36,6
M 10	1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	0,217	11	58,0
M 12	1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	0,253	13,5	84,3
M 16	2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	0,289	17,5	157
M 20	2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	0,361	22	245
M 24	3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	0,433	26	353
M 30	3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	2,894	0,505	33	561
M 36	4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165	0,577	39	817
M 42	4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436	0,650	45	1120
M 48	5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706	0,722	52	1470
M 56	5,5	52,428	49,252	50,046	3,374	2,977	0,794	62	2030
M 64	6	60,103	56,639	57,505	3,681	3,248	0,866	70	2680

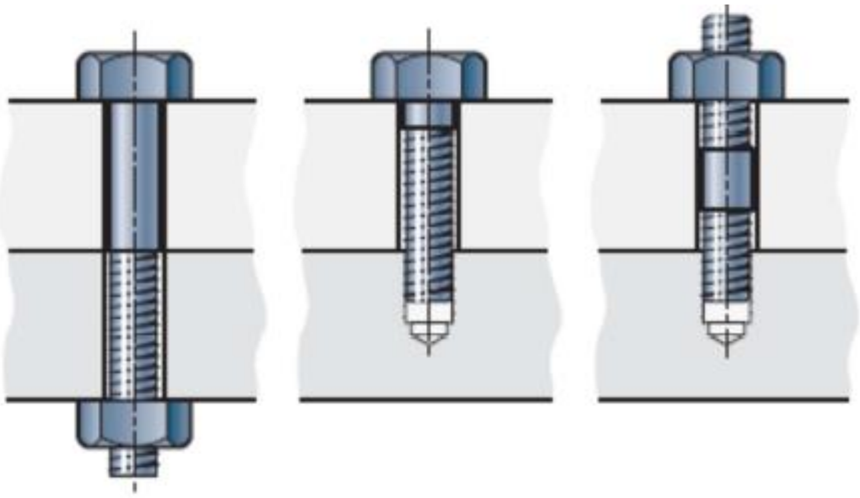
Το **Μετρικό σπείρωμα** κατά ISO είναι αυτό που έχει επικρατήσει στην Ευρώπη.

Κυκλοφορεί σε δύο κατηγορίες, το **κανονικό** και το **λεπτό** σπείρωμα.

Τα λεπτά μετρικά σπειρώματα έχουν μικρότερο πραγματικό βάθος και μικρότερο βήμα σε σχέση με τα κανονικά Μετρικά σπειρώματα και έτσι έχουν περίπου 15% υψηλότερη αντοχή αλλά όμως μεγαλύτερο κόστος.

Εχουμε Τρία κυρια είδη κοχλιών συνδεσης ή σύσφιξης μπορούμε να διακρίνουμε ανάλογα με τη μορφή και τη χρήση τους:

(α) το σύστημα κοχλία-περικοχλίου (bolt-nut),που χρησιμοποιείται για να συνδέσει δύο ή περισσότερα αναξάρτητα στοιχεία, περνώντας τον κοχλία από τις αντίστοιχες οπές και βιδώνοντας το περικόχλιο.
(β) τον βιδωτό κοχλία (screw), δηλαδή αυτόν που βιδώνεται σε τρύπα με σπείρωμα αντί του περικοχλίου, για να δημιουργήσει τη σύνδεση.
(γ) τον ακέφαλο κοχλία (stud) με σπείρωμα και στις δυο άκρες, όχι συμμετρικοί κατ΄ ανάγκη



1. Με τους κοχλίες (βίδες) συνδέουμε διάφορα στοιχεία μηχανών ή άλλα μεταλλικά και άλλων υλικών αντικείμενα. Το πλεονέκτημα που έχουν σε σχέση με τους ήλους, είναι ότιλύονται, δηλαδή μπορούμε να τους αφαιρέσουμε, να κάνουμε μια εργασία, και να τους επανατοποθετήσουμε. Τα αντικείμενα τα οποία συνδέουν οι κοχλίες ασφαλώς θα δέχονται ορισμένες δυνάμεις που μεταφέρονται σε αυτούς.

2. Επειδη οι κοχλίες δέχονται πολλών ειδών καταπονήσεις και κινδυνεύουν να χάσουν τις ιδιότητες που έχουν και τελικά να σπάσουν-γίνονται έλεγχοι ώστε να διαπιστωθεί αν η σύνδεση που κάνουν θα έχει πρόβλημα αντοχής.

3. Παρακάτω θα δούμε τις πιθανές καταπονήσεις των κοχλιών και τον τρόπο ελέγχου.

1) Αξονική φόρτιση. Οι κοχλίες σύνδεσης όταν έχουν σφιχτεί καταπονούνται σε εφελκυσμό διότι ενώ η κεφαλή μένει σταθερή το περικόχλιο όπως περιστρέφεται (βιδώνει) εφελκύει (τραβά) τον πυρήνα του κοχλία με αποτέλεσμα την καταπόνηση του πυρήνα σε εφελκυσμό. Για τον έλεγχο σε εφελκυσμό χρησιμοποιούμε τον γνωστό τύπο , σύμφωνα με τον οποίο υπολογίζουμε την τάση και πρέπει να είναι μικρότερη από την επιτρεπόμενη

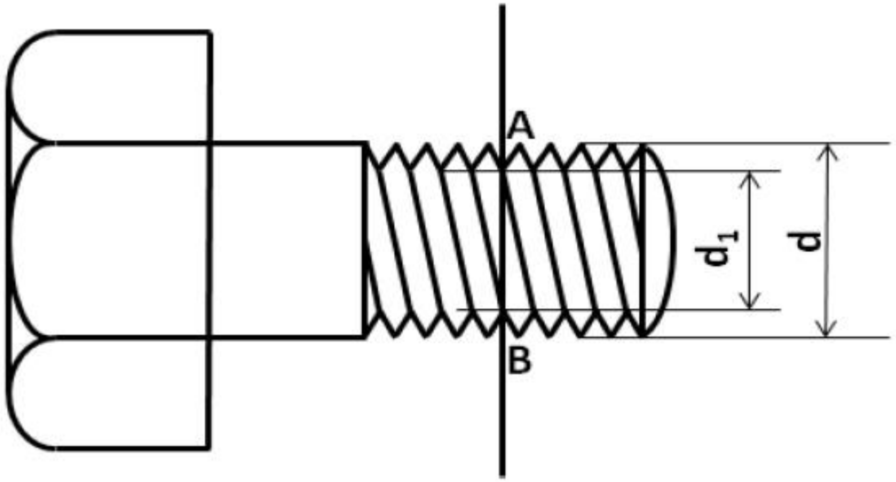
$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \sigma_{(\text{επιτρεπ})}$$

Όπου P είναι το φορτίο εφελκυσμού και A είναι το εμβαδόν της διατομής του πυρήνα. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται ένας κοχλίας και πρέπει να προσέξετε ότι για τον υπολογισμό της διατομής A παίρνουμε την διάμετρο d1 του πυρήνα και όχι την ονομαστική διάμετρο d. Αυτό γίνεται γιατί ο κοχλίας κινδυνεύει να κοπεί στη διατομή AB (επικίνδυνη δια τομή), όπου η
διάμετρος είναι μικρότερη από την ονομαστική. Όπως γνωρίζουμε οι υπολογισμοί αντοχής
των στοιχείων μηχανών γίνονται στη δυσμενέστερη διατομή.

$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \sigma_{(\epsilon\pi\iota\tau\rho\epsilon\pi)}$$

Όπου P είναι το φορτίο εφελκυσμού και A είναι το εμβαδόν της διατομής του πυρήνα.

