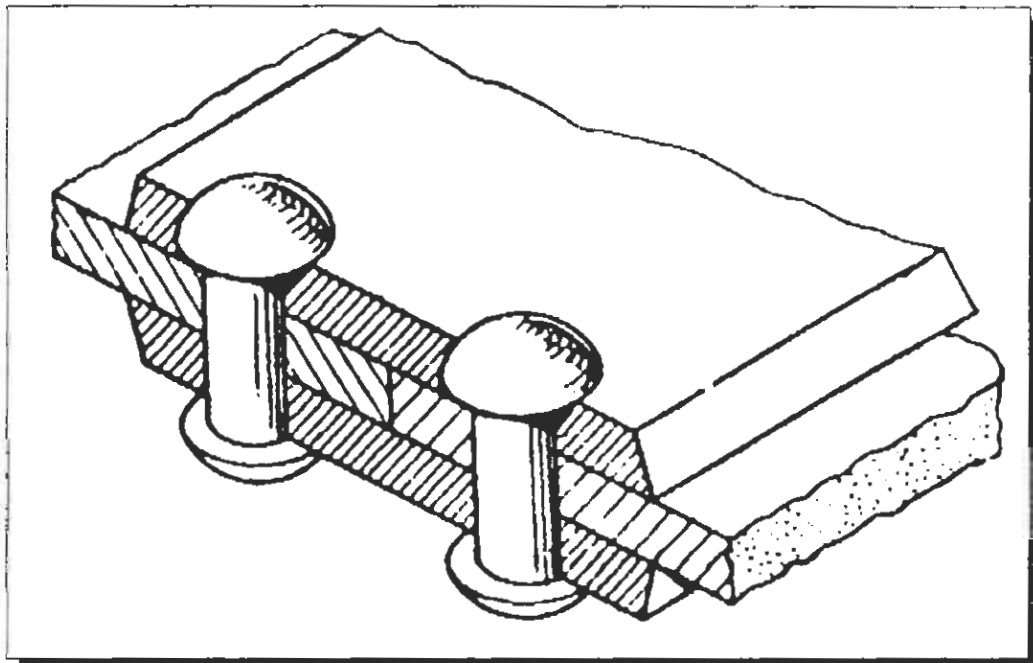


**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΗΛΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ**



**Σπουδαστής:**  
**Ηλιάδης Αντώνιος**

**Εισηγήτρια:**  
**Μουζακίτη Αλίκη**  
**Καθηγήτρια εφαρμογών**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΜΕΡΟΣ Ι

### A. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ – ΜΕΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ

ΣΕΛΙΔΑ

1. ΛΥΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ.....	1
2. ΜΗ ΛΥΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ.....	1

### B. ΗΛΩΣΕΙΣ

1. ΜΟΡΦΗ ΤΩΝ ΗΛΩΝ.....	4
2. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΗΛΩΝ.....	6
3. ΥΛΙΚΑ ΤΩΝ ΗΛΩΝ.....	9
4. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΗΛΩΝ.....	10
5. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΗΛΩΣΕΩΝ.....	11
5.1 ΗΛΩΣΕΙΣ ΕΝ ΨΥΧΡΩ.....	11
5.2 ΗΛΩΣΕΙΣ ΕΝ ΘΕΡΜΩ.....	13
6. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΗΛΩΣΕΩΝ.....	14
6.1 ΗΛΩΣΕΙΣ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ.....	14
6.2 ΗΛΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΡΜΟΚΑΛΥΠΤΡΕΣ.....	15
7. ΕΙΔΗ ΗΛΩΣΕΩΝ.....	17
7.1 ΣΤΕΡΕΕΣ ΗΛΩΣΕΙΣ.....	17
7.2 ΣΤΕΓΑΝΕΣ ΗΛΩΣΕΙΣ.....	18
7.3 ΣΤΕΡΕΟΣΤΕΓΑΝΕΣ ΗΛΩΣΕΙΣ.....	19
8. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΗΛΩΣΕΩΝ.....	22
9. ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΗΛΩΝ ΣΕ ΣΕΙΡΑ.....	24
10. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΗΛΩΣΕΩΝ.....	25
10.1 ΔΙΑΤΜΗΣΗ.....	25
10.2 ΣΥΝΘΛΙΨΗ ΑΝΤΥΓΟΣ ΟΠΗΣ.....	25
10.3 ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ.....	26
10.4 ΚΑΜΨΗ.....	26
10.5 ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ.....	26
11. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΗΛΟΥΣ ΣΤΙΣ ΧΑΛΥΒΔΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ.....	27
12. ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ.....	35
13. ΕΝΩΣΕΙΣ ΗΛΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΕΛΑΦΡΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ.....	37
14. ΕΝΩΣΕΙΣ ΗΛΩΝ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ.....	41
15. ΗΛΩΣΕΙΣ ΛΕΒΗΤΟΠΟΙΑΣ.....	44
16. ΗΛΩΣΕΙΣ ΔΟΧΕΙΩΝ.....	51

ΑΡΙΘΜΟΣ	3169
ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	

## ΜΕΡΟΣ II

### A. ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΑ ΣΥΝΔΕΤΙΚΑ ΜΕΣΑ

	ΣΕΛΙΔΑ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	52
1. ΜΟΡΦΗ ΤΩΝ FASTENERS.....	53
2. ΕΙΔΗ FASTENERS.....	53
3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ & ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ.....	54
3.1 ΗΛΟΙ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ Ή (SOLID SHANK RIVETS).....	54
3.2 ΤΥΦΛΟΙ ΗΛΟΙ Ή (BLIND RIVETS).....	65
3.3 ΤΥΦΛΟΙ ΚΟΧΛΙΕΣ Ή (BLIND BOLTS).....	68
3.4 ΚΟΧΛΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ Ή (LOCKBOLTS).....	73
3.5 ΕΞΑΓΩΝΙΚΟΙ ΚΟΧΛΙΕΣ Ή (HEX-DRIVE BOLTS).....	78
3.6 ΚΟΧΛΙΕΣ ΜΕ ΑΚΤΙΝΑ ΟΔΗΓΟΥ ΚΕΦΑΛΗΣ 70° Ή (70-DEGREE HEAD RADIUS LEAD-IN BOLTS).....	84
3.7 ΚΟΧΛΙΕΣ Ή (BOLTS).....	92
3.8 TAPER SHANK BOLTS.....	93
3.9 ΗΛΟΙ ΜΕ ΒΥΘΙΣΜΕΝΟ ΑΚΡΟ Ή (HALLOW-ENDED RIVETS).....	99
4. ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ Ή (FASTENER SUBSTITUTION).....	102
5. ΤΙΜΕΣ ΡΟΠΗΣ ΣΤΡΕΨΗΣ (TORQUE VALUES).....	105
6. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΠΩΝ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ (FASTENER HOLE SIZES).....	113
7. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΑΚΡΑΙΟΥ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ Ή (FASTENER EDGE MARGINS).....	135
8. ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ Ή (STRENGTH OF FASTENERS).....	140
9. ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ Ή (COUNTERSINKING).....	150
10. ΕΝ ΨΥΧΡΩ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΟΠΩΝ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΚΟΠΩΣΗ.....	158
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	175

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή περιλαμβάνει δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αναφέρεται σε ένα βασικό κεφάλαιο της μηχανολογίας τις συνδέσεις με ήλους και τις ηλώσεις. Το δεύτερο μέρος αναφέρεται στα συνδετικά μέσα αεροσκαφών.

Η προσπάθεια για την τεκμηρίωση της εργασίας έγινε με τρόπο προσεκτικό και συνεπή. Η σύνθεση του πρώτου μέρους έγινε με την βοήθεια πινάκων και αριθμητικών παραδειγμάτων που βασίστηκε στα βιβλία των συγγραφέων της βιβλιογραφίας. Η σύνθεση του δεύτερου μέρους έγινε με βάση το αγγλικό εγχειρίδιο επισκευής αεροσκαφών και περιλαμβάνει τα πιο βασικά κεφάλαια που αναφέρονται στις συνδέσεις και τα αεροπορικά συνδετικά μέσα.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους τεχνικούς του υπόστεγου συντήρησης αεροσκαφών του δυτικού αεροδρομίου και το προσωπικό του τομέα μελετών και κατασκευών για την βοήθεια που μου προσέφεραν τόσο στην συλλογή πληροφοριών όσο και για την πρακτική εμπειρία σε εργασίες επισκευής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και την Κα Α. Μουζακίτη για την συνεχή υποστήριξη της για την πραγματοποίηση και ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Πάτρα, Οκτώβριος 2000

Α. Ηλιάδης

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ - ΜΕΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ

Οι συνδέσεις αποτελούν ένα σοβαρό πεδίο μελέτης και απασχόλησης στις μεταλλικές κατασκευές. Τα είδη των συνδέσεων στις μεταλλικές κατασκευές είναι οι ηλώσεις, οι κοχλιώσεις, οι συγκολλήσεις και οι συνδέσεις με επικόλληση. Με τις συνδέσεις επιτυγχάνεται η μεταβίβαση δυνάμεων, εντός των παραδεκτών ορίων ασφαλείας τάσεων και παραμορφώσεων, μεταξύ των μεταλλικών στοιχείων που συνθέτουν την κατασκευή. Η επιδίωξη στις κατασκευές είναι η ασφάλεια, δηλαδή η όσο το δυνατόν ομοιόμορφη κατανομή των τάσεων, σε συνδυασμό με την οικονομικότερη κατασκευαστική διάταξη.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες συνδέσεων :

- Οι λυόμενες
- Οι μη λυόμενες

Στην πρώτη κατηγορία υπάρχει η δυνατότητα διάλυσης της σύνδεσης χωρίς την καταστροφή των μέσων σύνδεσης και των συνδεόμενων τεμαχίων. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι ηλώσεις, οι συγκολλήσεις και οι επικολλήσεις. Στην κατηγορία των μη λυόμενων συνδέσεων ανήκουν οι κοχλιώσεις, οι αρθρώσεις, οι συνδέσεις με βλήτρα και οι στηρίξεις.

1. Η ήλωση είναι ένας απλός και εύκολος τρόπος μόνιμης σύνδεσης. Η σύνδεση χαλύβδινων τεμαχίων με ήλους γίνεται με ειδικούς ήλους με μια κεφαλή η οποία διαμορφώνεται κατόπιν θέρμανσης με μηχανικά μέσα ή με το χέρι. Γενικά οι ηλώσεις απαιτούν πρόσθετα τεμάχια (κομβοελάσματα, παρεμβύσματα κλπ). Η αντοχή των ήλων σε εφελκυσμό είναι μερικώς περιορισμένη.
2. Η συγκόλληση αποτελεί έναν άλλο τρόπο μόνιμης σύνδεσης μέσω της συνένωσης. Η σύνδεση γίνεται με την βοήθεια υψηλής θερμοκρασίας ή της πίεσης ή και των δυο μαζί με συνδυασμό της χρήσης συγκολλητικού μέσου. Το μειονέκτημα είναι ότι απαιτεί αυστηρό ποιοτικό έλεγχο και είναι δυσκολότερος από τον έλεγχο της ήλωσης.
3. Η επικόλληση επιτυγχάνεται μετά από τον καθαρισμό με αμμοβολή των προς επικόλληση μεταλλικών επιφανειών, με επάλειψη αυτών σε ορισμένο πάχος με εν ψυχρώ σκληρυνόμενη κόλλα από συνθετική ρητίνη που αποτελεί και το συνδετικό μέσο.
4. Η κοχλίωση μοιάζει με την ήλωση με την διαφορά ότι αντί για ήλους χρησιμοποιούνται κοχλίες. Είναι απλός και γρήγορος τρόπος σύνδεσης και μερικές

φορές οικονομικότερος της ήλωσης για μικρό αριθμό συνδέσεων. Παρουσιάζει το πλεονέκτημα της εύκολης αντικατάστασης αχρηστευμένων κοχλιών ή τεμαχίων. Μειονεκτεί ως προς την ήλωση διότι προκαλεί ορισμένες φορές σημαντικές παραμορφώσεις σε περιπτώσεις δυναμικών επιπονήσεων εξαιτίας του κινδύνου χαλάρωσης.

5. Η άρθρωση είναι ένας ειδικός τρόπος σύνδεσης και εξασφαλίζει μεταβίβαση μόνο δυνάμεων και όχι ροπών. Πραγματοποιείται με βλήτρο κοχλιοφόρο ή μη, επιτρέποντας την σχετική στροφή των συνδεόμενων τεμαχίων.
6. Η σύνδεση με βλήτρα αντί των κοχλιών αποτελεί μια προσωρινή λύση και επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας κυλινδρικά έμβολα με διάμετρο απολύτως προσαρμοσμένη με την διάμετρο των οπών.
7. Η απλή στήριξη αφορά την στήριξη ενός τεμαχίου σε ένα άλλο για μεταβίβαση δυνάμεως και επιτυγχάνεται με κατάλληλες εγκοπές κλπ.

## ΗΛΩΣΕΙΣ

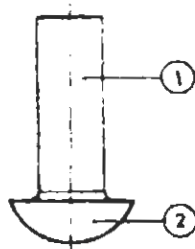
Οι ηλώσεις είναι μόνιμες συνδέσεις και τα τεμάχια που έχουμε συνδέσει μπορούμε να τα αποσυνδέσουμε μόνο αν καταστρέψουμε τους ήλους. Η αποσύνδεση είναι επίπονη εργασία και για τον λόγο αυτό οι ηλώσεις γίνονται σε κατασκευές που δεν θα χρειαστεί να λυθούν.

Οι ήλοι που χρησιμοποιούνται για μια ήλωση πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από το ίδιο υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένα τα συνδεόμενα μέρη. Έτσι π.χ με ήλους από αλουμίνιο συνδέονται τεμάχια από αλουμίνιο.



## 1 ΜΟΡΦΗ ΤΩΝ ΗΛΩΝ

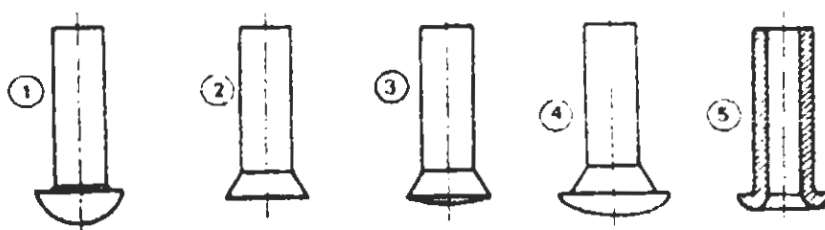
Ο ήλος μορφολογικά αποτελείται από τον κορμό και την κεφαλή. Ο κορμός έχει σχήμα κυλινδρικό και είναι αρκετά μακρὺς ὥστε ὄχι μόνο να ξεπερνά τα ελάσματα που πρόκειται να συνδέσει αλλά και να προχωρεί ακόμα περισσότερο. Το πρόσθετο μήκος του κορμού χρησιμεύει για να σχηματισθεί η δεύτερη κεφαλή στον ήλο. (Σχήμα 1)



1. Κορμός 2. Κεφαλή  
ΣΧΗΜΑ 1

Η κεφαλή των ήλων μπορεί να έχει διάφορες μορφές ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις. Έτσι έχουμε τα παρακάτω είδη ήλων: (Σχήμα 2)

- Ημισφαιρικοί ή στρογγυλοκέφαλοι (η κεφαλή τους είναι σχεδόν ημισφαιρική).
- Φρεζάτοι βυθισμένοι
- Φρεζάτοι ημιβυθισμένοι
- Πλατυκέφαλοι
- Εκτονωτικοί



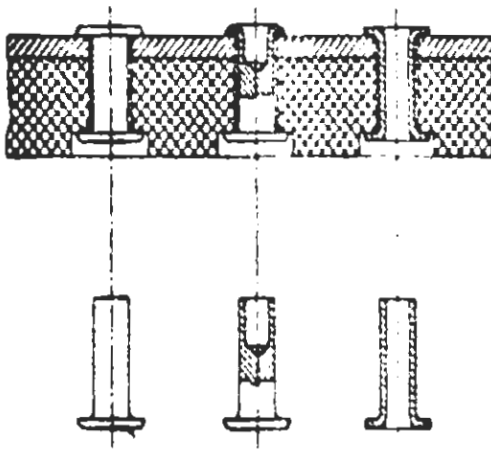
1. Ημισφαιρικός ή στρογγυλός. 2. Φρεζάτος ή βυθισμένος.  
3. Φρεζάτος ή ημιβυθισμένος. 4. Πλατυκέφαλος. 5. Εκτονωτικός.  
ΣΧΗΜΑ 2

Ημισφαιρικοί ήλοι χρησιμοποιούνται για κατασκευές λεβήτων, χαλύβδινες κατασκευές και για κατασκευές μηχανών. Οι στρογγυλοκέφαλοι ήλοι χρησιμοποιούνται στις κατασκευές όπου η κεφαλή που προεξέχει δεν εμποδίζει. Οι συνδέσεις με τέτοιους ήλους προτιμούνται περισσότερο γιατί στοιχίζουν φθηνότερα. Σε

περιπτώσεις που δεν επιτρέπεται να προεξέχει η κεφαλή τότε αυτή βυθίζεται μέσα στο υλικό των συνδεόμενων τεμαχίων. Αν εμποδίζουν και οι δύο κεφαλές τότε βυθίζονται και οι δύο. Οι φρεζάτοι βυθισμένοι και ημιβυθισμένοι ονομάζονται φακοειδείς και η κεφαλή τους είναι λιγότερο καμπυλωτή (όπως είναι οι φακοί).

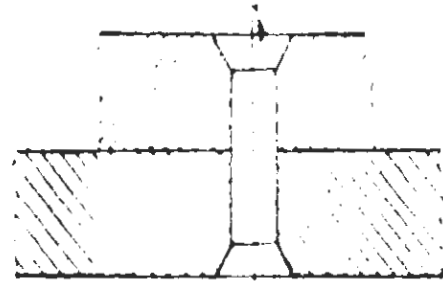
Η διαμόρφωση των υποδοχών που θα δεχτούν τις κεφαλές των ήλων απαιτεί πρόσθετη εργασία που αυξάνει το κόστος της κατασκευής.

Τα γεωμετρικά στοιχεία των ήλων όπως και το υλικό τους τυποποιούνται σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς DIN (Deutsche Industrie Normen) που σημαίνει γερμανικά βιομηχανικά πρότυπα.



Ήλωση με μια βυθισμένη κεφαλή.

ΣΧΗΜΑ 3



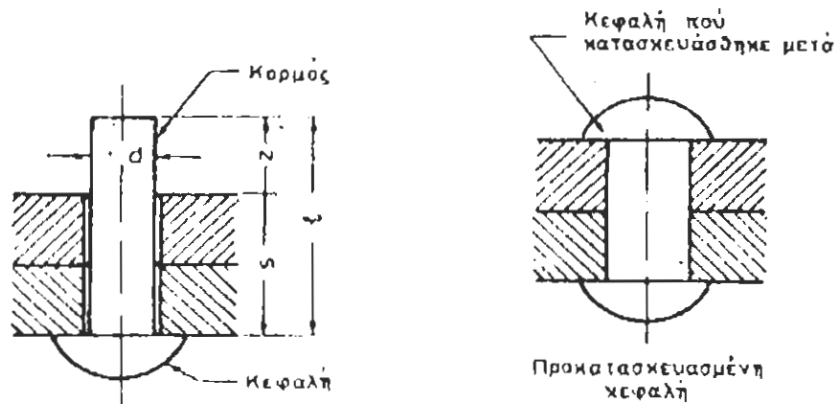
Ήλωση και με τις δύο κεφαλές βυθισμένες.

ΣΧΗΜΑ 4

## 2 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΩΝ

Ένας ήλος έχει δύο χαρακτηριστικές διαστάσεις :

- Την διάμετρο του κορμού  $d$  σε mm και,
- Το μήκος του κορμού  $l$  σε mm.



ΣΧΗΜΑ 5

Η διάμετρος του ήλου  $d$  πριν από την ήλωση είναι η ονομαστική του διάμετρος και μετριέται σε απόσταση 5mm από την κεφαλή. Αυτή η διάμετρος μετά την ήλωση θα είναι κατά 1mm μεγαλύτερη ( $d_1 = d + 1$  mm), λόγω του ότι κατά την διαδικασία της ήλωσης το υλικό του κορμού συνθλιβόμενο διογκώνεται και γεμίζει την οπή.

Στις μεταλλικές κατασκευές χρησιμοποιούνται ήλοι ονομαστικής διαμέτρου  $d = 8$  έως 36 mm ή διάμετρο οπής  $d_1 = 8,4 \sim 37$  mm σύμφωνα με την αντιστοιχία:

$d =$	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
$d_1 =$	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37

Οι ήλοι με διάμετρο μικρότερη από 10 mm χρησιμοποιούνται σε κατασκευές με μικρές καταπονήσεις και διαιρούνται, σύμφωνα με τα γερμανικά πρότυπα DIN:

Ημισφαιρικοί	DIN 660, 663, 664	$d = 1$ έως 9 mm
Βυθισμένοι	DIN 661, 664	$d = 1$ έως 9 mm
Ημιβυθισμένοι	DIN 662	$d = 1$ έως 8 mm
Καμπυλωτοί με μεγάλη κεφαλή	DIN 674	$d = 1,6$ έως 8,4 mm
Πριτσίνια	DIN 675	$d = 1$ έως 3 mm

Οι ήλοι με διάμετρο από 10 έως 22 mm σε δομικά έργα και από 20 και πάνω σε γέφυρες και βαρείες κατασκευές και αυτοί κατανέμονται κατά DIN ως εξής:

Ημισφαιρικοί για καζάνια	DIN 123	d=10 έως 35 mm
Ημισφαιρικοί για σιδηροκατασκευές	DIN 124	d=10 έως 36 mm
Βυθισμένοι	DIN 302	d=10 έως 36 mm
Ημιβυθισμένοι	DIN 301	d=10 έως 43 mm
Φακοειδείς βυθισμένοι	DIN 303	d=10 έως 43 mm

Το μήκος  $l$  του ήλου εξαρτάται από το συνολικό πάχος των προς ήλωση ελασμάτων, από το είδος της μορφοποιημένης κεφαλής (πλήρης ή βυθισμένη), από τον τρόπο εκτέλεσης της ήλωσης (μηχανική ή με το χέρι), και από την διάμετρο  $d$ .

Αν το μήκος του του κορμού που αντιστοιχεί στο πάχος των συνδεόμενων ελασμάτων συμβολιστεί με  $s$ , και το τμήμα που προεξέχει από αυτά με το  $z$ , τότε όπως φαίνεται και από το σχήμα 5 το συνολικό μήκος του ήλου θα είναι  $l=s+z$ .

Το συνολικό μήκος του κορμού εξαρτάται από τον τρόπο κατασκευής των ηλώσεων οι οποίες διακρίνονται σε μηχανικές (που εκτελούνται με μηχανικά μέσα) και σε αυτές που γίνονται με το χέρι. Στις μηχανικές ηλώσεις εμπειρικά το  $l=s+4/3 \cdot d$ , και για τις άλλες το  $l=s+7/4 \cdot d$ .

Τα απαιτούμενα μήκη  $l$ , προσαρμοσμένα με τα μήκη του εμπορίου, έχουν προσδιοριστεί συναρτήσει της διαμέτρου  $d$  και του πάχους  $s$  και περιλαμβάνονται σε πίνακες DIN.

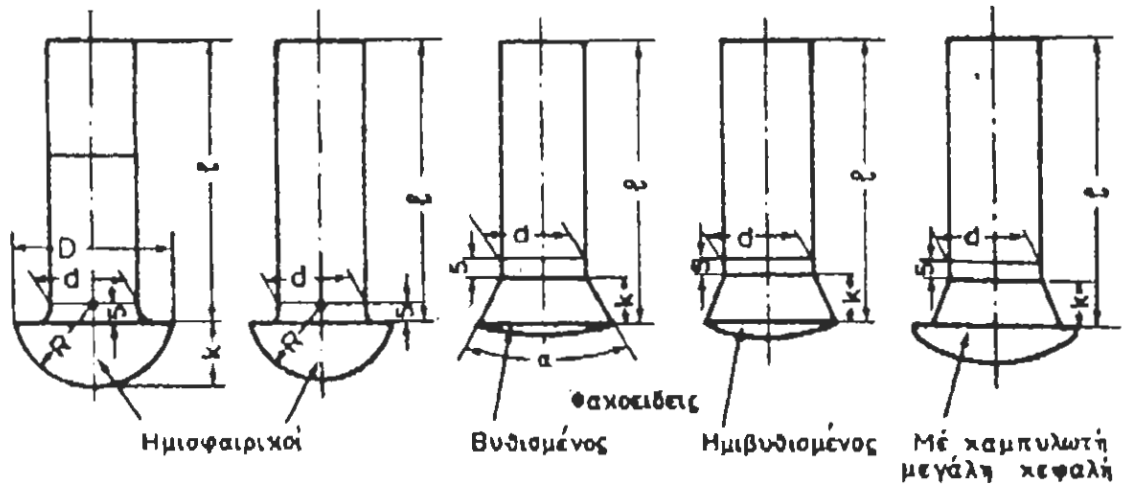
Άρχική κεφαλή: Ημισφαιρική								Διαμορφωμένη κεφαλή: Ημισφαιρική									
Άρχική διαμετρ κορμού d mm	10	12	14	16	18	20	22	d	10	12	14	16	18	20	22	24	(27)
	Μήκος l mm							s	Μήκος l mm								
6	20							22	40	40	42	45	48	50	52	55	58
7	22							24	42	42	45	48	50	52	55	58	62
8	24	24						26	45	45	48	50	52	55	58	60	62
9	24	26						28	48	48	50	52	55	58	60	62	65
10	26	28	28					30	50	50	52	55	58	60	62	65	68
11	26	28	28					32	50	52	55	58	60	62	65	68	70
12	26	28	30	32				34	52	55	58	60	62	65	68	70	72
13	28	30	32	32				36	55	58	60	62	65	68	70	72	75
14	28	30	32	34	36			38	58	60	62	65	68	70	72	75	78
15	30	32	34	36	38			40	60	62	65	68	70	72	75	78	80
16	32	34	36	38	38	40		42	62	65	68	70	72	75	78	80	80
17	32	34	36	38	40	42		44		65	68	70	72	75	78	80	82
18	34	36	38	40	42	45	48	46		68	70	72	75	78	80	82	85
19	36	38	40	42	45	48	48	48		70	72	75	78	80	82	85	85
20	38	38	40	42	45	48	50	50			75	78	80	82	85	85	90

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 (DIN 124)

Στην περίπτωση βυθιζόμενης κεφαλής είναι απαραίτητες ακόμα δυο διαστάσεις :

- Το ύψος κεφαλής  $k$  σε mm
- Η γωνία της κωνικής κεφαλής  $\alpha$  σε μοίρες

Ως μήκος του ήλου για την περίπτωση βυθιζόμενης κεφαλής λαμβάνεται το μήκος του κορμού συν το ύψος κεφαλής  $k$ .



ΣΧΗΜΑ 6

Διάμετρος κορμού	$d$	10	12	(14)	16	(18)	20	22	24	27	30	(33)	36	
Διάμετρος όπης καρφιού	$d_1$	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37	
Κοχλός που ταιριάζει στην τρύπα καρφιού		M10	M12	-	M16	-	M20	-	M24	-	M30	-	M36	
Ήλοι λεβήτων	Διάμετρος κεφαλής	$D$	18	22	25	28	32	36	40	43	48	53	58	64
	Ύψος κεφαλής	$k$	7	9	10	11,5	13	14	16	17	19	21	23	25
	Ακτίνα καμπύλ. κεφαλής	$R$	9,5	11	13	14,5	16,5	18,5	20,5	22	24,5	27	30	33
	Στρογγύλεμα	$r$	1	1,6	1,6	2	2	2	2	2,5	2,5	3	3	4
Ήλοι σιδηροκατασκευών	Διάμετρος κεφαλής	$D$	18	19	22	25	28	32	36	40	43	48	53	58
	Ύψος κεφαλής	$k$	6,5	7,5	9	10	11,5	13	14	16	17	19	21	23
	Ακτίνα καμπύλ. κεφαλής	$R$	8	9,5	11	13	14,5	16,5	18,5	20,5	22	24,5	27	30
	Στρογγύλεμα	$r$	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1	1,2	1,2	1,6	1,6	2
Ήλοι βυθισμένοι	Διάμετρος κεφαλής	$D$	14,5	16	21,5	26	30	31,5	34,5	38	42	42,5	46,5	51
	Ύψος κεφαλής	$k$	3	4	5	6,5	8	10	11	12	13,5	15	16,5	18
	Ακτίνα καμπύλ. κεφαλής	$R$	27	41	58	85	113	124,5	75,5	91	111	114	136	164
	Γωνία βυθίσεως	$\alpha$			75°			60°			45°			

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 (DIN 124,302,661 )

### 3 ΥΛΙΚΑ ΤΩΝ ΗΛΩΝ

Το υλικό των ήλων εξαρτάται από τον σκοπό της σύνδεσης και από το υλικό των συνδεόμενων μερών. Οι ήλοι πρέπει να είναι από το ίδιο υλικό κατασκευής που είναι και τα συνδεόμενα μέρη επειδή σε διαφορετικά υλικά κατασκευής υπάρχει κίνδυνος χαλάρωσης και διάβρωσης. Μέταλλα για ήλους που δεν περιέχουν σίδηρο είναι Cu, Ms, Al, AlCuMg και AlMg 5.

Ανάλογα με το υλικό οι ήλοι διακρίνονται ως εξής :

- Ήλοι από μαλακό ελατό χάλυβα ειδικής ποιότητας. Η περιεκτικότητά τους σε άνθρακα είναι μικρότερη από αυτή των ηλούμενων τεμαχίων. Έτσι εξουδετερώνονται οι συνέπειες της ταχείας απόψυξης των ήλων (σκλήρυνση του υλικού), και ακόμα καθίσταται ο χάλυβας μαλακότερος και έτσι ικανότερο να λάβει, μέσω συμπίεσως, την επιθυμητή μορφή δηλαδή την διαμόρφωση της κεφαλής και την πλήρωση της οπής.

Οι ήλοι από χάλυβα κατανέμονται κατά DIN ως εξής:

Ημισφαιρικοί	DIN 123, 124	Για κατασκευές λεβήτων και χαλυβδοκατασκευές
Βυθισμένοι	DIN 302	->>-
Ημισφαιρικοί	DIN 660	Για κατασκευές μηχανών
Βυθισμένοι	DIN 661	->>-

- Ήλοι από χαλκό
- Ήλοι από αλουμίνιο ή κράματα αλουμινίου όπως AlCuMg 1 F 40, AlCuMg 0,5 F 28, AlMgSi 1 F 23, AlMg 3 F 23. Τα κράματα αλουμινίου για ήλους κατανέμονται κατά DIN 4113.

#### 4 ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΗΛΩΝ

Στα σχέδια δεν σχεδιάζονται οι ήλοι με τον συνήθη τρόπο σε όψεις, αλλά τους παριστάνουμε με ένα σύμβολο, διότι δεν μπορούμε να σχεδιάσουμε ένα ήλο με τόσο μεγάλη κλίμακα που σχεδιάζονται οι μεγάλες κατασκευές και είναι άσκοπο να σχεδιάζονται με λεπτομέρεια οι ήλοι μιας μεγάλης κατασκευής μιας και αυτοί είναι τυποποιημένοι.

Σε σχέδια με κλίμακα 1:5 ή μεγαλύτερη ο ήλος παριστάνεται με έναν κύκλο με διάμετρο ίση με την διάμετρο  $d$  του κορμού, ενώ σε σχέδια με κλίμακα μικρότερη από 1:5 παριστάνεται με κύκλο με διάμετρο ίση με την διάμετρο  $D$  της κεφαλής. Ο συμβολισμός των ήλων σε σχέδια κατασκευών κατά DIN 407 φαίνεται στον πίνακα 3.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται μόνο μια διάμετρος ήλων και η κεφαλή είναι και από τις δυο πλευρές ημισφαιρική, τότε σημειώνεται στην θέση του ήλου μόνο ένας σταυρός.

Διάμετρος κορμού $d$		8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
Διάμετρος τρύπας $d_1$		8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Συμβολισμός Βυθισμένων κεφαλών	Ήμισφαιρικά													
	Άνω κεφαλή βυθισμένη													
	Κάτω κεφαλή βυθισμένη													
	Διπλή βυθισμένα													

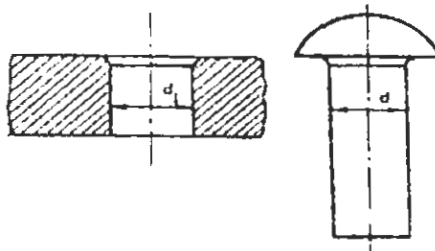
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 (DIN 407)

## 5 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΗΛΩΣΕΩΝ

Η εκτέλεση των ηλώσεων περιλαμβάνει την χάραξη των οπών, το τρύπημα των ελασμάτων, το πέρασμα των ήλων στις οπές και την διαμόρφωση της δεύτερης κεφαλής. Η διάνοιξη των οπών γίνεται με διάτρηση και πραγματοποιείται με περιστρεφόμενα τρυπάνια πιεζόμενα συγχρόνως στα ελάσματα για την αφαίρεση του υλικού της οπής. Η διάνοιξη πρέπει να γίνεται ταυτόχρονα στα συνδεδεμένα μέρη ώστε να επιτυγχάνεται απόλυτη σύμπτωση στις τρύπες. Σε περίπτωση που υπάρχουν αρμοκαλύπτρες πρέπει να συγκρατούνται όλα τα ελάσματα στην θέση συνδέσεως και έπειτα να γίνεται το τρύπημα. Η συγκράτηση των ελασμάτων γίνεται με σφιγκτήρες. Η οπή ανοίγεται 1mm μεγαλύτερη από την διάμετρο του ήλου. Δηλαδή  $d_1=d+1$  σε mm. Η διάμετρος της οπής  $d_1$  θα είναι :

- $d_1=d$  για  $d<8\text{mm}$
- $d_1=8,4$  για  $d=8\text{mm}$
- $d_1=d+1$  για  $d\geq 10\text{mm}$

Τα άκρα της οπής πρέπει να φρεζάρονται για καλή έδραση της κεφαλής και για λόγους αντοχής. Αν δεν γίνει αυτό τότε η καμπυλότητα στο τέλος του κορμού του ήλου θα εμποδίζει την απόλυτη έδρασή του. Η έλλειψη αυτής της καμπυλότητας θα μειώνει την αντοχή του ήλου, γιατί θα υπήρχε απότομη μεταβολή της διαμέτρου και η απότομη αλλαγή της διατομής από την κεφαλή στον κορμό δημιουργεί μείωση της αντοχής στην θέση αυτή.



ΣΧΗΜΑ 7

Η διαμόρφωση της δεύτερης κεφαλής γίνεται εν ψυχρώ ή εν θερμώ, δηλαδή μετά από θέρμανση του ήλου.

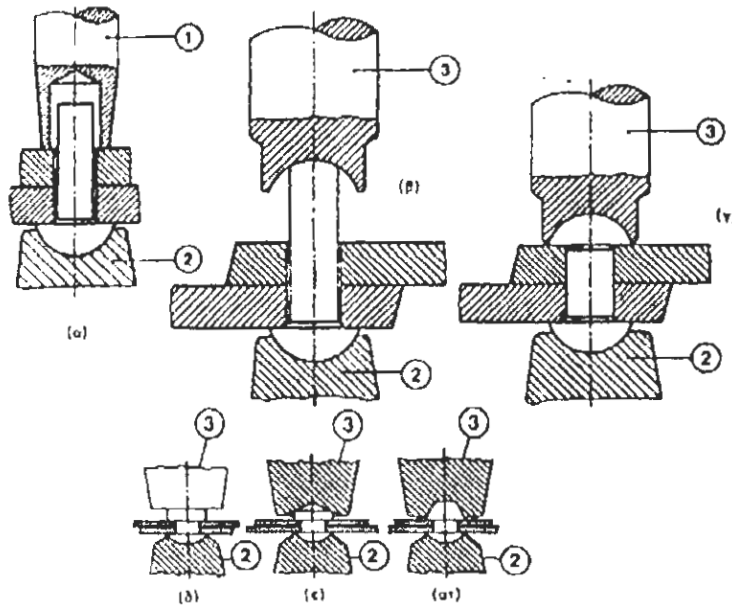
### 1. Ηλώσεις εν ψυχρώ

Αυτές πραγματοποιούνται όταν οι ήλοι έχουν διάμετρο μικρότερη από 10mm. Η διαμόρφωση της δεύτερης κεφαλής γίνεται με εργαλεία χεριού ή με μηχανικά μέσα.

Η διαδικασία με απλά εργαλεία χεριού έχει ως εξής: Πρώτα τοποθετείται ο ήλος στην θέση του, μετά κτυπώνται τα ελάσματα με τον καρφολάτη για να καθίσουν και έπειτα

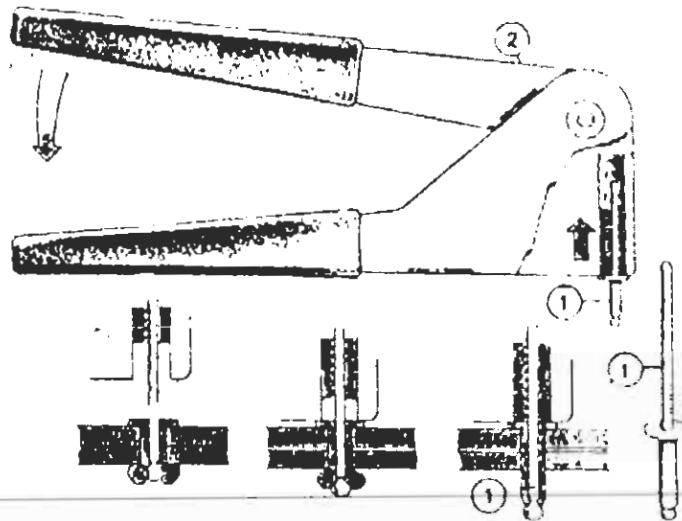


με μια καλίμπρα διαμορφώνεται το ανάλογο σχήμα στη δεύτερη κεφαλή, που υποστηρίζεται στο κάτω μέρος της για αντιστήριξη με μια κόντρα. (Σχήμα 8).



1.Καρφολάτης. 2.Κόντρα. 3.Καλίμπρα  
ΣΧΗΜΑ 8

Στο σχήμα 9 φαίνονται εκτονωτικοί ήλοι αλουμινίου (πριτσίνια), ένας τρόπος ήλωσης και το καρφωτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται σε ελαφρές κατασκευές.



Ηλωση με πριτσίνια αλουμινίου.  
1.Πριτσίνι. 2.Καρφωτικό εργαλείο.

ΣΧΗΜΑ 9

Άλλου είδους καρφωτικά εργαλεία είναι αυτά που δουλεύουν με πεπιεσμένο αέρα και διαμορφώνουν την κεφαλή με διαδοχικές κρούσεις σε συχνότητα 1000-1500 ανά λεπτό.Αυτά χρησιμοποιούνται τόσο στην κατασκευή αεροσκαφών όσο και σε άλλες

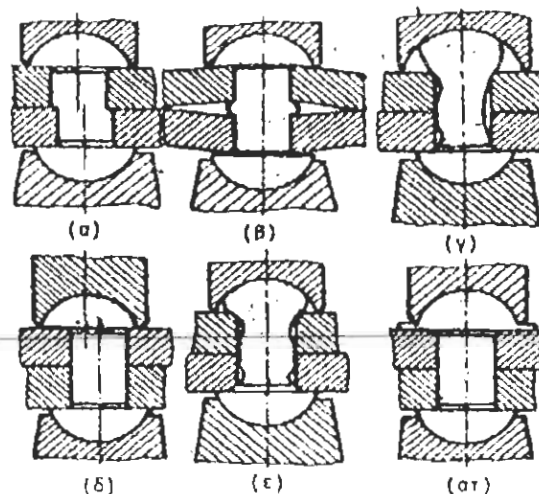
κατασκευές. Εξαίρεση αποτελούν οι στερεοστεγανές ηλώσεις οι οποίες γίνονται πάντα εν θερμώ ακόμα και αν οι ήλοι έχουν διάμετρο μικρότερη από 10mm.

## 2. Ηλώσεις εν θερμώ

Ήλωση εν θερμώ γίνεται όταν χρησιμοποιούνται ήλοι με διάμετρο απο 10mm και πάνω. Οι ήλοι θερμαίνονται μέχρι να πάρουν ανοιχτό κόκκινο χρώμα (σε 900°-1000°C), ώστε να γίνουν εύπλαστοι και να διαμορφώνονται εύκολα. Με την θέρμανση δεν επιτυγχάνεται μόνο η εύκολη διαμόρφωση, αλλά αποφεύγεται και η 'σκλήρυνση' που δημιουργείται στο χάλυβα όταν σφυρηλατείται σε ψυχρή κατάσταση. Όταν ο ήλος ψυχθεί, συστέλλεται αξονικά και συμπιέζει τα συνδεόμενα ελάσματα με αποτέλεσμα να δημιουργείται, στις επιφάνειες επαφής, τριβή που αυξάνει την στεγανότητα της ήλωσης, την αντοχή της, και την ικανότητα για μεταφορά φορτίου. Η διαμόρφωση αρχίζει με διαδοχικά κτυπήματα και τελειώνει με την χρησιμοποίηση του διαμορφωτήρα (καλίμπρα), για να δοθεί στην κεφαλή η τελική μορφή. Με την διαμόρφωση γεμίζει το κενό μεταξύ του ήλου και της οπής και ο ήλος αποκτά την διάμετρο της οπής.