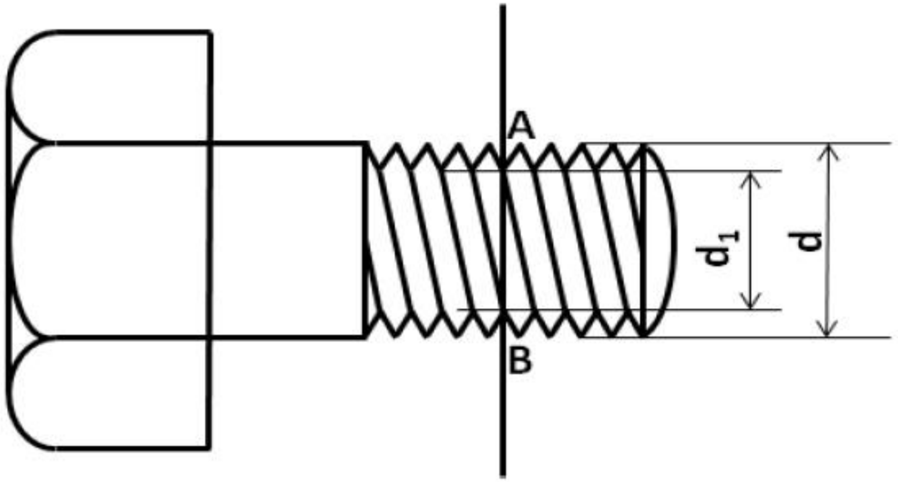
ΠΡΟΣΟΧΗ ! για τον υπολογισμό της διατομής Α **παίρνουμε την εσωτερική διάμετρο d1(ή διάμετρο του πυρήνα)** και όχι την εξωτερική διάμετρο d (ή ονομαστική διάμετρο d). Αυτό γίνεται γιατί ο κοχλίας κινδυνεύει να κοπεί στη διατομή ΑΒ (επικίνδυνη δια τομή), **όπου η διάμετρος είναι μικρότερη από την ονομαστική** γιατι οι υπολογισμοί αντοχής των στοιχείων μηχ ... ιατομή.



$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \sigma_{(\varepsilon\pi\iota\tau\rho\varepsilon\pi)}$$

Όπου P είναι το φορτίο εφελκυσμού και A είναι το εμβαδόν της διατομής του πυρήνα.

ΠΡΟΣΟΧΗ ! για τον υπολογισμό της διατομής A **παίρνουμε την διάμετρο d1** του πυρήνα και όχι την ονομαστική διάμετρο d. Αυτό γίνεται γιατί ο κοχλίας κινδυνεύει να κοπεί στη διατομή AB (επικίνδυνη δια τομή), **όπου η διάμετρος είναι μικρότερη από την ονομαστική** γιατι οι υπολογισμοί αντοχής των στοιχείων μηχανών γίνονται στη δυσμενέστερη διατομή.

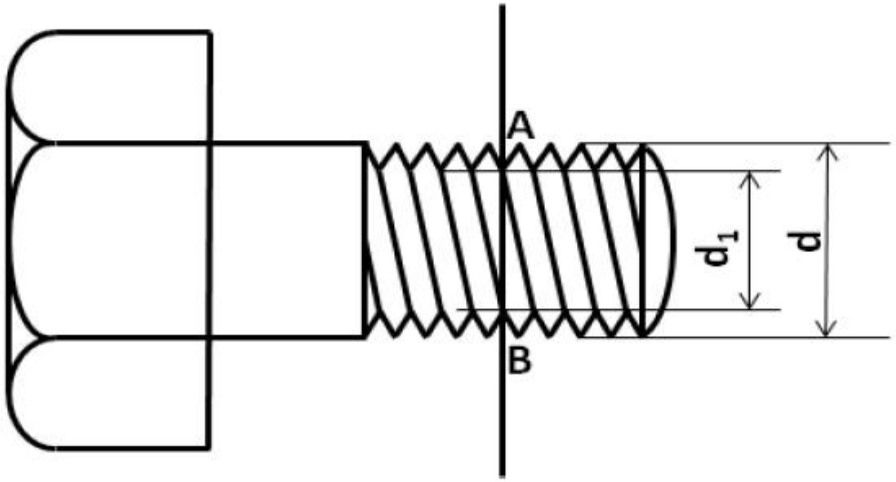


$$A = \frac{\pi \cdot (d_1)^2}{4}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \sigma_{(\epsilon\pi\iota\tau\rho\epsilon\pi)}$$

Όπου P είναι το φορτίο εφελκυσμού και A είναι το εμβαδόν της διατομής του πυρήνα.

ΠΡΟΣΟΧΗ ! για τον υπολογισμό της διατομής A **παίρνουμε την διάμετρο d1** του πυρήνα και όχι την ονομαστική διάμετρο d. Αυτό γίνεται γιατί ο κοχλίας κινδυνεύει να κοπεί στη διατομή AB (επικίνδυνη δια τομή), **όπου η διάμετρος είναι μικρότερη από την ονομαστική** γιατι οι υπολογισμοί αντοχής των στοιχείων μηχανών γίνονται στη δυσμενέστερη διατομή.



$$A = \frac{\pi \cdot (d_1)^2}{4}$$

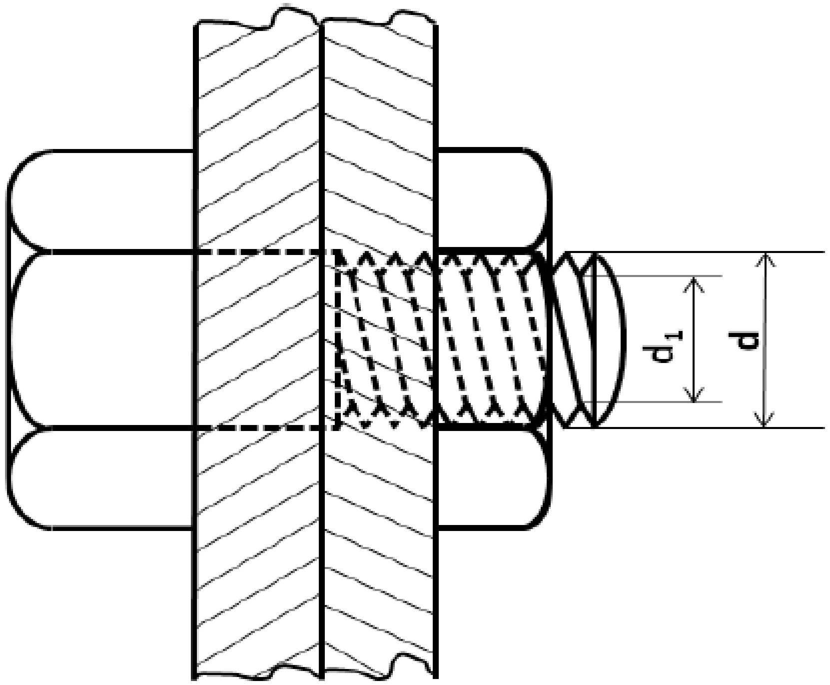
ΜΟΝΑΔΕΣ

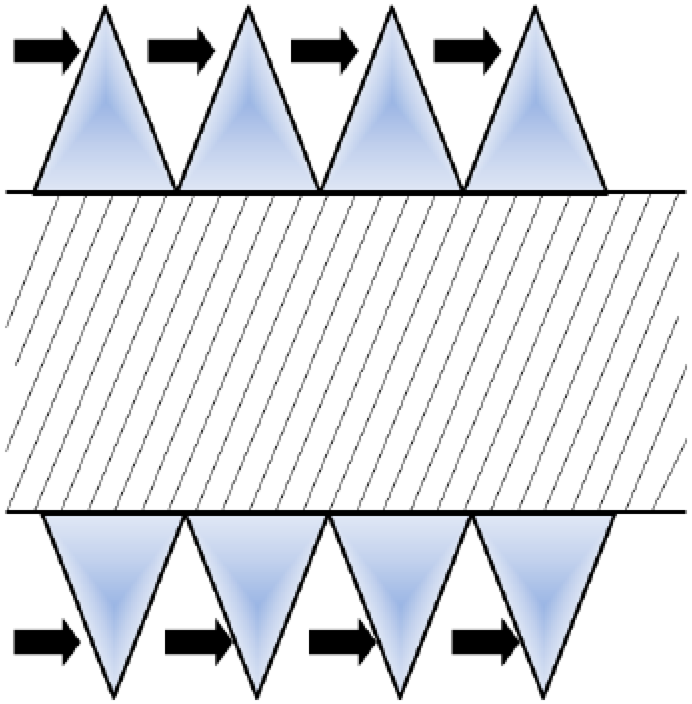
Στους τύπους που αναφέρθηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μονάδες εκείνες του SI, αλλά συνήθως για το μήκος χρησιμοποιείται το cm, για τη δύναμη το kp ή το daN και για την τάση το kp/cm^2 ή το daN/cm^2.

2) Επιφανειακή πίεση. Οι κοχλίες ενδέχεται να καταστραφούν λόγω θραύσης του σπειρώματός τους και η καταπόνηση ονομάζεται επιφανειακή πίεση ή πίεση επιφανείας

Αυτό σημαίνει το εξής: Εστω ότι ο κοχλίας εφελκύεται αλλά δεν έχει πρόβλημα αντοχής ο πυρήνας του. Όμως αν δεν έχουν βιδωθεί αρκετές σπείρες ή το υλικό δεν αντέχει, υπάρχει περίπτωση να καταστραφεί μόνο το σπείρωμα που δένει με το περικόχλιο. Αυτό θα συμβεί αν δεν αντέξουν οι σπείρες του κοχλία στην πίεση που ασκούν οι σπείρες του περικοχλίου. Την πιεση αυτην θα την παραλάβουν φυσικά μόνο οι σπείρες που βιδώνουν στο περικόχλιο και μόνο η επιφάνεια μεταξύ των διαμέτρων d και d1.

Εστω κοχλίας που συνδέει δύο μεταλλικά κομμάτια και να έχει τοποθετηθεί το περικόχλιο. Ο κοχλίας έχει συνολικά εννέα σπείρες. Το περικόχλιο έχει συσφίξει τις τέσσερις από αυτές. Αν θεωρήσουμε τον κοχλία σταθερό και μια δύναμη να τραβά το περικόχλιο προς τα δεξιά, αυτό κρατιέται από αυτές μόνο τις 4 σπείρες. Στο δεξιά σχήμα βλέπουμε τις 4 σπείρες να ωθούνται από τη δύναμη, η οποία κατανέμεται στις 4 σπείρες. Η επιφάνεια στην οποία ασκείται η δύναμη περιορίζεται ανάμεσα στους κύκλους με διαμέτρους d και d1.





Άρα, αν γενικά έχουμε **αριθμό καταπονούμενων σπειρών ίσο με z**, και για κάθε σπείρα η επιφάνεια που καταπονείται είναι η Ασπείρα, η επιφάνεια που δέχεται την πίεση θα έχει εμβαδόν ίσο με:

$$A_{συνολικό} = z \cdot A_{σπείρα} = z \cdot (A_d - A_{d_1}) = z \cdot \left\{ \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) - \left(\frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \right) \right\} = z \cdot \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)$$

Το εμβαδόν της επιφάνειας αυτής θα πρέπει να ελεγχθεί εάν αντέχει την εφελκυστική δύναμη F. Ως επιτρεπόμενη τάση (ρεπ) θα πάρουμε μία τιμή που δίνεται σε πίνακες για το υλικό του κοχλία. Αυτές οι επιτρεπόμενες τάσεις είναι σχετικά μικρές και εξαρτώνται από το είδος της καταπόνησης. Ο μαθηματικός τύπος με τον οποίο θα γίνει ο έλεγχος θα είναι:

$$p = \frac{F}{A_{συνολικό}} = \frac{F}{z \cdot A_{σπείρα}} = \frac{F}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} \leq p_{επ}$$

στους τύπους οι μονάδες είναι εκείνες του SI, αλλά πιο συχνά για το μήκος χρησιμοποιείται το cm, για τη δύναμη το kp ή το daN και για την τάση το kp/cm^2 ή το daN/cm^2.

3) Καταπόνηση σε διάτμηση. Οι κοχλίες συχνά καταπονούνται σε διάτμηση, με τρόπο παρόμοιο με τους ήλους. Ο τρόπος ελέγχου είναι ο ίδιος, δηλαδή ο γνωστός τύπος της τάσης.

$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{P}{\frac{\pi \cdot (d_1)^2}{4}} \leq \tau_{(επιτρεπ)}$$

με εμβαδόν επιφάνειας να θεωρείται το εμβαδόν του πυρήνα και επιτρεπόμενη τάση η διατμητική τεπ για το υλικό του κοχλία.

4) Σύνθετη καταπόνηση. Οι κοχλίες πολύ συχνά χρησιμοποιούνται σε μηχανές που κάνουν εργασίες που έχουν ως αποτέλεσμα να καταπονούνται οι κοχλίες ταυτόχρονα σε ποικιλία καταπονήσεων. Οι πιο συχνές είναι ο εφελκυσμός, η θλίψη και η στρέψη. Τότε λέμε ότι ο κοχλίας υφίσταται σύνθετη καταπόνηση. Σε αυτή την περίπτωση η τάση που θα αναπτυχθεί στον κοχλία δεν επιτρέπεται να είναι πολύ μεγάλη, όπως σε ένα απλό εφελκυσμό. **Γι' αυτό η επιτρεπόμενη τάση είναι τα ¾ της επιτρεπόμενης στον εφελκυσμό.** Αυτό σημαίνει ότι αν είχαμε απλό εφελκυσμό η μέγιστη επιτρεπτή δύναμη θα ήταν:

$$\text{Fmax} = \sigma\varepsilon\pi\iota\tau\rho * A$$

Αν όμως έχουμε σύνθετη καταπόνηση, η μέγιστη δύναμη θα είναι μικρότερη από την προηγούμενη κατά τα ¾ αυτής, διότι θα ισχύει:

$$\text{Fmax} = \frac{3}{4}\sigma\varepsilon\pi\iota\tau\rho \; * \; A \qquad \mathbf{A} = \frac{\pi \cdot (d_1)^2}{4}$$

4) Σύνθετη καταπόνηση. Οι κοχλίες πολύ συχνά χρησιμοποιούνται σε μηχανές που κάνουν εργασίες που έχουν ως αποτέλεσμα να καταπονούνται οι κοχλίες ταυτόχρονα σε ποικιλία καταπονήσεων. Οι πιο συχνές είναι ο εφελκυσμός, η θλίψη και η στρέψη. Τότε λέμε ότι ο κοχλίας υφίσταται σύνθετη καταπόνηση. Σε αυτή την περίπτωση η τάση που θα αναπτυχθεί στον κοχλία δεν επιτρέπεται να είναι πολύ μεγάλη, όπως σε ένα απλό εφελκυσμό. **Γι' αυτό η επιτρεπόμενη τάση είναι τα ¾ της επιτρεπόμενης στον εφελκυσμό.** Αυτό σημαίνει ότι αν είχαμε απλό εφελκυσμό η μέγιστη επιτρεπτή δύναμη θα ήταν:

$$\text{Fmax} = \sigma\varepsilon\pi\iota\tau\rho * A$$

Αν όμως έχουμε σύνθετη καταπόνηση, η μέγιστη δύναμη θα είναι μικρότερη από την προηγούμενη κατά τα ¾ αυτής, διότι θα ισχύει:

$$\text{Fmax} = \frac{3}{4}\sigma\varepsilon\pi\iota\tau\rho \; * \; A$$

$$A = \frac{\pi \cdot (d_1)^2}{4}$$

Α είναι το εμβαδόν της διατομής του πυρήνα (διάμετρος d1)

4) Σύνθετη καταπόνηση. Γι' αυτό η επιτρεπόμενη τάση είναι τα ¾ της επιτρεπόμενης στον εφελκυσμό. Αυτό σημαίνει ότι αν είχαμε απλό εφελκυσμό η μέγιστη επιτρεπτή δύναμη θα ήταν:

$$F_{max} = \frac{3}{4} \cdot \sigma_{\varepsilon\pi} \cdot A = \frac{3}{4} \cdot \sigma_{\varepsilon\pi} \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \approx 0{,}6 \cdot d_1^2 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}$$

ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΟΧΛΙΑ που καταπονείται σε απλο εφελκυσμό ή σύνθετη καταπόνηση, διατομή A, η οποία θα είναι ίση με:

Απλή καταπόνηση

$$Fmax = \sigma_{επιτρ} * A$$

$$A = \frac{Fmax}{\sigma_{επιτρεπ}}$$

Σύνθετη καταπόνηση

$$Fmax = \frac{3}{4} * \sigma επι_{τρ} * A$$

$$A = \frac{Fmax}{\frac{3}{4} * \sigma_{επιτρεπ}}$$

$$\boxed{A = \frac{4}{3} * \frac{Fmax}{\sigma_{επιτρεπ}}}$$

ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΟΧΛΙΑ που καταπονείται σε απλο εφελκυσμό ή σύνθετη καταπόνηση, διατομή Α, η οποία θα είναι ίση με:

Απλή καταπόνηση

$$\mathbf{A} = \frac{\boldsymbol{Fmax}}{\boldsymbol{\sigma_{\varepsilon\pi\iota\tau\rho\varepsilon\pi}}}$$

Σύνθετη καταπόνηση

$$\boxed{\mathbf{A} = \frac{\mathbf{4}}{\mathbf{3}} * \frac{\boldsymbol{Fmax}}{\boldsymbol{\sigma_{\varepsilon\pi\iota\tau\rho\varepsilon\pi}}}}$$

Στην **συνθετη καταπόνηση** η διατομή του κοχλία θα πρεπει να είναι κατά 4/3 μεγαλύτερη (από τη διατομή στον απλό εφελκυσμό) για να αντέξει ο κοχλίας.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: ΠΕΝΤΕ ΕΙΔΗ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1) Ζητούνται οι διαστάσεις του κοχλία (ουσιαστικά μόνο την διάμετρο του πυρήνα ή την ονομαστική). Στην περίπτωση αυτή θα
βρίσκουμε τη διατομή από τον έλεγχο αντοχής που είναι κατάλληλος για την περίπτωση και θα προχωράμε στον υπολογισμό της διαμέτρου.

2) Ελεγχος της αντοχή του κοχλία. Στη δεύτερη θα υπολογίζουμε την αναπτυσσόμενη τάση και θα τη συγκρίνουμε με την επιτρεπόμενη.

3) Ζητείται το μέγιστο φορτίο αντοχής του κοχλία , οπότε το υπολογίζουμε με την σχέση

$$\mathrm{Fmax} = \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{\varepsilon\pi\iota\tau\rho}} * \mathrm{A} \qquad \mathrm{Fmax} = \frac{\mathbf{3}}{\mathbf{4}} * \boldsymbol{\sigma\varepsilon\pi\iota}_{\boldsymbol{\tau\rho}} * \mathrm{A}$$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: ΠΕΝΤΕ ΕΙΔΗ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

4) Ζητείται και έλεγχος του κοχλία ή των κοχλιών σε συγκεκριμένη καταπόνηση, όπως ας πούμε σε επιφανειακή πίεση ή διάτμηση.

Πολλές φορές κάνοντας έλεγχο της αντοχής ενός κοχλία υπολογίζουμε τη διάμετρό του, η οποία είναι αρκετή για την καταπόνηση από την οποία προέκυψε, όμως ίσως δεν είναι ικανή σε μια άλλη καταπόνηση.

Για παράδειγμα στην άσκηση μπορεί να μας λέει ότι είναι σε επαφή πέντε σπείρες, αλλά αυτές να αποδειχτεί ότι είναι λίγες γιατί δεν αντέχουν σε πίεση επιφανείας.

5) Ζητείται να υπολογίσουμε πόσες σπείρες είναι απαραίτητες για να αντέξει το σπείρωμα.

ΑΣΚΗΣΗ 4.1) Να υπολογιστεί ένας κοχλίας που καταπονείται σε εφελκυσμό με μέγιστη δύναμη F=2000 kp και το υλικό με το οποίο είναι κατασκευασμένος έχει σεπ=800 kp/cm2. 2. Κατόπιν να τον υπολογίσετε αν η καταπόνηση ήταν σύνθετη.

Λυση: 1. Απλός εφελκυσμός: Χρησιμοποιούμε την γνωστή σχέση, από την οποία υπολογίζεται η διατομή του πυρήνα του κοχλία:

$$\sigma = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow A = \frac{2000kp}{800\,{}^{kp}/_{cm^2}} \Rightarrow A = 2{,}5cm^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \Rightarrow d_1^2 = \frac{4 \cdot A}{\pi} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2{,}5cm^2}{3{,}14}} \Rightarrow d_1 = 1{,}78cm = 17{,}8mm$$

ΑΣΚΗΣΗ 4.1) Να υπολογιστεί ένας κοχλίας που καταπονείται σε εφελκυσμό με μέγιστη δύναμη F=2000 kp και το υλικό με το οποίο είναι κατασκευασμένος έχει σεπ=800 kp/cm2. 2. Κατόπιν να τον υπολογίσετε αν η καταπόνηση ήταν σύνθετη.

Λυση: 1. Απλός εφελκυσμός: Χρησιμοποιούμε την γνωστή σχέση, από την οποία υπολογίζεται η διατομή του πυρήνα του κοχλία:

$$\sigma = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow A = \frac{2000kp}{800\, {}^{kp}/_{cm^2}} \Rightarrow A = 2{,}5cm^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \Rightarrow d_1^2 = \frac{4 \cdot A}{\pi} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2{,}5cm^2}{3{,}14}} \Rightarrow d_1 = 1{,}78cm = 17{,}8mm$$

Η διάμετρος του πυρήνα θα είναι τουλάχιστον 17,8 mm.
Αν δούμε τον πίνακα καταλήγουμε σε κοχλία με ονομαστική διάμετρο M22, ο οποίος έχει διάμετρο d1=18,933 mm.

Οι κοχλίες των οποίων οι ονομαστικές διάμετροι είναι σημειωμένες είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι. Οι κενές γραμμές αντιστοιχούν κοχλίες λιγότερο χρησιμοποιούμενοι.

Για να βρούμε την ονομαστική τους διάμετρο υπολογίζουμε το άθροισμα της διαμέτρου του πυρήνα συν δύο βάθη σπειρώματος.

	Βήμα	Διάμετρος πλευρών	Διάμετρος πυρήνα		Βάθος σπειρώματος	
Σειρά 1	h	d2=D2	d1	D1	t1	T1
M 1	0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135
	0,25	0,938	0,793	0,829	0,153	0,135
M 1,2	0,25	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135
	0,3	1,205	1,032	1,075	0,184	0,162
M 1,6	0,35	1,373	1,171	1,221	0,215	0,189
	0,35	1,573	1,371	1,421	0,215	0,189
M 2	0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217
	0,45	1,908	1,648	1,713	0,276	0,244
M 2,5	0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244
M 3	0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271
	0,6	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325
M 4	0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379
	0,75	4,013	3,580	3,688	0,460	0,406
M 5	0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433
M 6	1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541
	1	6,350	5,773	5,917	0,613	0.541
M 8	1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677
	1,25	8,188	7,466	7,647	0,767	0,677
M 10	1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812
	1,5	10,026	9,160	9,376	0,920	0,812
M 12	1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947
	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083
M 16	2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083
	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353
M 20	2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353
	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353
M 24	3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624
	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624
M 30	3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894
	3,5	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894
M 36	4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165
	4	36,402	34,093	34,670	2,454	2,165
M 42	4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436
	4,5	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436
M 48	5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706
	5	48,752	45,866	46,587	3,067	2,706

ΑΣΚΗΣΗ 4.1) Να υπολογιστεί ένας κοχλίας που καταπονείται σε εφελκυσμό με μέγιστη δύναμη F=2000 kp και το υλικό με το οποίο είναι κατασκευασμένος έχει σεπ=800 kp/cm2. 2. Κατόπιν να τον υπολογίσετε αν η καταπόνηση ήταν σύνθετη.