Κατά την εκτέλεση μιας ήλωσης μπορεί, αν δεν τηρηθούν οι σωστοί τρόποι εργασίας, να γίνουν σφάλματα και να έχουμε μια ελαττωματική σύνδεση. Τα συνηθισμένα σφάλματα όπως δείχνονται και στο σχήμα 10 είναι :

- Να μην συμπίπτουν με ακρίβεια οι τρύπες.
- Να μην πατούν καλά τα ελάσματα.
- Να έχουν χρησιμοποιηθεί ακατάλληλα εργαλεία ή τα σωστά με όχι ορθό τρόπο.
- Να έχει χρησιμοποιηθεί ήλος με μικρότερη διάμετρο ή με λανθασμένο μήκος.



Ελαττωματικές ηλώσεις.

ΣΧΗΜΑ 10

## 6 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΗΛΩΣΕΩΝ

Ως διατάξεις των ήλων εννοείται ο τρόπος με τον οποίο είναι τοποθετημένα τα συνδεόμενα ελάσματα το ένα σε σχέση με το άλλο. Με βάση αυτό το κριτήριο οι ηλώσεις διακρίνονται σε δυο κατηγορίες :

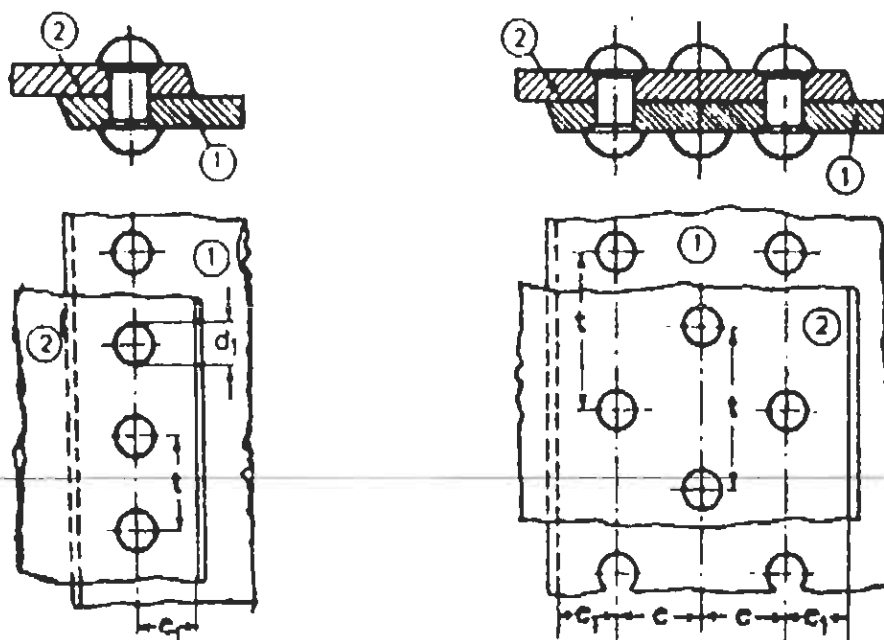
1. Ηλώσεις με επικάλυψη των ελασμάτων ή καβαλλητές συνδέσεις.
2. Ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες (αρμοκαλύμματα, αρμοκάλυπτρα).

### 1. Ηλώσεις με επικάλυψη

Στις ηλώσεις ή ραφές με επικάλυψη τα ελάσματα τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε ένα τμήμα του ενός ελάσματος να καλύπτει τμήμα του άλλου ελάσματος. Αυτός ο τρόπος της σύνδεσης είναι απλός αλλά έχει το μειονέκτημα ότι τόσο οι ήλοι όσο και τα ελάσματα υποφέρουν σύνθετα στο τμήμα της επικάλυψης από ότι υποφέρουν στις ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες. Στο τμήμα της επικάλυψης μπορούν να τοποθετηθούν μια, δυο ή τρεις σειρές ήλων και οι ήλοι δύο διπλανών σειρών μπορεί να είναι παράλληλοι ή να σχηματίζουν τριγωνική διάταξη (ζίκ-ζάκ).

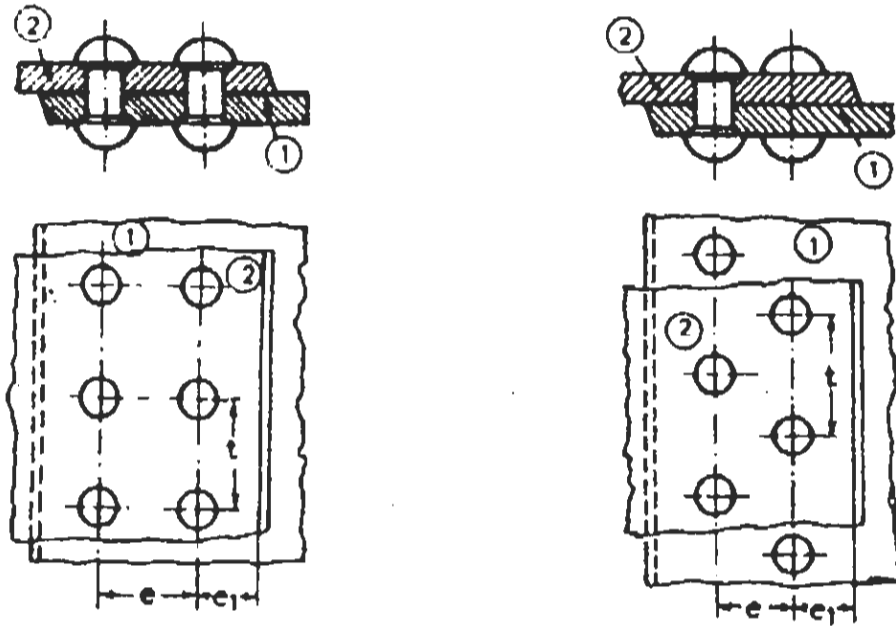
Οι αντίστοιχες ηλώσεις ονομάζονται :

- Ηλώσεις με επικάλυψη απλής σειράς (σχήμα 11α).
- Ηλώσεις με επικάλυψη διπλής σειράς (σχήμα 11γ,δ).
- Ηλώσεις με επικάλυψη τριπλής σειράς (σχήμα 11β).



α. Ηλώση με επικάλυψη απλής σειράς. β. Ηλώση με επικάλυψη τριπλής σειράς (ζίκ-ζάκ).

ΣΧΗΜΑ 11 α,β



γ. Ηλώση με επικάλυψη διπλής σειράς. δ. Ηλώση με επικάλυψη διπλής σειράς (ζίκ-ζάκ).

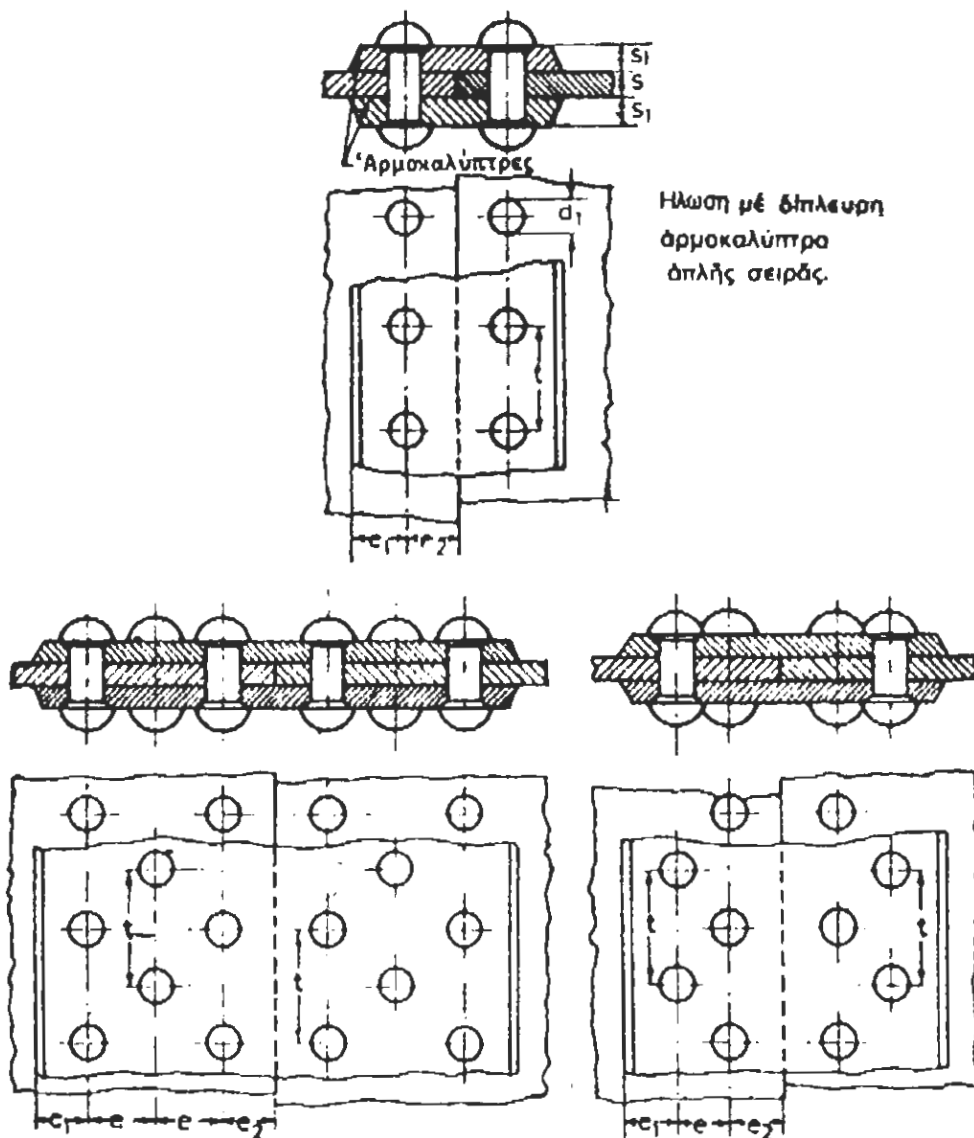
ΣΧΗΜΑ 11 γ,δ

## 2. Ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες

Αρμοκαλύπτρα είναι το πρόσθετο έλασμα που καλύπτει τον αρμό συνδέσεως δύο ελασμάτων. Τα συνδεόμενα ελάσματα τοποθετούνται πρόσωπο με πρόσωπο και ο διαχωριστικός αρμός που σχηματίζεται καλύπτεται με ένα ή δύο ελάσματα, δηλαδή με τις αρμοκαλύπτρες. Οι αρμοκαλύπτρες ηλώνονται με τα συνδεόμενα και πραγματοποιούν έτσι την σύνδεση μεταξύ τους.

Αν καλυφθεί ο αρμός και από τις δυο πλευρές τότε απαιτούνται δυο αρμοκαλύπτρες. Η χρησιμοποίηση των ηλώσεων με διπλή αρμοκαλύπτρα έχει το σημαντικό πλεονέκτημα, έναντι των ηλώσεων με μια αρμοκαλύπτρα, ότι η καταπόνηση στους ήλους μειώνεται στο μισό. Ο αριθμός των σειρών στις ηλώσεις με αρμοκαλύπτρα αναφέρεται δεξιά ή αριστερά του αρμού και όχι συνολικά. Έτσι δεξιά και αριστερά του αρμού τοποθετούνται μια, δυο ή τρεις σειρές ήλων και οι αντίστοιχες ηλώσεις λέγονται :

- Ηλώσεις με αρμοκαλύπτρα απλής σειράς (σχήμα 12).
- Ηλώσεις με αρμοκαλύπτρα διπλής σειράς (σχήμα 12).
- Ηλώσεις με αρμοκαλύπτρα τριπλής σειράς (σχήμα 12).



Ηλώση τριπλής και διπλής σειράς ζιγκ-ζαγκ με διπλή αρμοκαλύπτρα.

ΣΧΗΜΑ 12

Τόσο στις ηλώσεις με επικάλυψη όσο και στις ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες ορίζεται η απόσταση μεταξύ δυο γειτονικών ήλων της ίδιας σειράς και ονομάζεται βήμα της ηλώσης και συμβολίζεται με το γράμμα  $t$ . Επίσης διακρίνεται η απόσταση  $e$  μεταξύ δυο παράλληλων σειρών ήλων και η απόσταση  $e_1$  της ακραίας σειράς ήλων από την άκρη του ελάσματος. Συνήθως η απόσταση  $e_1$  λαμβάνεται ίση με  $1,5d$ , όπου  $d$  η διάμετρος του κορμού του ήλου. Ιδιαίτερα στις ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες υπάρχει και η απόσταση  $e_2$  του άξονα των ήλων από τον αρμό. Η  $e_2$  συνήθως λαμβάνεται μικρότερη της  $e_1$ .

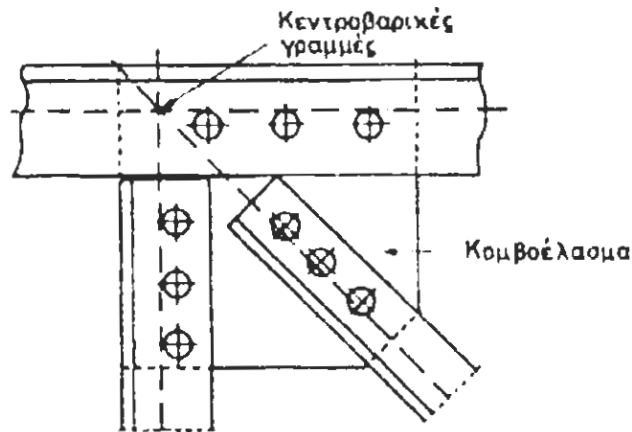
## 7 ΕΙΔΗ ΗΛΩΣΕΩΝ

Με τις ηλώσεις μπορούν να συνδεθούν δυο ελάσματα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η στεγανότητα για υγρά ή αέρια, όπως πχ για δεξαμενές ή σωληνώσεις, και ονομάζονται στεγανές. Υπάρχουν ηλώσεις όπου εξασφαλίζεται η παραλαβή μεγάλων φορτίων (αλλά όχι στεγανότητα), όπως πχ σε γέφυρες ή γερανούς και ονομάζονται στερεές. Μπορούμε όμως ταυτόχρονα να επιτύχουμε και παραλαβή μεγάλων φορτίων, και στεγανότητα όπως πχ σε λέβητες, σωληνώσεις υψηλής πίεσης ή πλοία και αυτού του είδους οι ηλώσεις ονομάζονται στερεοστεγανές.

### 1. Στερεές ηλώσεις

Οι στερεές ηλώσεις χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις σύνδεσης στοιχείων σιδηροκατασκευών ή διαφόρων στοιχείων μηχανών. Αυτές οι συνδέσεις είναι κυρίως στερεές ώστε να μπορούν οι ήλοι να παραλαμβάνουν τις δυνάμεις με τις οποίες πρόκειται να φορτιστούν. Στις ηλώσεις αυτές χρησιμοποιούνται συνήθως ημισφαιρικοί ήλοι (DIN 124), βυθισμένοι (DIN 302), ή ημιβυθισμένοι (DIN 301).

Στο σχήμα 13 παρουσιάζεται μια ήλωση από γωνιακά ελάσματα σιδηροκατασκευής με την βοήθεια κομβοελασμάτων.



ΣΧΗΜΑ 13

Εφόσον είναι γνωστό το πάχος καθενός από τα ελάσματα που πρόκειται να συνδεθούν, και με βάση το πάχος του λεπτότερου από τα δυο ελάσματα που συμβολίζεται με το γράμμα  $S_1$ , τα στοιχεία αυτών των ηλώσεων υπολογίζονται ως εξής :

- Η διάμετρος του ήλου  $d$  που πρέπει να χρησιμοποιηθεί όταν το λεπτό έλασμα έχει πάχος  $s_1$  είναι:  $d=(5 \cdot s_1)^{1/2}-0,2$  σε mm.
- Η διάμετρος  $d_1$  της οπής του ήλου, εφόσον είναι γνωστή η διάμετρος  $d$ , είναι:  $d_1=d+l$  σε mm.

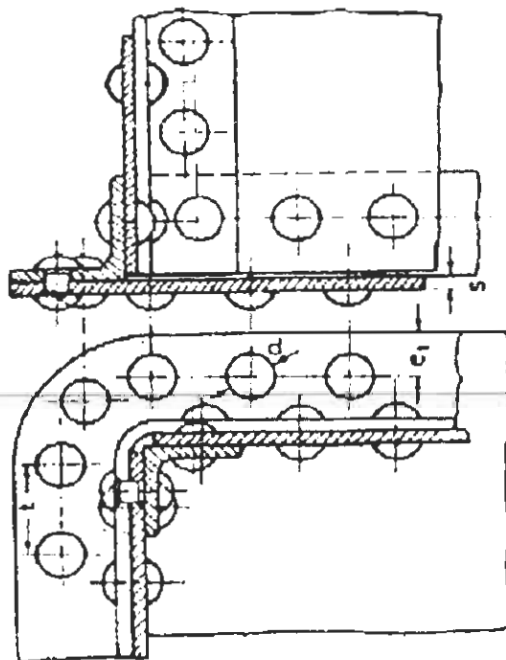
- Το μήκος του κορμού του ήλου  $z$ , που πρέπει να εξέχει λαμβάνεται ίσο με  $z=4/3 \cdot d$  για τους συνήθεις ήλους, και  $z=3/4 \cdot d$  για μεγάλους ήλους.
- Το βήμα της ήλωσης  $t$ , υπολογίζεται από τον τύπο:  $t=3 \cdot d_1 \sim 7 \cdot d_1$ .
- Το βήμα της ήλωσης συνήθως δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το δεκαπλάσιο του πάχους του λεπτότερου από τα προς σύνδεση εξωτερικά ελάσματα.
- Οι αποστάσεις  $e$  που είναι η απόσταση των ήλων δυο γειτονικών σειρών, και  $e_1$ ,  $e_2$  που είναι οι αποστάσεις της ακραίας σειράς ήλων από το άκρο του ελάσματος ή του αρμού, υπολογίζονται με τους τύπους:  $e_1=2 \cdot d_1$  και  $e_2=1,5 \cdot d_1$ .

## 2. Στεγανές ηλώσεις

Με τις ηλώσεις αυτές επιδιώκεται κυρίως η στεγανότητα και λιγότερο η στερεότητα. Στεγανή ήλωση απαιτείται πχ στην κατασκευή ενός δοχείου το οποίο δεν θα δέχεται σοβαρές πιέσεις αλλά θα επιβάλλεται η στεγανότητά του. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ραφές με επικάλυψη και τα διάφορα στοιχεία των ήλων καθορίζονται ως εξής :

- Η διάμετρος του ήλου υπολογίζεται από τον τύπο:  $d=s+0,8$  σε mm, όπου  $s$  το πάχος του ελάσματος σε mm.
- Η διάμετρος οπής υπολογίζεται από τον τύπο:  $d_1=d+1$  σε mm.
- Το βήμα υπολογίζεται από τον τύπο:  $t=3 \cdot d_1+0,5$  σε mm.
- Η απόσταση των ήλων από τα άκρα του ελάσματος θα είναι:  $e_1=1,5 \cdot d_1$ .

Στο σχήμα 14 φαίνεται μια στεγανή ήλωση.



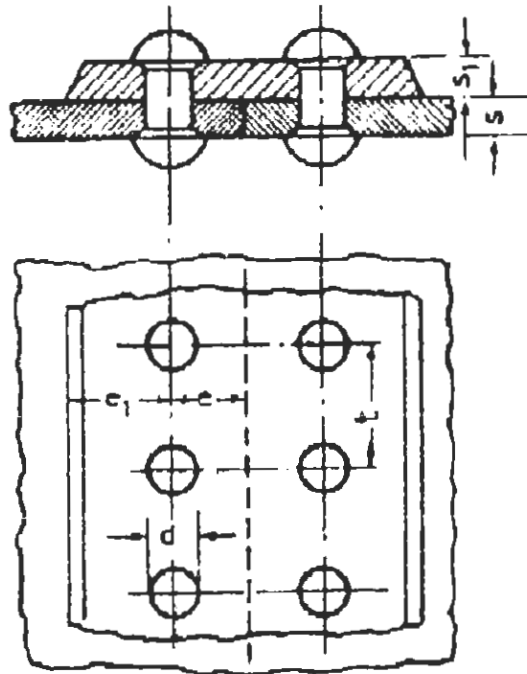
ΣΧΗΜΑ 14

### 3. Στερεοστεγανές ηλώσεις

Οι στερεοστεγανές ηλώσεις έχουν χρήση σε λέβητες και σε δοχεία που περιέχουν ρευστά υπό πίεση. Τα ελάσματα των λεβήτων και γενικότερα των δοχείων πίεσης είναι αναγκαίο να συνδέονται με ήλους έτσι ώστε οι συνδέσεις να είναι όχι μόνο στεγανές αλλά ταυτόχρονα και στερεές. Σε αυτές τις περιπτώσεις μια σύνδεση μπορεί να διατηρηθεί στεγανή, μόνο όταν κατά την μεγαλύτερη της φόρτιση τα ελάσματα δεν μετακινούνται καθόλου μεταξύ τους. **Αυτό επιτυγχάνεται με τις στερεοστεγανές ηλώσεις οι οποίες πραγματοποιούνται με επικάλυψη ή με αρμοκαλύπτρα.**

Στο σχήμα 15 φαίνεται μια στερεοστεγανή ήλωση. Οι ήλοι που χρησιμοποιούνται στις στερεοστεγανές ηλώσεις και κυρίως στους λέβητες, είναι ημισφαιρικοί (DIN 123), ή ημιβυθισμένοι (DIN 301), ή βυθισμένοι (DIN 302), ή φακοειδείς (DIN 303).

Στις στερεοστεγανές ηλώσεις, το πάχος  $s_1$  για τις μονόπλευρες αρμοκαλύπτρες, είναι  $s_1 = 1,25 \cdot s \sim 1,5 \cdot s$  και για ηλώσεις με επικάλυψη  $d = (5s)^{1/2} - 0,4$  σε mm, όπου  $s$  το πάχος του ελασματος σε mm.



ΣΧΗΜΑ 15



• Για ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες:

i. Απλής σειράς :

$$s_1=5/8 \cdot s \sim 2/3 \cdot s, d=(5s)^{1/2}-0,5 \text{ σε mm}, t=2,6 \cdot d+1 \text{ σε mm}, e_1=0,9 \cdot e_2, e_2=1,5 \cdot d \text{ σε mm}.$$

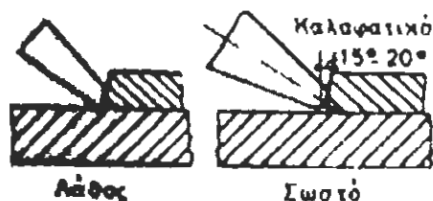
ii. Διπλής σειράς ζιγκ-ζαγκ:

$$d=(5s)^{1/2}-0,6 \text{ σε mm}, t=3,5 \cdot d+1,5 \text{ σε mm}, e=0,5 \cdot t \text{ σε mm}, e_2=1,5 \cdot d \text{ σε mm}.$$

iii. Τριπλής σειράς ζιγκ-Ζακ:

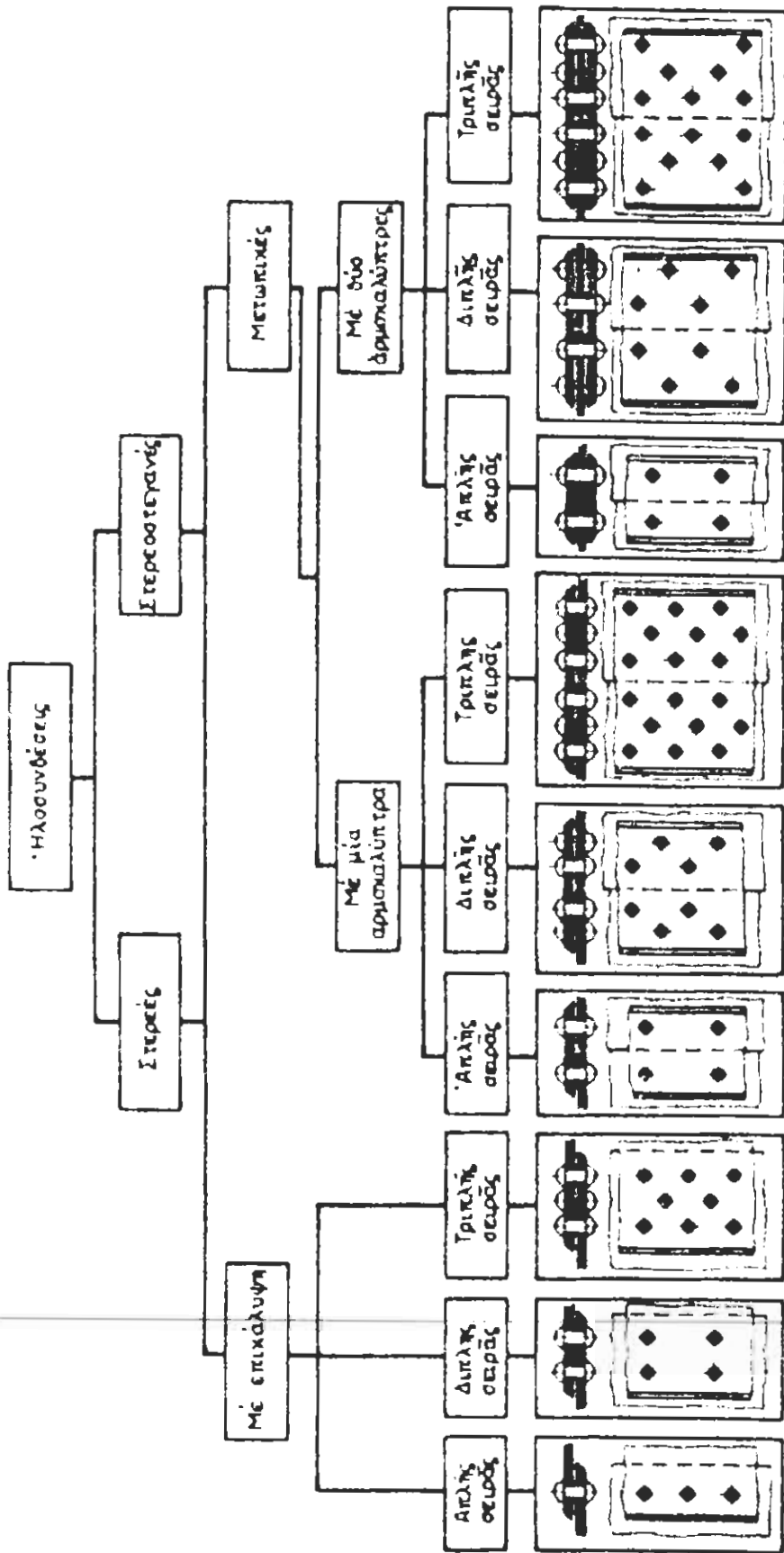
$$s_1=0,8 \cdot s, d=(5s)^{1/2}-0,7 \text{ σε mm}, t=6 \cdot d+2 \text{ σε mm}, e=3/8 \cdot t \text{ σε mm}, e_2=1,5 \cdot d \text{ σε mm}, e_1=1,5 \cdot d \text{ σε mm}.$$

Μετά την εκτέλεση της σύνδεσης γίνεται καλαφάτισμα των άκρων του ελάσματος με ειδικό εργαλείο (καλαφατικό). Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η αντίσταση τριβής των ελασμάτων άρα και η στεγανότητα της σύνδεσης. Τα άκρα των ελασμάτων που καλαφατίζονται, κόβονται με κλίση  $15^\circ$  έως  $20^\circ$  όπως δείχνεται στο σχήμα 16.



ΣΧΗΜΑ 16

Αν τα ελάσματα έχουν πάχος μικρότερο από 5mm απαγορεύεται να γίνει καλαφάτισμα. Στις περιπτώσεις αυτές όταν υπάρχουν μεγάλες πιέσεις, παρεμβάλλονται λωρίδες από χαρτί ή αμιάντο ή από άλλο κατάλληλο υλικό.



ΣΧΗΜΑ 17

## 8 ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΗΛΩΣΕΩΝ

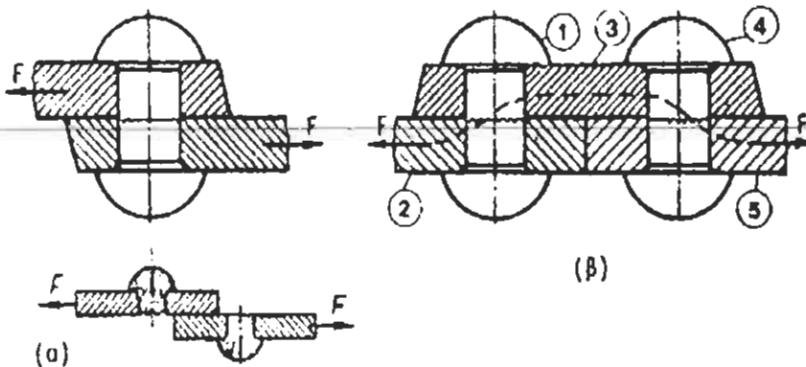
Η καταπόνηση των ήλων έχει σχέση με την σχεδίαση της ήλωσης και τον τρόπο που ενεργούν τα φορτία σε αυτές. Ο ήλος που συνδέει δύο ή περισσότερα ελάσματα εμποδίζει την σχετική τους μετακίνηση και εφόσον ο ήλος καλύπτει εξ' ολοκλήρου την οπή η σχετική τους αυτή μετακίνηση τείνει να εξισωθεί προς την παραμόρφωσή του ήλου ή των ελασμάτων. Αυτή η λειτουργία του ήλου συνεπάγεται καταπόνηση η οποία είναι κυρίως διατμητική. Παράλληλα ο ήλος καταπονείται σε κάμψη, σε εφελκυσμό (αν υφίσταται στην σύνδεση), και σε εφελκυσμό λόγω συστολής από ψύξη. Η καταπόνηση σε κάμψη είναι πολύ μικρή, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες καταπονήσεις, και παραλείπεται κατά τον υπολογισμό. Λόγω της αναπτυσσόμενης πίεσης, μεταξύ του κορμού του ήλου και του ελάσματος, η οπή υπόκειται σε καταπόνηση συνθλίψεως η οποία και καλείται σύνθλιψη της άντυγας οπής. (Σχήμα 18)



ΣΧΗΜΑ 18

### 1. Ηλώσεις απλής τομής

Οι ηλώσεις του σχήματος 19 δέχονται φορτίο  $F$  που προσπαθεί να κόψει τον κορμό του ήλου εγκάρσια σε μια διατομή που βρίσκεται στην γραμμή επαφής των ελασμάτων. Σε αυτή την περίπτωση οι ήλοι καταπονούνται σε διάτμηση και επειδή οι ήλοι τέμνονται μόνο σε μια διατομή οι ηλώσεις αυτές λέγονται 'απλής τομής'. Οι ηλώσεις με επικάλυψη και οι ηλώσεις με μια αρμοκαλύπτρα είναι ηλώσεις μιας τομής.



Ηλώσεις απλής τομής.

ΣΧΗΜΑ 19

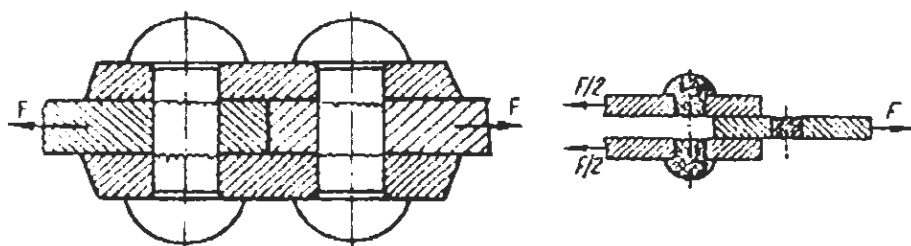
Αν δεχθούμε ότι υπάρχει μόνο ένας ήλος τότε όλο το φορτίο  $F$  το δέχεται αυτός ο ήλος. Αν υπάρχει σειρά 10 ήλων τότε κάθε ήλος αναλαμβάνει το  $1/10$  του φορτίου  $F$ .

Στην ήλωση του σχήματος 19(β), το φορτίο παραλαμβάνεται ολόκληρο από κάθε ήλο. Αυτό δικαιολογείται ως εξής :

- Ο ήλος 1 συνδέει το έλασμα 2 με την αρμοκαλύπτρα 3 και μεταφέρει το φορτίο από το έλασμα στην αρμοκαλύπτρα.
- Ο ήλος 4 συνδέει την αρμοκαλύπτρα με το έλασμα 5 και μεταφέρει το φορτίο από την αρμοκαλύπτρα στο έλασμα.

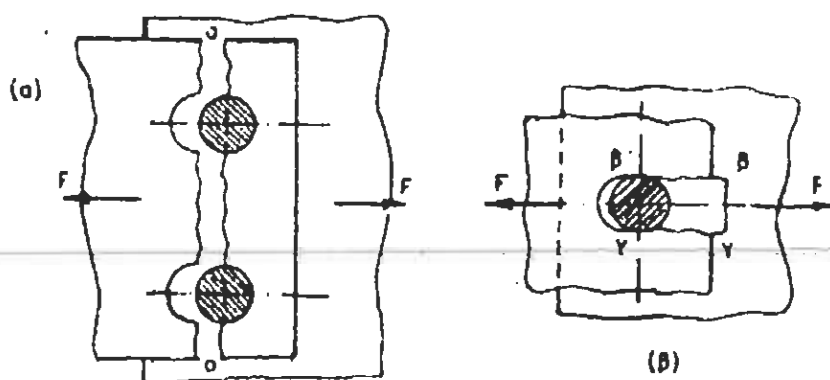
## 2. Ηλώσεις διπλής τομής

Σε μια ήλωση με διπλή αρμοκαλύπτρα (σχήμα 20), το φορτίο προσπαθεί να κόψει τον κάθε ήλο σε δύο διατομές. Για αυτό τον λόγο οι ηλώσεις με διπλή αρμοκαλύπτρα λέγονται 'διπλής τομής'. Κάθε ήλος θα δέχεται το μισό φορτίο από ότι δεχόμαστε στην περίπτωση των ηλώσεων απλής τομής. Αυτό σημαίνει ότι για την ίδια διάμετρο ήλου θα μεταφερθεί διπλάσιο φορτίο  $F$ .



Ήλωση διπλής τομής.  
ΣΧΗΜΑ 20

Τα ελάσματα καταπονούνται σε εφελκυσμό και σε διάτμηση στις θέσεις που φαίνονται στο σχήμα 21.



Καταπόνηση ελασμάτων.  
α. Σε εφελκυσμό στη διατομή α-α.  
β. Σε διάτμηση στις διατομές β-β και γ-γ.

ΣΧΗΜΑ 21

## 9 ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΗΛΩΝ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

Μια ήλωση που περιλαμβάνει περισσότερους από δύο ήλους σε σειρά (κατά την διεύθυνση της δυνάμεως), οι ακραίοι ήλοι καταπονούνται περισσότερο από ότι οι μεσαίοι. Έτσι σε μια ήλωση που αποτελείται με περισσότερους από έξι ήλους σε σειρά, οι μεσαίοι ήλοι παραλαμβάνουν μικρή δύναμη με αποτέλεσμα την υπερκαταπόνηση των ακραίων. Γιαυτό τον λόγο οι κανονισμοί απαγορεύουν ηλώσεις περισσότερες των έξι ήλων σε σειρά. Συνήθως διατάσσονται μέχρι πέντε ήλοι σε σειρά όπου αν στην περίπτωση οι υπολογισμοί απαιτούν περισσότερους ήλους, θα αναζητηθούν τότε άλλες κατασκευαστικές διατάξεις. Στην περίπτωση του περιορισμένου αριθμού ήλων, λόγω της πλαστικής συμπεριφοράς του υλικού, γίνεται παραδεκτή η ομοιόμορφη κατανομή της δύναμης σε όλους τους ήλους.

## 10 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΛΩΣΕΩΝ

Οι ήλοι υπολογίζονται έτσι ώστε να έχουν την απαιτούμενη αντοχή σε τρεις κύριες καταπονήσεις, σε διάτμηση, σε σύνθλιψη οπής και σε εφελκυσμό ενώ ο υπολογισμός σε κάμψη δεν είναι απαραίτητος. Ειδική περίπτωση αποτελούν οι ήλοι των σιδηροδρομικών γεφυρών οι οποίοι πρέπει να υπολογίζονται και σε αντοχή διαρκείας.

### 1. Διάτμηση

Η συνολική δύναμη που παραλαμβάνει κάθε ήλος θεωρούμε ότι κατανέμεται εξίσου σε κάθε επιφάνεια διατμήσεως. Δηλαδή αν ο ήλος είναι ν-τμητός, από την συνολική δύναμη F του ήλου, κάθε επιφάνεια παραλαμβάνει δύναμη F/ν. Αυτή η δύναμη θεωρείται ότι κατανέμεται ομοιόμορφα στην κυκλική διατομή του έτοιμου ήλου.

Έστω ήλωση όπου d η διάμετρος της οπής (ίση προς την διάμετρο του ηλωθέντος ήλου), z ο αριθμός των ήλων, και  $\tau_a$  η αναπτυσσόμενη τάση διατμήσεως, τότε θα έχουμε:  $F/(ν \cdot z) = (\pi \cdot d^2/4) \cdot \tau_a$  ή  $F = ν \cdot z \cdot \pi \cdot d^2/4 \cdot \tau_a$  όπου  $\pi \cdot d^2/4$  είναι η διατομή του ήλου.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη δύναμη σε διάτμηση ενός ν-τμητού ήλου είναι:  $N = ν \cdot \pi \cdot d^2/4$ .

Η μονότμητη ήλωση καταπονείται δυσμενέστερα της πολύτμητης, λόγω της έκκεντρης δράσης των δυνάμεων και λόγω αυτής, της πρόσθετα αναπτυσσόμενης ροπής κάμψης:  $M = F \cdot (t_1 + t_2)/2$  όπου  $t_1, t_2$  τα πάχη των ελασμάτων. Δεν γίνεται διάκριση, μεταξύ μονότμητης και πολύτμητης ήλωσης, της επιτρεπόμενης διατμητικής τάσης  $\tau_{αεκ}$ . Η μέγιστη επιτρεπόμενη δύναμη σε διάτμηση, για το μονότμητο και το δίτμητο ήλο, προκύπτει αντίστοιχα:  $N_a = (\pi \cdot d^2/4) \cdot \tau_{αεκ}$ ,  $N_a = (2 \cdot \pi \cdot d^2/4) \cdot \tau_{αεκ} = (\pi \cdot d^2/2) \cdot \tau_{αεκ}$ .

### 2. Σύνθλιψη της άντυγος οπής

Ο έλεγχος αυτός αφορά στην εξασφάλιση του τοιχώματος της οπής (άντυγος), έναντι ενδεχόμενης παραμόρφωσης, λόγω των αναπτυσσόμενων τάσεων συνθλίψεως, από τον κορμό του ήλου. Η πλαστική συμπεριφορά του υλικού επιτρέπει σημαντική απλοποίηση του υπολογισμού με την παραδοχή της ομοιόμορφης κατανομής της δύναμης συνθλίψεως, επί ορθογωνικής επιφάνειας πλάτους d (ίσου προς την διάμετρο της οπής), και ύψους t ίσου προς το άθροισμα των παχών των καταπονούμενων ελασμάτων και σε αυτή την κατεύθυνση.

Έτσι αν ονομάσουμε  $\sigma_l$  την αναπτυσσόμενη ομοιόμορφη τάση συνθλίψεως της άντυγος για n ήλους στην περίπτωση μονότμητης και δίτμητης ήλωσης προκύπτει αντίστοιχα:  $\sigma_l = f/n \cdot d \cdot t_1$  (όπου  $t_1$  το πάχος του λεπτότερου ελάσματος) και  $\sigma_l = F/2 \cdot n \cdot d \cdot t_1$  σε  $\text{Kp/cm}^2$  (όπου  $t_1 < 2 \cdot t_2$ ). Πρέπει η  $\sigma_l \leq \sigma_{λεκ}$  και η μέγιστη επιτρεπόμενη σε σύνθλιψη άντυγος δύναμη ενός ήλου λαμβάνεται  $\sigma_{λεκ} = 2 \cdot \sigma_{εκ}$  όπου  $\sigma_{εκ}$  η επιτρεπόμενη τάση εφελκυσμού. Εκτός από τα παραπάνω ο κορμός του ήλου

καταπονείται και σε κάμψη. Εφόσον όμως η διάμετρος των ήλων εκλέγεται συναρτήσει του συνολικού πάχους  $s$  των ελασμάτων ( $s \leq 5,5 \cdot d_1$ ), οι πρόσθετες εφελκυστικές τάσεις από κάμψη παραμένουν χαμηλές, χωρίς να λαμβάνονται υπόψιν κατά τον υπολογισμό, καλυπτόμενες από τα περιθώρια ασφαλείας, των επιτρεπόμενων τάσεων σε διάτμηση και σύνθλιψη άντυγος.

### 3. Εφελκυσμός

Κατά την ψύξη του ήλου μετά την ήλωση, λόγω της εμποδιζόμενης συστολής του, εμφανίζονται στον κορμό σημαντικές εφελκυστικές τάσεις. Αυτές έχουν ως αποτέλεσμα μια σύσφιξη των ηλούμενων ελασμάτων μεταξύ τους. Η σύσφιξη αυτή είναι λίγο επιθυμητή, καθώς στις επιφάνειες επαφής εμφανίζονται δυνάμεις τριβής, και συντελεί στη μερική αύξηση της αντοχής της ήλωσης. Λόγω των εφελκυστικών τάσεων από την ψύξη οι δυνατότητες του ήλου σε παραλαβή εφελκυστικών δυνάμεων κατά την διεύθυνση του κορμού είναι περιορισμένες. Γι' αυτό οι επιτρεπόμενες τάσεις του ήλου σε εφελκυσμό, είναι λίγο χαμηλές και επιδιώκονται κατασκευαστικές διατάξεις ούτως ώστε να αποφεύγεται η καταπόνηση των ήλων σε εφελκυσμό.

### 4. Κάμψη

Έλεγχος σε κάμψη δεν απαιτείται εφόσον τηρούνται οι σχέσεις της διαμέτρου του ήλου προς το πάχος του ελάσματος. Στην περίπτωση όμως διάταξης παρεμβημάτων, λόγω της υπάρχουσας αβεβαιότητας περί της αντοχής των ήλων σε κάμψη και για αντιμετώπιση της μεγαλύτερης κόπωσης τους, αυξάνεται ο αριθμός των ήλων από αυτόν που προέκυψε από τους υπολογισμούς, βάσει του αριθμού  $n$  των παρεμβημάτων. Για δομικά έργα ο αριθμός των εγκάρσιων σειρών των ήλων αυξάνεται κατά  $n$  και για σιδηροδρομικές γέφυρες ο  $m$  αριθμός των ήλων που προέκυψε από τους υπολογισμούς αυξάνεται σε  $m' = m(1 + 0,3n)$ .

### 5. Αντοχή διαρκείας

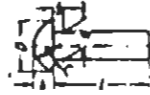
Οι ήλοι, όπως και οι κοχλίες των σιδηροδρομικών γεφυρών, πρέπει να υπολογίζονται και σε αντοχή διαρκείας. Οι επιτρεπόμενες τάσεις αντοχής διαρκείας των ήλων αλλά και των κοχλιών, καθορίζονται συναρτήσει του λόγου:  $u = \min \tau_a / \max \tau_a$ ,  $u = \min \sigma_l / \max \sigma_l$ , δηλαδή του λόγου της μικρότερης προς την μεγαλύτερη οριακή τάση (το  $u$  θετικό ή αρνητικό για την αναπίπτουσα ή μεταπίπτουσα επιπόνηση αντιστοίχως). Στις σιδηροδρομικές γέφυρες υπολογίζεται μια ισοδύναμη τάση  $\sigma_i$  που είναι:  $\sigma_i = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2}$ , η οποία πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση με την επιτρεπόμενη τάση εφελκυσμού  $\sigma_{επ}$ . Οι επιτρεπόμενες τάσεις αντοχής διαρκείας καθορίζονται σε πίνακες.

## 11 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΗΛΟΥΣ ΣΤΙΣ ΧΑΛΥΒΔΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Στις κατασκευές από χάλυβα (ανωδομές, κατασκευές γερανών, γεφυρών), ηλώνονται ράβδοι προφίλ και πλάκες για κατασκευές ικριωμάτων, σε φέρουσες κατασκευές και κατασκευές πλαισίου. Γι' αυτές ισχύουν οι παρακάτω βασικοί κανόνες διαμόρφωσης, οι οποίοι καθορίστηκαν στο DIN 1050 ή στο 15018 :

- Να χρησιμοποιούνται ημιστρόγγυλοι ήλοι DIN 124 η 660 και μόνο σε ειδικές περιπτώσεις ήλοι βύθισης DIN 302 ή 661.
- Οι κατά DIN 1050 και 15018 αναφερόμενες αποστάσεις των οπών των ήλων από τα άκρα και μεταξύ τους θα πρέπει να τηρούνται. Στις ταυτόχρονα εξαρτημένες αποστάσεις από την διάμετρο της οπής  $d_1$  και από το πάχος της φλάντζας  $t$  καθοριστική είναι η μικρότερη. Εάν αντιστοιχούν περισσότερες από δυο σειρές οπών τότε οι αποστάσεις των εξωτερικών σειρών, είναι σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα 5, ενώ επιτρέπεται για την εσωτερική σειρά η διπλάσια απόσταση των οπών.





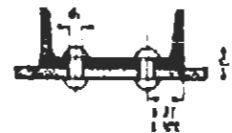
$d_1$   
διάμετρος του κτυπηθέντος ήλου

d	$d_1$	D	k	=R	r	$A_1$	d	$d_1$	D	k	=R	r	$A_1$
10	11	16	6,5	8	0,5	95	22	23	36	14	18,5	1	415
12	13	19	7,5	9,5	0,6	133	24	25	40	16	20,5	1,2	491
14	15	22	9	11	0,6	177	27	28	43	17	22	1,2	616
16	17	25	10	13	0,8	227	30	31	48	19	24,5	1,6	755
18	19	28	11,5	14,5	0,8	283	33	34	53	21	27	1,6	908
20	21	32	13	16,5	1	346	36	37	59	23	30	2	1075

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 (DIN 124)

Αποστάσεις άκρων			Αποστάσεις όπών		
Μικρότερη απόσταση των άκρων	Σέ διεύθυνση δύναμης	$2 d_1$	Μικρότερη απόσταση όπών	γενικά	$3 d_1$
	Κάθετα προς τή διεύθυνση δύναμης	$1,5 d_1$		Μηχανικοί ήλοι άκμης και για φορτισμένα έλασματα έπίστρωσης	$8 d_1$ ή 15t $6 d_1$ ή 12t
Μέγιστη απόσταση των άκρων	Και στις δύο διευθύνσεις <sup>1</sup>	$3 d_1$	Μέγιστη απόσταση όπών	Ήλοι προσαρμογής σε ράβδους πίεσης και (κρίμα ύποστήλωσης γέφυρας <sup>1</sup> )	$12 d_1$ ή 25t
		ή 6t			
		$4 d_1$			
		ή 8t			

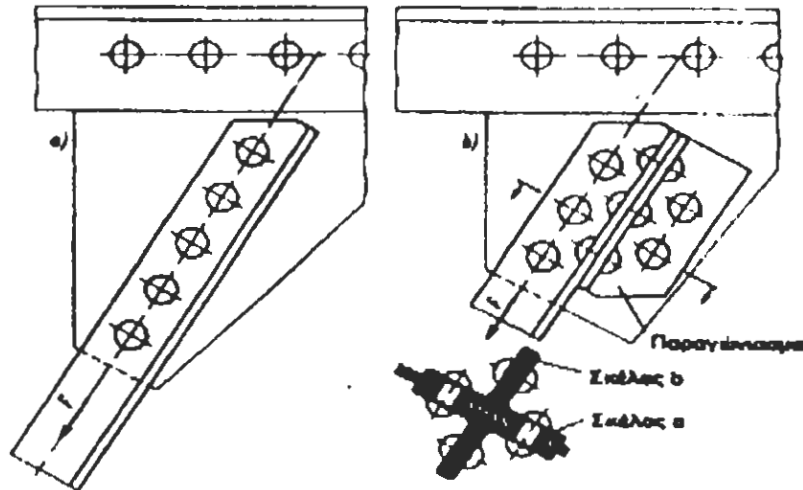
Σέ χάλυβες σε ράβδους και χάλυβες σε σχήματα μπορεί σέ ένισχυμένο άκρο στήν άνωδομή νά παίρνει 9t αντί 6t, στήν κατασκευή γερανών 10t αντί 8t.



- Οι έπάνω τιμές γιά άνωδομές, κάτω τιμές γιά κατασκευές γερανών.
- Αυτές οι άποστάσεις όπών είναι καθοριστικές και σε τραχυλικούς κεφαληφόρους ήλους στους ζωστήρες φορέων έλασμάτων έξωτερικά των ώστικών μερών και σε έλάχιστα καταπονημένους δυναμικούς ήλους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 (DIN 1050 και 15018)

- Κάθε τμήμα διατομής θα πρέπει να συνδέεται με τουλάχιστον δύο ήλους, εξαιρουμένων ελαφρών κιγκλιδωμάτων, περιφραγμάτων και δομήσιμων μελών (π.χ το τμήμα διατομής στο σχήμα 22 είναι συνδεδεμένο με 5 ήλους). Για ένα τμήμα της διατομής μπορούν σε διεύθυνση της δύναμης να κατανέμονται το πολύ 6 ήλοι, και σε εναλλασσόμενες τάσεις το πολύ 5 ήλοι, ο ένας μετά τον άλλο σε σειρά.

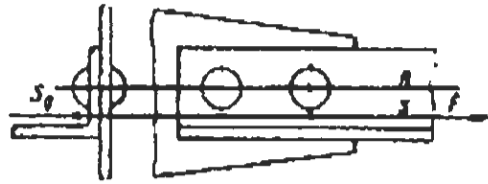


Σύνδεση ράβδου δύναμης.

a. απρόσφορο. b. Καλύτερα με παραγώνιασμα, σκέλος α συνδεόμενο με αναλογούσα δύναμη, σκέλος β με 50% συνδεόμενη προσθήκη.

ΣΧΗΜΑ 22

- Αν απαιτούνται από τους υπολογισμούς, σε μεγάλες δυνάμεις ράβδων στην διεύθυνση της δύναμης, περισσότεροι από 4 μέχρι 5 τοποθετημένοι διαδοχικά ήλοι, ορίζεται παραγώνιασμα (σχήμα 22). Αυτοί θα πρέπει να συνδέονται με την αναλογούσα δύναμη στο ένα σκέλος, και στο άλλο με 50% συνδεόμενη προσθήκη.
- Σε ένα σημείο κόμβου πρέπει να προβλέπονται οι όσο το δυνατόν όμοιες διαμέτροι ήλων.
- Οι λαμαρίνες κόμβων λαμβάνουν εμπειρικά το μέσο πάχος της προς σύνδεση φλάντζας ή σκέλους αλλά όχι κάτω από 4mm και δέν πρέπει να καταπονηθούν πέραν του επιτρεπόμενου μέτρου.
- Οι άξονες κέντρου βάρους των ράβδων πρέπει να συμπίπτουν με τις γραμμές του δικτύου της φέρουσας κατασκευής. Για την αποφυγή πρόσθετων ροπών κάμψης πρέπει να συμπίπτουν οι άξονες των ήλων ή οι άξονες του κέντρου βάρους της σύνδεσης των ήλων με τους άξονες του κέντρου βάρους των ράβδων. Σε μεμονωμένες γωνιακές ράβδους (σχήμα 23), αυτό δεν είναι δυνατόν. Θα αγνοείται ο υπολογισμός της καταπόνησης σε κάμψη, όταν η τάση της κατά μήκος δύναμης δεν υπερβαίνει το  $0,8 \cdot \sigma_{\text{εκτ}}$ . Σύμφωνα με εκκεντρικά ταξινομημένες ράβδους εφελκυσμού πρέπει να υπολογίζονται με κατά μήκος δύναμη  $F$  και ροπή κάμψης  $F \cdot l$ .



Άξονας κέντρου βάρους και άξονας ήλων μιας γωνιακής ράβδου.

s Άξονας κέντρου βάρους της ράβδου, ή άξονας ήλων.

s<sub>0</sub> κέντρο βάρους της διατομής.

ΣΧΗΜΑ 23

- Το μήκος σύσφιξης των συνδέσεων των ήλων θα πρέπει να είναι:  $\Sigma s_s \leq 0,2 \cdot d_1^2$ .

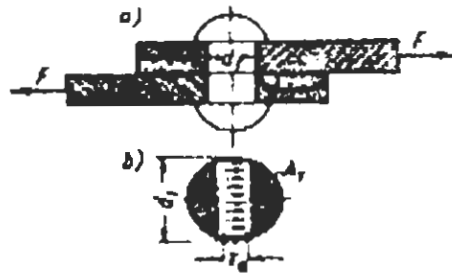
Στον πίνακα 6 αναφέρονται οι διαστάσεις επαφής c, οι διαστάσεις ρίζας w, και οι μέγιστες επιτρεπόμενες διαμέτροι των ήλων d<sub>1</sub> για διάφορα προφίλ. Ως βάση για την εκλογή των διαμέτρων των ήλων ισχύει:  $d = (50 \cdot t)^{1/2} - 2$  σε mm, όπου t είναι το μικρότερο πάχος του ελάσματος ή το πάχος της φλάντζας στη σύνδεση.

L-χάλυβας κατά DIN 1028 & 1029				L-χάλυβας κατά DIN 1026				I-χάλυβας κατά DIN 1025				T-χάλυβας κατά DIN 1024					
b	d <sub>1 max</sub>	w, w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>	h	b	c	d <sub>1 max</sub>	w	h	b	c	d <sub>1 max</sub>	w	b·h	d <sub>1 max</sub>	w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>
30	8,4	17		30	15	9	4,3	10	80	42	10,5	6,4	22	20	3,2	-	-
40	11	22		30	33	14,5	8,4	20	100	50	12,5	6,4	28	25	3,2	15	14
45	13	25		40	20	11	6,4	11	120	58	14	8,4	32	30	4,3	17	17
50	13	30		40	35	14,5	8,4	20	140	66	15,5	11	34	35	4,3	19	19
60	17	35		50	25	12,5	8,4	16	160	74	17,5	11	40	40	6,4	21	22
65	21	35		50	38	15	11	20	180	82	19	13	44	45	6,4	24	25
75	23	40		60	30	12,5	8,4	18	200	90	20,5	13	48	50	6,4	30	30
80	23	45		65	42	16	11	25	220	98	22	13	52	60	8,4	34	35
90	25	50		80	45	17	13	25	240	106	24	17	56	70	11	38	40
100	25	55		100	50	18	13	30	260	113	26	17	60	80	11	45	45
120	25	50	80	120	55	19	17	30	280	119	27,5	17	60	90	13	50	50
130	25	50	90	140	60	21	17	35	300	125	29,5	21	64	100	13	60	60
150	28	60	105	160	65	22,5	21	35	320	131	31	21	70	120	17	70	70
160	28	60	115	180	70	23,5	21	40	340	137	33	21	74	140	21	80	75
180	28	60	135	200	75	24,5	23	40	360	143	35	23	76				
200	28	65	150	220	80	26,5	23	45	380	149	37	23	82				
250	28	65	200	240	85	28	25	45	400	155	38,5	23	86				
				260	90	30	25	50	425	163	41	25	88				
				280	95	32	25	50	450	170	43,5	25	94				
				300	100	34	28	55	475	178	45,5	28	96				
				320	100	37	28	58	500	185	48	28	100				
				350	100	34	28	58	550	200	52,5	28	110				
				380	102	33,5	28	60	600	215	57,5	28	120				
				400	110	38	28	60									

Διαστάσεις c, διαστάσεις ρίζας w και μέγιστα επιτρεπόμενες διαμέτροι d<sub>1</sub> σε mm, για τυποποιημένους χάλυβες προφίλ.

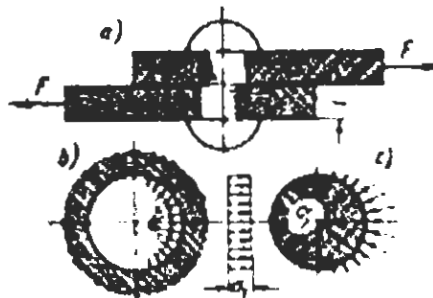
ΠΙΝΑΚΑΣ 6 (DIN 997 έως 999)

Επειδή στις χαλυβδοκατασκευές άκαμπτες ράβδοι προφίλ ηλώνονται σε άκαμπτους φορείς προφίλ ή σε λαμαρίνες, δεν πρέπει να αναμένεται ότι οι θερμοί ήλοι συμπιέζουν τόσο δυνατά τα δομήσιμα κομμάτια, ώστε μια μεταβίβαση δύναμης να γίνεται μόνο με αναστολή της τριβής. Για τον λόγο αυτό αγνοείται και υπολογίζεται με μια καταπόνηση των στελεχών των ήλων σε διάτμηση σύμφωνα με το σχήμα 24.



Καταπόνηση από διάτμηση των ήλων χαλυβδοκατασκευών.  
α. Φανταζόμενη διατμητική δράση. β. Μέση διατμητική τάση  $\tau_a$ .  
ΣΧΗΜΑ 24

Η τάση διατμήσεως  $\tau_a$  είναι:  $\tau_a = F/n \cdot m \cdot A_1$ , όπου  $\tau_a$  είναι η τάση διάτμησης στην διατομή του ήλου σε  $N/mm^2$ ,  $F$  είναι η δύναμη έλξης της ράβδου ή η δύναμη πίεσης σε  $N$ ,  $n$  ο αριθμός των ήλων σε μια σύνδεση,  $m$  ο αριθμός των εντομών της σύνδεσης και  $A_1$  η διατομή του έτοιμου ήλου σε  $mm^2$ .



Καταπόνηση εσωτερικής επιφάνειας των ήλων χαλυβδοκατασκευών.  
α. Επενέργεια εσωτερικής επιφάνειας. β. Πίεση της οπής του ήλου.  
γ. Πίεση του στελέχους του ήλου.

ΣΧΗΜΑ 25

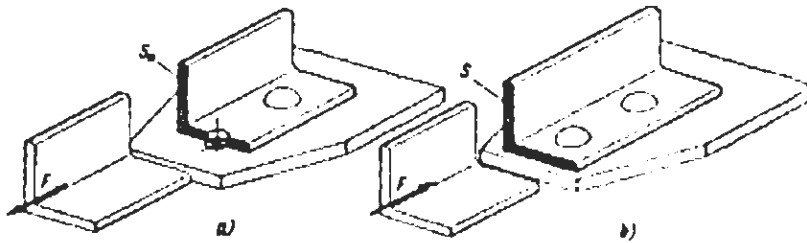
Η δύναμη της ράβδου  $F$  πιέζει το στέλεχος του ήλου κόντρα στα τοιχώματα της οπής (εσωτερική επιφάνεια της οπής), και η πίεση κατανέμεται ανάλογα προς την παραμόρφωση (σχήμα 25b). Μια πολύ μεγάλη συμπίεση διευρύνει την οπή σημαντικά και συνθλίβει τα άκρα προς τα άνω. Κατά το ίδιο μέτρο συμπιέζεται το στέλεχος του ήλου (σχήμα 25c). Για αυτό τον λόγο δεν πρέπει η τάση της εσωτερικής επιφάνειας να υπερβαίνει ένα ορισμένο επιτρεπόμενο μέτρο. Στην πράξη υπολογίζουμε με την μέση τάση της εσωτερικής επιφάνειας  $\sigma_1$  (συμπιεσμένη επιφάνεια λήφθηκε ως επίπεδη

προβολή  $d_1 \cdot t$ ). Ονομάζεται ωστόσο και πίεση της εσωτερικής επιφάνειας της οπής. Η τάση εσωτερικής επιφάνειας είναι:  $\sigma_1 = F/n \cdot d_1 \cdot t$ , όπου  $\sigma_1$  είναι η τάση εσωτερικής επιφάνειας σε οπή και ήλο σε  $N/mm^2$ ,  $d_1$  είναι η διάμετρος της οπής του ήλου σε mm (πίνακας 4), και  $t$  το πάχος του ελάσματος, σκέλους ή φλάντζας σε mm. Επιτρεπόμενες τάσεις για ήλους χαλυβδοκατασκευών φαίνονται στο πίνακα 7.

Είδος τάσης	Υλικό κατασκευής δομησίμων κομματιών <sup>2</sup>								Υλικό κατασκευής ήλων		
	St 33		St 37		St 46		St 52				
	Περίπτωση φόρτισης										
								H HZ		H HZ	
Ανωδομή DIN 1050											
Διάτμηση $\tau_a$	140	160	140	160				210	240	USt 36-1 RSt 44-2	
Έσωράχη (έσωτ. επιφάνεια) $\sigma_1$	220	250	280	320				420	480	USt 36-1 RSt 44-2	
Έλεξη <sup>1</sup> $\sigma_2$	48	54	48	54				72	81	USt 36-1 RSt 44-2	
Κατασκευή γερανών DIN 15018											
Διάτμηση μιθς τομής $\tau_a$			98	112			147	168	147	168	USt 36-1 RSt 44-2
Διάτμηση πολλαπλής τομής $\tau_a$			112	128			168	192	168	192	USt 36-1 RSt 44-2
Έσωράχη μιθς τομής $\sigma_1$			252	288			378	432	378	432	USt 36-1 RSt 44-2
Έσωράχη πολλαπλής τομής $\sigma_1$			280	320			420	480	420	480	USt 36-1 RSt 44-2
Έλεξη <sup>1</sup> $\sigma_2$			30	30			45	45	45	45	USt 36-1 RSt 44-2
<sup>1</sup> Όταν δεν μπορεί να αποφευχθεί κατασκευαστικά ή υπολογιστική καταπόνηση από εφελκυσμό στον ήλο. <sup>2</sup> St 33 βρίσκεται εδώ για St 33-1 και St 33-2, St 37 για St 37-1 έως St 37-3, St 46 για St 46-2 και St 46-3, St 52 για St 52-3. M σε Nmm Ροπή κάμψης στο κέντρο βάρους $S_0$ της ομάδας ήλων. e σε mm Αποστάσεις ήλων συμμετρικά προς το κέντρο βάρους της ομάδας ήλων. e <sub>g</sub> σε mm Μέγιστη απόσταση των ήλων εντός της ομάδας.											

Επιτρεπόμενες τάσεις σε  $N/mm^2$  για ήλους χαλυβδοκατασκευών.  
ΠΙΝΑΚΑΣ 7 (DIN 1050 και 15018)

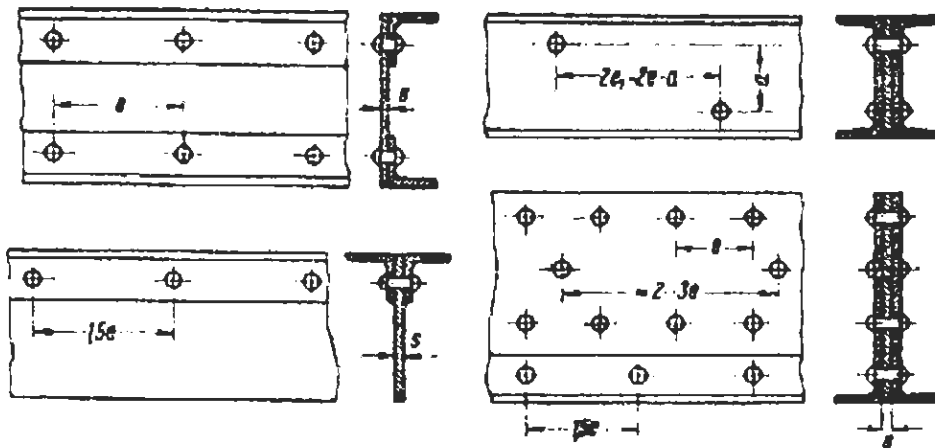
Στο σχήμα 26 η δύναμη επίσης ράβδου F καταπονεί επίσης διατομές των δομησίμων μερών σε εφελκυσμό ή θλίψη.



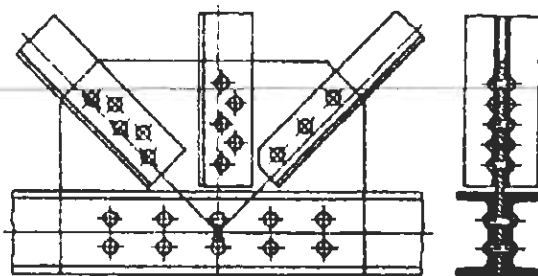
Ράβδοι έλξης και θλίψης.  
 a. Ράβδος έλξης. b. Ράβδος θλίψης.  
 ΣΧΗΜΑ 26

Η τάση εφελκυσμού είναι  $\sigma = F/S_n$  και η τάση θλίψης  $\sigma = F/S$ , όπου  $\sigma$  είναι η τάση εφελκυσμού ή θλίψης στην διατομή του δομήσιμου κομματιού σε  $N/mm^2$ ,  $F$  είναι η δύναμη εφελκυσμού ή θλίψης επίσης ράβδου σε  $N$ ,  $S_n$  είναι η ωφέλιμη διατομή του δομήσιμου μέρους λαμβάνοντας υπ'όψιν επίσης εξασθενημένες οπές των ήλων σε  $mm^2$  και  $S$  είναι η ολόσωμη διατομή του δομήσιμου κομματιού σε  $mm^2$ . Οι ράβδοι θλίψης υπολογίζονται και σύμφωνα με το  $din 4114$ .

Στο σχήμα 27 φαίνεται η σύσταση διατομής φορέων και στο σχήμα 28 φαίνεται η διαμόρφωση σημείου κόμβου. Οι αποστάσεις οπών  $e$  φαίνονται στον πίνακα 5.



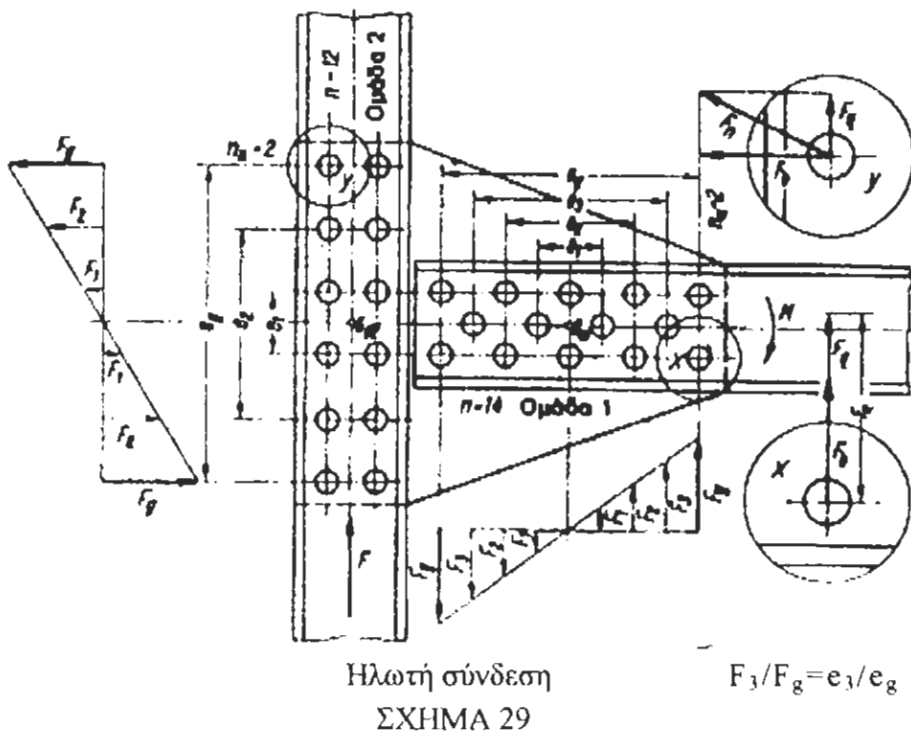
Σύσταση διατομής ηλωμένων ολόσωμων δοκών.  
 ΣΧΗΜΑ 27



Κόμβος μιας φέρουσας κατασκευής γερανού, στον οποίο συμπίπτουν άξονες κέντρου βάρους των ράβδων με το δικτυωτό κάλυμα.  
 ΣΧΗΜΑ 28

Οι δυνάμεις των ήλων σε μια σύνδεση κατανέμονται κατά προσέγγιση επίσης οι τάσεις κάμψης σε όλη την διατομή (σχήμα 29), οπότε είναι:  $M = F_1 \cdot e_1 + F_2 \cdot e_2 + \dots + F_g \cdot e_g$ , όπου  $M$  είναι η ροπή κάμψης στο κέντρο βάρους  $S_0$  της ομάδας ήλων σε  $N \cdot mm$ ,  $F_g$  είναι η μέγιστη δύναμη στην εξωτερική σειρά ήλων της ομάδας δια την ροπή κάμψης  $M$  σε  $N$ ,  $e$  είναι οι αποστάσεις ήλων συμμετρικά προς το κέντρο βάρους της ομάδας ήλων σε  $mm$  και  $e_g$  είναι η μέγιστη απόσταση των ήλων εντός της ομάδας σε  $mm$ . Έτσι η μέγιστη δύναμη στην εκάστοτε εξωτερική σειρά ήλων της ομάδας είναι:  $F_g = M \cdot e_g / \sum e^2$ .

Σε έναν ήλο της εξωτερικής σειράς αντιστοιχεί το  $F_b = F_g / n_a$ , όπου  $n_a$  ο αριθμός των ήλων σε αυτή την σειρά. Όταν είναι όπως στο σχήμα 29,  $F_3 > F_g / 2 = F_g / n_a$ , τότε θα πρέπει να τεθεί το  $F_b = F_3$ .



Εκτός αυτού θα πρέπει κάθε ομάδα ήλων να δεχθεί και την δύναμη διάτμησης  $F$  έτσι ώστε κάθε ήλος να καταπονείται με  $F_q = F/n$  όπου,  $F$  (σε  $N$ ) είναι η δύναμη διάτμησης στην σύνδεση ήλωσης,  $F_q$  (σε  $N$ ) είναι η δύναμη ανά ήλο για την δύναμη διάτμησης  $F$  και  $n$  είναι ο αριθμός των ήλων εντός της ομάδας των ήλων.

Οι δυνάμεις  $F_b$  και  $F_q$  συντίθενται στην συνισταμένη δύναμη ήλων  $F_n$ . Είναι για την σύνδεση 1 και για την σύνδεση 2 αντίστοιχα  $F_n = F_b + F_q$  και  $F_n = (F_b^2 + F_q^2)^{1/2}$ .

Με την συνισταμένη  $F_n$  πρέπει να υπολογίζεται σε διάτμηση, και η εσωτερική επιφάνεια επίσης της οπής. Οι διακινδυνευόμενες διατομές στα δομήσιμα κομμάτια και στο έλασμα κόμβου (οι εκάστοτε διατομές της πρώτης σειράς ήλων), πρέπει να επαναυπολογίζονται ακόμα σε καταπόνηση από κάμψη.

## 12 ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ

Στην σύνδεση μεταλλικών ελασμάτων με ήλωση λόγω των διανοιγόμενων οπών οι διατομές εξασθενούν. Η εξασθένηση αυτή πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν κατά τον έλεγχο των αναπτυσσόμενων τάσεων στα ελάσματα. Έτσι πρέπει να προσδιορίζεται για την κάθε περίπτωση φορτίσεως η αντίστοιχη χρήσιμη (κρίσιμη) διατομή  $F_n$  κατά τον έλεγχο. Η αφαίρεση ή μη των οπών εξαρτάται κατά τον ισχύοντα κανονισμό (DIN 1050) ανάλογα με το είδος της φορτίσεως:

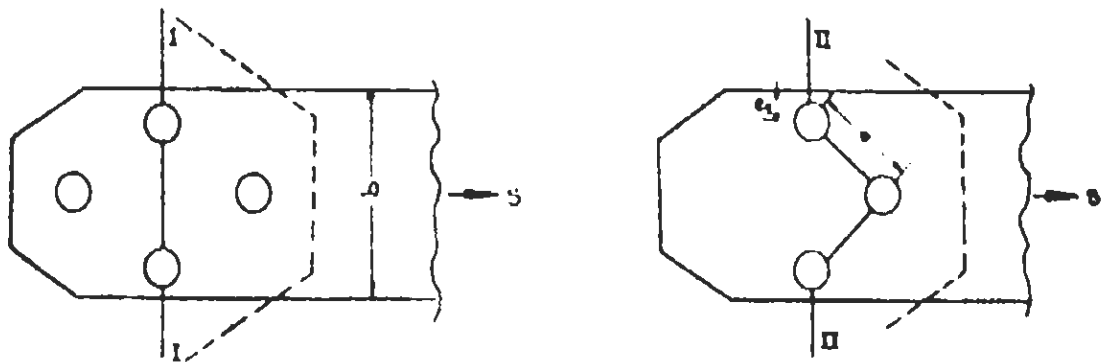
### 1. Θλιβόμενοι ράβδοι

Χρήσιμη διατομή είναι η πλήρης (μη εξασθενημένη) διατομή ανεξαρτήτως της ύπαρξης ή μη οπών. Το ίδιο ισχύει και για τα θλιβόμενα πέλματα καμπτόμενων δοκών, όπου για τον έλεγχο της μέγιστης θλιπτικής τάσης δεν λαμβάνονται υπ' όψιν οι τυχόν υπάρχουσες οπές.

### 2. Εφελκούμενοι ράβδοι

Χρήσιμη διατομή σε αυτές τις ράβδους είναι η εξασθενημένη, και προκύπτει μετά την αφαίρεση όλων των οπών που βρίσκονται στην πιο δυσμενή διατομή.

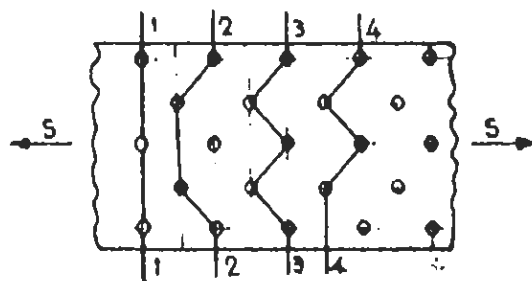
Έτσι για το έλασμα του σχήματος 30 πρέπει να ερευνηθεί ποια από τις δυο διατομές I-I και II-II είναι η δυσμενέστερη και δηλαδή κρίσιμη για τον έλεγχο. Από αυτές τις δύο διατομές η II-II παρά το γεγονός ότι είναι η πιο επιμήκης ( $2e_2 + 2e > b$ ), ενδέχεται να είναι η δυσμενέστερη διότι απο αυτήν αφαιρούνται τρεις οπές έναντι μόνο δύο αφαιρούμενων οπών της διατομής I-I. Οι εξασθενημένες διατομές I-I και II-II προκύπτουν:  $F_{nI} = (b - 2 \cdot d) \cdot t$ , και  $F_{nII} = (2 \cdot e_2 + 2 \cdot e - 3 \cdot d) \cdot t$ . Άρα χρήσιμη διατομή θα είναι η II-II εάν  $e_2 + e < (b + d)/2$ .



ΣΧΗΜΑ 30

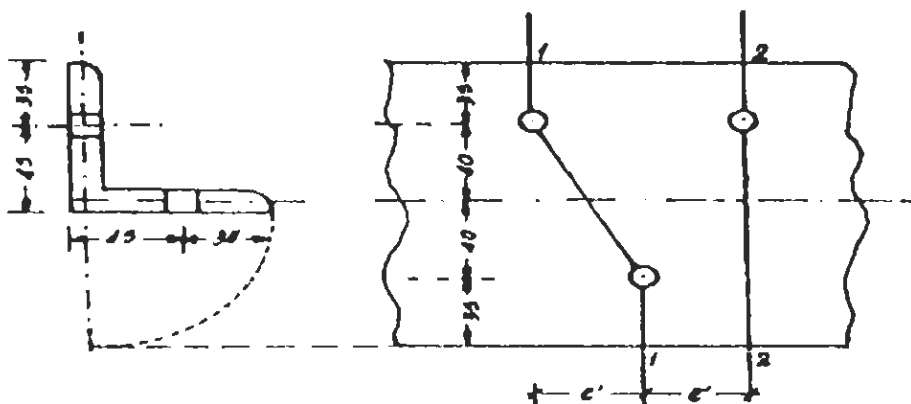


Ομοίως στην περίπτωση του σχήματος 31, ως κρίσιμη διατομή θα ληφθεί η μικρότερη χρήσιμη επιφάνεια από τις τομές 1-1, 2-2, 3-3, 4-4. Αναλόγως καθορίζεται η χρήσιμη διατομή και των γωνιακών. Γι' αυτό κατακλίνεται το επίπεδο του ενός σκέλους επί το αντίστοιχο επίπεδο του άλλου σκέλους και στη συνέχεια καθορίζεται η χρήσιμη διατομή σαν να πρόκειται για ένα έλασμα.



ΣΧΗΜΑ 31

Στο σχήμα 32 φαίνεται η κατάκλιση αυτή για την περίπτωση ενός L80.80.10. Κρίσιμη διατομή γι' αυτό το γωνιακό θα είναι η μικρότερη χρήσιμη επιφάνεια από τις τομές 1-1 και 2-2.



ΣΧΗΜΑ 32

Σύμφωνα με τα παραπάνω οι υπάρχουσες οπές στα εφελκούμενα πέλματα καμπτόμενων δοκών αφαιρούνται κατά τον έλεγχο της μέγιστης αναπτυσσόμενης τάσης εφελκυσμού. Σε αυτή την περίπτωση η ύπαρξη τους μειώνει την ροπή αδράνειας  $J$  της πλήρους διατομής κατά  $\Delta J$ . Για απλούστευση του υπολογισμού ο κανονισμός DIN 1050 επιτρέπει η ροπή αδράνειας  $\Delta J$  της επιφάνειας των οπών, να υπολογίζεται ως προς τον κεντροβαρικό άξονα της πλήρους διατομής.

### 13 ΕΝΩΣΕΙΣ ΗΛΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΕΛΑΦΡΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

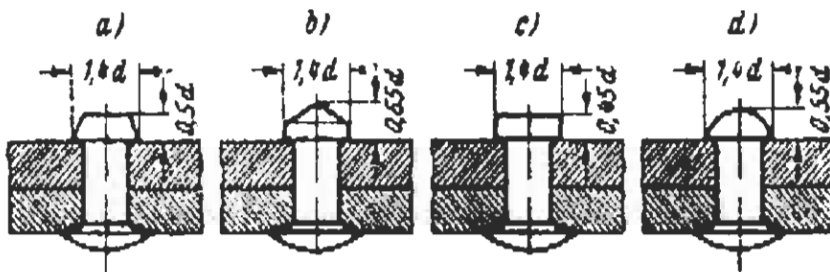
Οι καθηλώσεις ελαφρών μετάλλων επιβλήθηκαν έναντι των συγκολλητικών συνδέσεων ,επειδή σφυρηλατημένοι εν ψυχρώ ήλοι γεμίζουν εντελώς τις οπές (κανένας τζόγος διαστολής).Η συγκόλληση επηρεάζει δυσμενώς τις ιδιότητες των ελαφρών μετάλλων και οι συνδέσεις ήλωσης παρά τις μεγάλες επιδράσεις σε εγκοπή στις οπές να είναι πιο στερεές από τις συγκολλητικές συνδέσεις.Ηλώσεις ελαφρών μετάλλων εφαρμόζονται κυρίως στην κατασκευή αεροσκαφών, πλοίων, οχημάτων, ανωδομών, γερανών και γεφυρών.

Πλεονεκτήματα σε σχέση με τις χαλύβδινες κατασκευές είναι το μικρό βάρος, η κατά προσέγγιση ισότιμη αντοχή και η ανθεκτικότητα στην διάβρωση.Μειονεκτήματα είναι η μεγαλύτερη τιμή και το μισό μέτρο ελαστικότητας ( $E=70000 \text{ N/mm}^2$ ).Η οικονομική συμπίεση δεσμίδων καθιστά δυνατή την χρησιμοποίηση ειδικών προφίλς, ημιδιάκενα και διάκενα (σχήμα 33).Σχετικά με προφίλς πίεσης δεσμίδων από αλουμίνιο αναφέρεται το DIN 1748 και για κατανομές πίεσης δεσμίδων από μαγνήσιο το DIN 9711.



Παραδείγματα για συμπίεστά προφίλ δεσμίδων από ελαφρό μέταλλο.  
ΣΧΗΜΑ 33

Επειδή οι εν ψυχρώ ήλοι δεν συστέλλονται όπως οι εν θερμώ, οι κεφαλές χρειάζεται να ασφαλίζουν το στέλεχος μόνο έναντι αξονικής μετατόπισης.Για τον λόγο αυτό επαρκούν μικρές κεφαλές κλεισίματος (σχήμα 34).Επικρατέστεροι είναι οι ημιστρόγγυλοι ήλοι DIN 660, ήλοι βύθισης DIN 661 (πίνακας 10), ήλοι σχήματος φακού DIN 622 και πεπλατυσμένοι στρογγυλοί ήλοι DIN 674.

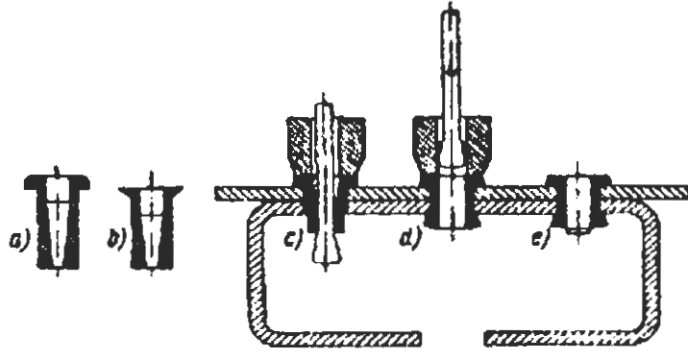


Πλευρά κεφαλών

Διάφορες μορφές κεφαλών ελαφρού μετάλλου (κεφαλή ήλου παριστάνεται ως ήλος σχήματος φακού), a.Κεφαλή σχήματος χύτρας, b.Κωνική κεφαλή, c.Επίπεδη κεφαλή, d.Ημισφαιρική κεφαλή.

ΣΧΗΜΑ 34

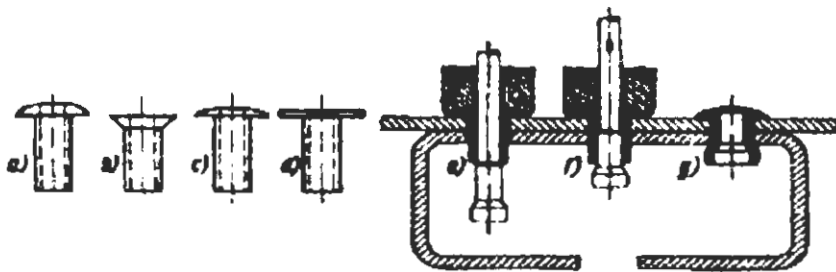
Ήλοι κλειστού άκρου επιτρέπουν ηλώσεις σε δομήσιμα κομμάτια προσιτά μόνο από την μια πλευρά όπως π.χ σε ημιδιάκενα και διάκενα προφίλ (σχήματα 35,36,37). Οι εκρηκτικοί ήλοι κλείνονται με ανάφλεξη μιας γόμωσης που βρίσκεται μέσα στο στέλεχος, μέσω ενός εμβόλου ανάφλεξης τοποθετημένου επί της κεφαλής. Η εκρηκτική πίεση φουσκώνει το στέλεχος του ήλου και σχηματίζει μια κοίλη κεφαλή κλεισίματος.



Ήλοι διελέξης (Gebr. Harpich GmbH, Wuppertal-Elberfeld)

- a. Επιτεδοστρόγγυλος ήλος, b. Ήλος βύθισης, c. Εισαγόμενος ήλος, d. Διελέξη της κωνοειδούς βελόνας, e. Με στυλίσκο πλήρωσης φραγμένος ήλος.