Λυση: 1. Σύνθετη Καταπόνηση: Χρησιμοποιούμε την σχέση και λύνουμε ως προς d1

$$\mathrm{Fmax} = \frac{3}{4} * \boldsymbol{\sigma\varepsilon\pi\iota}_{\tau\rho} * \mathrm{A}$$

$$F_{max} = \frac{3}{4} \cdot \sigma_{\varepsilon\pi} \cdot A = \frac{3}{4} \cdot \sigma_{\varepsilon\pi} \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \approx 0{,}6 \cdot d_1^2 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}$$

$$F_{max} = 0{,}6 \cdot d_1^2 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow d_1^2 = \frac{F_{max}}{0{,}6 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{F_{max}}{0{,}6 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{2000kp}{0{,}6 \cdot 800\, {}^{kp}/_{cm^2}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_1 = 2{,}04cm = 20{,}4mm$$

ΑΣΚΗΣΗ 4.1) Λυση: 1. Σύνθετη Καταπόνηση: Χρησιμοποιούμε την σχέση και λύνουμε ως προς d1

$$F_{max} = 0{,}6 \cdot d_1^2 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow d_1^2 = \frac{F_{max}}{0{,}6 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{F_{max}}{0{,}6 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{2000kp}{0{,}6 \cdot 800\, {}^{kp}/_{cm^2}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_1 = 2{,}04cm = 20{,}4mm$$

Βρέθηκε στην περιπτωση αυτή μεγαλύτερη διάμετρος πυρήνα.
Από τον ίδιο πίνακα του βιβλίου βρίσκουμε κοχλία με ονομαστική διάμετρο M27 με διάμετρο d1=23,319 mm. Για λίγο δεν είναι αποδεκτός ο M24.

ΑΣΚΗΣΗ 4.2) Ένας κοχλίας καταπονείται σε απλό εφελκυσμό με μέγιστη δύναμη Q=3000kp και το υλικό του έχει σεπ=1000 kp/cm2 και ρεπ=200 kp/cm2. 1) Να υπολογίσετε την απαιτούμενη διάμετρό του ώστε να αντέχει την δύναμη Q. 2) Αν το περικόχλιο είναι σε επαφή με 4 σπείρες να γίνει έλεγχος σε επιφανειακή πίεση. 3) Αν ο κοχλίας δεν αντέχει στην πίεση επιφανείας, να υπολογίσετε πόσες σπείρες θα έπρεπε να συνεργάζονται με το περικόχλιο.

Λύση: 1). Για τον απλό εφελκυσμό εφαρμόζουμε τον γνωστό τύπο ελέγχου και έχουμε:

$$\sigma = \frac{Q}{A} \Rightarrow A = \frac{Q}{\sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow A = \frac{3000}{1000} \Rightarrow A = 3cm^2$$

Από την διατομή του πυρήνα υπολογίζεται η διάμετρός του:

$$A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \Rightarrow d_1^2 = \frac{4 \cdot A}{\pi} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 3}{3,14}} \Rightarrow d_1 = 1,954cm = 19,54mm$$

ΑΣΚΗΣΗ 4.2) Από τον πίνακα 14.4.α της σελίδας 316 του σχολικού βιβλίου καταλήγουμε σε κοχλία με ονομαστική διάμετρο Μ24, ο οποίος έχει διάμετρο d1=20,319 mm και βήμα 3 mm.

2). Για τον έλεγχο σε επιφανειακή πίεση χρησιμοποιούμε τον τύπο 4.5.

$$p = \frac{F}{A_{\sigma\upsilon\nu o\lambda\iota\kappa\acute{o}}} = \frac{F}{z \cdot A_{\sigma\pi\varepsilon\acute{\iota}\rho\alpha}} = \frac{F}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} \leq p_{\varepsilon\pi}$$

Στον τύπο αυτό πρέπει να γνωρίζουμε την ονομαστική διάμετρο του κοχλία η οποία είναι 24 mm =2,4 cm. Ως διάμετρο σπειρώματος βάζουμε στον τύπο όχι τα 19,54 mm που βρήκαμε αλλά τα 20,319 mm=2,0319 cm του κοχλία που θα χρησιμοποιηθεί.

$$p = \frac{Q}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} = \frac{3000}{4 \cdot \frac{3{,}14}{4} \cdot (2{,}4^2 - 2{,}0319^2)} = 586 \, {}^{kp}/_{cm^2} \geq p_{\varepsilon\pi} = 200 \, {}^{kp}/_{cm^2}$$

ΑΣΚΗΣΗ 4.2)

$$p = \frac{Q}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} = \frac{3000}{4 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (2,4^2 - 2,0319^2)} = 586 \, {}^{kp}/_{cm^2} \geq p_{\varepsilon\pi} = 200 \, {}^{kp}/_{cm^2}$$

Επομένως δεν αντέχει σε πίεση επιφανείας ο κοχλίας.

3). Για να βρεθεί ο αριθμός των σπειρών που πρέπει να είναι σε επαφή με το περικόχλιο για να αντέξουν, πρέπει να λύσουμε την εξίσωση 4.5 ως προς z θέτοντας όπου η p την ρεπ.

$$p_{\varepsilon\pi} = \frac{Q}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} \Rightarrow z = \frac{Q}{p_{\varepsilon\pi} \cdot \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow z = \frac{3000}{200 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (2,4^2 - 2,0319^2)} = 11,72 \, \sigma\pi\varepsilon\acute{\iota}\rho\varepsilon\varsigma$$

ΑΣΚΗΣΗ 4.2)

$$p = \frac{Q}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} = \frac{3000}{4 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (2,4^2 - 2,0319^2)} = 586 \, {}^{kp}/_{cm^2} \geq p_{\varepsilon\pi} = 200 \, {}^{kp}/_{cm^2}$$

Επομένως δεν αντέχει σε πίεση επιφανείας ο κοχλίας.

3). Για να βρεθεί ο αριθμός των σπειρών που πρέπει να είναι σε επαφή με το περικόχλιο **για να αντέξουν**, πρέπει να λύσουμε την παρακάτω εξίσωση ως προς z θέτοντας όπου η p την pεπ.

$$p_{\varepsilon\pi} = \frac{Q}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} \Rightarrow z = \frac{Q}{p_{\varepsilon\pi} \cdot \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow z = \frac{3000}{200 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (2,4^2 - 2,0319^2)} = 11,72 \, \sigma\pi\varepsilon i\rho\varepsilon\varsigma$$

ΑΣΚΗΣΗ 4.2)

$$p = \frac{Q}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} = \frac{3000}{4 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (2,4^2 - 2,0319^2)} = 586 \, {}^{kp}\!/_{cm^2} \geq p_{\varepsilon\pi} = 200 \, {}^{kp}\!/_{cm^2}$$

Επομένως δεν αντέχει σε πίεση επιφανείας ο κοχλίας.

3). Για να βρεθεί ο αριθμός των σπειρών που πρέπει να είναι σε επαφή με το περικόχλιο **για να αντέξουν**, πρέπει να λύσουμε την παρακάτω εξίσωση ως προς z θέτοντας όπου η p την pεπ.

$$p_{\varepsilon\pi} = \frac{Q}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} \Rightarrow z = \frac{Q}{p_{\varepsilon\pi} \cdot \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow z = \frac{3000}{200 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (2,4^2 - 2,0319^2)} = 11,72 \, \sigma\pi\varepsilon\acute{\iota}\rho\varepsilon\varsigma$$

Εφόσον το z=11,72 σπείρες θα πρέπει οι σπείρες να είναι στον πλησιέστερο μεγαλύτερο ακέραιο δηλαδη 12, άρα το περικόχλιο πρέπει να είναι σε επαφή με 12 σπείρες.

ΑΣΚΗΣΗ 4.3) Πέντε κοχλίες συνδέουν δύο ελάσματα και καταπονούνται σε διάτμηση με δύναμη **Q=18.000 kp** και το υλικό τους έχει τεπ=1000 kp/cm^2. Να υπολογίσε τε την απαιτούμενη διάμετρό τους ώστε να αντέχουν.