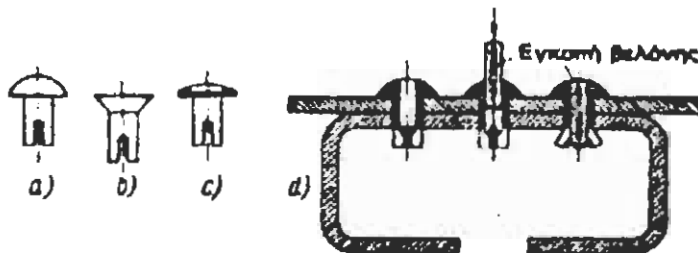
ΣΧΗΜΑ 35



Βελονοειδής ήλος (Gebr. Titgemeyer, Osnabruck).

- a. Με στρογγυλή κεφαλή, b. Με κεφαλή βύθισης, c. Με επίπεδο στρογγυλή κεφαλή, d. Με επίπεδη κεφαλή, e. Εισαγόμενος ήλος, f. Είσοδηση του ήλου, g. Κλεισμένος ήλος (κεκαλυμμένος).

ΣΧΗΜΑ 36



Ήλος κλειστού άκρου (Kerb-Konus-Gesellschaft, Schnaittenbach/Oberpfalz).

- a. Ημιστρόγγυλος ήλος, b. Ήλος βύθισης, c. Επιτεδοστρόγγυλος ήλος, d. Κλείσιμο ενός ήλου κλειστού άκρου.

ΣΧΗΜΑ 37

Για την επιμέτρηση των ηλώσεων ελαφρού μετάλλου (σχήμα 38), είναι χρήσιμα τα ακόλουθα:  $d=1,5...2\cdot s$ , όπου  $s$  είναι το ελάχιστο πάχος ελάσματος στην ένωση, η απόσταση της οπής στην διεύθυνση της δύναμης  $e_1 \geq 2,5\cdot d_1$  και η απόσταση του περιθωρίου  $e_2=e_3 \geq 2\cdot d_1$ .

Για τον υπολογισμό και την κατασκευή δομήσιμων κομματιών από αλουμίνιο στις ανωδομές και τις κατασκευές γερανών προσδιοριστικό είναι το DIN 4113:

- Για ήλους αλουμινίου να χρησιμοποιούνται τα αναφερόμενα υλικά κατασκευής του πίνακα 8 αντίστοιχα με τα προς σύνδεση μέρη. Πρέπει να επιδιώκεται τα κομμάτια που συνδέονται μεταξύ τους να είναι από το ίδιο υλικό κατασκευής.
- Αν δικαιολογείται κατασκευαστικά ή τεχνικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ηλωμένοι εν ψυχρώ ή εν θερμώ χαλύβδινοι ήλοι (με προσοχή στην προστασία έναντι διάβρωσης). Χρήσιμη είναι τότε η τοποθέτηση επικαδμιωμένων χαλύβδινων ροδελών κάτω από τις κεφαλές, ώστε να μεγαλώνουν οι επιφάνειες πίεσης στα κομμάτια από ελαφρύ μέταλλο.
- Οι εμφανιζόμενες τάσεις πρέπει να υπολογίζονται σύμφωνα με DIN 1050 και 15028. Οι επιτρεπόμενες τάσεις υπολογίζονται σύμφωνα με τον πίνακα 9. Από τις δύο αναφερόμενες τάσεις των εσωτερικών επιφανειών προσδιοριστική είναι κάθε φορά η μικρότερη.

Υλικό ήλων	Κατάσταση προμήθευσης	Οί ήλοι να κτυπηθούν εν ψυχρώ	Υλικό των προς συγκόλληση κομματιών
AlCuMg 1 F 40	Έσκληρωμένο εν ψυχρώ	Μέχρι 4 ώρες μετά από καινούργια πυράκτωση διάλυσης στους 500 °C ±5°C και άμεσου ταχείας απόψυξης	AlCuMg με AlCuMg
AlCuMg 0,5 F 28	Έσκληρωμένο εν ψυχρώ	Σε κατάσταση προμήθευσης	AlCuMg με AlCuMg
AlMgSi 1 F 23	Έσκληρωμένο εν ψυχρώ	Σε κατάσταση προμήθευσης ή σε μεγάλη διάμετρο ήλων κατόπιν καινούργιας πυράκτωσης διάλυσης μέχρι 540 °C και ταχείας απόψυξης	AlMgSi με AlMgSi και AlMgSi με AlMg 3 ή AlMgMn
AlMg 3 F 23	Ήμισκληρωτός έλξης	Σε κατάσταση προμήθευσης	AlMg 3 με AlMg 3 ή AlMgMn

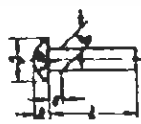
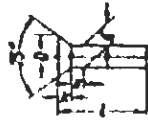
Κράματα αλουμινίου για ήλους  
ΠΙΝΑΚΑΣ 8 (DIN 4113)

Είδος τάσης	Υαλκός δομησίμων κομματιών													
	AlCuMg 1		AlCuMg 2		AlCuMg 2 F 44 προβίλ AlCuMg 1		AlMgSi 1 F 28		AlMgSi 1 F 32		AlMg 3 F 18, AlMgMn F 18		AlMg 3 F 23, AlMgMn F 23	
	Περίπτωση φόρτισης													
	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
ΕΑΞη, θλίψη $\sigma$	150	170	160	180	190	215	100	115	150	170	47	53	82	94
Διάτμηση $\tau$	90	102	96	108	114	128	60	68	90	102	28	32	50	56
Έσωτ. επιφάνεια $\sigma_1$	264	300	264	300	264	300	180	203	215	240	84	95	145	160

Είδος τάσης	Υαλκός ήλων							
	AlCuMg 1 F 40		AlCuMg 0,5 F 28		AlMgSi 1 F 23		AlMg 3 F 23	
	Περίπτωση φόρτισης							
	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
Διάτμηση $\tau_a$	105	120	84	95	64	73	64	73
Έσωτ. επιφάνεια $\sigma_1$	264	300	208	236	160	182	160	182

Επιτρεπόμενες τάσεις σε N/mm<sup>2</sup> για ηλώσεις ελαφρών μετάλλων.  
ΠΙΝΑΚΑΣ 9 (DIN 4113)

	Ήμισφαιρικοί DIN 660										
	Ήλων βύθισης DIN 661										
Διάμετρος ακατέργαστου ήλου $d^1$	2	2,6	3	(3,5)	4	5	6	(7)	8	(9)	
Διάμετρος κεφαλής D	3,5	4,5	5,2	6,2	7	8,8	10,5	12,2	14	15,8	
Μετρική απόσταση e	1	1,5	1,5	2	2	3	3	3	4	4	
Ύψος κεφαλής k DIN 660 DIN 661	1,2 1	1,6 1,3	1,8 1,5	2,1 1,8	2,4 2	3 2,5	3,6 3	4,2 3,5	4,8 4	5,4 4,5	
Στρογγυλότητα κεφαλής = R	1,9	2,4	2,8	3,4	3,8	4,6	5,7	6,6	7,5	8,5	
Διάμετρος όπης $d_1$	2,2	2,8	3,2	3,7	4,3	5,3	6,4	7,4	8,4	9,5	
Διατομή σε mm <sup>2</sup> $A_1$	3,8	6,1	8,0	10,7	14,5	22,1	32,2	43,0	55,4	70,9	

<sup>1</sup> Τό έντός παρένθεσης μέγεθος δυνατόν νά αποφεύγεται.

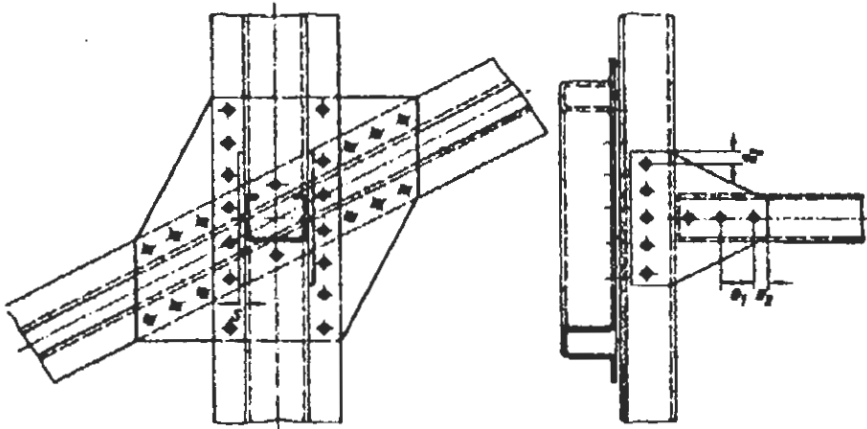
Διαστάσεις σε mm των ημισφαιρικών ήλων DIN 660 και ήλων βύθισης DIN 661 ( $A_1$  διατομή του σφυρηλατημένου ήλου).

ΠΙΝΑΚΑΣ 10

## 14 ΕΝΩΣΕΙΣ ΗΛΩΝ ΣΤΗΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ

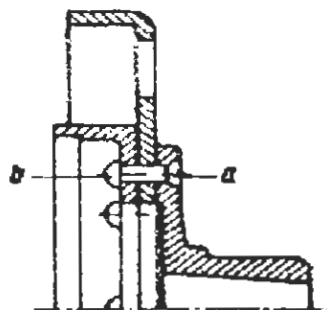
Στην μηχανολογία και στην κατασκευή συσκευών χρησιμοποιούνται κυρίως συνδέσεις με ήλους εν ψυχρώ με διάμετρο μικρότερη από 10 mm, ημισφαιρικοί ήλοι DIN 660, βυθισμένοι ήλοι DIN 661, όπως δείχνονται στον πίνακα 10.

Στα σχήματα 38,39 φαίνονται οι πολικοί δακτύλιοι μιας ηλεκτρομαγνητικής ζεύξης που συνδέονται με βυθισμένους ήλους. Συχνά ηλώνονται και τμήματα μετωπικά σε ράβδους ή άξονες (σχήμα 40).



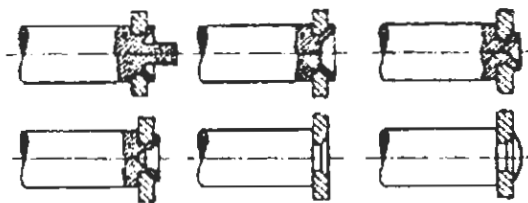
Σημείο κόμβου μιας φέρουσας κατασκευής από ελαφρό μέταλλο.

ΣΧΗΜΑ 38



Ηλωτοί δακτύλιοι πόλων μιας ηλεκτρομαγνητικής ζεύξης α κεφαλή ήλου, β κεφαλή κλεισίματος.

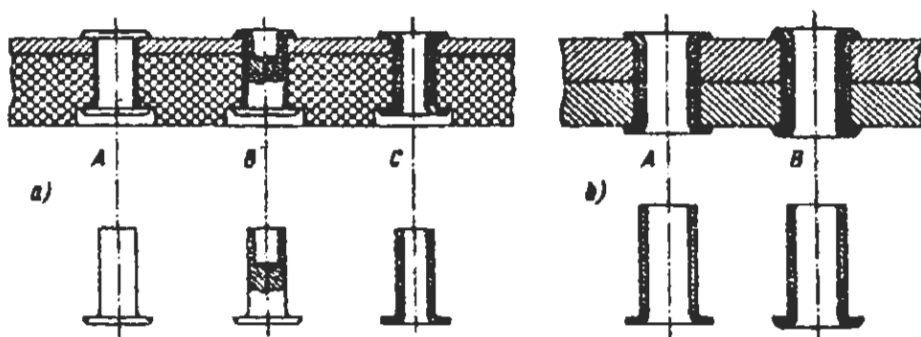
ΣΧΗΜΑ 39



Μετωπικές ηλώσεις σε κυλινδρικές ράβδους.

ΣΧΗΜΑ 40

Μέρη από ελαστικά ή ιδιαίτερα εύθραυστα υλικά κατασκευής, δεν μπορούν να ενωθούν λόγω των μεγάλων δυνάμεων ένωσης με ημισφαιρικούς ή βυθισμένους συμπαγείς ήλους. Γι' αυτά κατάλληλοι είναι οι ήλοι στις μορφές κατά DIN 7338 (σχήμα 41α) και σωληνωτοί ήλοι κατά DIN 7340(σχήμα 41β).



Συμπαγείς ήλοι, ημιδιάκενοι και σωληνωτοί ήλοι, για χαμηλές δυνάμεις κλεισίματος a. Κατά DIN 7338, b. Κατά DIN 7340.

ΣΧΗΜΑ 41

Για την καθήλωση μερών από πολύ ευπαθή υλικά κατασκευής όπως μαλακό λάστιχο, πρεσσαριστό υλικό, σκληρό χαρτί και παρόμοια πρέπει να τοποθετούνται κάτω από τις κεφαλές των σωληνωτών ήλων και μεταλλικές ροδέλες για να αυξάνονται οι επιφάνειες πίεσης (σχήμα 42).



Με σωληνωτούς ήλους στερεωμένο κομμάτι υλικού πίεσης, α μεταλλική ροδέλλα.

ΣΧΗΜΑ 42

Διάκενοι ήλοι DIN 7339 έχουν μεγαλύτερο πάχος τοιχώματος από ότι οι σωληνωτοί ήλοι. Οι τελευταίοι χρησιμεύουν κυρίως για την στερέωση φερμουίτ φρένων και επικαλύψεων συμπλεκτών.

Παραιτέρω στοιχεία σύνδεσης είναι οι στυλίσκοι ήλωσης κατά DIN 7341 για πλάτυνση δύο επιπέδων ή βυθισμένων ήλων. Ο υπολογισμός των συνδέσεων με ήλους, γίνεται όπως και στις χαλυβδοκατασκευές και οι επιτρεπόμενες τάσεις φαίνονται στον πίνακα 11.

Δομήσιμα κομμάτια										
Καταπόνηση	Περίπτωση φόρτισης	St ή GS					GG <sup>1</sup>			
		34	37	42	50	60	10	20	30	40
Έλεξη, θλίψη $\sigma$	Αδρανής κυματοειδής Εναλλασσόμενη	120	140	160	180	220	35	65	100	135
		85	100	120	140	170	25	40	75	100
		70	85	95	110	130	20	35	50	70
Κάμψη $\sigma_b$	Αδρανής κυματοειδής Εναλλασσόμενη	170	195	225	250	310	50	90	140	190
		95	110	130	155	185	28	45	80	110
		75	95	100	120	145	20	40	55	80
Έσωρόχιο $\sigma_1$	Αδρανής κυματοειδής Εναλλασσόμενη	240	280	320	360	410	65	130	200	270
		170	200	240	280	340	45	85	130	170
		140	170	190	220	260	35	65	100	130
Ήλιοι										
Καταπόνηση	Διάτμηση $\tau_a$			Έσωρόχιο $\sigma_1$			Έλεξη $\sigma_z$			
Υλικό ήλων	St 34	St 44	St 52	St 34	St 44	St 52	St 34	St 44	St 52	
Περίπτωση	Αδρανής κυματοειδής Εναλλασσόμενη	140	180	225	280	360	440	70	90	110
		100	140	170	200	280	340	50	70	85
		85	110	130	170	220	260	40	55	65

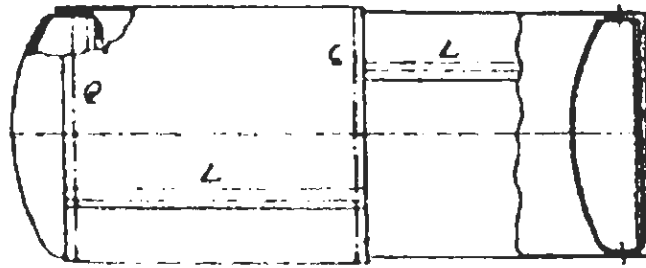
<sup>1</sup> Σέ θλίψη και θλίψη σέ κάμψη = 2,5πλάσιο τής τιμής!

Βάση τιμών για επιτρεπόμενες τάσεις σε N/mm<sup>2</sup> ήλιωτων συνδέσεων στην μηχανολογία.  
ΠΙΝΑΚΑΣ 11 (DIN 4113)

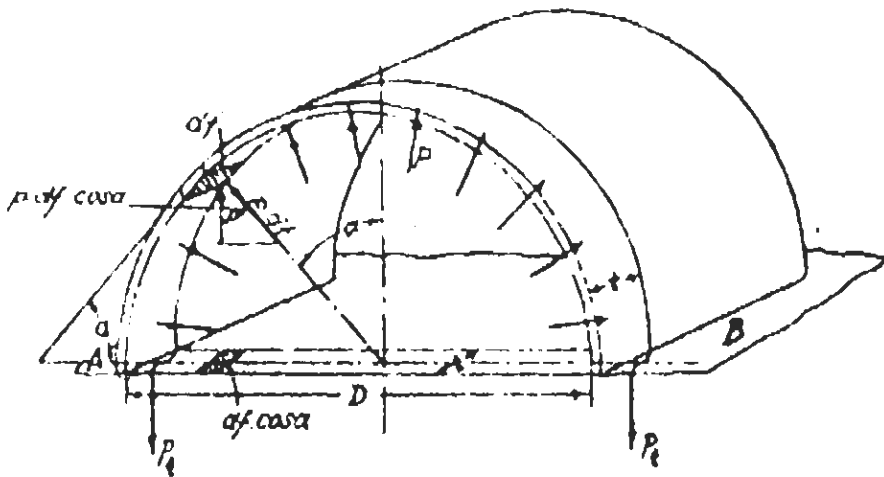


## 15 ΗΛΩΣΕΙΣ ΛΕΒΗΤΟΠΟΙΑΣ

Στο σχήμα 43 φαίνεται η τομή ενός ηλωμένου λέβητα. Ο κυλινδρικός μανδύας αποτελείται από ελάσματα τα οποία κάμφθηκαν κυκλικά στα έλαστρα. Αυτά, όταν οι δυνάμεις είναι μικρές, επικαλύπτονται ενώ όταν οι δυνάμεις είναι μεγαλύτερες ηλώνονται με αρμοκαλύπτρες. Οι πυθμένες, κυρίως σφαιρικοί και κεκαμμένοι στα άκρα, ηλώνονται σαν ολόκληρο τμήμα.



ΣΧΗΜΑ 43



ΣΧΗΜΑ 44

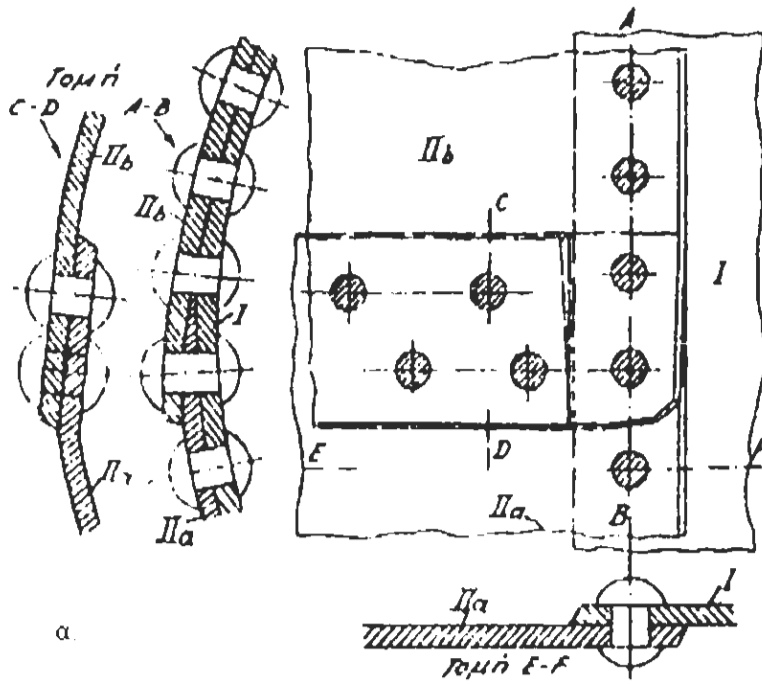
Αν σε λέβητα διαμέτρου  $D$ , όπως στο σχήμα 44, αποκοπεί λωρίδα πάχους  $t$ , τότε οι κατά μήκος ραφές επί το μήκος  $t$  υφίστανται, την από εσωτερική υπερπίεση, δύναμη που προκύπτει και είναι:  $P_r = D \cdot t \cdot p / 2$  σε Kg ( $2P_r$  πρέπει να ισούται με το άθροισμα των κατακόρυφων συνιστωσών των πιέσεων που ενεργούν στα μεμονωμένα τμήματα της επιφάνειας, δηλαδή  $2 \cdot P_r = \int p \cdot df \cdot \sigma \nu \alpha$  ή  $2 \cdot P_r = p \cdot \int df \cdot \sigma \nu \alpha$  ή  $2 \cdot P_r = D \cdot t \cdot p$ , τότε  $P_r = p \cdot D \cdot t / 2$ ).

Σε κάθε εκατοστό της κατά μήκος ήλωσης θα αντιστοιχεί δύναμη  $P_{lcm} = D \cdot p / 2$  Kg.

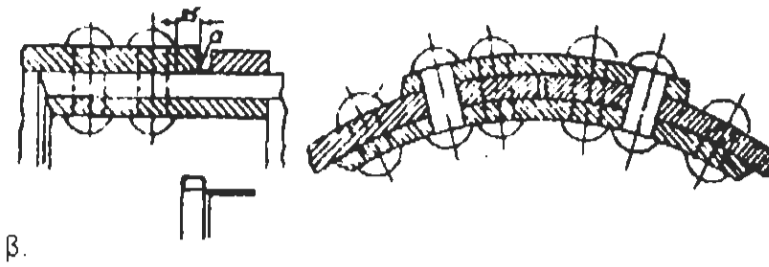
Αντίθετα η εγκάρσια ραφή μήκους  $\pi \cdot D$  σε cm, υφίσταται την δύναμη  $P'$  που ενεργεί στο τέλος του λέβητα  $P' = \pi \cdot D^2 \cdot p / 4$  άρα ανά cm μήκους της εγκάρσιας ραφής  $P_{1cm}' = \pi \cdot D^2 \cdot p / 4 \cdot \pi \cdot D = D \cdot p / 4$  σε Kg. Δηλαδή ανά cm μήκους η περιφερειακή ραφή καταπονείται το ήμισυ της κατά μήκος. Έτσι υπολογίζεται συχνά μόνο η κατά μήκος ραφή.

Τα ελάσματα πρέπει να προσαρμόζονται με ακρίβεια, οι σπές των ήλων να εφαρμόζουν σε αυτά. Για την ύπαρξη στεγανότητας οι ακμές των ελασμάτων στομώνονται με κλίση 1:3 και σε ανάγκη στομώνονται και οι κεφαλές των ήλων και η απόσταση της ακραίας σειράς ήλων από την ακμή στομώσεως παραμένει  $< 2d$ . Διπλή στόμωση αυξάνει την αντίσταση ολίσθησης κατά 30%. Στους ατμολέβητες το πάχος του ελάσματος  $S$  πρέπει να είναι  $S \geq 0,7 \text{ cm}$  (κάτω από 0,5cm πάχος ελάσματος δεν είναι δυνατόν πλέον να στομωθεί).

Στην θέση συνάντησης των 3 ελασμάτων (σημείο τομής της κατά μήκος και της περιφερειακής ραφής), πρέπει το μεσαίο έλασμα, όπως φαίνεται στο σχήμα 45, να σφυρηλατείται σε λεπτή μορφή για να είναι δυνατή η στεγανότητα. Το είδος της ήλωσης εκλέγεται από τον πίνακα 14, ανάλογα με το γινόμενο  $D \cdot p$  όπου  $D$  σε cm είναι η εσωτερική διάμετρος του λέβητα, και  $p$  σε  $\text{Kg/cm}^2$  η υπερπίεση του λέβητα.



Συνάντηση τριών ελασμάτων



ΣΧΗΜΑ 45

Όσο περισσότερες σειρές ήλων έχουμε τόσο ευνοϊκότερος είναι ο συντελεστής εξασθένησης  $\nu$ , και τόσο μικρότερο είναι το απαιτούμενο πάχος ελασματος, αλλά τόσο μεγαλύτερη είναι η απαιτούμενη εργασία ήλωσης.

Οι διαμέτροι των σπών ήλων είναι:  $d=11,14,17,20,23,26,29,32,35,38,41$ . Η διάμετρος του κορμού του ήλου είναι:  $d'=d-1$  σε mm.

Το υλικό των ήλων και  $\tau_N$  είναι κατά τον πίνακα 13. Υλικό του ελασματος και  $\sigma$  όπως στον πίνακα 12.

α/α	Τύπος ραφής	Είδος ελάσματος	I	II	III	IV
		Αντοχή εφελκυσμού Kg/cm <sup>2</sup>	3500 έως 4400	4100 έως 5000	4400 έως 5300	4700 έως 5600
		Αντοχή εφελκυσμού για τον υπολογισμό	3600	4100	4400	4700
1	Ραφή επικάλυψης ή με μονόπλευρη αρμοκαλύπτρα (σ <sub>B</sub> /σ=4,75)		758	863	926	989
2	Ραφή απλής ή διπλής σειράς με διπλή αρμοκαλύπτρα ή μια αρμοκαλύπτρα με μόνο μια σειρά ήλων (σ <sub>B</sub> /σ=4,25)		847	964,7	1035	1106
3	Ραφή διπλής αρμοκαλύπτρας, πολλαπλών σειρών ή μανδύας χωρίς ραφή (σ <sub>B</sub> /σ=4,0)		900	1025	1100	1175

Υλικό και επιτρεπόμενη τάση σ (Kg/cm<sup>2</sup>) για ελάσματα λεβήτων  
ΠΙΝΑΚΑΣ 12

Επιτρεπόμενη καταπόνηση του ήλου τ<sub>N</sub> σε Kg/cm<sup>2</sup>, για υλικό ήλων St 34.13 σε ατμολέβητες.

α/α	Τύπος ραφής	τ <sub>N</sub> σε Kg/cm <sup>2</sup>	
Α.Κατά BACH			
1	Ραφή επικάλυψης απλής σειράς, ήλοι απλής τομής με διπλή αρμοκαλύπτρα	600... 700	
2	Ραφή επικάλυψης διπλής σειράς	550... 650	
3	Ραφή επικάλυψης τριπλής σειράς. Ραφή διπλής αρμοκαλύπτρας, απλής σειράς	500... 600	
4	Ραφή διπλής αρμοκαλύπτρας, διπλής σειράς (διπλής τομής)	475... 575	
5	Ραφή διπλής αρμοκαλύπτρας, τριπλής σειράς (τριπλής τομής)	450... 550	
6	Ραφή διπλής αρμοκαλύπτρας, τετραπλής σειράς (τετραπλής τομής)	425... 525	
7	Για τους καταπονούμενους ήλους σε εφελκυσμό (ατμοθαλάμου)	150... 200	
Β.Κατά τις προδιαγραφές κατασκευής.			
Για όλες τις ραφές		σ <sub>BN</sub> σε Kg/cm <sup>2</sup> : 3100... 3800	700
		σ <sub>BN</sub> σε Kg/cm <sup>2</sup> : 3800... 4200	700 • σ <sub>BN</sub> /3800

ΠΙΝΑΚΑΣ 13

Σχήμα ραφής	α/α	D·ρ κατά μήκος ραφή kg/cm	D·ρ εγκάρσ ια ραφή Kg/cm	Ελασμα		Αρμο κάλ		Ηλος			Αποστάσεις	
				σ κατά τον πιν12(α/α)	υ μέσο	SL	nZt	τN από τον πιν13(α/α)	d σε cm	t σε cm	e/e1	e2/e3
	1	έως 1000	έως 2000	1	0,58	-	1	1	(5s)1 /2- 0,4	2d+0, 8	1,5d/-	-/-
	2	800 έως 1900	1600 έως 3800	1	0,69	-	2	2	(5s)1 /2- 0,4	2,6d+ 1,5	1,5d/0,6 t	-/-
	3	1400 έως 2700	2800 έως 5400	1	0,74	-	3	3	(5s)1 /2- 0,4	3d+2, 2	1,5d/0,5 t	-/-
	4	700 έως 1700	1400 έως 3600	2	0,68	0,6s έως 0,7s	2	3	(5s)1 /2- 0,5	2,6d+ 1	1,5d/-	-/1,35d
	5	1700 έως 3200	3400 έως 6400	3	0,82	0,8s	6	4	(5s)1 /2- 0,6	5d+1, 5	1,5d/0,4 t	-/1,5d
	6	1700 έως 3200	3400 έως 6400	2	0,82	0,8s	3	4, 1	(5s)1 /2- 0,6	5d+1, 5	1,5d/0,4 t	-/1,5d
	7	1300 έως 2700	2600 έως 5400	3	0,76	0,6s έως 0,7s	4	4	(5s)1 /2- 0,6	3,5d+ 1,5	1,5d/0,5 t	-/1,35d
	8, 1	2600 έως 4600	5200 έως 9200	3	0,85	0,8s	9	5, 1	(5s)1 /2- 0,7	6d+2	1,5d/0,3 8t	0,3t/1, 5d

Τύποι ραφών και διαστάσεις των ηλώσεων λεβήτων

ΠΙΝΑΚΑΣ 14

### 1. Υπολογισμός για την κατά μήκος ραφή.

Η δύναμη ανά βήμα ήλωσης είναι:  $P_t = D \cdot p \cdot t / 2 = \sigma \cdot u \cdot s \cdot t = \tau_N \cdot z_t \cdot n \cdot f$  όπου  $z_t$  ο αριθμός των ήλων ανά βήμα  $t$  και  $n$  ο αριθμός των τομών. Το πάχος του ελάσματος προκύπτει:  $s \geq s' + 0,1 \text{ cm} = D \cdot p / 2 \cdot u_t \cdot \sigma + 0,1 \text{ cm}$ .

Το πρόσθετο 0,1 cm λαμβάνει υπ'όψιν την διάβρωση λόγω σκουριών, το  $u$  δίνεται στον πίνακα 14 και το  $\sigma$  στον πίνακα 12.

#### Έλεγχοι:

- Συντελεστής εξασθένησης  $v = (t - z_t \cdot d) / t$ , όπου  $z_t$  ο αριθμός των ήλων ανά βήμα στην επικίνδυνη διατομή.
- Αναπτυσσόμενη τάση ελάσματος  $\sigma = D \cdot p / 2 \cdot s' \cdot u$ ,  $\tau_N = D \cdot p \cdot t / 2 \cdot f \cdot z_t \cdot n$ , όπου  $n$  ο αριθμός των τομών. Οι τιμές των  $t$  και  $n \cdot z_t$  δίνονται στον πίνακα 14 και η τιμή  $\tau_N$  στον πίνακα 13.

### 2. Υπολογισμός για την περιφερειακή ραφή.

Για την περιφερειακή ραφή από την  $P = p \cdot \pi \cdot D^2 / 4 = \sigma \cdot v \cdot s' \cdot D \cdot \pi = \tau_N \cdot z \cdot n \cdot f$ , προκύπτει ο αριθμός των ήλων  $z = P / \tau_N \cdot n \cdot f$ ,  $z_t = \pi \cdot D / t$ .

#### Έλεγχοι:

- $v = (t - z_t \cdot d) / t$ ,  $\sigma = D \cdot p / 4 \cdot s' \cdot v$

## Παράδειγμα:

Έστω ατμολέβητας με εσωτερική διάμετρο  $D=200\text{cm}$  και  $p=11\text{atm}$  υπερπίεση.

### 1. Υπολογισμός για την κατά μήκος ραφή.

$$D \cdot p = 200 \cdot 11 = 2200 \text{ Kp/cm.}$$

Από τον πίνακα 14, οι κατάλληλες ραφές ηλώσεων είναι οι 3,5,6,7. Εκλέγεται η ραφή 5 με  $v=0,82$ .

Οι επιτρεπόμενες τάσεις για το είδος ελάσματος II από τον πίνακα 12 θα είναι:  $\sigma=1025 \text{ Kg/cm}^2$ .

Από τον πίνακα 13 για τον ήλο θα είναι:

$$\tau_N = 700 \text{ Kg/cm}^2, \quad s' = D \cdot p / 2 \cdot v \cdot \sigma = 2200 / 2 \cdot 0,82 \cdot 1025 = 1,3 \text{ και } s = s' + 0,1 = 1,4 \text{ cm.}$$

Από τον πίνακα 14 θα είναι:

$$d = (5 \cdot s)^{1/2} - 0,6 = 2 \text{ cm}, \quad t = 5d + 1,5 = 11,5 \text{ cm και } e = 1,5d = 3 \text{ cm}, \quad e_1 = 0,4 \cdot t = 4,6 \text{ και } z_1 = 3, \quad n = 2, \quad n \cdot z_1 = 6, \quad e_3 = 1,5 \cdot d = 3 \text{ cm.}$$

Το πάχος της αρμοκαλύπτρας θα είναι:  $s_L = 0,8 \cdot s = 1,12 \approx 1,2 \text{ cm.}$

**Έλεγχοι :**

- Έλασμα:  $\sigma = D \cdot p / 2 \cdot s' \cdot v = 2200 / 2 \cdot 1,3 \cdot 0,83 = 1023 \text{ Kg/cm}^2 (< 1025)$ ,  
 $v = (t-d)/t = (11,5-2)/11,5 = 0,83 (> 0,82)$ .
- Ήλοι:  $\tau_N = D \cdot p \cdot t / 2 \cdot n \cdot z_1 \cdot f = 2200 \cdot 11,5 \cdot 4 / 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3,14 = 672 \text{ Kg/cm}^2 (< 700)$ .
- Αρμοκαλύπτρα:  $v = (t-2d)/t = (11,5-2 \cdot 2)/11,5 = 0,65$  και  
 $\sigma = D \cdot p / 2 \cdot 2 \cdot s_1 \cdot v = 2200 / 2 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 0,65 = 700 \text{ Kg/cm}^2$ .

### 2. Υπολογισμός για την περιφερειακή ραφή.

Από τον πίνακα 14, για  $D \cdot p = 2200$  εκλέγεται τύπος ραφής 2.

Από τον πίνακα 12,  $\sigma = 863 \text{ Kg/cm}^2$  και από τον πίνακα 13,  $\tau_N = 700 \text{ Kg/cm}^2$ ,  
 $v = 0,69 \approx 0,7$  και  $d = 2 \text{ cm}$  και  $t = 2,6 \cdot d + 1,5 = 6,7 \text{ cm}$  και  $n = 1$ .

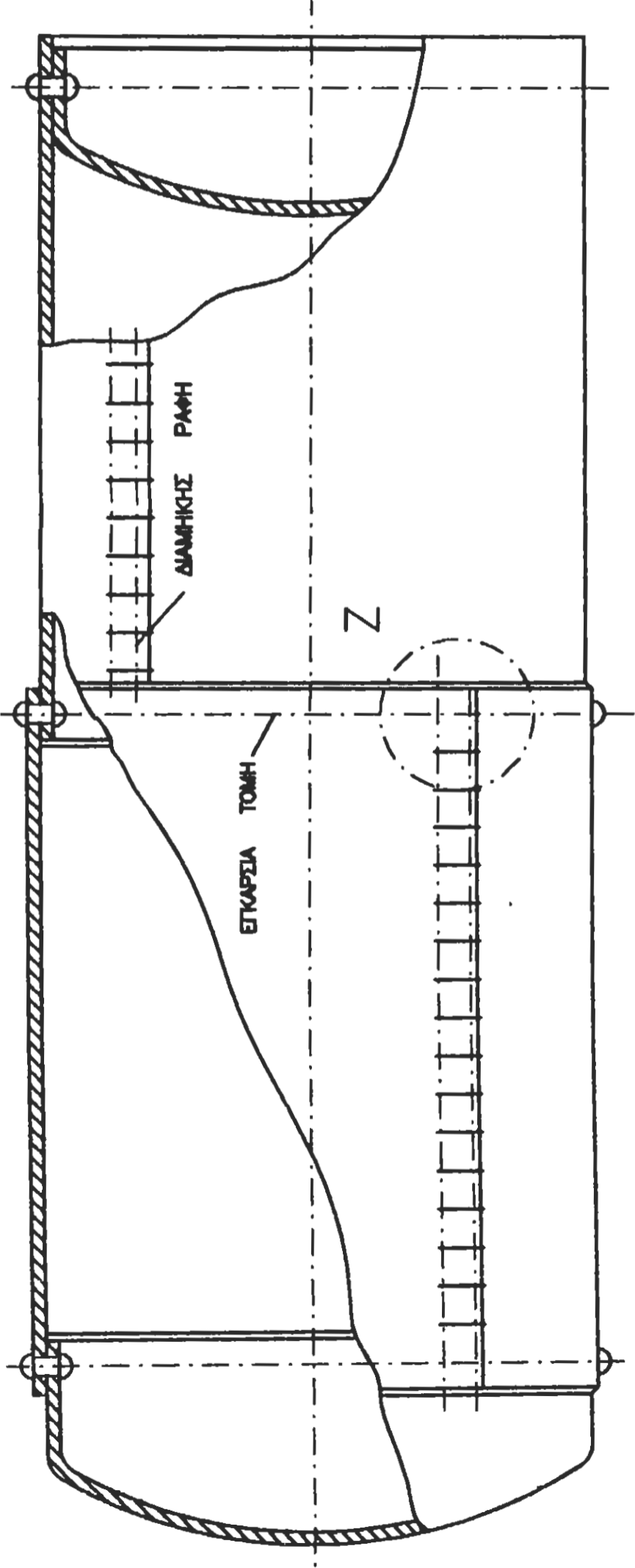
Ο αριθμός των ήλων στην περιφέρεια θα είναι:  $z_1 = \pi \cdot D / t = 200\pi / 6,7 = 94$ .

Για την καλύτερη διαίρεση των οπών έστω  $z_1 = 96$  και  $t = 6,55$ .

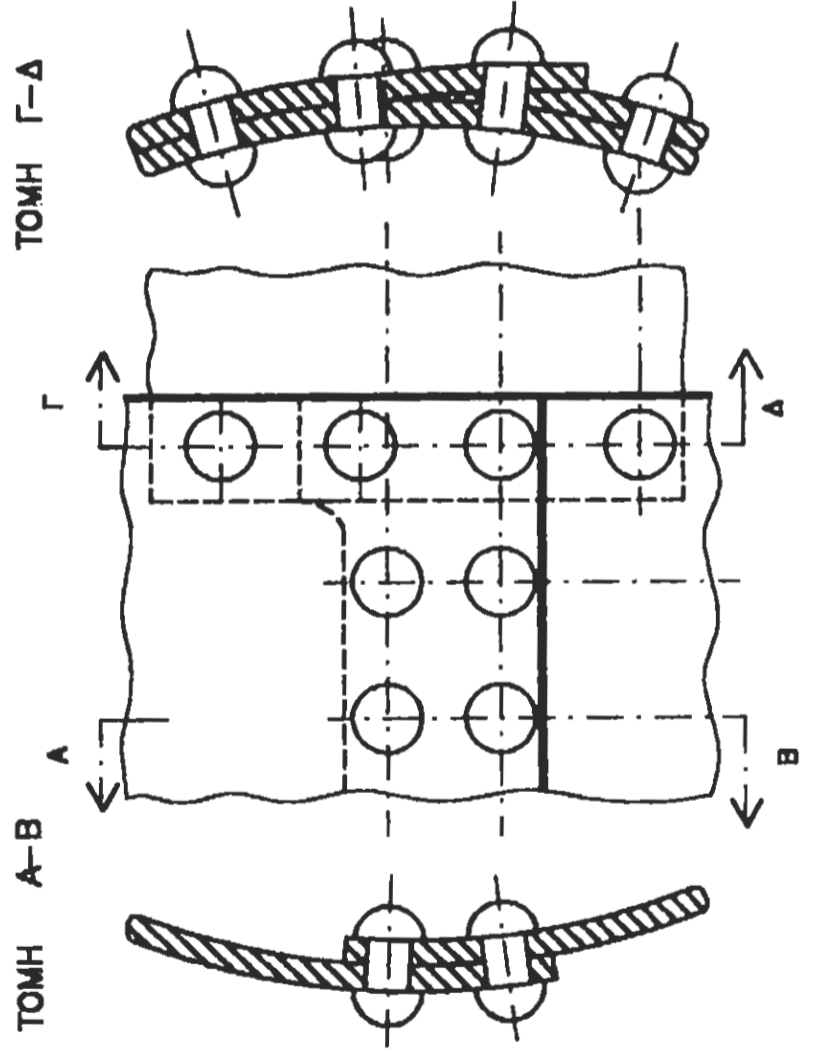
Ο συνολικός αριθμός των ήλων μίας περιφερειακής ραφής είναι:  $z = 2 \cdot z_1 = 192$ .

**Έλεγχοι :**

- Έλασμα:  $v = (t-d)/t = (6,55-2)/6,55 = 0,7$  και  
 $\sigma = D \cdot p / 4 \cdot s' \cdot v = 2200 / 4 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 605 \text{ Kg/cm}^2 (< 863 \text{ Kg/cm}^2)$ .
- Ήλοι:  $\tau_N = p / f \cdot z \cdot n = D^2 \cdot p / d^2 \cdot z \cdot n = 200^2 \cdot 11 / 2^2 \cdot 192 \cdot 1 = 575 \text{ Kg/cm}^2 (< 700)$ .



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ Z

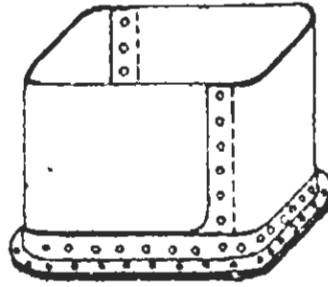


ΣΧΕΜΑΤΗΚΕ:	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΥΠΟΓΡΑΦΗ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΙΘΥΜΙΟ	ΣΤΕΦ ΤΜΗΜΑ
ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ:	5/2000		ΧΑΛΑΧΕ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙΝΑΚΑ	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟΥ:			ΕΙΔΟΣ
1:10	ΛΕΒΗΤΑΣ			ΣΧΕΔΙΟΤ ΠΥΡΥΛΑΚΗ



## 16 ΗΛΩΣΕΙΣ ΔΟΧΕΙΩΝ

Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται επίπεδα δοχεία, καπνοδόχοι, αγωγοί αερίων κλπ. Οι δυνάμεις σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ μικρές. Οι διαστάσεις της ήλωσης εξαρτώνται από την απαίτηση στεγανότητας. Προτιμούνται ηλώσεις επικάλυψης απλής ή διπλής σειράς. Οι ακμές των δοχείων σχηματίζονται από γωνιακά ή κεκαμμένες λωρίδες ελάσματος όπως φαίνεται στο σχήμα 46.



ΣΧΗΜΑ 46

Για ελαφρύτερα δοχεία καλύτερη είναι η συγκόλληση (ελάσματα πάχους κάτω των 5mm δεν πρέπει να στομώνονται). Σε κατακόρυφα κυλινδρικά δοχεία και σωλήνες για υγρά το πάχος του ελάσματος υπολογίζεται όπως και στην λεβητοποιία.

Οι διαστάσεις στα κυλινδρικά δοχεία δίνονται στον πίνακα 15.

Πάχος ελάσματος $s$	2	3	4	5...6	6...8	8...12	11...15
Διάμετρος ήλου $d$	8	9	10	11	14	17	20
Βήμα ήλωσης $t=3d+5$ mm	29	32	35	38	47	56	65
Πλευρική ακραία απόσταση $e'$	16	17	17	18	21	25	30
Ενίσχυση: Γωνιακό	40.45.5		45.45.7		50.50.9	75.75.12	80.80.12

ΠΙΝΑΚΑΣ 15

## ΜΕΡΟΣ II

### ΣΥΝΔΕΤΙΚΑ ΜΕΣΑ Ή FASTENERS

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα συνδετικά μέσα που χρησιμοποιούνται στις αεροπορικές κατασκευές είναι διαφορετικά από αυτά του εμπορίου που προορίζονται για κοινή χρήση. Έχουν ειδικό τρόπο κατασκευής, εγκατάστασης, απεγκατάστασης, υποκατάστασης και λόγω αυτών των ιδιοτήτων τους αλλά και λόγω της περιορισμένης χρήσεως τους στα αεροσκάφη το κόστος τους είναι αρκετά υψηλό. Γενικά τα μέσα συνδέσεως που θα αναφέρονται παρακάτω, έχουν εφαρμογή για αεροσκάφος BOEING 737-400. Το υλικό τους είναι κυρίως κράμα αλουμινίου και η αντικατάστασή τους με άλλα γίνεται σύμφωνα με πίνακες, πχ. η επιλογή για αντικατάσταση από μαλακότερο κράμα, γίνεται από τους πίνακες αντικατάστασης προσδιορίζοντας τον αριθμό των συνδετικών μέσων που απαιτείται.

## 1 ΜΟΡΦΗ ΤΩΝ FASTENERS

Τα fasteners αποτελούνται από την κεφαλή και τον κορμό. Η κεφαλή και ο κορμός των fasteners μπορεί να έχει διάφορες μορφές. Η κεφαλή μπορεί να προεξέχει (protruding head) ή να μη προεξέχει και ο κορμός μπορεί να είναι με σπείρωμα (threaded fasteners), ή χωρίς σπείρωμα.

## 2 ΕΙΔΗ FASTENERS

Τα είδη των αεροπορικών συνδετικών μέσων (για boeing 737-400), είναι τα εξής:

1. Ήλοι με σταθερό στέλεχος ή Solid shank rivets
2. Τυφλοί ήλοι ή blind rivets
3. Τυφλοί κοχλίες ή blind bolts
4. Κοχλίες ασφαλείας ή lockbolts
5. Εξαγωνικοί κοχλίες ή hex-drive bolts
6. Κοχλίες με ακτίνα οδηγού κεφαλής 70° ή 70-degree head radius lead-in bolts
7. Κοχλίες με σταδιακή λέπτυνση της διαμέτρου του στελέχους ή Taper shank bolts
8. Ήλοι με βυθισμένη κεφαλή ή hollow ended rivets

Η τυποποίηση που ισχύει για αυτά τα συνδετικά μέσα ονομάζεται NAS 523. Ο βασικός κώδικας συνδετικών μέσων (fastener code) που χρησιμοποιείται για την αναγνώρισή τους, δεν καλύπτεται από τον NAS 523.

### 3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ & ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ






























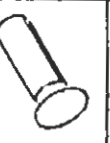










#### 3.1 ΗΛΟΙ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ Η SOLID SHANK RIVETS

##### α. Γενικά

1. Το υλικό των ήλων, αυτού του είδους, είναι από κράμα αλουμινίου 2017, 2024 ή 2117 & σε ορισμένες περιπτώσεις είναι κράμα αλουμινίου 5056, η μονέλ ενώ ήλοι από κράμα αλουμινίου 7050, χρησιμοποιούνται σε ορισμένες επισκευές ή σε ειδικές περιπτώσεις. Οι αριθμοί σειράς αυτών των ήλων έχουν μια κατάληξη που καθορίζει το υλικό και ο ήλος έχει ένα σημάδι αναγνώρισης στην κεφαλή ή στην άκρη του, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα και στην εικόνα 1:

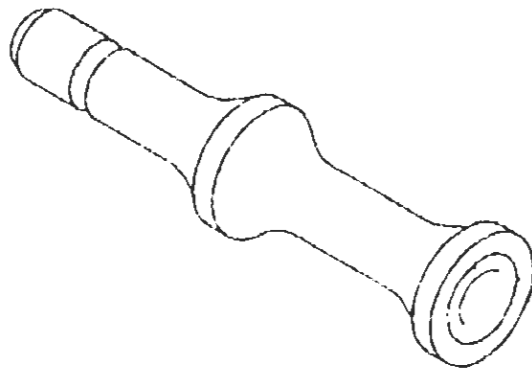
ΥΛΙΚΟ	ΚΑΤΑΛΗΞΗ	ΣΗΜΑΔΙ ΣΤΗΝ ΚΕΦΑΛΗ	ΣΗΜΑΔΙ ΣΤΗΝ ΑΚΡΗ
2017	D	Προεξέχουσα κουκίδα	Κανένα
2117	AD	Μικρή κοιλότητα	Κανένα
5056	B	Προεξέχων σταυρός	Κανένα
2024	DD	Δύο προεξέχουσες παύλες	Κανένα
7050	KE	Προεξέχων κύκλος	Προαιρετικός κύκλος
MONEL	M	Κανένα	Κανένα

2. Οι ήλοι από κράματα αλουμινίου 2017, 2117, 5060, 7050 & από MONEL, αποθηκεύονται και χρησιμοποιούνται σε θερμοκρασία δωματίου ενώ οι ήλοι από κράμα αλουμινίου 2024 πρέπει να προστατεύονται από την ζέστη και αποθηκεύονται σε θερμοκρασία -10F ή χαμηλότερη. Μετά την μετακίνησή τους από την (κρύα) αποθήκευση οι ήλοι πρέπει να τοποθετηθούν ολοκληρωτικά μέσα σε 15 λεπτά. Αυτού του είδους οι ήλοι δεν πρέπει να επιστρέφουν στην κρύα αποθήκευση εφόσον έχουν μετακινηθεί από εκεί.

RIVET DESCRIPTION		UNIVERSAL	MODIFIED UNIVERSAL	100° CSK	100° SHEAR HEAD	82° CSK	82° CSK	120° CSK/CB	SLUG
MARKS		STANDARD RIVET NO.							
MATERIAL		BACR15BB	BACR15FT	BACR15BA	BACR15CE	BACR15DG	BACR15FH	BACR15FV	BACR15BO
2117(AD)	 DIMPLED								
2017(D)	 RAISED DOT EXCEPT (C)				 P NO MARKING				
2024(DD)	 RAISED DOUBLE DASH EXCEPT (C)					 P NO MARKING			 P IDENTIFIED DOUBLE DASH
5056(B)	 RAISED CROSS								
1100(A)	 PLAIN								
7050(KE)	 RAISED CIRCLE EXCEPT (C)							 P IDENTIFIED CIRCLE	 P IDENTIFIED CIRCLE
MONEL (M) NICKEL- COPPER	 PLAIN								

Identification Marks on Boeing Standard Rivets

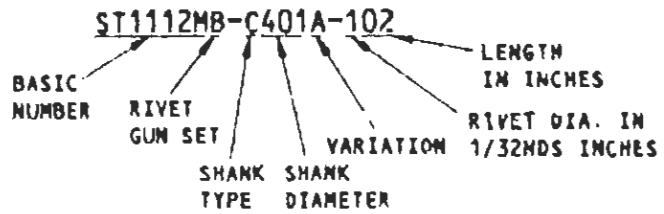
Εικόνα 1α



RIVETSET - CURVED MODIFIED UNIVERSAL HEAD [A]

HOW TO SPECIFY

EXAMPLE OF TYPICAL PART NUMBER



NOTES

[A] THIS INSTALLATION TOOL FOR THE BACR15FT RIVET CAN BE OBTAINED FROM:

ADVANCED ENGINEERED  
 PRODUCTS, INCORPORATED  
 1400 19TH AVENUE NW  
 ISSAQUAH, WASHINGTON 98027

Rivetset Tool For BACR15FT Rivets

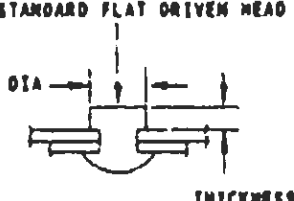
Εικόνα 1β

## **β. Εγκατάσταση των στερεών ήλων.**

1. Οι στερεοί ήλοι εγκαθίστανται με την χρήση ενός πιστολιού τοποθέτησης ήλων η με ένα κατάλληλο εργαλείο ήλωσης και υποστηρίζονται απο μπάρα ανάκρουσης.
2. Τα εργαλεία τοποθέτησης ήλων και η μπάρα ανάκρουσης πρέπει να είναι τόσο μεγάλα, ώστε να τοποθετούν τους ήλους γρήγορα. Τρία με τέσσερα δευτερόλεπτα διάρκεια τοποθέτησης είναι το άριστο, ενώ επτά δευτερόλεπτα πρέπει να είναι το μέγιστο. Πρέπει να αποφεύγεται η καταπόνηση των ήλων μιας και αυτό μπορεί να επιφέρει διαγώνιες ρωγμές. Οι μπάρες ανάκρουσης πρέπει να είναι πολύ λείες, ομαλές, ειδικά όταν εγκαθίσταται το σκληρότερο κράμα αλουμινίου 2017.
3. Οι ήλοι από MONEL γενικώς απαιτούν χαμηλής ταχύτητας πιστόλι τοποθέτησης ήλων και βαρύτερη μπάρα ανάκρουσης, απο αυτές που χρησιμοποιούνται για τοποθέτηση ήλων αλουμινίου με ισοδύναμες διαστάσεις.
4. Η εγκατάσταση ήλων γίνεται στεγνή εκτός εάν απαιτείται διαφορετικά, όπως σε ιδιαίτερες επισκευές τεμαχίων με ήλους απο κράμα αλουμινίου 5056, όπου πρέπει η τοποθέτηση να γίνεται στεγνή μόνο στις κατασκευές μαγνησίου. Οι ήλοι απο κράμα αλουμινίου 5056 πρέπει να τοποθετούνται υγροί και με τσιμούχα όταν τοποθετούνται σε κατασκευές αλουμινίου.
5. Η μετακίνησή τους γίνεται σύμφωνα με την εικόνα 4.

STANDARD DRIVEN HEAD DIMENSIONS FOR RIVETS			
RIVET DIAMETER	MIN HEAD DIA	HEAD THICKNESS	
		MIN	MAX
1/16	0.081	0.025	0.040
3/32	0.122	0.038	0.050
1/8	0.163	0.050	0.070
5/32	0.203	0.062	0.092
3/16	0.244	0.075	0.125
7/32 [A]	0.285	0.087	0.140
1/4	0.325	0.100	0.160
9/32 [A]	0.365	0.113	0.180
5/16	0.406	0.125	0.200
11/32 [A]	0.450	0.137	0.210
3/8	0.488	0.150	0.210
13/32 [A]	0.530	0.165	0.219
7/16	0.570	0.185	0.220

STANDARD FLAT DRIVEN HEAD



UNIVERSAL DRIVEN HEAD

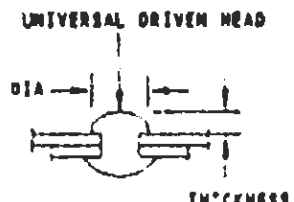


TABLE I

GRIP RANGES FOR RIVET LENGTHS AND DIAMETERS													
RIVET LENGTH L		1/8 DIA GRIP T		5/32 DIA GRIP T		3/16 DIA GRIP T		1/4 DIA GRIP T		5/16 DIA GRIP T		3/8 DIA GRIP T	
FRACTION	DASH NO.	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
5/32	2-5	0.015	0.057										
3/16	-3	0.058	0.094	0.020	0.071								
1/4	-4	0.095	0.130	0.072	0.124	0.044	0.120						
5/16	-9	0.131	0.178	0.125	0.187	0.121	0.179	0.071	0.103				
3/8	-6	0.179	0.230	0.188	0.249	0.176	0.215	0.104	0.175				
7/16	-7	0.231	0.295	0.250	0.314	0.220	0.276	0.176	0.216				
1/2	-8	0.296	0.350	0.315	0.375	0.277	0.339	0.217	0.265	0.242	0.298		
9/16	-9	0.351	0.410	0.374	0.428	0.336	0.394	0.266	0.339	0.299	0.355		
5/8	-10	0.411	0.448	0.429	0.481	0.395	0.453	0.340	0.385	0.354	0.410	0.188	0.250
11/16	-11	0.469	0.525	0.482	0.530	0.454	0.513	0.384	0.445	0.411	0.467	0.251	0.313
3/4	-12	0.526	0.597	0.531	0.587	0.514	0.569	0.446	0.495	0.468	0.526	0.314	0.375
13/16	-13	0.598	0.648	0.588	0.638	0.570	0.625	0.492	0.544	0.525	0.581	0.376	0.437
7/8	-14	0.649	0.715	0.639	0.702	0.626	0.680	0.565	0.602	0.582	0.630	0.438	0.500
15/16	-15	0.716	0.772	0.703	0.758	0.681	0.736	0.603	0.655	0.631	0.687	0.501	0.563
1	-16	0.773	0.840	0.759	0.810	0.737	0.791	0.676	0.724	0.700	0.744	0.564	0.625



TABLE II

NOTES

[A] OVERSIZE REPLACEMENTS

AVERAGE NOMINAL PROJECTION BEFORE DRIVING FOR PIVOTS UP TO 1/2 INCH LONG	
RIVET DIAMETER	PROTECTION C
1/16	0.093
3/32	0.120
1/8	0.154
5/32	0.154
3/16	0.180
1/4	0.250
5/16	0.256
3/8	0.406

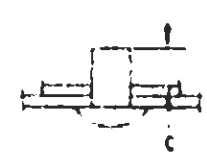


TABLE III

Dimensions for Driving Non-Fluid-Tight Solid Shank Rivets



STANDARD DRIVEN HEAD DIMENSIONS FOR FLUID TIGHT RIVETS			
RIVET DIA	MINIMUM HEAD DIA	HEAD THICKNESS	
		MIN	MAX (RECOMMENDED)
1/8	0.165	0.047	0.100
5/32	0.203	0.062	0.115
3/16	0.245	0.075	0.125
7/32 [A]	0.285	0.085	0.140
1/4	0.325	0.100	0.160
9/32 [A]	0.365	0.110	0.180
5/16	0.406	0.125	0.200
11/32 [A]	0.450	0.135	0.210
3/8	0.488	0.150	0.210
7/16	0.570	0.165	0.220

STANDARD FLAT DRIVEN HEAD

UNIVERSAL DRIVEN HEAD

STANDARD FLAT DRIVEN HEAD

TABLE I

MAXIMUM GRIP FOR FLUID TIGHT RIVETS							
RIVET LENGTH L		MAXIMUM GRIP LENGTH T					
FRACTION	DASH NO.	1/8 DIA	5/32 DIA	3/16 DIA	1/4 DIA	5/16 DIA	3/8 DIA
1/4	-4	0.117	0.087				
5/16	-5	0.174	0.146	0.119			
3/8	-6	0.232	0.205	0.178			
7/16	-7	0.290	0.263	0.237	0.180	0.120	
1/2	-8	0.348	0.322	0.295	0.240	0.181	
9/16	-9	0.406	0.381	0.356	0.300	0.242	0.183
5/8	-10	0.464	0.439	0.416	0.360	0.302	0.244
11/16	-11	0.522	0.498	0.475	0.420	0.362	0.307
3/4	-12	0.579	0.557	0.534	0.480	0.425	0.366
13/16	-13	0.637	0.617	0.594	0.540	0.484	0.427
7/8	-14		0.675	0.654	0.650	0.544	0.488
15/16	-15		0.732	0.712	0.660	0.605	0.549
1	-16		0.782	0.773	0.720	0.665	0.610

DRIVE SHANK TO FILL COUNTERSINK

DRIVEN HEAD

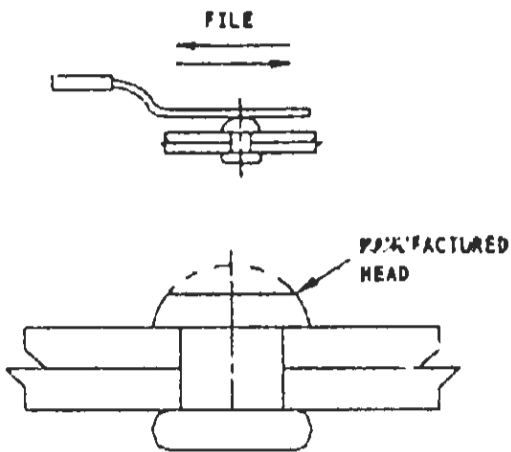
NOTES

[A] OVERSIZE REPLACEMENT

TABLE II

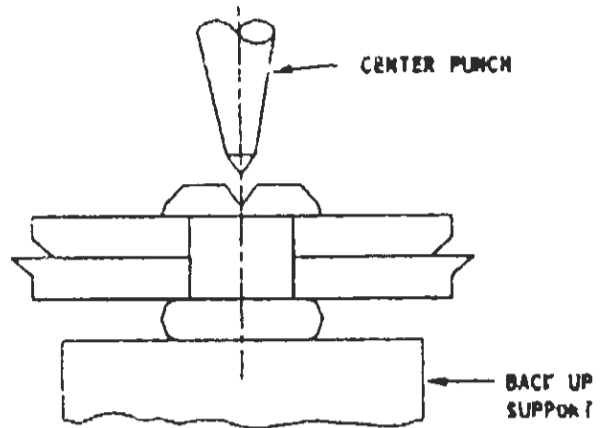
Dimensions for Driving Fluid-Tight Solid Shank Rivets

Εικόνα 3



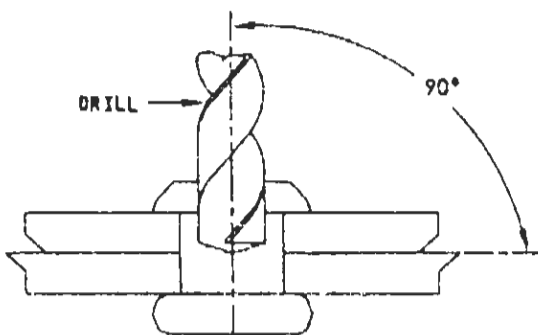
STEP NO. 1

FILE A FLAT AREA ON THE MANUFACTURED HEAD



STEP NO. 2

BACK UP THE FLUSH OR NONFLUSH RIVET WITH A BLOCK OF WOOD OR BUCKING BAR, AND CENTER PUNCH THE CENTER OF THE MANUFACTURED HEAD

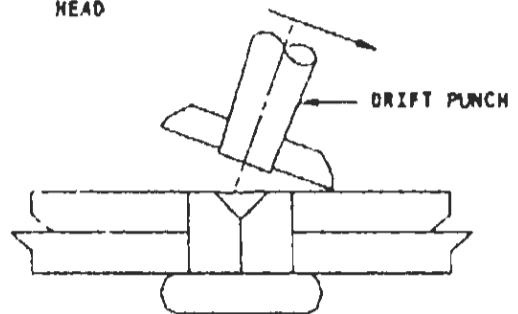


STEP NO. 3

**CAUTION:** TO PREVENT CRACKED DIMPLES OR DAMAGED UNDERSTRUCTURE, WHEN REMOVING RIVETS FROM DIMPLED HOLES, DRILL A HOLE INTO THE RIVET SHANK BEFORE DRIVING IT OUT

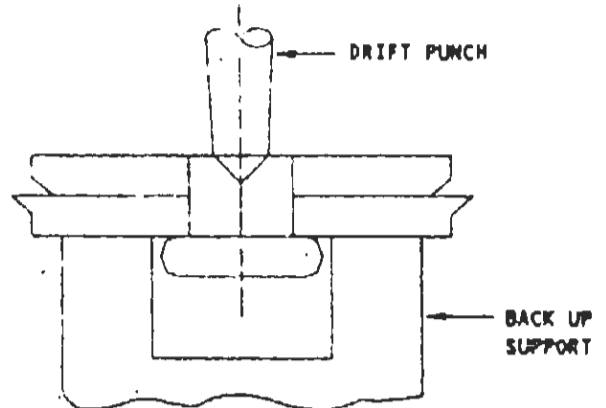
USING A DRILL BIT 1/32 OF AN INCH SMALLER THAN THE RIVET SHANK, DRILL THROUGH THE HEAD OF THE RIVET SO THAT THE DRILL DOES NOT DAMAGE THE SKIN OR CUT THE SIDES OF THE RIVET HOLE

NOTE: START THE DRILL BY HAND



STEP NO. 4

INSERT A DRIFT PUNCH INTO THE HOLE DRILLED IN THE RIVET AND TILT THE PUNCH TO BREAK OFF THE RIVET HEAD



STEP NO. 5

USING A DRIFT PUNCH AND HAMMER, DRIVE OUT THE RIVET SHANK WHILE SUPPORTING THE OPPOSITE SIDE OF THE STRUCTURE

### Removal of Solid Shank Rivets

Εικόνα 4

### γ. Ρωγμές στην οδηγό κεφαλή.

Ρωγμές στην οδηγό κεφαλή, είναι ανεπιθύμητες και πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο. Οι ρωγμές στις κεφαλές ταξινομούνται σε δυο τύπους, στις διαγώνιες & στις κάθετες ρωγμές.

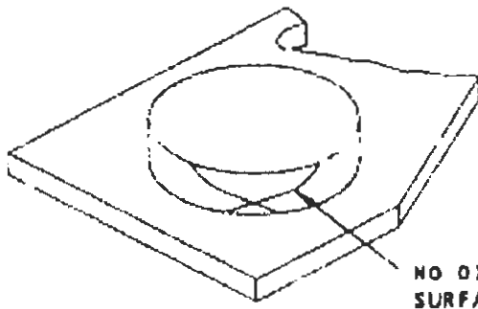
#### 1. Διαγώνιες ρωγμές

- Οι ρωγμές στις πλευρές της οδηγού κεφαλής, οι οποίες υφίστανται σε γωνία 45 μοιρών απο την επίπεδη επιφάνεια της κεφαλής, οφείλονται στο υλικό κατασκευής του ήλου και την καταπόνησή του πέρα απο το όριο ελαστικότητάς του. Οι ήλοι απο κράμα αλουμινίου 2017 τοποθετούνται σε σκληρές συνθήκες και πρέπει να δίνεται προσοχή στην μορφή της οδηγού κεφαλής για να προληφθούν τυχόν ρωγμές. Η οδηγός κεφαλή του ήλου πρέπει να διαμορφωθεί όσο το δυνατόν πλησίον των διαστάσεων που δείχνονται στην εικόνα 2 πίνακας 1 και στην εικόνα 3 πίνακας 1. Η αξιολόγηση των διαγώνιων ρωγμών γίνεται ως εξής:
- Πολύ λεπτές η επιφανειακές διαγώνιες ρωγμές στην πλευρά της κεφαλής του ήλου, όπου είναι παράλληλες η διασταυρώνονται, *είναι αποδεκτές* αδιαφορώντας για τον αριθμό τους. Οι ρωγμές δεν πρέπει να εκτείνονται εντός του επίπεδου τμήματος της κεφαλής του ήλου. Οι επιφανειακές ρωγμές είναι ρωγμές όπου δεν έχουν μετατόπιση των επιφανειών επί της ρωγμής όπως φαίνεται στην εικόνα 5, λεπτομέρεια I.
- Διαγώνιες ρωγμές στην πλευρά της κεφαλής του ήλου, με μετατόπιση των επιφανειών επί της ρωγμής, *είναι αποδεκτές*, προυποθέτοντας να μην είναι περισσότερες απο μια σε κάθε πέντε διαδοχικούς ήλους που είναι επηρεασμένοι. Οι ρωγμές δεν πρέπει να εκτείνονται εντός του επίπεδου τμήματος της κεφαλής του ήλου, και μπορεί να είναι παράλληλες ή να διασταυρώνονται όπως φαίνεται στην εικόνα 5, λεπτομέρεια II.
- Πολύ λεπτές η επιφανειακές διαγώνιες ρωγμές που εκτείνονται εντός, αλλά δεν διασταυρώνονται στο επίπεδο τμήμα της κεφαλής του ήλου, *είναι αποδεκτές*, προυποθέτοντας όχι περισσότερες απο μια σε κάθε πέντε διαδοχικούς ήλους που είναι επηρεασμένοι. Οι ρωγμές μπορεί να είναι παράλληλες ή να διασταυρώνονται στην πλευρά της κεφαλής του ήλου.
- Διαγώνιες ρωγμές που εκτείνονται εντός και δεν διασταυρώνονται στο εξωτερικό επίπεδο τμήμα της κεφαλής του ήλου όπου συνοδεύονται με μετατόπιση της επιφάνειας επί της ρωγμής στην πλευρά της κεφαλής του ήλου, όπως δείχνονται στην εικόνα 5, λεπτομέρεια IV, *δεν είναι αποδεκτές* και πρέπει να γίνεται η αντικατάστασή τους.
- Διαγώνιες ρωγμές που εκτείνονται εντός και διασταυρώνονται στο επίπεδο τμήμα της κεφαλής του ήλου, όπως δείχνονται στην εικόνα 5 λεπτομέρεια V, *δεν είναι αποδεκτές* και πρέπει να γίνεται η αντικατάστασή τους.

## 2. Κάθετες ρωγμές

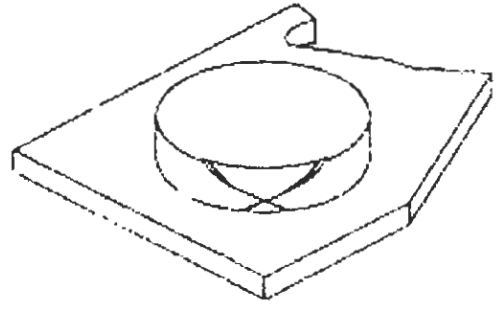
Υπάρχουν δύο τύποι κάθετων ρωγμών. Ο ένας οφείλεται στην επικάλυψη, κατά την κατασκευή των ήλων, και ο άλλος στην υπέρ θερμική κατεργασία των ήλων. Οι κάθετες ρωγμές αξιολογούνται ως εξής:

- Κάθετες ρωγμές οφειλόμενες στην επικάλυψη κατά την κατασκευή των ήλων, εμφανίζονται συχνά και **είναι αποδεκτές** προϋποθέτοντας όχι περισσότερες από μια, σε κάθε πέντε διαδοχικούς ήλους που είναι επηρεασμένοι. Η εκτεθειμένη επιφάνεια στις ρωγμές θα είναι λεία και αμβλυμμένη σε όψη. Θα είναι μόνο μερικά χιλιοστά της ίντσας βαθιά και μεταξύ 0.005-0.015 της ίντσας όπως φαίνεται στην εικόνα 5, λεπτομέρεια VI.
- Κάθετες ρωγμές οφειλόμενες στην υπέρ θερμική κατεργασία, εμφανίζονται συνήθως σε μεγάλο ποσοστό σε ήδη εγκατεστημένους ήλους (εικόνα 5, λεπτομέρεια VII). Οι ήλοι που έχουν κάθετες ρωγμές σε κάθε κεφαλή, **δεν είναι αποδεκτοί**. Η παρτίδα των ήλων που υπέστησαν υπέρ θερμική κατεργασία πρέπει να διαχωρίζονται και να λειαινούνται γιατί η ελατότητα δεν μπορεί να αποκατασταθεί από παραταίρω θερμική κατεργασία.

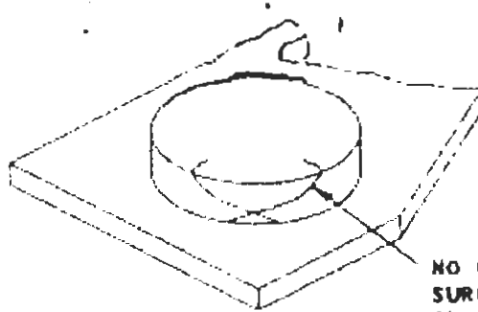


NO DISPLACEMENT OF  
SURFACES ACROSS  
CRACK

ACCEPTABLE DIAGONAL CRACKS  
DETAIL I

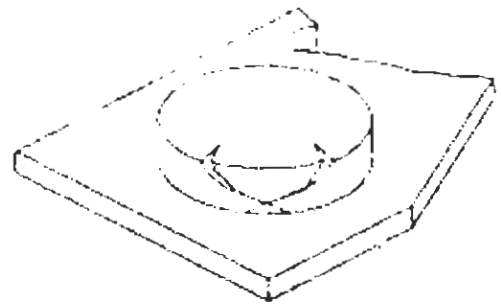
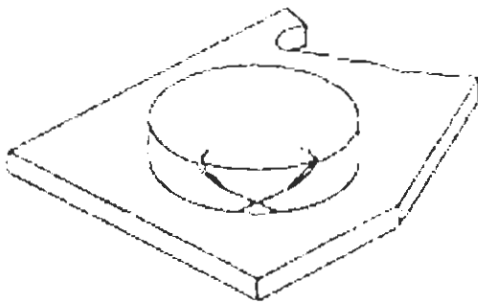


ACCEPTABLE DIAGONAL CRACKS  
DETAIL II



NO DISPLACEMENT OF  
SURFACES ACROSS  
CRACK

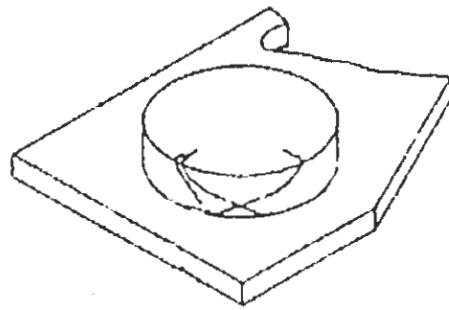
ACCEPTABLE DIAGONAL CRACKS  
DETAIL III



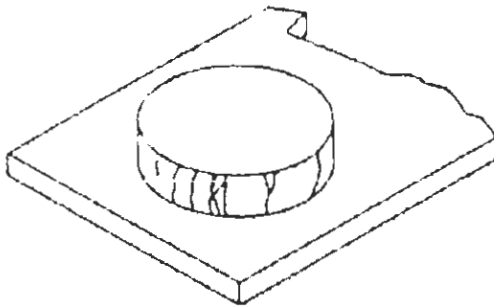
UNACCEPTABLE DIAGONAL CRACKS  
DETAIL IV

Evaluation of Cracks in Driven Head of Solid Shank Rivets

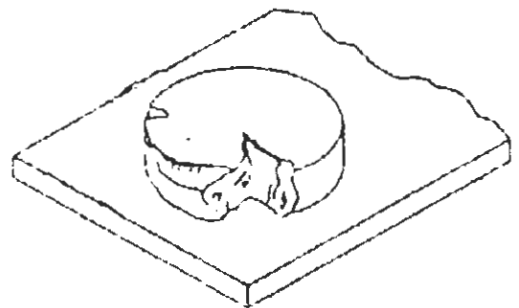
Εικόνα 5α



UNACCEPTABLE DIAGONAL CRACKS  
DETAIL V



ACCEPTABLE VERTICAL CRACKS  
DETAIL VI



UNACCEPTABLE VERTICAL CRACKS  
(IN EITHER HEAD OF RIVET)  
DETAIL VII

Evaluation of Cracks in Driven Head of Solid Shank Rivets  
Εικόνα 5β

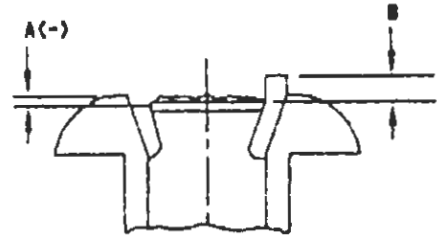
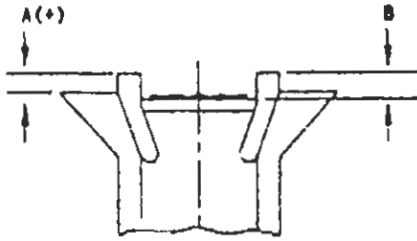
## 3.2 ΤΥΦΛΟΙ ΗΛΟΙ Η BLIND RIVETS

### α. Γενικά.

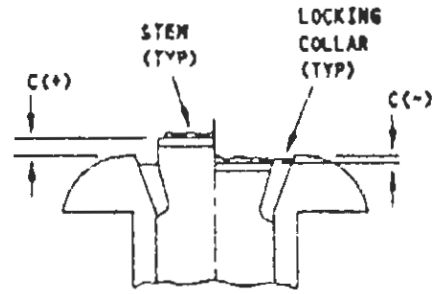
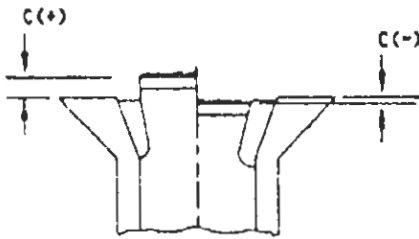
1. Οι τυφλοί ήλοι είναι κατάλληλοι να χρησιμοποιηθούν εκεί όπου η πρόσβαση περιορίζεται στην μια πλευρά εργασίας. Δεν χρησιμοποιούνται τυφλοί ήλοι σε εξωτερικές επιφάνειες που υπάρχουν αρθρώσεις ελέγχου, στον βραχίονα στήριξης του περυγίου, στα εξαρτήματα του περυγίου, στον μηχανισμό προσγείωσης, στα εξαρτήματα άρθρωσης της εξωτερικής επιφάνειας της ουράς η σε άλλες παρόμοιες υψηλά καταπονούμενες τοποθεσίες.
2. Τα μεγέθη οπών και οι ατέλειες επιφάνειας συνοψίζονται στο κεφάλαιο 6.
3. Οι λεπτομέρειες φρεζαρίσματος συνοψίζονται στο κεφάλαιο 9.

### β. Εγκατάσταση.

1. Οι τυφλοί ήλοι εγκαθίστανται με ειδικά εργαλεία και συνήθως παρέχονται απο τον κατασκευαστή των συνδετικών μέσων. Οι τυφλοί ήλοι παρέχονται με διαφορετική διαμόρφωση άξονα, με ολικό ή με μερικό σπείρωμα. Οι ήλοι με διαφορετική διαμόρφωση άξονα δεν μπορούν να εγκατασταθούν με την ίδια κεφαλή εργαλείου.
2. Η συνδεσμολογία του τυφλού ήλου αποτελείται απο ένα σωληνωτό περίβλημα και το στέλεχος με κολάρο ασφαλείας και εισέρχεται σε οπή καθορισμένου μεγέθους. Κατά την διαδικασία της εγκατάστασης το εργαλείο διαμόρφωσης, τραβάει το στέλεχος παραμορφώνοντας τον κορμό για να παραχθεί η κεφαλή στην τυφλή πλευρά. Σε προκαθορισμένο φορτίο, το στέλεχος σπάει πλησίον του επιπέδου της κεφαλής του ήλου, και ασφαρίζεται στην θέση, απο το κολάρο ασφαλείας. Για εγκατάσταση τελείως επίπεδη, το κόψιμο του μέρος του στελέχους που προεξέχει και του κολάρου ασφαλείας, επιτρέπεται μετά όμως απο τον έλεγχο σωστής εγκατάστασης.



**LOCKING COLLAR PROTRUSION LIMITS**



**STEM PROTRUSION LIMITS**

- A = MAXIMUM ALLOWABLE DISTANCE OF LOCKING COLLAR ABOVE (+) OR BELOW (-) FASTENER HEAD
- B = MAXIMUM ALLOWABLE DISTANCE OF LOCKING COLLAR ABOVE TOP OF LAND ON STEM
- C = MAXIMUM ALLOWABLE DISTANCE OF TOP OF LAND ON STEM ABOVE (+) OR BELOW (-) FASTENER HEAD

STEM AND COLLAR PROTRUSION LIMITS FOR NAS1398, NAS1399, NAS1738, AND NAS1739 BLIND RIVETS				
NOMINAL RIVET DIA	A	B	C	
1/8	+0.020	+0.015	+0.020	-0.010
5/32	+0.020	+0.020	+0.020	-0.010
3/16	+0.020	+0.025	+0.020	-0.010
1/4	+0.020	+0.030	+0.020	-0.010

TABLE I

STEM AND COLLAR PROTRUSION LIMITS FOR MS21140, MS21141, MS90353, MS90354, BACB30LA, AND BAC830LB BLIND BOLTS				
NOMINAL BOLT DIA	A	B	C	
5/32	±0.017	-	±0.010	
3/16	±0.022	-	±0.012	
1/4	±0.029	-	±0.015	
5/16	±0.037	-	±0.019	
3/8	±0.045	-	±0.023	
7/16	±0.050	-	±0.027	
1/2	±0.056	-	±0.031	

TABLE II

Stem and Collar Protrusion Limits for Blind Bolts and Blind Rivets After Installation



**γ. Έλεγχος για σωστή εγκατάσταση.**

Οι προεξοχές του στελέχους και του κολάρου ασφαλείας πρέπει να είναι εντός των ορίων όπως φαίνεται στην εικόνα 6β.

**δ. Μετακίνηση.**

Η μετακίνηση των τυφλών ήλων γίνεται με παρόμοιο τρόπο όπως περιγράφεται για τους solid shank rivets, και φαίνεται στην εικόνα 4. Οι τυφλοί ήλοι εγκαθίστανται κατά την διαδικασία παραγωγής όπου η πρόσβαση για την διαμόρφωση της οδηγούς κεφαλής συμβατικών ήλων δεν είναι δυνατή. Μετά την τοποθέτηση, η επισκευή των τυφλών ήλων δεν πρέπει να γίνεται εκεί όπου η σύνδεση καταπονείται σε εφελκυσμό. Οι τυφλοί ήλοι που χρησιμοποιούνται κατά τις επισκευές πρέπει να ελέγχονται σε συχνά διαστήματα για χαλαρότητα.

### 3.3 ΤΥΦΛΟΙ ΚΟΧΛΙΕΣ Η BLIND BOLTS

#### α. Γενικά.

1. Τυφλοί κοχλίες έχουν υψηλότερη αντοχή από τους τυφλούς ήλους και χρησιμοποιούνται εκεί όπου το φορτίο καταπονεί κυρίως σε διάτμηση. Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται τυφλοί κοχλίες σε αεραγωγούς ή βαλβίδες εισαγωγής αέρα, γιατί θα επέλθει χαλάρωση. Οι τυφλοί κοχλίες που χρησιμοποιήθηκαν σε επισκευές πρέπει να επιθεωρούνται κατά συχνά χρονικά διαστήματα για πιθανή χαλάρωση.
2. Γίνεται χρήση κριτηρίων για τις διαστάσεις οπών και επικραυειών και αναφέρονται παρακάτω στην παράγραφο VI.

#### β. Εγκατάσταση

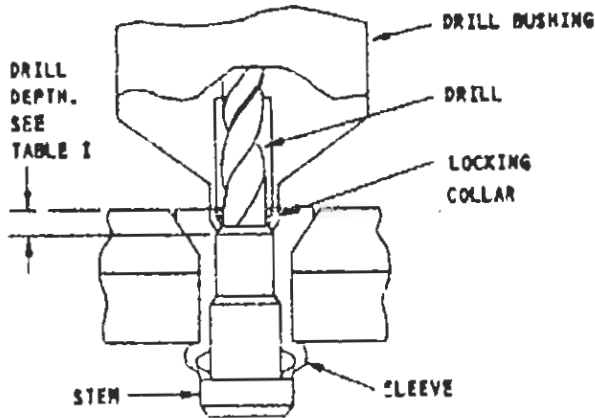
1. Οι τυφλοί κοχλίες εγκαθίστανται με ειδικά εργαλεία που συνήθως παρέχονται από τον κατασκευαστή των συνδετικών μέσων.
2. Η συνδεσμολογία του τυφλού κοχλία, αποτελείται από το σωληνωτό κοχλία και το στέλεχος με κολάρο ασφαλείας, και εισέρχεται σε οπή καθορισμένου μεγέθους. Κατά την διαδικασία της εγκατάστασης, το εργαλείο εγκατάστασης τραβάει το στέλεχος παραμορφώνοντας τον κορμό του κοχλία για να παραχθεί η κεφαλή στην τυφλή πλευρά. Σε προκαθορισμένο φορτίο, το στέλεχος σπάει πλησίον του επιπέδου της κεφαλής του συνδετικού μέσου, και ασφαλίζεται στην θέση του από το κολάρο ασφαλείας. Για εγκατάσταση τελείως επίπεδη, το κόψιμο του τμήματος του στελέχους που προεξέχει και του κολάρου ασφαλείας είναι επιτρεπόμενο, μετά από τον έλεγχο σωστής εγκατάστασης.