Απάντηση: Για τον υπολογισμό σε διάτμηση θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 4.6, όπου ως φορτίο όμως θα πάρουμε το που αντιστοιχεί σε κάθε κοχλία και θα είναι ίσο με **Q/5=3600 kp,** ενώ Α θα είναι η διατομή του πυρήνα με διάμετρο d1. έχουμε:

$$\tau = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi\cdot(d_1)^2}{4}} = \tau_{(\varepsilon\pi\iota\tau\rho\varepsilon\pi)}$$

$$\tau = \frac{Q_1}{A} \Rightarrow \tau = \frac{Q_1}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} = \tau_{\varepsilon\pi} \Rightarrow d_1^2 = \frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \tau_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 3600kp}{3{,}14 \cdot 1000 \, {}^{kp}/_{cm^2}}} \Rightarrow d_1 = 2{,}14cm = 21{,}4mm$$

	Βήμα	Διάμετρος πλευρών	Διάμετρος πυρήνα		Βάθος σπειρώματος	
Σειρά 1	h	d2=D2	d1	D1	t1	T1
M 1	0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135
	0,25	0,938	0,793	0,829	0,153	0,135
M 1,2	0,25	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135
	0,3	1,205	1,032	1,075	0,184	0,162
M 1,6	0,35	1,373	1,171	1,221	0,215	0,189
	0,35	1,573	1,371	1,421	0,215	0,189
M 2	0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217
	0,45	1,908	1,648	1,713	0,276	0,244
M 2,5	0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244
M 3	0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271
	0,6	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325
M 4	0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379
	0,75	4,013	3,580	3,688	0,460	0,406
M 5	0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433
M 6	1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541
	1	6,350	5,773	5,917	0,613	0.541
M 8	1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677
	1,25	8,188	7,466	7,647	0,767	0,677
M 10	1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812
	1,5	10,026	9,160	9,376	0,920	0,812
M 12	1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947
	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083
M 16	2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083
	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353
M 20	2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353
	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353
M 24	3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624
	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624
M 30	3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894
	3,5	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894
M 36	4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165
	4	36,402	34,093	34,670	2,454	2,165
M 42	4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436
	4,5	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436
M 48	5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706
	5	48,752	45,866	46,587	3,067	2,706

Επομένως η διάμετρος του πυρήνα των κοχλιών θα είναι 21,4 mm και σύμφωνα με τον
Πίνακα, ο κοχλίας θα έχει ονομαστική διάμετρο M27 που έχει διάμετρο πυρήνα 23,319 mm.

ΑΣΚΗΣΗ 4.4) Ένας σφιγκτήρας χρησιμοποιείται για να τεντώνει ένα συρμα τόσχοινο και το περικόχλιό του έχει 10 σπείρες. Η εφελκυστική δύναμη είναι Q=4000 kp και το υλικό του σφιγκτήρα αλλά και του κοχλία έχει $\sigma_{\varepsilon\pi}$=1100 kp/cm^2 και $p_{\varepsilon\pi}$=140 kp/cm^2. Να υπολογίσετε τον κοχλία ώστε να αντέχει σε εφελκυσμό και να ελέγξετε αν αντέχει τότε σε επιφανειακή πίεση το σπείρωμά του.

Απάντηση:

Ο υπολογισμός του κοχλία θα γίνει από τον έλεγχο της αντοχής του σε εφελκυσμό.

$$\sigma = \frac{Q}{A} \Rightarrow A = \frac{Q}{\sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow A = \frac{4000}{1100} \Rightarrow A = 3{,}64cm^2$$

Η διατομή του πυρήνα Α έχει εμβαδόν ίσο με 3,64 cm^2. Από αυτό βρίσκουμε τη διάμετρο που πρέπει αν έχει ο πυρήνας:

$$A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \Rightarrow d_1^2 = \frac{4 \cdot A}{\pi} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 3{,}64}{3{,}14}} \Rightarrow d_1 = 2{,}153cm = 21{,}53mm$$

Η διατομή του πυρήνα Α έχει εμβαδόν ίσο με 3,64 cm^2. Από αυτό βρίσκουμε τη διάμετρο που πρέπει αν έχει ο πυρήνας: Αυτή είναι η διάμετρος του πυρήνα. Από τον πίνακα επιλέγουμε κοχλία με ονομαστική διάμετρο Μ27, ο οποίος έχει διάμετρο d1=23,319 mm. Αφού η ονομαστική διάμετρος του κοχλία είναι 27 mm σημαίνει ότι έχουμε d=27 mm, και θα χρησιμοποιήσουμε την σχέση για τον έλεγχο της επιφανειακής πίεσης. Θα λάβουμε υπ' όψιν ότι z=10 και ρεπ=140 kp/cm^2 και θα υπολογίσουμε:

$$p = \frac{Q}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} = \frac{4000}{10 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (2,7^2 - 2,3319^2)} = 275 \, {}^{kp}/_{cm^2} \geq p_{\varepsilon\pi} = 140 \, {}^{kp}/_{cm^2}$$

Επομένως ο κοχλίας αν και αντέχει σε εφελκυσμό δεν αντέχει σε επιφανειακή πίεση. Για να αντέχει ο κοχλίας σε επιφανειακή πίεση θα πρέπει ή να αυξηθούν οι σπείρες του σφιγκτήρα ή να μεγαλώσει ο κοχλίας ώστε το σπείρωμά του να έχει μεγαλύτερη επιφάνεια.

Άσκηση 4.5) Έχει υπολογιστεί ότι το φορτίο που θα παραλάβει ένας κοχλίας μιας πρέσας είναι Q=2000 kp. Αν επιλεγεί κοχλίας από χάλυβα με σεπ=1200 kp/cm^2 να υπολογίσετε **τη διάμετρο που πρέπει να έχει.** Να θεωρήσετε ότι ο κοχλίας θα υφίστα ται σύνθετη καταπόνηση.

Ο υπολογισμός του κοχλία σε σύνθετη καταπόνηση γίνεται με βάση τον παρακάτω τύπο. Έχοντας γνωστό το φορτίο Q (στον τύπο αντικαθιστούμε την F με Q) και την επιτρεπόμενη τάση, λύνουμε την εξίσωση ως προς τη διάμετρο του πυρήνα:

$$Q_{max} = 0{,}6 \cdot d_1^2 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow d_1^2 = \frac{Q_{max}}{0{,}6 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{2000kp}{0{,}6 \cdot 1200\ {}^{\mathrm{kp}}/_{\mathrm{cm}^2}}} \Rightarrow d_1 = 1{,}667cm = 16{,}67mm$$

Άσκηση 4.5) Έχει υπολογιστεί ότι το φορτίο που θα παραλάβει ένας κοχλίας μιας πρέσας είναι Q=2000 kp. Αν επιλεγεί κοχλίας από χάλυβα με σεπ=1200 kp/cm^2 να υπολογίσετε **τη διάμετρο που πρέπει να έχει.** Να θεωρήσετε ότι ο κοχλίας θα υφίσταται σύνθετη καταπόνηση.

Ο υπολογισμός του κοχλία σε σύνθετη καταπόνηση γίνεται με βάση τον παρακάτω τύπο. Έχοντας γνωστό το φορτίο Q (στον τύπο αντικαθιστούμε την F με Q) και την επιτρεπόμενη τάση, λύνουμε την εξίσωση ως προς τη διάμετρο του πυρήνα:

$$Q_{max} = 0{,}6 \cdot d_1^2 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow d_1^2 = \frac{Q_{max}}{0{,}6 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{2000kp}{0{,}6 \cdot 1200\ \mathrm{kp}/_{\mathrm{cm}^2}}} \Rightarrow d_1 = 1{,}667cm = 16{,}67mm$$

Επομένως η διάμετρος του πυρήνα θα είναι d_1=16,67mm. Από τον πίνακα επιλέγεται κοχλίας M20.

Άσκηση 4.6) Έχουμε κοχλία Μ24 από υλικό με σεπ=1000 kp/cm2. Να προσδιορίσε τε το μέγιστο φορτίο που μπορεί να δεχτεί: α) αν φορτιστεί σε εφελκυσμό και β) αν υφίσταται σύνθετη καταπόνηση.

Για τον υπολογισμό τον κοχλιών λαμβάνεται στους τύπους η διάμετρος του πυρήνα d_1 την οποία θα βρούμε εδώ από τον πίνακα 14.4.α του βιβλίου, όπου για κοχλία Μ24 είναι d_1=20,319 mm=2,0319 cm.