#### γ. Έλεγχος για σωστή εγκατάσταση.

1. Η αξιολόγηση των ανοιγμάτων κάτω από τις κεφαλές των τυφλών κοχλιών, γίνεται με βάση τις εικόνες 8α,β,γ.
2. Οι προεξοχές του στελέχους και του κολάρου ασφαλείας, πρέπει να είναι εντός των ορίων σύμφωνα με την εικόνα 6, πίνακας 2.

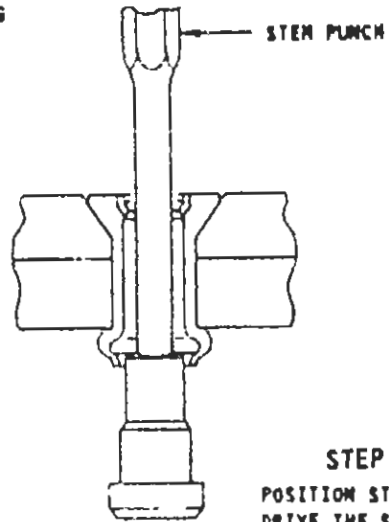
#### δ. Μετακίνηση

Η μετακίνηση των τυφλών κοχλιών γίνεται σύμφωνα με τα βήματα που υποδεικνύονται στην εικόνα 7.



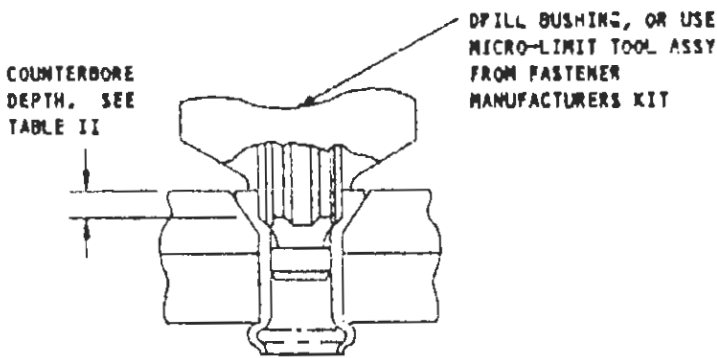
**STEP NO. 1**

PLACE DRILL BUSHING SQUARELY ON THE LOCKING COLLAR AND DRILL THE STEM TO THE DEPTH SHOWN IN TABLE I



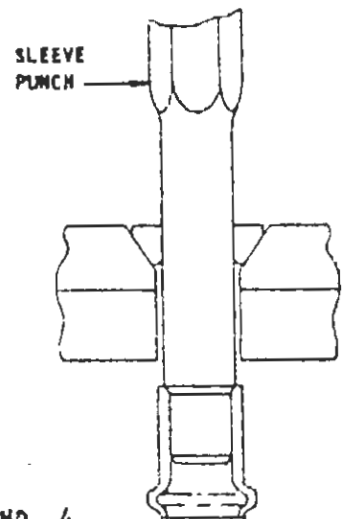
**STEP NO. 2**

POSITION STEM PUNCH AND DRIVE THE STEM OUT. REMOVE REMAINING PORTION OF LOCKING COLLAR



**STEP NO. 3**

COUNTERBORE SLEEVE TO THE DEPTH SHOWN IN TABLE II



**STEP NO. 4**

CAREFULLY POSITION SLEEVE PUNCH AND DRIVE OUT THE SLEEVE. TILT THE PUNCH SLIGHTLY AND REMOVE FASTENER HEAD.

NOTE: WHEN USING DRILL BUSHING, ENSURE THAT CONCENTRICITY IS MAINTAINED WITH DIAMETER OF BOLT

NOMINAL BOLT DIA	DRILL DEPTH
5/32	0.070/0.056
3/16	0.090/0.070
1/4	0.110/0.090
5/16	0.130/0.110
3/8	0.150/0.130

TABLE I

NOMINAL BOLT DIA	COUNTERBORE DEPTH	
	PROTRUDING HEAD	FLUSH HEAD
5/32	0.065/0.055	0.067/0.057
3/16	0.130/0.120	0.075/0.065
1/4	0.135/0.125	0.100/0.090
5/16	0.134/0.124	0.132/0.122
3/8	0.200/0.190	0.160/0.150

TABLE II

**Removal of Blind Bolts**

Εικόνα 7

FASTENER TYPE	GAP EVALUATION
SOLID SHANK RIVETS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. NO MEASURABLE GAP IS ALLOWED UNDER THE DRIVEN HEAD.</li> <li>2. MANUFACTURED HEADS OF UNIVERSAL HEAD FASTENERS MUST SEAT SO THAT A 0.002-INCH SHIM USED ACCORDING TO DETAIL I CANNOT CONTACT THE FASTENER SHANK.</li> <li>3. MANUFACTURED HEADS OF FLUSH HEAD FASTENERS MUST SEAT SO THAT A 0.002-INCH SHIM USED ACCORDING TO DETAIL II CANNOT:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(A) BE INSERTED BETWEEN THE FASTENER HEAD AND THE COUNTERSINK FOR MORE THAN 40% OF THE HEAD CIRCUMFERENCE.</li> <li>(B) CONTACT THE FASTENER SHANK.</li> </ol> </li> </ol>
BLIND RIVETS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. MANUFACTURED HEADS OF PROTRUDING HEAD FASTENERS MUST SEAT SO THAT A 0.002-INCH SHIM USED ACCORDING TO DETAIL I CANNOT CONTACT THE FASTENER SHANK.</li> <li>2. MANUFACTURED HEADS OF FLUSH HEAD FASTENERS MUST SEAT SO THAT A 0.002-INCH SHIM USED ACCORDING TO DETAIL II CANNOT:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(A) BE INSERTED BETWEEN THE FASTENER HEAD AND THE COUNTERSINK FOR MORE THAN 40% OF THE HEAD CIRCUMFERENCE.</li> <li>(B) CONTACT THE FASTENER SHANK.</li> </ol> </li> </ol>
BLIND BOLTS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PROTRUDING HEADS MUST SEAT IN AT LEAST ONE LOCATION ON THE PERIPHERY OF THE HEAD WITH THE REMAINING GAP IN ACCORDANCE WITH DETAIL I AND TABLE II.</li> <li>2. FLUSH HEADS MUST BE SEATED SO THAT A 0.002-INCH SHIM USED ACCORDING TO DETAIL II CANNOT:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(A) BE INSERTED BETWEEN THE FASTENER HEAD AND THE COUNTERSINK FOR MORE THAN 40% OF THE HEAD CIRCUMFERENCE.</li> <li>(B) CONTACT THE FASTENER SHANK.</li> </ol> </li> </ol>
LOCKBOLTS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PROTRUDING HEADS MUST SEAT IN AT LEAST ONE LOCATION ON THE PERIPHERY OF THE HEAD WITH THE REMAINING GAP IN ACCORDANCE WITH DETAIL I AND TABLE II.</li> <li>2. FLUSH HEADS MUST BE SEATED SO THAT A 0.002-INCH SHIM USED ACCORDING TO DETAIL II CANNOT:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(A) BE INSERTED BETWEEN THE FASTENER HEAD AND THE COUNTERSINK FOR MORE THAN 40% OF THE HEAD CIRCUMFERENCE.</li> <li>(B) CONTACT THE FASTENER SHANK.</li> </ol> </li> <li>3. NO MEASURABLE GAP IS ALLOWED UNDER THE COLLAR.</li> </ol>
HEX-DRIVE BOLTS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PROTRUDING HEADS MUST SEAT IN AT LEAST ONE LOCATION ON THE PERIPHERY OF THE HEAD WITH THE REMAINING GAP IN ACCORDANCE WITH DETAIL I AND TABLE II.</li> <li>2. FLUSH HEADS MUST BE SEATED SO THAT A 0.002-INCH SHIM USED ACCORDING TO DETAIL II CANNOT:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(A) BE INSERTED BETWEEN THE FASTENER HEAD AND THE COUNTERSINK FOR MORE THAN 40% OF THE HEAD CIRCUMFERENCE.</li> <li>(B) CONTACT THE FASTENER SHANK.</li> </ol> </li> <li>3. GAPS UNDER NON-SELF-ALIGNING COLLARS MUST NOT EXCEED THE SHIM VALUES LISTED IN TABLE II WHEN MEASURED AT THE OUTER PERIPHERY OF THE COLLAR. THESE GAPS MUST NOT BE CONTINUOUS FOR MORE THAN 40% OF THE COLLAR CIRCUMFERENCE.</li> <li>4. NO MEASURABLE GAP IS ALLOWED UNDER A SELF-ALIGNING COLLAR.</li> </ol>
70° HEAD RADIUS LEAD-IN BOLTS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. NO MEASURABLE GAP IS ALLOWED BETWEEN THE BEARING SURFACE OF THE BOLT HEAD AND COUNTERSINK; HOWEVER, MANUFACTURER TOLERANCES ON THE HEAD MAY RESULT IN PARTIALLY EXPOSED COUNTERSINKS (DETAIL III).</li> <li>2. NUTS MUST SEAT SO THAT A 0.0015-INCH SHIM CANNOT BE INSERTED BETWEEN THE BEARING SURFACE OF THE NUT FOR AT LEAST 60% OF THE PERIPHERY OF THE NUT. THE REMAINING 40% OF THE PERIPHERY (NOT NECESSARILY CONTINUOUS) MAY HAVE GAPS AS LIMITED BY TABLE II.</li> </ol>

TABLE I

Gap Evaluation of Fastener Heads and Nuts

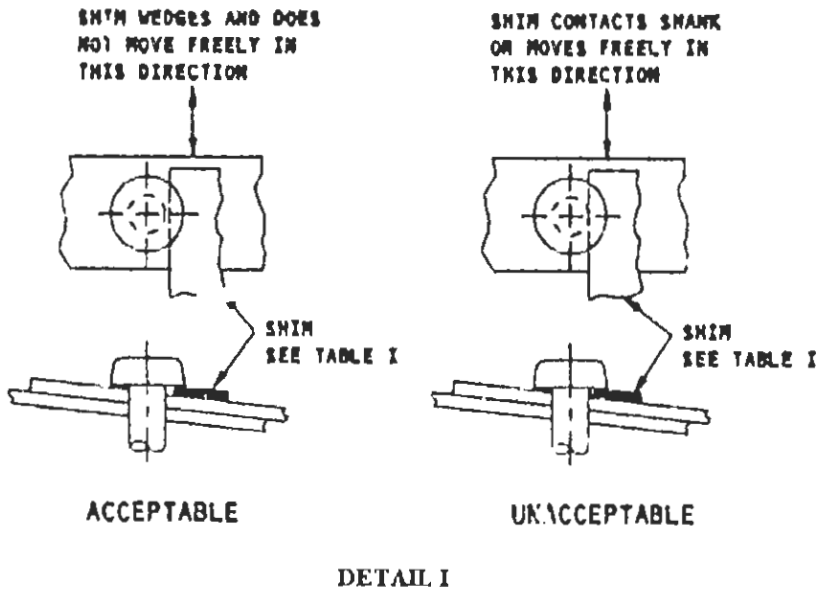
Εικόνα 8α

FASTENER TYPE	GAP EVALUATION
BOLTS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PROTRUDING AND FLUSH HEADS MUST SEAT SO THAT A 0.004-INCH, <math>\pm 0.0005/-0.0000</math> INCH, THICK SHIM USED ACCORDING TO DETAILS I AND II CANNOT:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(A) BE INSERTED FOR MORE THAN 40% OF THE HEAD CIRCUMFERENCE.</li> <li>(B) CONTACT THE FASTENER SHANK.</li> </ol> </li> <li>2. GAPS UNDER NUTS MUST NOT:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(A) EXCEED THE SHIM VALUES LISTED IN TABLE II AND MUST NOT BE CONTINUOUS FOR MORE THAN 40% OF THE NUT CIRCUMFERENCE.</li> <li>(B) ALLOW THE SHIM TO CONTACT THE FASTENER SHANK WHEN USED ACCORDING TO DETAIL I.</li> </ol> </li> </ol>
TAPER SHANK BOLTS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PROTRUDING HEADS MUST SEAT IN AT LEAST ONE LOCATION ON THE PERIPHERY OF THE HEAD WITH THE REMAINING GAP IN ACCORDANCE WITH DETAIL I AND TABLE II.</li> <li>2. FLUSH HEADS MUST SEAT SO THAT A 0.0015-INCH SHIM CANNOT BE INSERTED BETWEEN THE COUNTERSINK AND THE HEAD FOR AT LEAST 60% OF THE PERIPHERY OF THE HEAD ACCORDING TO DETAIL IX. THE REMAINING 40% OF THE PERIPHERY (NOT NECESSARILY CONTINUOUS) MAY HAVE UP TO 0.004-INCH GAP.</li> <li>3. NUTS AND COLLARS MUST SEAT SO THAT A 0.0015-INCH SHIM CANNOT BE INSERTED BETWEEN THE BEARING SURFACE AND THE NUT OR COLLAR FOR AT LEAST 60% OF THE PERIPHERY OF THE NUT OR COLLAR. THE REMAINING 40% OF THE PERIPHERY (NOT NECESSARILY CONTINUOUS) MAY HAVE GAPS AS LIMITED BY TABLE III.</li> </ol>

TABLE I (CONT)

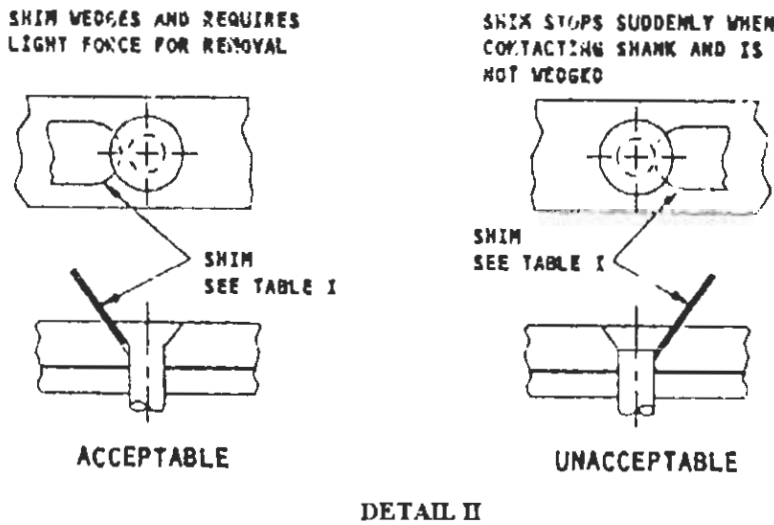
Gap Evaluation of Fastener Heads and Nuts

Εικόνα 8β



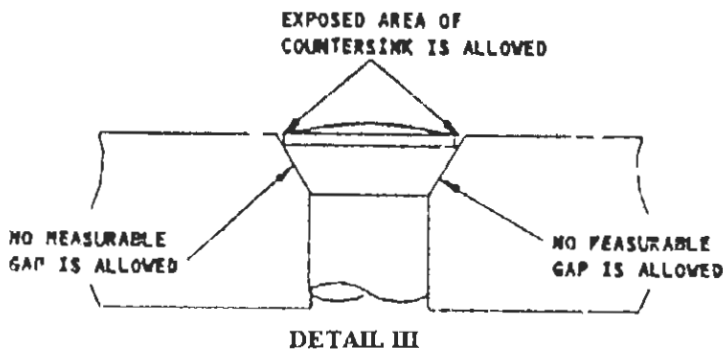
NOMINAL FASTENER DIAMETER	SHIM THICKNESS +0.0005 -0.0000
5/32	0.003
3/16	0.004
1/4	0.005
5/16	0.006
3/8	0.007
7/16	0.008
1/2	0.009
9/16	0.010
5/8	0.011
3/4	0.013
7/8	0.015
1	0.018

TABLE II



NOMINAL FASTENER DIAMETER	GAP MAXIMUM
3/16	0.010
1/4	0.011
5/16	0.011
3/8	0.012
7/16	0.012
1/2	0.012
9/16	0.013
5/8	0.013
3/4	0.016
7/8	0.016
1	0.016

TABLE III



Gap Evaluation of Fastener Heads and Nuts

Εικόνα 8γ

### 3.4 ΚΟΧΛΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ Η LOCKBOLTS

#### α. Γενικά

1. Γίνεται η χρήση κριτηρίων για τις διαστάσεις οπών και επιφανειών επιφανειών και αναφέρονται στο κεφάλαιο 6.
2. Τα συνιστώμενα συνδετικά μέσα σε κατασκευές αλουμινίου, είναι από τιτάνιο με επίστρωση αλουμινίου A-286 ή με επιμετάλλωση καδμίου.Ως εναλλακτική λύση συνδετικά μέσα απο κράμα ατσαλιού με επιμετάλλωση καδμίου, κατασκευαστικά είναι αποδεκτά.Όμως σε διαβρωτικό περιβάλλον η επιμετάλλωση καδμίου, ίσως εξαφανιστεί επιτρέποντας έτσι την διάβρωση του κράματος ατσαλιού του συνδετικού μέσου.Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα να εμφανιστούν ραβδώσεις σκουριάς γύρω απο την κατασκευή και την έναρξη της διάβρωσης για κάθε παρακείμενη κατασκευή αλουμινίου.
3. Όλα αυτά τα συνδετικά μέσα, και τα προτεινόμενα και τα εναλλακτικά, πρέπει να εγκαθίστανται υγρά με την κατάλληλη τσιμούχα.

#### β. Εγκατάσταση

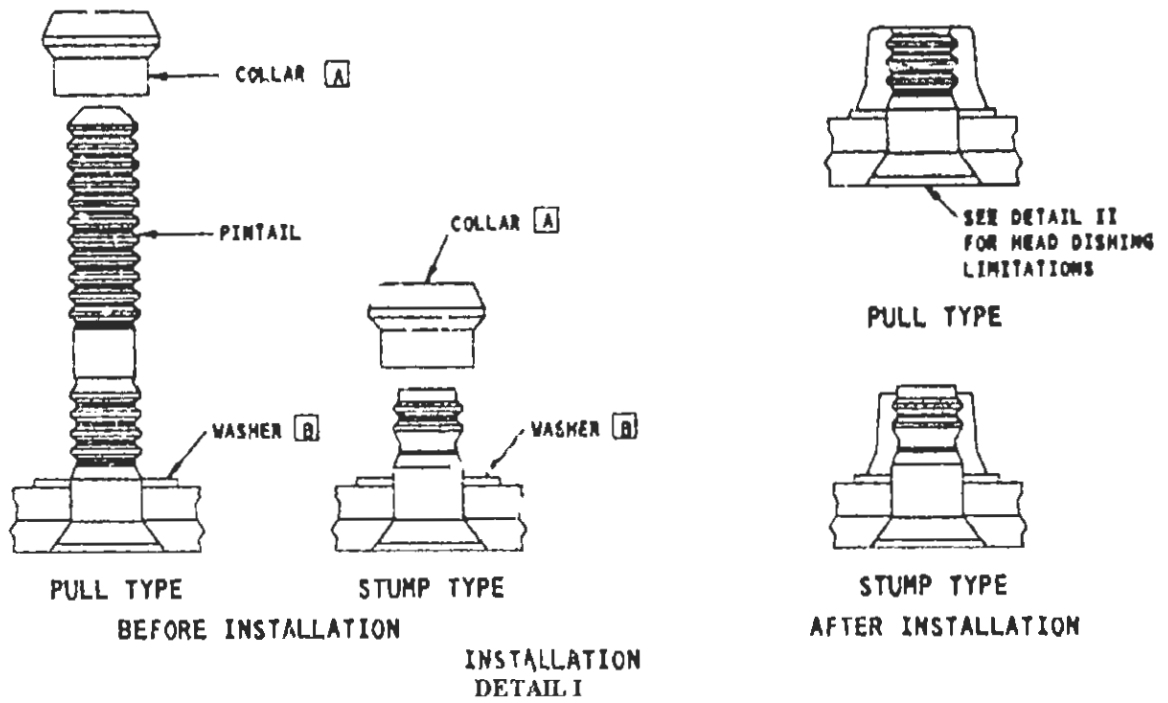
1. Οι κοχλίες ασφαλείας εγκαθίστανται διαμορφώνοντας ένα κολάρο στο οδοντωτό άκρο του κοχλία.Οι κοχλίες ασφαλείας προτιμούνται απο συμβατικούς κοχλίες με παξιμάδια γιατί είναι μικρότεροι και ελαφρύτεροι.Όταν η πρόσβαση για το εργαλείο εγκατάστασης των κοχλίων ασφαλείας δεν είναι δυνατή, η χρήση των hex-drive bolts είναι επαρκής εναλλακτική λύση.
2. Προτεραιότητα στην εγκατάσταση του κολάρου του κοχλία ασφαλείας, έχει η αφαίρεση της τσιμούχας και ξένων υπολειμμάτων απο τις δακτυλιοειδής αυλακώσεις του κοχλία ασφαλείας.
3. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ροδέλες για προστασία απο την διάβρωση, για έλεγχο της ρύθμισης του μήκους, για λωρίδα ανακούφισης ή για πρόληψη ζημιών κατά την εγκατάσταση.Στην εικόνα 9 πίνακας 1, φαίνεται το υλικό για τις ροδέλες και τοποθεσίες που απαιτούνται, και στην εικόνα 9 πίνακας 3, φαίνονται οι κωδικοί αριθμοί των ροδελών (washer part numbers).Η χρήση ροδελών περιορίζεται σε μέγιστο αριθμό, σε μια κάτω απο την κεφαλή του συνδετικού μέσου και σε δύο κάτω απο το κολάρο.Η κατάλληλη χρήση τους είναι ως ακολούθως:
  - **Ροδέλες για προστασία απο την διάβρωση.**
    - ο Ο τύπος τους προσδιορίζεται στην εικόνα 9α.
    - ο Μόνο μια ροδέλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάτω απο προεξέχουσες κεφαλές και κάτω απο κολάρα.
  - **Ροδέλες για την ρύθμιση του μήκους.**
    - ο Μόνο ολόκληρες (όχι ανοιγμένες) ροδέλες μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

- Οι ροδέλες πρέπει να τοποθετούνται μόνο κάτω απο το κολάρο.
  - **Ροδέλες ως λωρίδα ανακούφισης**
  - Μόνο μια ροδέλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
  - Χρησιμοποιούνται μόνο ανοιγμένες ροδέλες και μόνο κάτω απο την κεφαλή του συνδετικού μέσου.
  - **Αποφυγή καταστροφής των ροδελών εγκατάστασης**
  - Προσοχή απαιτείται κάτω από τα κολάρα τα οποία δεν έχουν εγκατασταθεί με την χρησιμοποίηση καρφωτών πίεσης.
  - Τοποθετείται μόνο μια ροδέλα ανάμεσα στο κολάρο και στην ροδέλα προστασίας από την διάβρωση.
4. Ο κοχλίας ασφαλείας εγκαθίσταται με ειδικό πνευματικό πιστόλι (όπου η λειτουργία του είναι με αέρα), το οποίο τραβάει τον κορμό του κοχλία διαμέσου της οπής και ταυτοχρόνως διαμορφώνει ένα κολάρο στον κορμό. Το περισσευούμενο άκρο του κορμού αποσπάται με προκαθορισμένο φορτίο. Άλλος τρόπος εγκατάστασης είναι χρησιμοποιώντας καρφωτικό πιστόλι, προσαρμοσμένο με το σετ βιδολόγων του κοχλία ασφαλείας, και συνοδεύεται με μπάρα ανάκρουσης.
5. Μετά την εγκατάσταση του κολάρου γίνεται έλεγχος για τα επόμενα :
- Γίνεται έλεγχος για καταστροφές στις επίπεδες κεφαλές, σύμφωνα με την εικόνα 9(λεπτομέρεια II), και για τυχόν ρωγμές στο κολάρο.
  - Τα ανοίγματα αξιολογούνται κάτω απο την κεφαλή και το κολάρο σύμφωνα με τις εικόνες 8α,β,γ.

### γ. Μετακίνηση

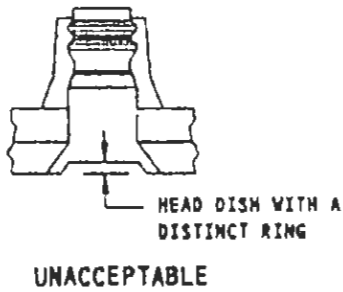
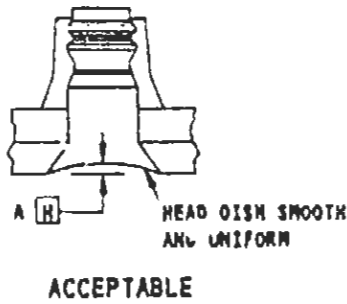
Οι κοχλίες ασφαλείας μπορούν να αφαιρεθούν, αφού προηγηθεί η μετακίνηση του κολάρου. Τα κολάρα μπορούν να μετακινηθούν χωρίζοντας τα απο την μια πλευρά με σμίλη, σκαρπέλο όπου και πρέπει να υποστηριχθούν, κατά την διάρκεια αυτής της εργασίας, με μια κατάλληλη μπάρα ανάκρουσης στην αντίθετη πλευρά του κολάρου, για να εμποδιστεί η επιμήκυνση των οπών.





COLLAR MATERIAL	STRUCTURE MATERIAL	MANDATORY CORROSION PROTECTION WASHER MATERIAL [D] [G]	GRIP ADJUSTMENT WASHER MATERIAL [E] [H]	FILLET RELIEF WASHER MATERIAL
ALUMINUM	ALUMINUM	NONE	2024 AL [C] PREFERRED (CAD PLATED STEEL OPTIONAL)	2024 OR 7075 AL [C]
	STEEL	CAD PLATED STEEL		CAD PLATED STEEL
	CRES	CAD PLATED STEEL		UNPLATED CRES
	TITANIUM	[F]		UNPLATED CRES
	MAGNESIUM	5052 AL [C]	2024 AL [C]	5052 AL [C]
CAD PLATED STEEL, CAD PLATED CRES, OR CAD PLATED MONEL	ALUMINUM	NONE	2024 AL [C] OR CAD PLATED STEEL	2024 OR 7075 AL [C]
	STEEL	NONE	CAD PLATED STEEL	CAD PLATED STEEL
	CRES	NONE	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES
	TITANIUM	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES
	MAGNESIUM	5052 AL [C]	2024 AL [C] OR CAD PLATED STEEL	5052 AL [C]
UNPLATED CRES OR UNPLATED MONEL	ALUMINUM	CAD PLATED STEEL	CAD PLATED STEEL	2024 OR 7075 AL [C]
	STEEL	CAD PLATED STEEL	CAD PLATED STEEL	CAD PLATED STEEL
	CRES	NONE	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES
	TITANIUM	NONE	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES
	MAGNESIUM	5052 AL [C]	CAD PLATED STEEL	5052 AL [C]

WASHER MATERIAL  
TABLE I  
Lockbolt Installation  
Εικόνα 9α



FASTENER TYPE	FASTENER MATERIAL	NOMINAL DIAMETER	A (MAX)
FULL TYPE SHEAR HEAD LOCKBOLTS	ALUMINUM AND ALLOY STEEL	3/16	0.012
		1/4	0.012
		5/16	0.010
		3/8 AND LARGER	0.007
	A286 CRES	ALL	0.008
ALL OTHER LOCKBOLTS	ALL	ALL	0.004

TABLE II

HEAD DISHING LIMITATIONS FOR FLUSH HEAD LOCKBOLTS  
DETAIL II

PLAIN WASHER MATERIAL	WASHER PART NUMBERS (REF)			
	NOMINAL	1/64 OVERSIZE	1/32 OVERSIZE	3/64 OVERSIZE
CAD PLATED STEEL	AN960-( ) NAS620-( )	BACW10AW-( )S BACW10AW-( )ST	BACW10AW-10( )S BACW10AW-10( )ST	BACW10AW-30( )S BACW10AW-30( )ST
2024 ALUMINUM	AN960PD( ) BACW10BH( )AP AN960JD( ) AN960KD( )	BACW10AW-( )AS BACW10AW-( )AST BACW10BH( )AP	BACW10AW-10( )AS BACW10AW-10( )AST BACW10BH( )AP	BACW10AW-30( )AS BACW10AW-30( )AST
5052 ALUMINUM	JACW10BH( )ANP NAS620A( ) NAS1197-( )	BACW10AW-( )AN BACW10AW-( )ANT BACW10BH( )ANP	BACW10AW-10( )AN BACW10AW-10( )ANT BACW10BH( )ANP	BACW10AW-30( )AN BACW10AW-30( )ANT
UNPLATED CRES	AN960C( ) BACW10BH( )UP BACW10BP( )APU BACW10BP( )PTU NAS620C( )	BACW10BP( )1APU BACW10BP( )1PTU	BACW10BP( )2APU BACW10BP( )2PTU	USE NEXT LARGER STANDARD SIZE

WASHER PART NUMBERS

TABLE III

Lockbolt Installation

Εικόνα 9β

COUNTERSINK WASHER MATERIAL	WASHER PART NUMBERS (REF)			
	NOMINAL	1/64 OVERSIZE	1/32 OVERSIZE	3/64 OVERSIZE
CAD PLATED STEEL	BACW10CTC )	BACW10AW-C )8 BACW10CTC )1	BACW10AW-C10C )8 BACW10CTC )2	BACW10AW-C30C )8
2024 OR 7075 ALUMINUM	BACW10CTC )D BACW10CTC )J	BACW10AW-C )AS BACW10CTC )1D BACW10CTC )1J	BACW10AW-C10C )AS BACW10CTC )2D BACW10CTC )2J	BACW10AW-C30C )AS
5052 ALUMINUM	_____	BACW10AW-C )AM	BACW10AW-C10C )AM	BACW10AW-C30C )AM
UNPLATED CRES	BACW10CTC )CU	BACW10CTC )1CU	BACW10CTC )2CU	USE NEXT LARGER STANDARD SIZE

WASHER PART NUMBERS  
TABLE III (CONT)

NOTES

- A BACC30BE, BACC30BF, BACC30L, BACC30K, NAS1080C04, NAS1080C05, NAS1080E04, NAS1080E05, NAS1080M04, NAS1080M05, AND NAS1080K REQUIRE NO SPECIAL ORIENTATION FOR INSTALLATION. ALL OTHER COLLARS MUST BE ORIENTED AS SHOWN
- B A MAXIMUM OF TWO WASHERS IS PERMITTED UNDER THE COLLAR FOR CORROSION PROTECTION OR GRIP LENGTH ADJUSTMENT. FOR WASHER MATERIAL REQUIREMENTS SEE TABLE I
- C ALUMINUM WASHERS MUST BE ALODINE COATED PER 51-20-01
- D LOCATE CORROSION PROTECTION WASHER NEXT TO STRUCTURE WHEN A SECOND WASHER IS USED FOR GRIP ADJUSTMENT (EXCEPT AS NOTED)
- E LOCATE GRIP ADJUSTMENT WASHER NEXT TO COLLAR WHEN USED WITH A CORROSION PROTECTION WASHER
- F USE AN UNPLATED CRES WASHER NEXT TO STRUCTURE AND A CAD PLATED STEEL WASHER NEXT TO COLLAR
- G A MAXIMUM OF TWO WASHERS IS ALLOWED UNDER COLLAR
- H FOR MAXIMUM HEAD DISHING (A) ALLOWED SEE TABLE II

Lockbolt Installation

Εικόνα 9γ

### 3.5 ΕΞΑΓΩΝΙΚΟΙ ΚΟΧΛΙΕΣ Ή HEX-DRIVE BOLTS

#### α. Γενικά

1. Οι εξαγωνικοί κοχλίες ή hex-drive bolts είναι συνδετικά μέσα με σπείρωμα, και συνήθως εγκαθίστανται με ειδικό περικόχλιο και ειδική εξαγωνική συσκευή εφαρμογής ροπής στρέψης. Η εξαγωνική συσκευή ροπής στρέψης διακόπτεται σε προκαθορισμένο φορτίο, κατά συνέπεια αποφεύγεται επιπλέον εφαρμογή ροπής στρέψης (εικόνα 10). Οι κοχλίες και τα κολάρα συνήθως προμηθεύονται έχοντας λιπανθεί και δεν πρέπει αυτό το λιπαντικό να αφαιρείται.
2. Γίνεται η χρήση κριτηρίων για τις διαστάσεις οπών και αναφέρονται στο κεφάλαιο 6.
3. Τα συνιστώμενα συνδετικά μέσα σε κατασκευές αλουμινίου είναι τιτάνιο με επίστρωση αλουμινίου A-286 ή με επιμετάλλωση καδμίου. Ως εναλλακτική λύση συνδετικά μέσα από κράμα ατσαλιού με επιμετάλλωση καδμίου, κατασκευαστικά είναι αποδεκτά. Όμως σε διαβρωτικό περιβάλλον η επιμετάλλωση καδμίου, ίσως εξαφανιστεί επιτρέποντας έτσι την διάβρωση του κράματος ατσαλιού του συνδετικού μέσου. Αυτό μπορεί να εμφανίσει ραβδώσεις σκουριάς γύρω από την κατασκευή και την έναρξη της διάβρωσης για κάθε παρακείμενη κατασκευή αλουμινίου.
4. Όλα αυτά τα συνδετικά μέσα, και τα προτεινόμενα και τα εναλλακτικά, εγκαθίστανται υγρά με την κατάλληλη τσιμούχα.

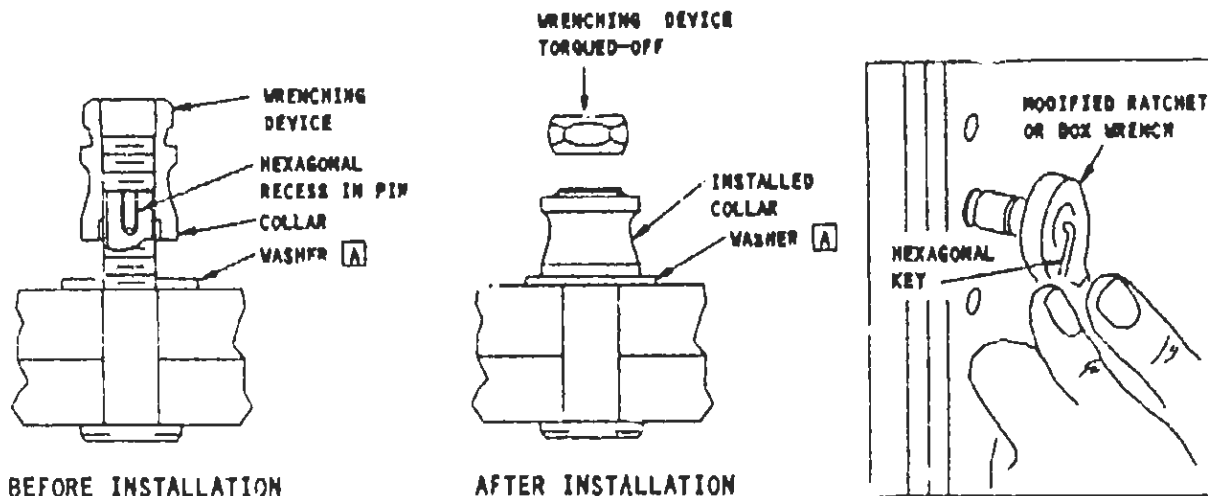
#### β. Εγκατάσταση

1. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ροδέλες για προστασία από την διάβρωση, για έλεγχο της ρύθμισης του μήκους ή ως λωρίδα ανακούφισης. Στην εικόνα 10α, φαίνεται το υλικό ροδελών και τοποθεσίες που απαιτούνται, και στις εικόνες 10β,γ φαίνονται οι κωδικοί αριθμοί ροδελών. Η χρήση ροδελών περιορίζεται σε μέγιστο αριθμό, σε ένα κάτω από την κεφαλή του συνδετικού μέσου και σε δύο κάτω από το κολάρο. Η κατάλληλη χρήση τους έχει ως ακολούθως:
  - **Προστασία από την διάβρωση ροδελών.**
    - ο Ο τύπος τους προσδιορίζεται στην εικόνα 10.
    - ο Μόνο μια ροδέλα πρέπει να χρησιμοποιείται κάτω από προεξέχουσες κεφαλές και κάτω από τα κολάρα.
  - **Έλεγχος ρύθμισης μήκους ροδελών.**
    - ο Μόνο ολόκληρες (όχι ανοιγμένες) ροδέλες μπορούν να χρησιμοποιούνται.
    - ο Οι ροδέλες πρέπει να τοποθετούνται μόνο κάτω από το κολάρο.
  - **Ροδέλες ως λωρίδα ανακούφισης.**
    - ο Μόνο μια ροδέλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

- ο Μόνο βυθισμένες ροδέλες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μόνο κάτω απο την κεφαλή του συνδετικού μέσου.
- 2. Η εγκατάσταση των Hex-drive bolts μπορεί να γίνει και με εργαλεία χειρός. Σε κάθε περίπτωση, τα εργαλεία εγκατάστασης διαφέρουν αλλά η μέθοδος εγκατάστασης είναι η ίδια και αυτή εμπεριέχει τα παρακάτω βήματα:
  - Εισάγεται το hex-drive bolt στην οπή έως ότου εδράσει.
  - Βιδώνεται το κολάρο χειροκίνητα.
  - Εμποδίζεται ο κοχλίας απο περιστροφή, τοποθετώντας ένα εξαγωνικό κλειδί (hex-drive key) στην προβλεπόμενη εσοχή και συσφίγγεται το κολάρο.
- 3. Όταν χρησιμοποιούνται εργαλεία χειρός για προτιθέμενες επισκευές, μια καστάνια και υποδοχέας ή ένα σετ κλειδιών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εγκατασταθούν τα hex-drive bolts, μαζί με τα L-διαμορφωμένα hex-drive keys όπως φαίνεται στην εικόνα 10.
- 4. Για εφαρμογές που απαιτούν ισχυρά εργαλεία (πιστόλι τοποθέτησης η μετατόπισης), είναι προτεινόμενη η χρήση του συστήματος Voi-Shan's "Kwik-Key" για υψηλή ασφάλεια.
- 5. Εκεί όπου η πρόσβαση δεν είναι δυνατή για την εγκατάσταση του ειδικού κολάρου, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί παξιμάδι ασφαλείας. Το παξιμάδι ασφαλείας πρέπει να εγκαθίσταται με μια τυπική ροδέλα (ελάχιστο πάχος 0.062inch). Οι τιμές της απαιτούμενης ροπής αναφέρονται στο κεφάλαιο 5.
- 6. Μετά την εγκατάσταση του κολάρου γίνεται έλεγχος για τα ακόλουθα:
  - Για καταστροφές της επίπεδης κεφαλής σύμφωνα με την εικόνα 10 (detail II).
  - Για τα όρια κολάρου σύμφωνα με την εικόνα 11.
  - Αξιολογούνται τα ανοίγματα, κάτω απο την κεφαλή και το κολάρο, σύμφωνα με τις εικόνες 8α,β,γ.

#### γ. Μετακίνηση

Η μετακίνησή τους γίνεται εισάγοντας ένα εξαγωνικό κλειδί στην ακίδα συγκρατώντας και γυρνώντας το κολάρο με κλειδί ασφαλείας.



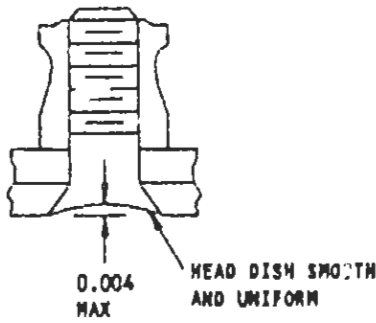
INSTALLATION  
DETAIL I

COLLAR MATERIAL	STRUCTURE MATERIAL	MANDATORY CORROSION PROTECTION WASHER MATERIAL [C] [F]	GRIP ADJUSTMENT WASHER MATERIAL [D] [F]	FILLET RELIEF WASHER MATERIAL
ALUMINUM	ALUMINUM	NONE	2024 AL [B] PREFERRED (CAD PLATED STEEL OPTIONAL)	2024 OR 7075 AL [B]
	STEEL	CAD PLATED STEEL		CAD PLATED STEEL
	CRES	CAD PLATED STEEL		UNPLATED CRES
	TITANIUM	[E]		UNPLATED CRES
	MAGNESIUM	5052 AL [B]	2024 AL [F]	5052 AL [B]
CAD PLATED STEEL, CAD PLATED CRES, OR CAD PLATED MONEL	ALUMINUM	NONE	2024 AL [B] OR CAD PLATED STEEL	2024 OR 7075 AL [B]
	STEEL	NONE	CAD PLATED STEEL	CAD PLATED STEEL
	CRES	NONE	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES
	TITANIUM	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES
	MAGNESIUM	5052 AL [B]	2024 AL [B] OR CAD PLATED STEEL	5052 AL [B]
UNPLATED CRES OR UNPLATED MONEL	ALUMINUM	CAD PLATED STEEL	CAD PLATED STEEL	2024 OR 7075 AL [B]
	STEEL	CAD PLATED STEEL	CAD PLATED STEEL	CAD PLATED STEEL
	CRES	NONE	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES
	TITANIUM	NONE	UNPLATED CRES	UNPLATED CRES
	MAGNESIUM	5052 AL [B]	CAD PLATED STEEL	5052 AL [B]

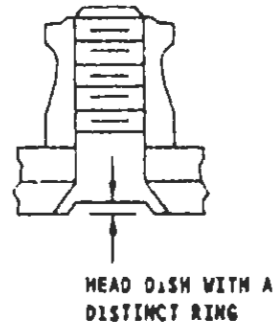
WASHER MATERIAL  
TABLE I

Hex-Drive Bolt Installation

Εικόνα 10α



ACCEPTABLE



UNACCEPTABLE

HEAD DISHING LIMITATIONS FOR FLUSH HEAD HEX-DRIVE BOLTS

DETAIL II

PLAIN WASHER MATERIAL	WASHER PART NUMBERS (REF)			
	NOMINAL	1/64 OVERSIZE	1/32 OVERSIZE	3/64 OVERSIZE
CAD PLATED STEEL	AN960-( ) NAS620-( )	BACW10AW-( )S BACW10AW-( )ST	BACW10AW-10C )S BACW10AW-10C )ST	BACW10AW-30C )S BACW10AW-30C )ST
2024 ALUMINUM	AN960PD( ) BACW10BN( )AP AN960JD( ) AN960KD( )	BACW10AW-( )AS BACW10AW-( )AST BACW10BN( )1AP	BACW10AW-10C )AS BACW10AW-10C )AST BACW10BN( )2AP	BACW10AW-30C )AS BACW10AW-30C )AST
5052 ALUMINUM	BACW10BN( )ANP NAS620A( ) NAS1197-( )	BACW10AW-( )AM BACW10AW-( )AMT BACW10BN( )1ANP	BACW10AW-10C )AM BACW10AW-10C )AMT BACW10BN( )2ANP	BACW10AW-30C )AM BACW10AW-30C )AMT
UNPLATED CRCS	AN960C( ) BACW10BN( )UP BACW10BP( )APU BACW10BP( )PTU NAS620C( )	BACW10BP( )1APU BACW10BP( )1PTU	BACW10BP( )2APU BACW10BP( )2PTU	USE NEXT LARGER STANDARD SIZE

WASHER PART NUMBERS  
TABLE II

Hex-Drive Bolt Installation

Εικόνα 10β

COUNTERSINK WASHER MATERIAL	WASHER PART NUMBERS (REF)			
	NOMINAL	1/64 OVERSIZE	1/32 OVERSIZE	3/64 OVERSIZE
CAD PLATED STEEL	BACW10CTC )	BAC10AW-C( )S BACW10CTC )1	BACW10AW-C10C )S BACW10CTC )2	BACW10AW-C30C )S
2024 OR 7075 ALUMINUM	BACW10CTC )D BACW10CTC )J	BACW10AW-C( )AS BACW10CTC )1D BACW10CTC )1J	BACW10AW-C10C )AS BACW10CTC )2D BACW10CTC )2J	BACW10AW-C30C )AS
5052 ALUMINUM	_____	BACW10AW-C( )AN	BACW10AW-C10C )AN	BACW10AW-C30C )AN
UNPLATED CRES	BACW10CTC )CU	BACW10CTC )1CU	BACW10CTC )2CU	USE NEXT LARGER STANDARD SIZE

WASHER PART NUMBERS  
TABLE II (CONT)

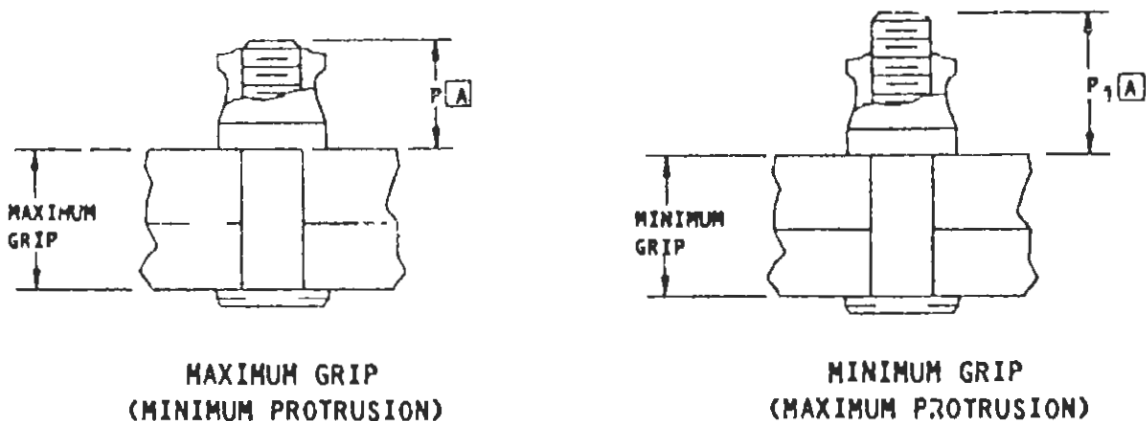
NOTES

- [A] A MAXIMUM OF TWO WASHERS IS PERMITTED UNDER THE COLLAR FOR CORROSION PROTECTION OR GRIP LENGTH ADJUSTMENT. FOR WASHER MATERIAL REQUIREMENTS SEE TABLE I
- [B] ALUMINUM WASHERS MUST BE ALODINE COATED PER 51-20-01
- [C] LOCATE CORROSION PROTECTION WASHER NEXT TO STRUCTURE WHEN A SECOND WASHER IS USED FOR GRIP ADJUSTMENT (EXCEPT AS NOTED)
- [D] LOCATE GRIP ADJUSTMENT WASHER NEXT TO COLLAR WHEN USED WITH A CORROSION PROTECTION WASHER
- [E] USE AN UNPLATED CRES WASHER NEXT TO STRUCTURE AND A CAD PLATED STEEL WASHER NEXT TO COLLAR
- [F] A MAXIMUM OF TWO WASHERS IS ALLOWED UNDER COLLAR

Hex-Drive Bolt Installation

Εικόνα 10γ





NOMINAL BOLT DIA	STANDARD BOLTS		LIGHTWEIGHT BOLTS	
	MINIMUM PROTRUSION P	MAXIMUM PROTRUSION P <sub>1</sub>	MINIMUM PROTRUSION P	MAXIMUM PROTRUSION P <sub>1</sub>
5/32	0.302	0.384	0.270	0.352
3/16	0.315	0.397	0.280	0.362
1/4	0.385	0.467	0.310	0.392
5/16	0.490	0.572	0.370	0.452
3/8	0.535	0.617	0.410	0.492
7/16	0.625	0.707	0.475	0.557
1/2	0.675	0.757	0.515	0.597

PIN PROTRUSION LIMITS FOR HEX DRIVE BOLTS

TABLE I

**NOTES**

- A** PIN PROTRUSION IS MEASURED FROM  
P7X END ABOVE SHEET OR WASHER

Pin Protrusion Limits for Installed Hex Drive Bolts  
Εικόνα 11

### 3.6 70-DEGREE HEAD RADIUS LEAD-IN BOLTS

#### α. Γενικά

1. Οι κοχλίες με ακτίνα οδηγού κεφαλής 70° ή 70-degree head Radius lead-in bolts χρησιμοποιούνται σε μερικές θέσεις επειδή αποδίδουν μια κατασκευή με σπουδαία αντοχή σε κόπωση απ'οτι τα περισσότερα άλλα συνδετικά μέσα.
2. Οι διαστάσεις των οπών και των επιφανειών αναφέρονται στο κεφάλαιο 6.
3. Το υλικό των 70-degree head Radius lead-in bolts που χρησιμοποιείται συνήθως, είναι τιτάνιο λόγω των καλών ιδιοτήτων κόπωσης. Αυτά τα συνδετικά μέσα έχουν διάμετρο κορμιού λίγο μεγαλύτερη απο την διάμετρο των οπών στις οποίες θα εγκατασταθούν ώστε να εξασφαλισθεί απόλυτη εφαρμογή.
4. Τα εργαλεία εγκατάστασης και μετακίνησής τους, προσδιορίζονται στην εικόνα 12.

#### β. Προετοιμασία της οπής

1. Πριν την παραγωγή ή ξαναχρησιμοποίηση οπών, ανοίγονται και διευρύνονται το λιγότερο πέντε οπές, σε μια δοκιμαστική μεταλλική πλάκα στις απαιτήσεις που αναφέρονται παρακάτω.
2. Τα μέρη πρέπει να είναι σταθερά συνδεδεμένα μεταξύ τους, κατά την διάρκεια προετοιμασίας της οπής.
3. Όταν ανοίγονται η διευρύνονται οπές, χρησιμοποιείται ένα μέσο κοπής και λίπανσης. Ένα προτεινόμενο μέσο είναι το boelube, το οποίο μπορεί να είναι σε μορφή υγρό, στερεό, ως αλοιφή ή σπρέι.
4. Καινούργιες οπές μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας μια απο τις παρακάτω μεθόδους:

- **Παραγωγή της οπής σε μια λειτουργία.**

- Χρησιμοποιείται το Winslow Spacematic HS-2C (Deutsch Fastener Co), με το απαιτούμενο μέγεθος ST7044 για ακρίβεια τρυπανιού εγκατάστασης.
- Το άνοιγμα της οπής γίνεται στις 2000rpm, με την αναλογία των 8~12 δευτερολέπτων ανά 2 inch ελεύθερης διαδρομής.

- **Παραγωγή της οπής απο μια οπή πιλότο.**

- Ανοίγεται μια οπή πιλότος, 1/64 inch κάτω απο τις διαστάσεις του γλυφάνου οδηγού, ST1219Y-IRCA και διατηρείται η καθετότητα της οδηγού οπής, στην επιφάνεια του τεμαχίου, εντός του ±1~2 μοίρες.
- Εγκαθίσταται το απαιτούμενο μέγεθος (ST1219Y-IRCA) γλύφανο, στο τρίποδο ST1219X-Y, και ρυθμίζεται η θέση του βάθους, για κατάλληλο βάθος φρεζαρίσματος.

ο Συνδέεται ένας χειροκίνητος μηχανισμός διάνοιξης, στην μονάδα του τρίποδου και ανοίγεται η οπή σε 500 grm, χρησιμοποιώντας σταθερή χειροκίνητη προώθηση. Εφαρμόζεται αρκετή πίεση ώστε, σε μια λειτουργία να υπάρχει πλήρες φρεζάρισμα. Η πίεση που καταβάλλεται πρέπει να είναι σταθερή απο οπή σε οπή, για να διατηρηθεί ο έλεγχος για το βάθος φρεζαρίσματος.

5. Έλεγχος της οπής για το αν τηρούνται τα κριτήρια που ακολουθούν:

- Ελέγχεται η διάμετρος της οπής, το τελείωμα και η φυσιολογική κατάσταση σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται στο κεφάλαιο 6.
- Ελέγχεται η καθετότητα της οπής χρησιμοποιώντας πείρους καθετότητας (επιλέγεται απο τον πίνακα της εικόνας 13). Για τον έλεγχο της καθετότητας, η μεγαλύτερη διάμετρος πείρου καθετότητας που φτάνει στο τέρμα με ελεύθερη διαδρομή διαμέσου της οπής χρησιμοποιείται αρχικά, και μετά δοκιμάζονται στην οπή αυτοί που δεν τερματίζουν. Αν αυτοί που δεν τερματίζουν μπαίνουν εντός της οπής, η καθετότητα είναι εκτός ανοχής. Η καθετότητα της οπής πρέπει να είναι εντός  $\pm 0.0017$  inch. Πρέπει να ελέγχεται πρώτα η διάμετρος και έπειτα η καθετότητα.
- Ελέγχεται το φρεζάρισμα του βάθους χρησιμοποιώντας κατάλληλο γλύφανο επιλεγμένο απο πίνακα (εικόνας 12) και ελέγχεται η πλευρά εξόδου της οπής σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται στο κεφάλαιο 9.
- Γίνεται έλεγχος για τα όρια της λωρίδας ανακούφισης σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται στο κεφάλαιο 9.
- Ελέγχεται το φρεζάρισμα σε γωνιώδεις οπές και ομοκεντρικά σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται στο κεφάλαιο 9.

6. Πρέπει να προστατεύεται η φρεζαρισμένη οπή από γαλβανική διάβρωση εφαρμόζοντας τα εξής:

- Χρησιμοποιείται διαλυτικό μέσο σύμφωνα με αυτά της σειράς 84 (Ref AMM/SOPM 20-30-84).
- Απλώνεται το BMS 10-11, τύπου 1.

STANDARD TOOL NUMBER	FUNCTION	REMARKS
ST 7044-82-0.2495-X ST 7044-82-0.3120-X ST 7044-75-0.3745-X	DRILL FOR HS-2C WINSLOW SPACEMATIC	
ST 1219X-Y	TRIPOD FOR REAMING/COUNTERSINKING	
ST 1219Y-1RCA-2495-X ST 1219Y-1RCA-2591-X ST 1219Y-1RCA-2747-X ST 1219Y-1RCA-3120-X ST 1219Y-1RCA-3216-X ST 1219Y-1RCA-3372-X ST 1219Y-1RCA-3745-X ST 1219Y-1RCA-3841-X ST 1219Y-1RCA-3997-X	COMBINATION COUNTERSINK/REAMER	1ST OVERSIZE 2ND OVERSIZE  1ST OVERSIZE 2ND OVERSIZE  1ST OVERSIZE 2ND OVERSIZE
ST 8703T-1A-4-2480 ST 8703T-1A-4-2576 ST 8703T-1A-4-2732 ST 8703T-1A-5-3105 ST 8703T-1A-5-3201 ST 8703T-1A-5-3357 ST 8703T-1A-6-3730 ST 8703T-1A-6-3826 ST 8703T-1A-6-3982	82° 82° 82° 82° 82° 82° 7° 75° 75°	COUNTERSINK FLUSHNESS GAGE  1ST OVERSIZE 2ND OVERSIZE  1ST OVERSIZE 2ND OVERSIZE  1ST OVERSIZE 2ND OVERSIZE
ST 8703T-2A-8 ST 8703T-2A-10 ST 8703T-2A-12 ST 8703T-2A-8-L ST 8703T-2A-10-L ST 8703T-2A-12-L	THREAD PROTRUSION GAGE	
ST 1035C-498-4-1 ST 1035C-498-4-2 ST 1035C-498-5-1 ST 1035C-498-5-2 ST 1035C-498-6-1 ST 1035C-498-6-2	FASTENER KNOCK-OUT TOOL	
ST 10140-Y	FASTENER REMOVAL ADAPTER	
ST 1000S ST 1000MA	FASTENER REMOVAL BACK-UP BAR	
ST 10140-P-4-6 ST 10140-P-4-11 ST 10140-P-5-6 ST 10140-P-5-11 ST 10140-P-6-6 ST 10140-P-6-11	FASTENER REMOVAL PUNCH	
ST 1012H-M-4 ST 1012H-T-4 ST 1012H-H-5 ST 1012H-T-5 ST 1012H-M-6 ST 1012H-T-6	FASTENER REMOVAL PULLER	

Installation and removal tools for 70° head radius lead-in bolts

Εικόνα 12

PIN DIAMETER						
HOLE SIZE	STANDARD		FIRST OVERSIZE		SECOND OVERSIZE	
	GO	NO-GO	GO	NO-GO	GO	NO-GO
1/4	0.2501	0.2519	0.2597	0.2615	0.2753	0.2771
	0.2495	0.2513	0.2591	0.2609	0.2747	0.2765
	0.2489	0.2507	0.2585	0.2603	0.2741	0.2759
	0.2483	0.2501	0.2579	0.2597	0.2735	0.2753
5/16	0.3126	0.3144	0.3222	0.3240	0.3378	0.3396
	0.3120	0.3138	0.3216	0.3234	0.3372	0.3390
	0.3114	0.3132	0.3210	0.3228	0.3366	0.3384
	0.3108	0.3126	0.3204	0.3222	0.3360	0.3378
3/8	0.3751	0.3769	0.3847	0.3865	0.4003	0.4021
	0.3745	0.3763	0.3841	0.3859	0.3997	0.4015
	0.3739	0.3757	0.3835	0.3853	0.3991	0.4009
	0.3733	0.3751	0.3829	0.3847	0.3985	0.4003

TABLE I

Straightness Pin Gage Diameters for 70" Head Radius Lead-In Bolts  
 Installation and removal tools for 70° head radius lead-in bolts

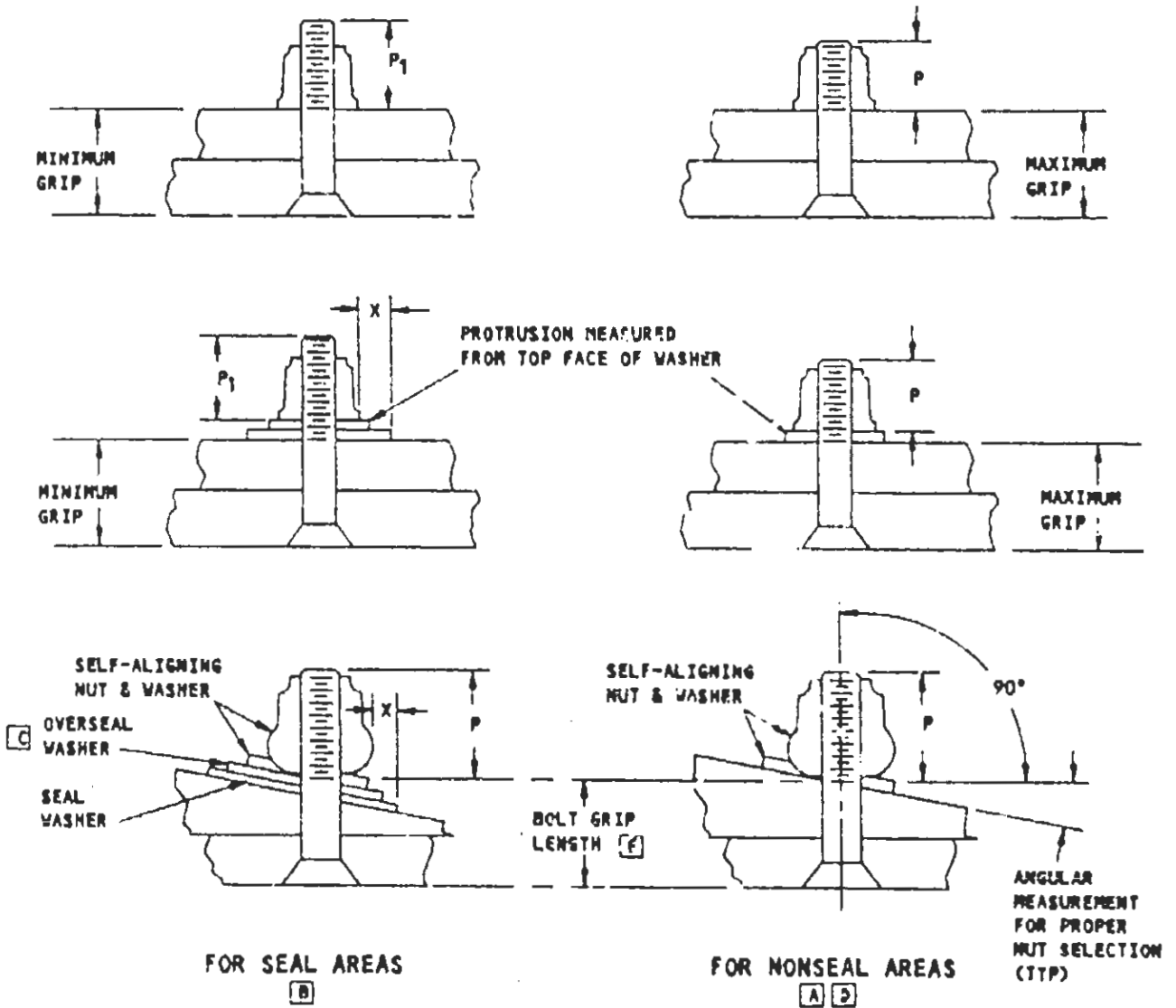
Εικόνα 13

### γ. Εγκατάσταση

1. Ελέγχεται η λίπανση της σετυλικής αλκοόλης στον κοχλία όπου για να διευκολυνθεί η εγκατάσταση μπορούν να λιπανθούν και οι οπές με σετυλική αλκοόλη. Κοχλίες με ανεπαρκή η καθόλου λίπανση πρέπει να ξαναλιπανθούν όπως ακολούθως:
  - Παρασκευάζεται ένα διάλυμα που περιέχει 8 ουγκιές σετυλικής αλκοόλης και μιας πίντας (μονάδα χωρητικότητας για υγρά) BMS 3-2 τύπου 1.
  - Κατόπιν θερμαίνεται το μίγμα αρκετά ώστε να λιώσει η σετυλική αλκοόλη. Αναμιγνύονται απολύτως και το διάλυμα αφήνεται να κρυώσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.
  - Βαπτίζονται οι κοχλίες στο διάλυμα και αφήνονται για δύο λεπτά.
  - Αφήνονται οι κοχλίες να στεγνώσουν πριν την χρησιμοποίησή τους.
2. Επιλέγεται ο κοχλίας με το απαιτούμενο μήκος και το προεξέχον σπείρωμα όπως φαίνεται και στην εικόνα 14.
3. Αν το προεξέχον σπείρωμα που απαιτείται δεν αρκεί, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ροδέλα ρύθμισης όπως επίσης περιγράφεται στην εικόνα 14.
4. Οδηγείται η πιάζεται ο κοχλίας εντός της οπής. Τα μέρη πρέπει να σφίγγονται μεταξύ τους, και η κατασκευή υποστηρίζεται από κατάλληλη μπάρα ανάκρουσης κατά την διάρκεια αυτής της λειτουργίας.
5. Καθαρίζεται το σπείρωμα από κάθε κατάλοιπο, και εγκαθίστανται τα παξιμάδια και οι ροδέλες (εικόνα 14). Εγκαθίσταται το παξιμάδι με τιμή ροπής στρέψης όπως αυτή ορίζεται στο κεφάλαιο 5. Η εγκατάσταση όλων των κοχλιών, διαμέσου τεμαχίων που συνδέονται με τσιμούχες πακτωμένης επιφάνειας, πρέπει να ολοκληρωθεί εντός 60 λεπτών από τον εναπομείναντα χρόνο εφαρμογής της τσιμούχας. Μετά το λιγότερο 20 λεπτά από την αρχική εφαρμογή ροπής, ξαναεφαρμόζεται ροπή στα παξιμάδια στην μέγιστη τιμή ροπής (+00/-20 round-inches), και ολοκληρώνεται πριν ο χρόνος εφαρμογής της τσιμούχας εκπνεύσει. Ο κρίσιμος χρόνος εφαρμογής των υλικών της τσιμούχας αναφέρεται σε ειδικούς πίνακες.
6. Ελέγχεται το εγκατεστημένο συνδετικό μέσο, για να βεβαιωθεί ότι στην κεφαλή δεν υπάρχουν καταστροφές και αν η περιφέρεια της κεφαλής είναι ψηλότερα από το κέντρο της.
7. Ελέγχονται οι κεφαλές για να βεβαιωθεί ότι είναι επίπεδες εντός των ορίων (+0.006~-0.003), εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά. Η επανοδήγηση του κοχλία, ώστε να επιτευχθεί η επιπεδότητά του, επιτρέπεται προυποθέτοντας ότι το περικόχλιο έχει ξανασφιχθεί σύμφωνα με τις τιμές ροπής που δίνονται στο κεφάλαιο 5.
8. Ελέγχεται η προεξοχή του κορμού για να βεβαιωθεί ότι είναι εντός των ορίων που καθορίζονται στην εικόνα 14.
9. Αξιολογούνται τα ανοίγματα κάτω από την κεφαλή του κοχλία και το περικόχλιο σύμφωνα με τις εικόνες 8α,β,γ.

NOMINAL BOLT DIA	BACB3OPT( )K( )L		X MAX CONCENTRICITY OF INSTALLED SEAL WASHER AND NUT
	MINIMUM PROTRUSION P	MAXIMUM PROTRUSION P <sub>1</sub>	
1/4	0.428	0.510	0.056
5/16	0.503	0.585	0.053
3/8	0.528	0.610	0.034

TABLE I



Nut and Washer Installation and Shank Protrusion for 70° Head Radius Lead-In Bolts

Eikóna 14a

## NOTES

- [A] FOR NON-SEAL AREAS USE BACN10M OR BACN10S2 NUTS ON SLOPES BETWEEN 0° AND 2°. USE BACN10M SELF-ALIGNING NUT AND BACW10AU SELF-ALIGNING WASHER ON SLOPES BETWEEN 2° AND 6°
- [B] FOR SEAL AREAS USE BACN10M OR BACN10M [F] SELF-SEALING NUT ON SLOPES BETWEEN 0° AND 2°. SELF-SEALING NUTS MAY BE USED ON FIRST OVERSIZE BOLTS. USE BACN10M SELF-ALIGNING NUT, BACW10AU SELF-ALIGNING WASHER, BACW10AT [C] OVERSEAL WASHER, AND BAC11W [K] SEAL WASHER ON SLOPES BETWEEN 2° AND 6°. SEAL WASHERS MUST NOT BE USED WITH OVERSIZE BOLTS, USE SEALANT AND SEAL COVERS
- [C] A MINIMUM OF ONE OVERSEAL WASHER BACW10AT2 ( ) 0.032 STEEL, OR BACW10AT3 ( ) AS 0.063 ALUMINUM (ANODIZED), LUBRICATED WITH CETYL ALCOHOL, MUST BE USED ON TOP OF SEAL WASHER WITH ALL NUT CONFIGURATIONS
- [D] ONE GRIP ADJUSTMENT WASHER (0.03/0.06 THICK) MAY BE USED IN NON-SEAL AREAS. REFER TO FIG. 9, TABLE I FOR WASHER MATERIAL REQUIREMENTS. GRIP ADJUST WASHERS MUST NOT BE USED WITH SEAL NUTS
- [E] BOLT GRIP LENGTH MUST BE SELECTED SO THAT THE SEAL WASHER ALWAYS CONTACTS THE SOLID SHANK OF THE BOLT AT THE THICKEST PORTION OF THE STACK-UP. NO RELATIVE MOTION IS ALLOWED BETWEEN CONTACTING SURFACES AND THE SEAL WASHER WHEN INSTALLING THE NUT
- [F] THE TEFLON SEAL ON THE BACN10M OR BACN10M SELF-SEALING NUTS MUST NOT EXTRUDE BEYOND THE OUTER PERIPHERY OF THE BASE OF THE NUT AFTER INSTALLATION. SEAL NUTS MUST NOT BE REUSED

Nut and Washer Installation and Shank Protrusion for  
70° Head Radius Lead-In Bolts

Εικόνα 14β



#### **δ. Μετακίνηση.**

1. Τα εργαλεία μετακίνησής τους ανάλογα με την απαιτούμενη εργασία υποδεικνύονται στην εικόνα 12.
2. Η μετακίνηση του κοχλία γίνεται μετακινώντας πρώτα το παξιμάδι, και οδηγώντας έξω ο κοχλία.Εξαιτίας της εφαρμοζόμενης παρέμβασης στον προσαρμοσμένο κοχλία, ίσως απαιτηθούν μερικά απότομα, οξέα χτυπήματα αρχικά, και για αυτό το λόγο πρέπει η κατασκευή να υποστηρίζεται απο μια μπάρα ανάκρουσης, κατά την διάρκεια της μετακίνησης.Μια ροδέλα πρέπει να τοποθετηθεί στο άκρο του προεξέχοντος σπειρώματος του κοχλία, για να προστατευθεί η κατασκευή.Όταν υπάρχει μεγάλη δυσκολία στην μετακίνηση του κοχλία, ανοίγεται μια μικρή οπή δια μέσου του κοχλία για να απελευθερωθεί η ένταση, και να διευκολυνθεί η μετακίνησή του.

### 3.7 ΚΟΧΛΙΕΣ Η BOLTS

#### α. Γενικά

1. Το υλικό των κοχλιών είναι κυρίως ατσάλι ή τιτάνιο.
2. Τα συνιστώμενα συνδετικά μέσα, σε κατασκευές αλουμινίου, είναι από τιτάνιο με επίστρωση αλουμινίου A-286 ή με επιμετάλλωση καδμίου A-286. Ως εναλλακτική λύση συνδετικά μέσα από κράμα ατσάλιου με επιμετάλλωση καδμίου, κατασκευαστικά είναι αποδεκτά. Όμως σε διαβρωτικό περιβάλλον η επιμετάλλωση καδμίου, ίσως εξαφανιστεί επιτρέποντας έτσι την διάβρωση του κράματος ατσάλιου του συνδετικού μέσου. Αυτό μπορεί να εμφανίσει ραβδώσεις σκουριάς γύρω από την κατασκευή και την έναρξη της διάβρωσης για κάθε παρακείμενη κατασκευή αλουμινίου.
3. Τα προτεινόμενα και τα εναλλακτικά συνδετικά μέσα, πρέπει να εγκαθίστανται υγρά με την κατάλληλη τσιμούχα.
4. Οι διαστάσεις των οπών αναφέρονται παρακάτω στο κεφάλαιο 6.

#### β. Εγκατάσταση

1. Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται λιπαντικά διαφορετικά από τα προτεινόμενα στους κοχλίες ή τα περικόχλια, εκτός εάν καθορίζεται διαφορετικά.
2. Για να προστατευτεί η επιφάνεια από ζημιές κατά το σφίξιμο, μια τυποποιημένη ροδέλα χρησιμοποιείται κάτω από το περικόχλιο, η κεφαλή κοχλία, όποιο από αυτά πρόκειται να δεχθεί ροπή στρέψης. Ένα σύνολο από τρεις ροδέλες επιτρέπεται, δύο για έλεγχο ρύθμισης του μήκους και μία για προστασία της επιφάνειας, προυποθέτοντας να μην χρησιμοποιηθούν περισσότερες από δύο σε μια τοποθεσία (κάτω από το περικόχλιο ή κάτω από την κεφαλή του κοχλία). Τα υλικά των ροδελών που απαιτούνται υποδύκνούνται στην εικόνα 10.
3. Οι κοχλίες πρέπει να εγκαθίστανται με τις κεφαλές προς το μέρος όπου είναι πιο πρακτικό, εκτός εάν προκαθορίζεται.
4. Όλες οι σπείρες του περικοχλίου πρέπει να εμπλέκονται και ολόκληρο το τμήμα της λοξότμητης γωνίας, στην άκρη του κοχλία πρέπει να προεξέχει πέρα από την εξωτερική επιφάνεια του περικοχλίου. Οι κοχλίες με επίπεδο άκρο πρέπει να προεξέχουν το λιγότερο 1/32 inch πέρα από την εξωτερική επιφάνεια του περικοχλίου.
5. Η αξιολόγηση των ανοιγμάτων κάτω από την κεφαλή του κοχλία και του περικοχλίου γίνεται σύμφωνα με τις εικόνες 8α,β,γ.
6. Οι τιμές ροπής στρέψης των περικοχλίων αναφέρονται στο κεφάλαιο 5.

### 3.8 TAPER SHANK BOLTS

#### α. Γενικά

1. Τα υλικά των taper shank bolts είναι τιτάνιο ή ατσάλι, λόγω των καλών τους ιδιοτήτων κοπώσεως. Όταν εγκαθίσταται ένα καινούργιο ή επιδιορθωμένο τεμάχιο, με αυτού του είδους τα συνδετικά μέσα, στις ήδη υπάρχουσες οπές, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν ενδιάμεσου μεγέθους συνδετικά μέσα (oversize fasteners), ώστε να επιτευχθεί σωστή ευθυγράμμιση της οπής. Πρέπει να δοθεί προσοχή σε νέες διανοίξεις ή διευρύνσεις τεμαχίων, ομοκεντρικά με τις ήδη υπάρχουσες οπές ώστε να παραμείνουν οι οπές εντός των ορίων για τα ενδιάμεσου μεγέθους συνδετικά μέσα.
2. Τα συνδετικά μέσα που χρησιμοποιούνται σε κατασκευές αλουμινίου είναι από τιτάνιο με επίστρωση αλουμινίου A-286, ή με επιμετάλλωση καδμίου A-286. Η επιμετάλλωση καδμίου, κατασκευαστικά είναι αποδεκτή όμως σε διαβρωτικό περιβάλλον ή επιμετάλλωση καδμίου, ίσως εξαφανιστεί επιτρέποντας έτσι την διάβρωση του κράματος ατσαλιού του συνδετικού μέσου. Αυτό μπορεί να εμφανίσει ραβδώσεις σκουριάς γύρω από την κατασκευή και την έναρξη της διάβρωσης για κάθε παρακείμενη κατασκευή αλουμινίου.
3. Τα συνδετικά μέσα, και τα προτεινόμενα και τα εναλλακτικά, πρέπει να εγκαθίστανται υγρά με την κατάλληλη τσιμούχα.

#### β. Προετοιμασία της οπής

1. Καινούργιες οπές.
  - Καινούργιες οπές παράγονται με τους ακόλουθους τρόπους:
    - Χρησιμοποιείται το Winslow spacematic HS-2 (Deutsch Fastener Co).
    - Διανοίγεται μια οδηγός οπή 1/64 inch μικρότερου μεγέθους. Κατόπιν ανοίγεται η οπή με βιδολόγο τριπλής ράβδωσης, τύπου ST-1219U-ARF (επίπεδης κεφαλής) ή ST1219U-BRF (προεξέχουσας κεφαλής) όπου χρησιμοποιείται μαζί με μια φορητή μηχανή διάνοιξης με χειροκίνητη προώθηση. Ολοκληρώνεται το άνοιγμα της οπής με ένα εξαπλής-ράβδωσης γλύφανο, TLD2060AR (επίπεδης κεφαλής) ή TLD2060BR (προεξέχουσας κεφαλής).
2. Κατά το άνοιγμα ή διεύρυνση των οπών, χρησιμοποιείται ένα μέσο κοπής και λίπανσης. Αυτό είναι το Boelube, το οποίο μπορεί να είναι σε μορφή υγρού, στερεού τζέλ, αλοιφής ή σπρέι.
3. Πριν την παραγωγή νέων οπών ανοίγονται και διευρύνονται ένα σύνολο από οπές, σε μια δοκιμαστική μεταλλική πλάκα. Τα μέρη πρέπει να είναι σταθερά συνδεδεμένα μεταξύ τους, με σφικτήρες ή με προσωρινούς κοχλίες, κατά την διάρκεια προετοιμασίας της οπής.

4. Πριν την εγκατάσταση των συνδετικών μέσων γίνεται ο ακόλουθος έλεγχος:
  - Πρέπει η προεξοχή της κεφαλής να είναι εντός των ορίων όπως δείχνεται στην εικόνα 15. Αν η προεξοχή υπερβαίνει το μέγιστο που προσδιορίζεται, η οπή πρέπει να μεγαλώσει ώστε να ταιριάζει στο επόμενο συνδετικό μέσο ενδιάμεσου μεγέθους (oversize fastener).
  - Πρέπει τα όρια της λωρίδας ανακούφισης και το τελείωμα της οπής να είναι σύμφωνα με τα κριτήρια που συνοψίζονται στο κεφάλαιο 6 (εικόνα 24).
5. Εργασία στις ήδη υπάρχουσες οπές.
  - Όταν εργαζόμαστε σε ήδη υπάρχουσες για μια επόμενο (ενδιάμεσου) μεγέθους οπή, πρώτα γίνεται διάνοιξη με τριπλό-ραβδωτό γλύφανο ST-1219U-ARF (επίπεδης κεφαλής) ή με ST1219U-BRF (προεξέχουσας κεφαλής) και έπειτα ολοκληρώνεται η διεύρυνση της οπής με ένα εξαπλό-ραβδωτό γλύφανο, τύπου TLD επιλεγμένο από πίνακες.
  - Πριν την εγκατάσταση των ενδιάμεσων συνδετικών μέσων (ενδιάμεσου μεγέθους), γίνεται έλεγχος για το κατά πόσο οι ολοκληρωμένες οπές τηρούν τις απαιτήσεις που αναφέρονται παραπάνω.

#### γ. Εγκατάσταση

1. Πρέπει να προστατεύεται το φρεζάρισμα από την γαλβανική διάβρωση όπως ακολουθεί:
  - Καθαρίζεται με διαλύματα καθαρισμού MIBK, MEK, TCA, η ακετόνη.
  - Απλώνεται BMS 10-11 τύπου 1.
2. Επιλέγεται ο κοχλίας με το απαιτούμενο μήκος και σπείρωμα σύμφωνα με την εικόνα 16. Ελέγχεται η λίπανση στον κοχλία. Οι κοχλίες με ανεπαρκή ή καθόλου λίπανση πρέπει να λιπανθούν όπως αναφέρθηκε παραπάνω.
3. Τοποθετείται ο κοχλίας στην οπή χρησιμοποιώντας την πίεση του χεριού. Στην εικόνα 15 δείχνονται οι απαιτούμενες προεξοχές της κεφαλής πριν την καθοδήγησή της. Όταν εγκαθίστανται κοχλίες με περικόχλιο ή ροδέλα, πρώτα εδράζει ο κοχλίας και μετά εγκαθίσταται το περικόχλιο ή η ροδέλα.
4. Η απαιτούμενη προεξοχή σπειρώματος, η χρήση ροδελών ρύθμισης του μήκους και η εγκατάσταση των περικοχλίων ή ροδελών φαίνονται στην εικόνα 16.
5. Οι τιμές της ροπής που εφαρμόζεται στο περικόχλιο καθορίζονται στο κεφάλαιο 5.
6. Η εγκατάσταση όλων των κοχλίων διαμέσου συναρμολογημένων τεμαχίων με τσιμούχες επίπεδης επιφάνειας, πρέπει να ολοκληρωθεί εντός 60 λεπτών πριν εκπνεύσει ο λειτουργικός χρόνος εφαρμογής της τσιμούχας. Μετά, το λιγότερο 20 λεπτά, από την αρχική εφαρμογή ροπής, ξαναεφαρμόζεται ροπή στα παξιμάδια,

στην μέγιστη τιμή ροπής (+00~-20 round-inches) και ολοκληρώνεται πριν ο χρόνος εφαρμογής της τσιμούχας εκπνεύσει.

7. Γίνεται έλεγχος στα εγκατεστημένα συνδεδετικά μέσα για ψεγάδια ή καταστροφές της κεφαλής (εικόνα 15), και αξιολογούνται τα ανοίγματα κάτω από την κεφαλή του κοχλίου και του περικοχλίου (εικόνες 8α,β,γ).

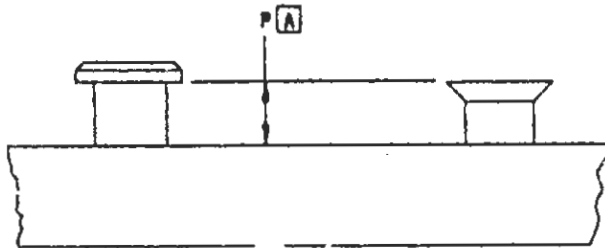
#### **δ. Μετακίνηση.**

1. Η μετακίνηση του συνδεδετικού μέσου γίνεται μετακινώντας το παξιμάδι, και οδηγώντας έξω τον κοχλία. Εξαιτίας της εφαρμοζόμενης παρέμβασης στον προσαρμοσμένο κοχλία, ίσως απαιτηθούν μερικά απότομα, οξέα χτυπήματα αρχικά, και για αυτό το λόγο πρέπει η κατασκευή να υποστηρίζεται από μια μπάρα ανάκρουσης, κατά την διάρκεια της μετακίνησης. Μια ροδέλα πρέπει να τοποθετηθεί στο άκρο του προεξέχοντος σπειρώματος του κοχλίου, για να προστατευθεί η κατασκευή. Όταν υπάρχει μεγάλη δυσκολία στην μετακίνηση του κοχλίου, μπορεί να δημιουργηθεί μια οπή στον κοχλία, για να απελευθερωθεί η ένταση, και να διευκολυνθεί η μετακίνηση.

2. Οι κοιλίες που δεν έχουν υποστεί ζημιές μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν προϋποθέτοντας ότι έχουν ξαναλιπανθεί όπως ακολούθως υποδεικνύεται:

- Βυθίζονται οι κοιλίες σε διάλυμα που περιλαμβάνει 8 ουγκιές σετυλικής αλκοόλης και 1 πίντα του διαλυτικού BMS 3-2, τύπου 1. Το μίγμα πρέπει να θερμανθεί τόσο ώστε να λιώσει η σετυλική αλκοόλη και να αναμιχθούν τελείως και κατόπιν αφήνεται να κρυώσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Βαπτίζονται οι κοιλίες για δύο λεπτά και αφήνονται να στεγνώσουν πριν χρησιμοποιηθούν.

Όταν χρησιμοποιούνται διαλυτικά πρέπει να αποφεύγεται η εισπνοή ατμών και γιαυτό χρησιμοποιείται μηχανικός εξαερισμός, η αναπνευστική προστασία, όταν η εργασία γίνεται σε περιορισμένο χώρο. Πρέπει επίσης να αποφεύγεται η επαφή με το δέρμα, τα μάτια και τα ρούχα χρησιμοποιώντας προστατευτικά γάντια, ρούχα και προστατευτικά γυαλιά. Πρέπει να μην υπάρχουν κοντά πηγές θερμότητας, φωτιάς ή τυχόν σπινθήρες γιατί μπορεί να προκληθεί έκρηξη.