Ο υπολογισμός των δύο δυνάμεων θα γίνει χωριστά για τις δύο καταπονήσεις. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι οι υπολογισμοί γίνονται με μονάδα του μήκους το cm.

$$A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \Rightarrow A = \frac{3{,}14 \cdot (2{,}0319cm)^2}{4} \Rightarrow A = 3{,}24cm^2$$

	Βήμα	Διάμετρος πλευρών	Διάμετρος πυρήνα		Βάθος σπειρώματος	
Σειρά 1	h	d2=D2	d1	D1	t1	T1
M 1	0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135
	0,25	0,938	0,793	0,829	0,153	0,135
M 1,2	0,25	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135
	0,3	1,205	1,032	1,075	0,184	0,162
M 1,6	0,35	1,373	1,171	1,221	0,215	0,189
	0,35	1,573	1,371	1,421	0,215	0,189
M 2	0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217
	0,45	1,908	1,648	1,713	0,276	0,244
M 2,5	0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244
M 3	0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271
	0,6	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325
M 4	0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379
	0,75	4,013	3,580	3,688	0,460	0,406
M 5	0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433
M 6	1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541
	1	6,350	5,773	5,917	0,613	0.541
M 8	1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677
	1,25	8,188	7,466	7,647	0,767	0,677
M 10	1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812
	1,5	10,026	9,160	9,376	0,920	0,812
M 12	1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947
	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083
M 16	2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083
	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353
M 20	2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353
	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353
M 24	3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624
	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624
M 30	3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894
	3,5	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894
M 36	4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165
	4	36,402	34,093	34,670	2,454	2,165
M 42	4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436
	4,5	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436
M 48	5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706
	5	48,752	45,866	46,587	3,067	2,706

Άσκηση 4.6) Έχουμε κοχλία Μ24 από υλικό με σεπ=1000 kp/cm2. Να προσδιορίσετε το μέγιστο φορτίο που μπορεί να δεχτεί: α) αν φορτιστεί σε εφελκυσμό και β) αν υφίσταται σύνθετη καταπόνηση.

από τον τύπο ,

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

αφού θέσουμε όπου σ το $\sigma_{επιτρεπ}$, θα βρούμε την μεγιστη δύναμη :

$$\sigma(επιτρεπ) = \frac{P\ εφελκυσμο}{A}$$

Β) Στη σύνθετη καταπόνηση αφού η επιτρεπόμενη τάση είναι κ ατά τα ¾ μικρότερη, κατά τα ¾ θα είναι μικρότερο και το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο $P_{συν}$.

$$P_{συν} = \frac{3}{4} \cdot P_{εφ} \Rightarrow P_{συν} = \frac{3}{4} \cdot 3240kp \Rightarrow P_{συν} = 2430kp$$

Άσκηση 4.6) Β) Στη σύνθετη καταπόνηση αφού η επιτρεπόμενη τάση είναι κ ατά τα ¾ μικρότερη, κατά τα ¾ θα είναι μικρότερο και το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο $P_{συν}$.

$$P_{συν} = \frac{3}{4} \cdot P_{εφ} \Rightarrow P_{συν} = \frac{3}{4} \cdot 3240kp \Rightarrow P_{συν} = 2430kp$$

Ή διαφορετικά γραφουμε

$$P_{συν} = \frac{3}{4} \cdot σ_{επ} \cdot A \Rightarrow P_{συν} = \frac{3}{4} \cdot 1000 \, {}^{kp}/_{cm^2} \cdot 3{,}24cm^2 \Rightarrow P_{συν} = 2430kp$$

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και το τελευταίο σκέλος της σχέσης

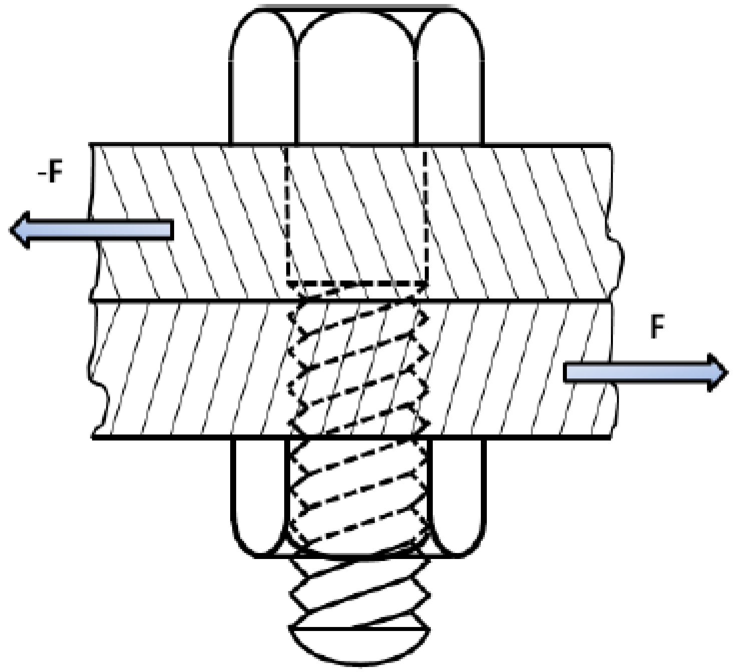
$$F_{max} = \frac{3}{4} \cdot σ_{επ} \cdot A = \frac{3}{4} \cdot σ_{επ} \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \approx 0{,}6 \cdot d_1^2 \cdot σ_{επ}$$

αλλά αυτό είναι προσεγγιστικό και το αποτέλεσμα θα έχει μια μικρή διαφορά από το προηγούμενο. Ας το δούμε όμως:

$$P_{συν} = 0{,}6 \cdot d_1^2 \cdot σ_{επ} \Rightarrow P_{συν} = 0{,}6 \cdot (2{,}0319cm)^2 \cdot 1000 \, {}^{kp}/_{cm^2} \Rightarrow P_{συν} = 2477kp$$

Βλέπουμε ότι υπάρχει μια διαφορά περίπου 2%. Όμως, όποιον και από τους δύο τύπους και να χρησιμοποιήσετε για τη λύση σας, το αποτέλεσμα θα γίνει δεκτό.

Άσκηση 4.7) Ένας κοχλίας Μ24 από υλικό με σεπ=1200 kp/cm^2 και τεπ=1000 kp/cm2 συνδέει δύο ελάσματα όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα, στα οποία ασκείται η δύναμη F=5000 kp και η αντίδρασή της – F. Να ελέγξετε την αντοχή του κοχλία, αφού προσδιορίσετε το είδος της καταπόνησης την οποία υφίσταται.



Λύση : Ο κοχλίας είναι προφανές ότι καταπονείται σε διάτμηση, αφού η δύναμη F και η αντίδρασή της με τον τρόπο που ασκούνται, τείνουν να κόψουν τον κοχλία στην διάμετρο του πυρήνα, εκεί που έρχονται σε επαφή τα δύο ελάσματα. Επομένως θα κάνουμε έλεγχο του κοχλία σε διάτμηση με τον τύπο 4.6. Προφανώς θα χρησιμοποιηθεί μόνο η επιτρεπόμενη τάση διάτμησης και όχι εφελκυσμού (το σεπ εδώ δόθηκε παραπλανητικά). Η διάμετρος πυρήνα του κοχλία Μ24 δίνεται από τον πίνακα βιβλίου και είναι d1=20,319 mm = 2,0319 cm.

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 5000kp}{3{,}14 \cdot (2{,}0319cm)^2} = 1543\,{}^{kp}/_{cm^2} \geq \tau_{\varepsilon\pi} = 1000\,{}^{kp}/_{cm^2}$$

Επομένως ο κοχλίας δεν θα αντέξει

Λύση :Αν θέλαμε να κάνουμε κάτι για να αντέξει η κοχλιοσύνδεση αυτή τη δύναμη είχαμε δυο επιλογές: α) να επιλέξουμε ένα κοχλία με μεγαλύτερη από 1543 kp/cm2 επιτρεπόμενη τάση διάτμησης. β) να επιλέξουμε ένα κοχλία με μεγαλύτερη διάμετρο πυρήνα. Αυτή τη διάμετρο μπορούμε να υπολογίσουμε από τον τύπο, θέτοντας όπου τ το τεπ και λύνοντάς την ως προς d1:

$$\tau_{\varepsilon\pi} = \frac{F}{A} \Rightarrow \tau_{\varepsilon\pi} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} \Rightarrow \tau_{\varepsilon\pi} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} \Rightarrow d_1^2 = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \tau_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \tau_{\varepsilon\pi}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 5000kp}{3{,}14 \cdot 1000 \, {}^{kp}/_{cm^2}}} \Rightarrow d_1 = 2{,}524cm = 25{,}24mm$$

Με τη διάμε τρο πυρήνα d1=25,24 mm που βρήκαμε ότι πρέπει να έχει ο κοχλίας, από τον πίνακα επιλέγουμε κοχλία M30 με d1=25,706 mm

Άσκηση 4.8) Θέλουμε να τοποθε τήσουμε ένα κοχλία από υλικό με σεπ=1400 kp/cm^2 και ρεπ=200 kp/cm^2 σε εργαλειομηχανή ώστε να μεταφέρει μια ροπή. Το φορτίο που καταπονεί τον κοχλία είναι F=2000 kp. Να βρείτε πόσες σπείρες z πρέπει να έρθουν σε επαφή με το περικόχλιο ώστε να αντέξει ο κοχλίας σε επιφανειακή πίεση.

Λύση : Εφοσον ο κοχλίας μεταφέρει ροπή, η καταπόνησή του θεωρείται σύνθετη. Για να βρεθεί ο αριθμός των σπειρών χρησιμοποιείται ο τύπος 4.5. Σε αυτόν όμως είναι άγνωστες οι διάμετροι d και d1 τις οποίες πρέπει να υπολογίσουμε. Αυτό μπορεί να γίνει από τον έλεγχο σε σύνθετη καταπόνηση, με βάση τον τύπο 4.8. Από τον 4.8 θα βρούμε μία ελάχιστη απαιτούμενη διάμετρο.

$$F = 0{,}6 \cdot d_1^2 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow d_1^2 = \frac{F}{0{,}6 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{2000kp}{0{,}6 \cdot 1400 \, {}^{kp}/_{cm^2}}} \Rightarrow d_1 = 1{,}54cm = 15{,}4mm$$

Από τον πίνακα του βιβλίου επιλέγουμε κοχλία M20 με d1=16,933 mm=1,6933 cm και d=20 mm=2 cm. Τώρα από τον τύπο για την επιφανειακή πίεση μπορούμε να επιλύσουμε ως προς z για να βρούμε τον αριθμό των σπειρών που απαιτούνται. Όπου p θα θέσουμε pεπ.

$$p_{\varepsilon\pi} = \frac{F}{z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} \Rightarrow z = \frac{F}{p_{\varepsilon\pi} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow z = \frac{2000kp}{200\, {}^{kp}/_{cm^2} \cdot \frac{3,14}{4} \cdot ((2cm)^2 - (1,6933cm)^2)} \Rightarrow z = 11,25\, \sigma\pi\varepsilon\acute{\iota}\rho\varepsilon\varsigma$$

Επομένως απαιτείται η επαφή 12 σπειρών του κοχλία με το περικόχλιο. Επειδή οι σπείρες είναι σχετικά πολλές, μπορούμε να πάρουμε κοχλία M24 που είναι μεγαλύτερος και να υπολογίσουμε τον νέο αριθμό σπειρών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

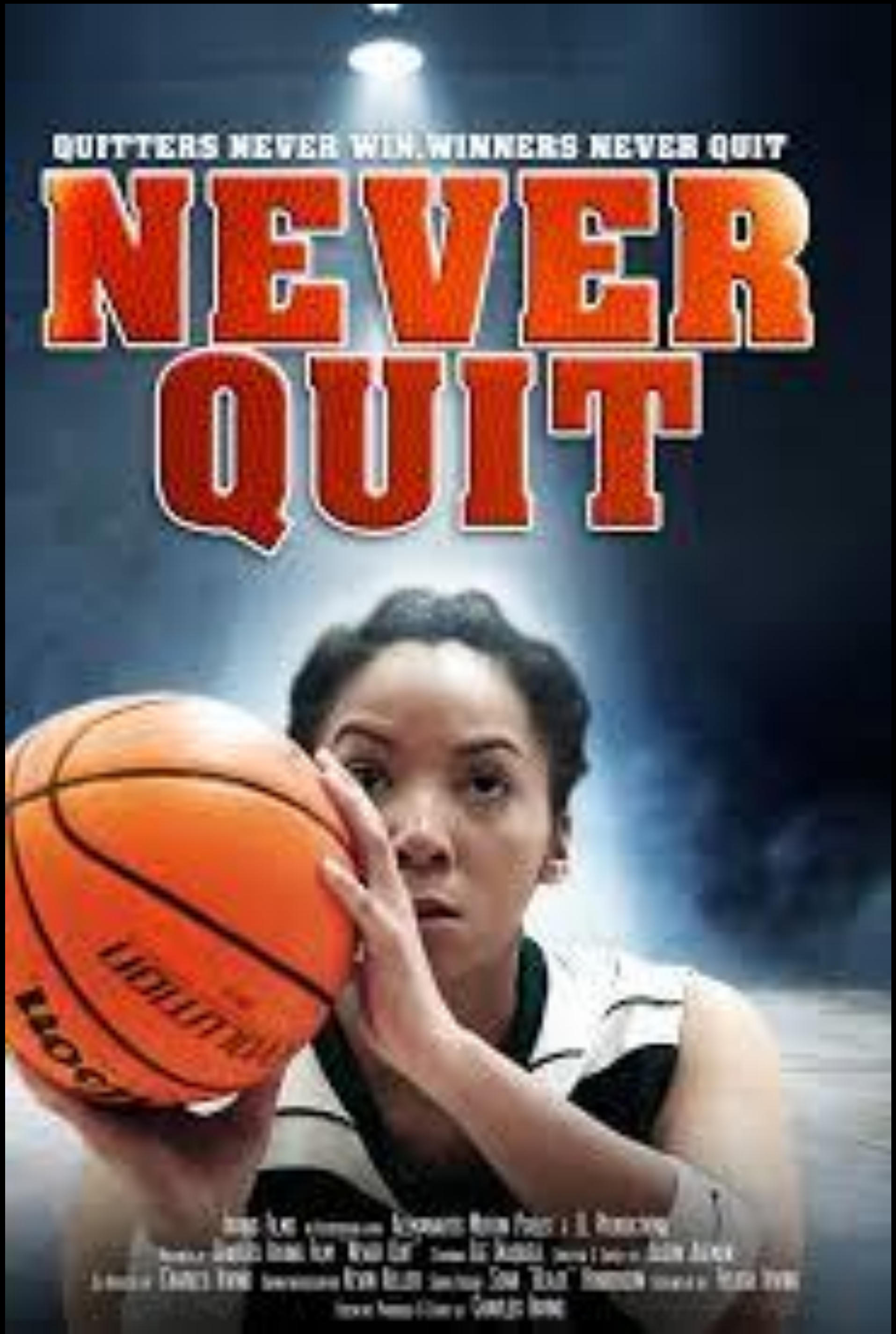
Η ΕΛΗΝΙΚΗ ΚΑΙ ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΤΑΙ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΛΕΞΕΩΝ. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΑΝΑΦΕΡΕΤΑΙ :

1.Στοιχεία Μηχανών, Βασικές Αρχές Σχεδιασμού, Robert C. Juvinall, Kurt M. Marshek, 2000, Εκδόσεις :Τζιόλα

2. Στοιχεία Μηχανών Ι , Στεργίου Ιωάννης, Στεργίου Κωνσταντίνου, 2003, Εκδόσεις : Σύγχρονη Εκδοτική

3. Στοιχεία Μηχανών, Νικόλαος Χονδράκης, Διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός

4. Στοιχεία Μηχανών, Δρ. Στέργιος Μαρόπουλος


QUITTERS NEVER WIN, WINNERS NEVER QUIT
NEVER
QUIT


SUCCESS STEPS
GOAL
PLAN
WORK
SUCCESS