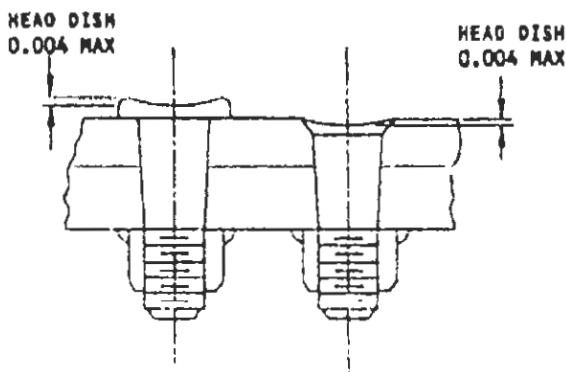
**NOTES**

**A** DIMENSION P MUST BE CHECKED, WITH CLEAN HOLES  
E.G. NO SEALANT OR PRIMER, AFTER INSERTION BY  
FINGER PRESSURE (APPROX 10 LBS)

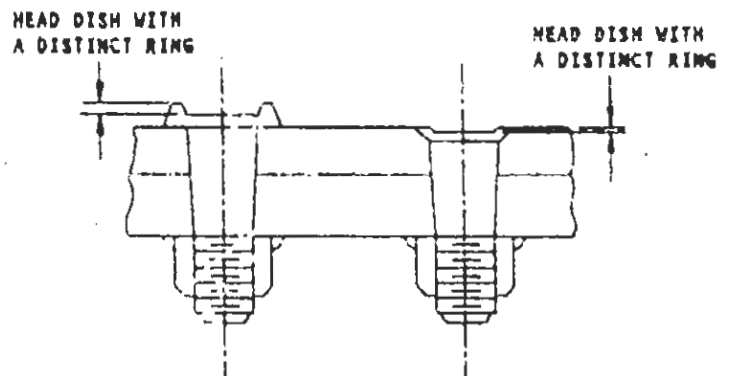
FASTENER DIAMETER	DIMENSION P	
	MIN	MAX
3/16	0.094	0.173
1/4	0.130	0.232
5/16	0.166	0.260
3/8	0.187	0.289
7/16	0.209	0.288
1/2	0.209	0.317
9/16	0.209	0.346
5/8	0.209	0.374
3/4	0.209	0.432
7/8	0.230	0.490
1	0.259	0.547

TABLE I

**HEAD PROTRUSION BEFORE DRIVING**



ACCEPTABLE

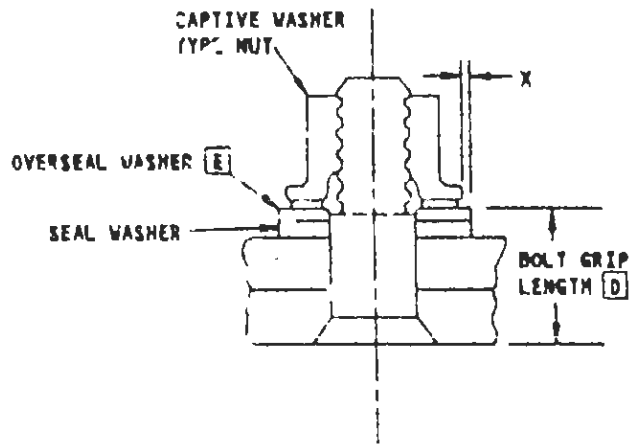
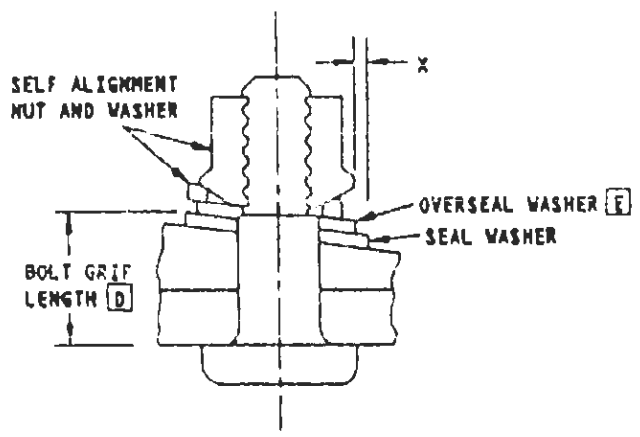
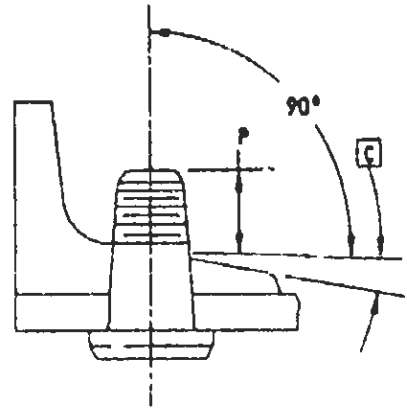
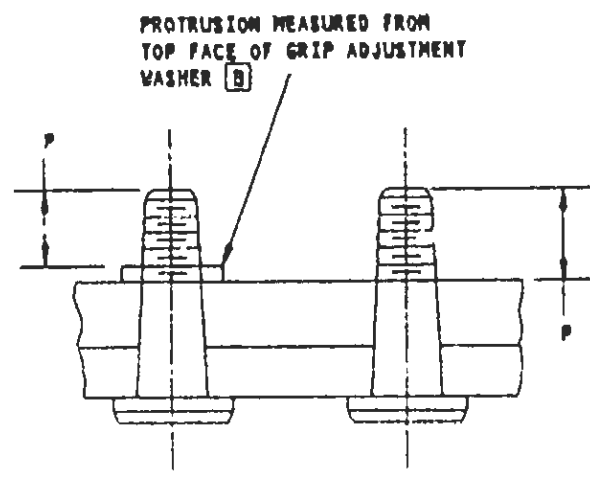


UNACCEPTABLE

**HEAD DISHING CRITERIA**

Head Protrusion Before Driving and Head Dishing  
Criteria for Taper Shank Bolts

Eikóna 15



Threaded End Protrusion and Nut and Washer Installation for Taper Shank Bolts

Εικόνα 16α

BOLT DIA	PROTRUSION P								X MAX CONCENTRICITY OF INSTALLED SEAL WASHER AND NUT
	FOR BACN10HY BACN10SZ AND BACN10TN (A)		FOR BACN10MT NUTS, BACW10AU WASHERS WITH 2 AND 3 GROUP OVERSIZE BOLTS		FOR BACN10MT NUTS, BACW10AU WASHERS WITH STANDARD AND 1 GROUP OVERSIZE BOLTS		FOR BACN10RD NUTS		
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	
1/4	0.409	0.323	0.453	0.384	0.405	0.336	0.483	0.382	0.056
5/16	0.457	0.371	0.483	0.412	0.387	0.337	0.561	0.424	0.053
3/8	0.483	0.396	0.513	0.464	0.469	0.416	0.639	0.514	0.034
7/16	0.530	0.444					0.702	0.587	0.031
1/2	0.562	0.475					0.780	0.649	0.028
9/16	0.672	0.575					0.868	0.727	
5/8	1.037	0.950					0.930	0.840	
3/4	1.139	1.052					1.092	0.930	
7/8	0.927	0.830					1.253	1.071	
1	1.027	0.920					1.409	1.211	

NOTES

- (A) THE TEFLON SEAL ON BACN10TN SELF-SEALING NUTS MUST NOT EXTRUDE BEYOND THE OUTER PERIPHERY OF THE BASE OF THE NUT AFTER INSTALLATION. SEAL NUTS MUST NOT BE REUSED. SEAL NUTS MAY BE USED ON THE FIRST OVERSIZE FOR 1/4, 5/16, AND 3/8 DIA BOLTS
- (B) ONE BACW10AT GRIP ADJUSTMENT WASHER MAY BE USED UNDER BACN10MY AND BACN10RD NUTS. REGARDLESS OF NUT TYPES, WASHERS AS REQUIRED MUST BE USED WHEN THE STRUCTURE IS LESS THAN THE MINIMUM FOR -3 LENGTH FASTENERS. GRIP ADJUSTMENT WASHERS MAY BE USED ONLY ON TOP OF SEAL WASHERS. USE ANODIZED ALUMINUM WASHERS AGAINST ALUMINUM STRUCTURE AND CADMIUM PLATED STEEL WASHERS AGAINST STEEL STRUCTURE
- (C) ON SLOPES BETWEEN 2° AND 6° USE A BACN10MT SELF-ALIGNING NUT AND A BACW10AU SELF-ALIGNING WASHER
- (D) BOLT GRIP LENGTH MUST BE SELECTED SO THAT THE SEAL WASHER ALWAYS CONTACTS THE SOLID SHANK OF THE BOLT AT THE THICKEST PORTION OF THE STACK-UP. NO RELATIVE MOTION IS ALLOWED BETWEEN CONTACTING SURFACES AND THE SEAL WASHER WHEN INSTALLING THE NUT. ADD 0.062 TO "P" DIMENSIONS WHEN USING SEAL WASHERS
- (E) A MINIMUM OF OVERSEAL WASHER BACW10AT2(C) 0.032 CAD PLATED STEEL LUBRICATED WITH CETYL ALCOHOL, OR BACW10AT3(C) 0.063 ALUMINUM (ANODIZED), MUST BE USED ON TOP OF SEAL WASHER WITH ALL NUT CONFIGURATIONS

Threaded End Protrusion and Nut and Washer Installation for Taper Shank Bolts



### 3.9 ΗΛΟΙ ΜΕ ΒΥΘΙΣΜΕΝΟ ΑΚΡΟ Η HALLOW – ENDED RIVETS (BACR15GA)

#### α. Γενικά

1. Οι ήλοι με βυθισμένη άκρο BACR15GA χρησιμοποιούνται σε σύνθετες κατασκευαστικές εφαρμογές.
2. Για την εγκατάσταση ή την μετακίνηση αυτών των συνδετικών μέσων απαιτούνται:
  - Τα εργαλεία εγκατάστασης τα οποία αναφέρονται παρακάτω στην παράγραφο γ.
  - Τα μεγέθη των οπών τα οποία αναφέρονται στο κεφάλαιο 6.

#### β. Προπαρασκευή της οπής

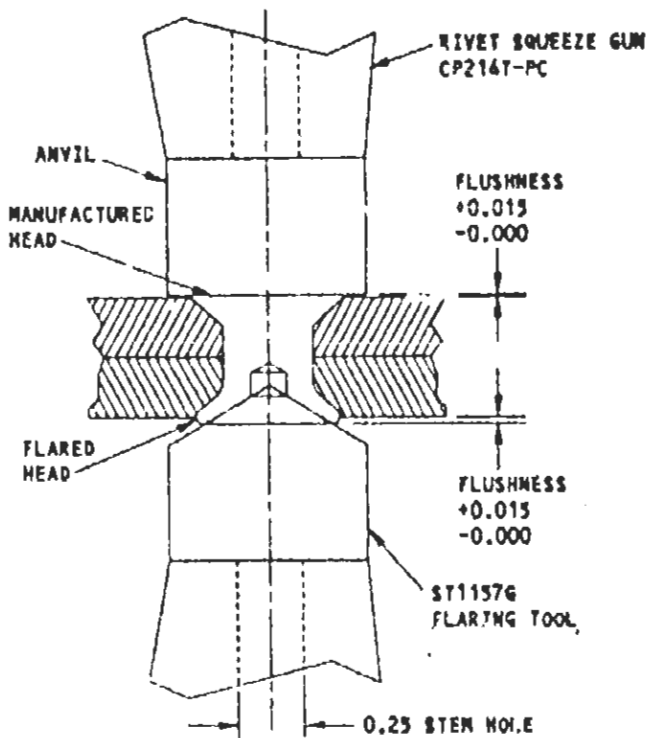
1. Πριν απο την διάνοιξη τα τεμάχια κρατούνται σφιχτά και δεν πρέπει να υπάρχουν ανοίγματα, ανάμεσα στα τεμάχια στο μέρος της οπής κατά την διάρκεια προετοιμασίας της.
2. Οι διαστάσεις των οπών προσδιορίζονται στο κεφάλαιο 6.
3. Οι οπές πρέπει να είναι κάθετες στην επιφάνεια εργασίας και εντός 2 μοιρών.
4. Ως λιπαντικά κατά την διάνοιξη της οπής χρησιμοποιούνται σετυλική αλκοόλη ή Boelube.
5. Απαιτείται κατάλληλη ενίσχυση στην πλευρά εξόδου για να αποφευχθούν τυχόν ζημιές κατά την έξοδο (εικόνα 17).

#### γ. Εγκατάσταση

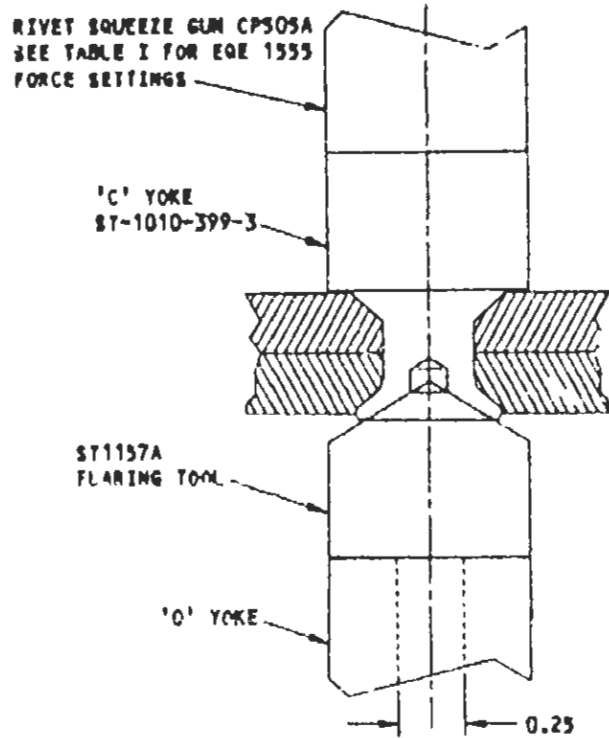
1. Η εγκατάστασή τους γίνεται με καθένα από ακόλουθα εργαλεία τοποθέτησης ήλων:
  - Με το CP214 εργαλείο τοποθέτησης ήλων.
  - Με το εργαλείο SI-1010-339-3 ζευγαρωμένο με το υδραυλικό πιστόλι ήλων CP505A και με την υδραυλική μονάδα ισχύος EOE 1555. Οι τιμές της δύναμης ώθησης των εργαλείων φαίνονται στην εικόνα 17.
2. Μετά την εγκατάσταση γίνεται έλεγχος για τα ακόλουθα:
  - Αν υπάρχουν ορατές ρωγμές στο άκρο του ήλου.
  - Αν υπάρχουν προεξοχές στα άκρα του ήλου αυτές πρέπει να μειωθούν και να είναι εντός των ορίων 0.000 έως +0.015, και στα δυο άκρα του ήλου.
3. Το άκρο του ήλου δεν πρέπει να αποκλίνει του κέντρου περισσότερο απο 0.04.

#### δ. Μετακίνηση

Η μετακίνησή τους γίνεται με τις ίδιες διαδικασίες που εφαρμόζονται στους solid shank rivets και δείχνεται στην εικόνα 5.



PREFERRED METHOD



ALTERNATE METHOD

TOOL AND FLUSHNESS REQUIREMENTS FOR HOLLOW-ENDED (BACR15GA) RIVETS  
DETAIL I

**ST1157G-2**  
BASIC TOOL NUMBER      TOOL LENGTH REFER TO TABLE II

**ST1157A-2-4-100-106**  
BASIC TOOL NUMBER      HEAD DIAMETER IN 1/8THS INCH      HEAD LENGTH IN 1/8THS INCH      SPHERICAL RADIUS IN 1/1000THS INCH      INCLUDED ANGLE IN DEGREES

FLARING TOOL DESCRIPTION

NOMINAL RIVET DIAMETER	SQUEEZE FORCE (LB) ±200 LB
5/32	3000
3/16	3500
7/32	4000

FORCE SETTINGS FOR POWER UNIT EQE 1555  
TABLE I

TOOL LENGTH NUMBER	TOOL LENGTH 'L' (INCHES)
-1	0.150
-2	0.300
-3	0.500
-4	0.750

TOOL LENGTH NUMBERS  
TABLE II

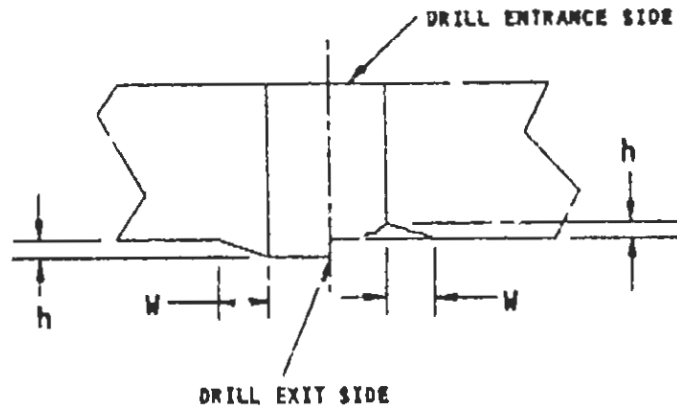
NOTES

- [A] POWER SUPPLY UNIT IS AVAILABLE FROM  
E. F. BAILEY CO  
5610 4TH AVE SO  
SEATTLE, WA 98108  
SPECIFY BOEING STANDARD PUMP SPL 1555-7-1

Installation Requirements for Hollow-Ended (BACR15GA) Rivets

Εικόνα 17α

T.E.I. ΠΑΤΡΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



SIZE (INCH)	GRAPHITE/EPOXY FABRIC		GRAPHITE/EPOXY TAPE		ARAMID 250F CURE AND FIBERGLASS		ARAMID 350F CURE	
	H MAX (INCH)	W MAX INCH	H MAX (INCH)	W MAX INCH	H MAX (INCH)	W MAX INCH	H MAX (INCH)	W MAX INCH
3/32	0.007	0.015	0.014	0.050	0.010	0.015	0.014	0.075
1/8	↓	0.020	↓	0.050	↓	0.020	↓	0.075
9/64	↓	0.025	↓	0.075	↓	0.025	↓	0.075
5/32	↓	0.030	↓	0.100	↓	0.030	↓	0.100
3/16	↓	0.030	↓	0.100	↓	0.030	↓	0.100
1/4	↓	0.040	↓	0.100	↓	0.040	↓	0.100
5/16	↓	0.040	↓	0.120	↓	0.040	↓	0.100
3/8	↓	0.040	↓	0.120	↓	0.040	↓	0.100
7/16	↓	0.040	↓	0.150	↓	0.040	↓	0.100
1/2	↓	0.040	↓	0.150	↓	0.040	↓	0.100

LIMITS FOR DRILL BREAKOUT DAMAGE TO FASTENER HOLES  
DETAIL II

Installation Requirements for Hollow-Ended (BACR15GA) Rivets

Εικόνα 17β

## 4 ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ Ή FASTENER SUBSTITUTION

### α. Γενικά

1. Τα συνδετικά μέσα προσδιορίζονται και τοποθετούνται μετά απο μελέτη και εξέταση σε αντοχή, σε διάβρωση, σε θερμοκρασία, σε βάρος, σε ιδιότητες κόπωσης, και σε μέθοδο εγκατάστασης.
2. Κατά την εφαρμογή τυπικών επισκευών, ώστε να ικανοποιηθούν ακριβείς συνθήκες, μπορεί να χρησιμοποιηθούν συνδετικά μέσα διαφορετικού τύπου απο αυτά που έχουν καθοριστεί. Αυτό μπορεί να συμβεί λόγω της μη διαθεσιμότητας ενός συγκεκριμένου συνδετικού μέσου, περιορισμένης πρόσβασης, ή άλλων δυσκολιών που τυχόν προκύπτουν.
3. Ισοδύναμα συνδετικά μέσα ονομάζονται αυτά που είναι άμεσα ανταλλάξιμα με τα αυθεντικά συνδετικά μέσα, σε κάποια πιθανή αντικατάσταση τεμαχίων, και ίσως να μην αγγίζουν τις αυστηρές αρχικές απαιτήσεις.
4. Εναλλακτικά συνδετικά μέσα είναι αυτά με παρόμοιες ή καλύτερες ιδιότητες απο τα αυθεντικά συνδετικά μέσα, και το καθένα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αντικατάσταση, (προυποθέτοντας ότι αυτή η αντικατάσταση προσφέρει στεγανότητα πίεσης και καυσίμου όπου απαιτείται), καθορίζοντας μήκος και απαιτούμενο σπείρωμα(για κοχλιωτά συνδετικά μέσα), διαστάσεις οπών (σύμφωνα με το κεφάλαιο 6), και εργαλεία πρόσβασης και εγκατάστασης.
5. Η υποκατάσταση μπορεί να γίνει μεταξύ συνδετικών μέσων διαφορετικής κατηγορίας, προυποθέτοντας να έχουν ισοδύναμη ή καλύτερη αντοχή. Τα συνδετικά μέσα που έχουν σχεδιαστεί για αντοχή σε εφελκυσμό ονομάζονται **tension type fasteners** και εκείνα που έχουν σχεδιαστεί για αντοχή σε διάτμηση ονομάζονται **shear type fasteners**. Τα πρώτα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εφελκυσμό και για διάτμηση, ενώ τα δεύτερα (shear type fasteners) δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εφελκυσμό.
6. Τα συνδετικά μέσα που υποκατάστησαν άλλα και που βρίσκονται σε κάποια από τις κατηγορίες των συνδετικών μέσων, ίσως να μην προσφέρουν επαρκή προστασία απο την διάβρωση, ή να μην αντέχουν σε κατάλληλο πεδίο θερμοκρασίας. Αυτά τα συνδετικά μέσα αντικαθίστανται άμεσα με αυθεντικά προκαθορισμένα συνδετικά μέσα ή με ισοδύναμα ή με εναλλακτικά συνδετικά μέσα εντός της προκαθορισμένης κατηγορίας.
7. Όταν υποκαθίσταται ένας lockbolt (κοχλίας ασφαλείας) ή ένας εξαγωνικός κοχλίας (hex-drive bolt), από κοχλία, πρέπει να εγκατασταθεί μαζί με τον κοχλία και το ανάλογο αυτοασφαλιζόμενο παξιμάδι.

8. Δεν πρέπει να υποκαταστούνται τα συνδετικά μέσα αλουμινίου ή κράματος ατσαλιού, με αυτά τιτανίου όπου έχουν εγκατασταθεί σε κατασκευή που περιέχει γραφίτη.
9. Τα ισοδύναμα και τα εναλλακτικά συνδετικά μέσα που δίνονται στους πίνακες υποκατάστασης, μπορούν να έχουν διαφορετική ηλεκτρική αγωγιμότητα από τα αρχικά συνδετικά μέσα. Αν η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι απαραίτητη κατά μήκος του συνδετικού μέσου, πρέπει και τα ισοδύναμα και τα εναλλακτικά συνδετικά μέσα να έχουν την απαραίτητη ηλεκτρική αγωγιμότητα.
10. Τα χαλαρά συνδετικά μέσα (loose fasteners) πρέπει να αντικαθίστανται και συνήθως εμφανίζονται στις κάτωθι περιπτώσεις:
  - Όταν το υλικό του συνδετικού μέσου κινείται σχετικά με την σύνδεση και η κάμψη του περιβλήματος είναι προφανής. Κτυπώντας ελαφριά την κεφαλή του συνδετικού φαίνεται η χαλαρότητα ή το ολίσθημα. Η περιφέρεια της κεφαλής του ήλου που κινείται προς τα επάνω επίσης σημαίνει χαλαρότητα.
  - Όταν μαύρα ή σκούρα γκρι στίγματα βρίσκονται γύρω από την κεφαλή και γενικά όταν έχει την μορφή βρώμικης ή λαδωμένης λωρίδας γύρω από τον χαλαρό ήλο.

Σημείωση: Η εικόνα 18 συνοψίζει τα περιεχόμενα υποκατάστασης των συνδετικών μέσων.

TYPE OF FASTENER	LOCATION
RIVET - SOLID SHANK - PROTRUDING HEAD	TABLE II
RIVET - SOLID SHANK - FLUSH HEAD	TABLE III
RIVET - BLIND - PROTRUDING HEAD	TABLE IV
RIVET - BLIND - FLUSH HEAD	TABLE V
BOLT - BLIND - PROTRUDING HEAD	TABLE VI
BOLT - BLIND - FLUSH HEAD	TABLE VII
BOLT - HEX DRIVE - PROTRUDING HEAD (SHEAR)	TABLE VIII
BOLT - HEX DRIVE - PROTRUDING HEAD (TENSION)	TABLE IX
BOLT - HEX DRIVE - FLUSH HEAD (SHEAR)	TABLE X
BOLT - HEX DRIVE - FLUSH HEAD (TENSION)	TABLE XI
LOCKBOLT - PROTRUDING HEAD (SHEAR)	TABLE XII
LOCKBOLT - PROTRUDING HEAD (TENSION)	TABLE XIII
LOCKBOLT - FLUSH HEAD (SHEAR)	TABLE XIV
LOCKBOLT - FLUSH HEAD (TENSION)	TABLE XV
BOLT - EXTERNAL WRENCHING - PROTRUDING HEAD	TABLE XVI
BOLT - RECESS DRIVE - FLUSH HEAD	TABLE XVII
BOLT - RECESS DRIVE - PROTRUDING HEAD	TABLE XVIII

FASTENER SUBSTITUTION INDEX  
TABLE I

Fastener Substitution  
Εικόνα 18

## 5 ΤΙΜΕΣ ΡΟΠΗΣ ΣΤΡΕΨΗΣ (TORQUE VALUES)

### α. Γενικά

1. Οι τιμές της ροπής στρέψης για την σύσφιξη περικοχλίων στις μεταλλικές κατασκευές ορίζονται στην εικόνα 19α, και έχουν χρήση μόνο για σύσφιξη περικοχλίου. Για να ολοκληρωθεί όμως η σύσφιξη πρέπει να γίνει και περιστροφή του κοχλία χρησιμοποιώντας το ανώτερο όριο των πινακοποιημένων τιμών στο  $\pm 10\%$ .
2. Οι τιμές ροπής στρέψης για τους κοχλίες, για τους 70° head radius lead-in bolts, και τους taper shank bolts σε μεταλλικές κατασκευές ορίζονται στην εικόνα 19.
3. Όταν η πρόσβαση δεν είναι δυνατή, για την εγκατάσταση κολάρων στους hex-drive bolts, επιτρέπεται η χρήση περικοχλίων ασφαλείας (locknuts). Οι τιμές ροπής στρέψης, για περικόχλια ασφαλείας στους hex-drive bolts, ορίζονται στην εικόνα 19 στο table II.
4. Οι τιμές ροπής στρέψης των συνδετικών μέσων σε σύνθετες κατασκευές ορίζονται στην εικόνα 20.
5. Κλειδιά εφαρμογής ροπής στρέψης και διάφορες προεκτάσεις τους φαίνονται στην εικόνα 21.

NUT PART NUMBER	BACN10JC (SHEET METAL HEX-SIZES 4 THRU 7/16 ONLY). ALL PLATE-NUTS EXCEPT BACN10JA, BACN10JB AND BACN10RM. ALL CLIP-NUTS, INSERTS AND TAPPED HOLES. MS21042, BACN10JD (THICK STYLE 3/16 THRU 1-1/4 ONLY)		BACN10JC (1/2 THRU 1-1/2), BACN10JD (THIN STYLE ALL SIZES -103 THRU -120)
BOLT PART NUMBER [D]	BACB30LT, BACB30NL, BACB30NJ, BACB30NK, BACB30LJ, BACB30NR, BACB30LF, BACB30PF, BACB30PU, BACB30PW, BACB30LK, BACB30NT, BACB30BE, BACB30BG, BACB30PC, BACB30LH, BACB30SW, BACS12CB, NAS563 THRU NAS572, NAS1801, NAS1802, NAS600 THRU NAS605, NAS623, NAS1351, NAS1352, MS21262, MS24678, NAS1217, NAS1218, BACB30UU, BACB30UW		ALL
FASTENER DIAMETER AND THREAD SIZE	NUT TIGHTENING TORQUE RANGE (POUND-INCH) [A]		
	DRY BOLT	LUBRICATED BOLT [C]	DRY OR LUBRICATED BOLT
10-32 1/4-28 5/16-24 3/8-24	25-35 50-80 100-150 160-240	20-25 50-75 90-125 150-200	18-25 30-50 60-95 95-160
7/16-20 1/2-20 9/16-18 5/8-18	250-350 480-790 800-1150 1100-1500	240-300 440-650 700-920 1000-1200	220-280 290-510 480-850 660-980
3/4-16 7/8-14 1-12 OR 1-14 1-1/8-12	2300-3000 2500-4500 3700-7500 5000-9000	1700-2150 2600-3400 3600-5500 4900-6700	1300-2000 1500-3300 2200-5300 3000-6200
1-1/4-12 1-3/8-12 1-1/2-12	9000-13,000 --- ---	7500-9700 --- ---	5400-8600 7000-9000 10,000-12,000
NUT TIGHTENING TORQUE VALUES [M]			
TABLE I			
Torque Values for Fasteners in Metal Structure			

Εικόνα 19α



NUT PART NUMBER	BACN10HR, BACN10JG, BACN10HC, BACN10CI [E]		BACN10GV, BACN10JA, BACN10J, BACN10JB, BACN10RM, NAS577, BACN10JD (THICK STYLE 7/16 THRU 1-1/4 ONLY), NAS1804, NAS1805	
BOLT PART NUMBER [D]	BACB30NG, BACB30NH, BACB30KT, BACB30TR, BACB30US, BACB30CW [G]		BACB30FD, BACB30MR, BACB30LE [B], BACB30PN [B], BACB30NE, BACB30LM, BACB30NM, BACB30LN, BACB30NS, BACB30EM, BACB30LP, BACB30LU, BACB30LR, BACB30MS, BACB30NN, NAS6603 THRU NAS6620, NAS6703 THRU NAS6720	
FASTENER DIAMETER AND THREAD SIZE	NUT TIGHTENING TORQUE RANGE (POUND-INCH) [A]			
	DRY BOLT	LUBRICATED BOLT [F]	DRY BOLT	LUBRICATED BOLT [C]
10-32 1/4-28 5/16-24 3/8-24	90-125 180-250 300-500	70-80 145-180 275-330	30-35 65-100 130-200 220-410	20-25 50-75 90-125 150-250
7/16-20 1/2-20 9/16-18 5/8-18	510-840 870-1300 1300-1800 1900-2300	370-440 500-575 800-1000 1350-1650	370-690 630-1070 1000-1470 1400-1900	260-425 440-650 700-920 1000-1200
3/4-16 7/8-14 1-12 OR 1-14 1-1/8-12	3300-4300 5100-6700 7000-10,900 9500-13,000	2800-3300 3900-4500 6200-7000 8300-9400	2400-3500 3700-5500 5100-8900 6900-10,700	1700-2150 2600-3400 3600-5500 4900-6700
1-1/4-12 1-3/8-12 1-1/2-12	15,800-19,200 20,000-24,000 ---	11,000-12,000 16,000-17,000 ---	11,500-15,700 --- ---	7500-9700 --- ---
NUT TIGHTENING TORQUE VALUES [H]				
TABLE I				
Torque Values for Fasteners in Metal Structure				

Εικόνα 19β

FASTENER DIAMETER AND THREAD SIZE	TORQUE RANGE (POUND-INCH)					
	SHEAR-TYPE HEX-DRIVE BOLTS: BACB30FM BACB30FN BACB30MY BACB30NW				TENSION-TYPE HEX-DRIVE BOLTS: BACB30JC BACB30MB BACB30NX BACB30NY	
	LOCKNUTS: BACN10JC BACN10XJ		LOCKNUT: BACN10WM		LOCKNUTS: BACN10GW BACN10MT NAS1804 NAS1805	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
3/16-32	25	35	----	----	30	40
1/4-28	60	80	60	80	80	95
5/16-24	130	160	125	145	150	200
3/8-24	200	240	200	230	260	360
7/16-20	270	330	----	----	390	480
1/2-20	370	430	----	----	640	800

TORQUE VALUES FOR LOCKNUTS ON HEX-DRIVE BOLTS

TABLE II

FASTENER DIAMETER AND THREAD SIZE	TORQUE RANGE (POUND-INCH)	
	MIN	MAX
	3/16-32	15
1/4-28	26	30
5/16-24	60	65
3/8-24	95	105
7/16-20	150	170
1/2-20	220	245
9/16-18	290	325
5/8-18	395	435
3/4-16	645	720
7/8-14	1040	1150
1-12 OR 1-14	1560	1730

TORQUE VALUES FOR REDUCED HEAD BOLTS  
TABLE III

FASTENER DIAMETER AND THREAD SIZE	TORQUE RANGE (POUND-INCH)	
	MIN	MAX
1/4	60	80
5/16	125	145
3/8	200	230

TORQUE VALUES FOR 70° HEAD RADIUS LEAD-IN BOLTS  
TABLE IV

FASTENER DIAMETER	TORQUE RANGE (POUND-INCH) [E]			
	FASTENER PULLED IN BY NUT		SEAL APPLICATIONS OR DRIVEN-IN FASTENERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
3/16	55	75	30	50
1/4	80	105	60	80
5/16	190	225	140	160
3/8	380	420	225	255
7/16	650	710	420	460
1/2	780	1150	625	880
9/16	1120	1750	920	1350
5/8	1600	2300	1250	1850
3/4	3400	5000	2600	3900
7/8	5500	7500	4400	6000
1	7700	10600	6100	8400

TORQUE VALUES FOR TAPER SHANK BOLTS  
TABLE V

Torque Values for Fasteners in Metal Structure

Eikova 19γ

## NOTES

- [A] WHEN ANY BOLT IS TO BE INSTALLED BY WRENCHING THE HEAD, SUCH AS WHEN INSTALLING BOLTS INTO PLATENUTS, CLIP-NUTS, BARREL-NUTS, INSERTS OR TAPPED HOLES, THE INSTALLATION TORQUE SHALL BE THE MAXIMUM TORQUE INDICATED IN THE TABLE FOR THE NUT  $\pm 10$  PERCENT.
- [B] WHEN BACB30LE OR BACB30PM BOLTS ARE INSTALLED WITH BACN10MR NUTS, USE THE INSTALLATION TORQUE INDICATED FOR BACN10GV NUTS.
- [C] LUBRICATED BOLTS INCLUDE DRY-FILM LUBRICATED (MIL-L-8937) BOLTS AND BOLTS WITH ANTI-FRICTION COMPOUNDS SUCH AS EASE-OFF 990, MIL-C-11796 AND MIL-G-2327 APPLIED TO THE THREADS.
- [D] SEE TABLE III FOR TORQUE VALUES FOR REDUCED HEAD BOLTS.
- [E] TORQUE CONTROLLED NUT RUNNERS SHOULD BE SET AT NOMINAL VALUE OR LESS TO ALLOW FOR OVERRIDE CAUSED BY INERTIA.
- [F] TO BE USED AS A MATING PART FOR THE BACB30CV BOLT.
- [G] FOR A BACB30CV BOLT, THE TORQUE VALUES LISTED IN TABLE I ARE NOT APPLICABLE FOR USE WITH THE BACV10AM PRELOAD INDICATING WASHER (PLI). INSTEAD, TIGHTEN THE MATING PART (NUT) UNTIL THE OUTER PLI RING ON THE WASHER IS NO LONGER FREE TO TURN. THIS INDICATES A PROPER PRELOAD ON THE WASHER.
- [H] WHEN THE BOLT PART NUMBER AND THE NUT PART NUMBER SPECIFIED IN THE DRAWING ARE IN DIFFERENT COLUMNS, USE THE INSTALLATION TORQUE FROM THE COLUMN WITH THE LESSER TORQUE VALUE.

Torque Values for Fasteners in Metal Structure

Εικόνα 19δ

NUT PART NO.		BACN10GW BACN10JA BACN10JB NAS1804 NAS1805	BACN10JD (THICK STYLE) BACN10JC ALL NUTPLATES EXCEPT BACN10JA AND BACN10JB MS21042	ALL	BACN10JD (THIN STYLE)
CLASS		160 TENSION	95 SHEAR	95 SHEAR	ALL
STYLE		12 PT HEX- HEAD 100° HEAD	HEX-HEAD, 100° TENSION HEAD, PAN HEAD	100° REDUCED HEAD	ALL
BOLT PART NO.		BACB30MR BACB30MS BACB30NM BACB30NN	BACB30NR BACB30N1 BACS12ER BACS12FA	ALL 100° REDUCED SHEAR HEAD FASTENERS  EXAMPLE: BACB30NU	ALL EXCEPT 100° REDUCED SHEAR HEAD FASTENERS
BOLT SIZE	THREADS PER INCH	NUT TIGHTENING TORQUE RANGE (INCH-POUNDS)			
2	56		3.4-4.5		3.4-4.5
4	40		6-8		6-8
6	32		12-15		12-15
8	32		15-20	10-13	15-17
10	32	30-35	25-35	18-25	18-25
1/4	28	65-100	50-80	30-40	30-45
5/16	24	130-200	100-150	90-100	60-95
3/8	24	220-410	100-240	95-105	95-160

NUT TIGHTENING TORQUE VALUES

TABLE I

Torque Values for Fasteners in Composite Structure

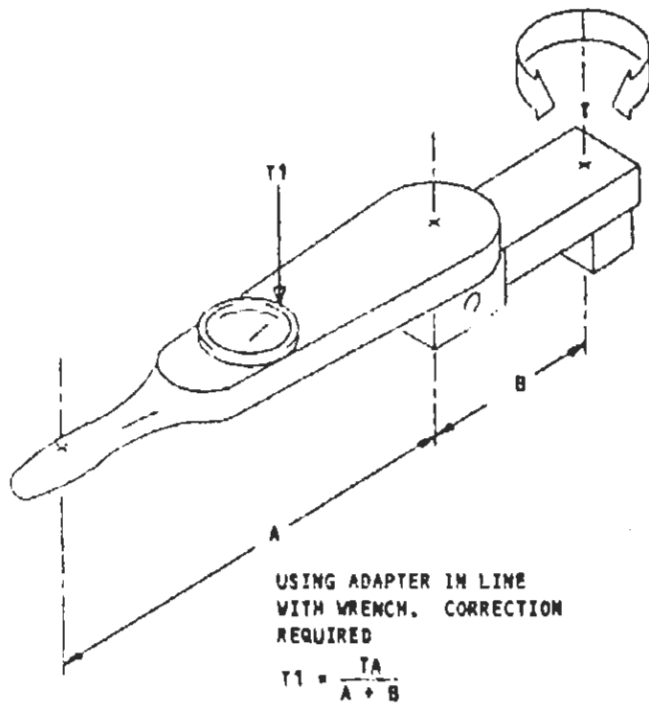
Εικόνα 20α

FASTENER DIAMETER AND THREAD SIZE	TORQUE RANGE (INCH-POUNDS)	
	SHEAR-TYPE HEX- DRIVE BOLTS: BACB30FM BACB30FN BACB30MY BACB30M4	TENSION-TYPE HEX- DRIVE BOLTS: BACB30JC BACB30MB BACB30NX BACB30NY
	LOCKNUTS: BACN10JC*CD MS21042L KFN305	LOCKNUTS: NAS1804 NAS1805 KFN305
3/16-32	25-35	30-40
1/4-28	60-80	80-90
5/16-24	130-160	150-200
3/8-24	200-240	260-360
7/16-20	270-330	390-480
1/2-20	370-430	640-800
9/16-18	500-575	740-1000
5/8-18	625-700	800-1000
3/4-16	900-1000	1300-1150

TORQUE VALUES FOR LOCKNUTS ON HEX-DRIVE BOLTS  
TABLE II

Torque Values for Fasteners in Composite Structure

Εικόνα 20β



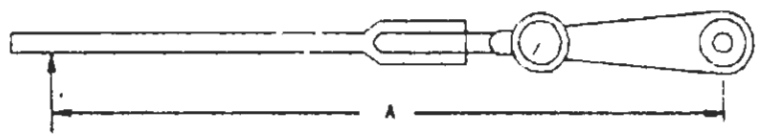
METHOD I

$$T1 = \frac{TA}{A + B}$$

- A = LENGTH OF TORQUE WRENCH AND HANDLE EXTENSION IF USED.
- B = LENGTH OF ADAPTER, AND EXTENSION BETWEEN ADAPTER AND TORQUE WRENCH IF USED.
- T = ACTUAL TORQUE ON NUT (FROM FIG. 1)
- T1 = INDICATED TORQUE ON WRENCH (CORRECTED TORQUE WRENCH READING)

EXAMPLE: A = 12 IN.  
 B = 3 IN.  
 T = 160 POUND-INCHES  
 $T1 = \frac{160 \times 12}{12 + 3}$   
 T1 = 128 POUND-INCHES

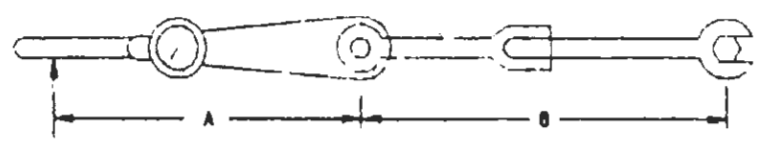
USING HANDLE EXTENSION ONLY  
 NO CORRECTION NECESSARY



METHOD II

USING ADAPTER WITH EXTENSION BETWEEN ADAPTER AND WRENCH BOTH IN LINE WITH WRENCH. CORRECTION REQUIRED

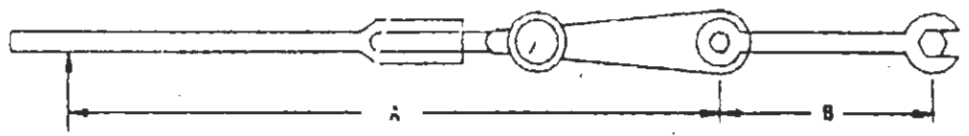
$$T1 = \frac{TA}{A + B}$$



METHOD III

USING BOTH HANDLE EXTENSION AND ADAPTER. CORRECTION REQUIRED

$$T1 = \frac{TA}{A + B}$$



METHOD IV

Torque Wrench Adapters and Extensions

Εικόνα 21

## 6 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΠΩΝ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ (FASTENER HOLE SIZES)

### α. Γενικά

1. Οι διαστάσεις των οπών σε μέταλλα για ήλους, κοχλίες, κοχλίες ασφαλείας, hex-drive bolts, και taper shank bolts δείχνονται στην εικόνα 22 και για συνθέσεις στην εικόνα 26.
2. Τα κριτήρια ιδιαιτεροτήτων για τις επιφάνειες των οπών σε μέταλλα ορίζονται στην εικόνα 23.
3. Οι λωρίδες ανακούφισης (fillet relief), των οπών σε μέταλλα, για συνδετικά μέσα με προεξέχουσες κεφαλές φαίνονται στην εικόνα 24.
4. Για να προσδιοριστεί η θέση των οπών που ήδη υπάρχουν αλλά καλύπτονται από κάποια μέρη και η πρόσβαση στην εσωτερική επιφάνεια δεν είναι εφικτή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα εργαλείο ανίχνευσης και ένας απλός τύπος αυτού του εργαλείου φαίνεται στην εικόνα 25.

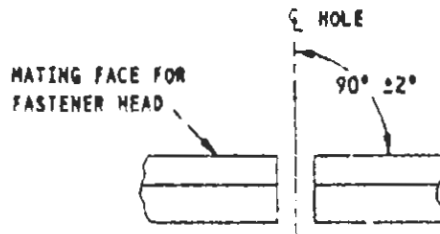
## NOTES

- [A] UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ON DRAWING OR REPAIR FIGURE
- [B] WHERE THICKNESS OF SHEET ADJACENT TO COLLAR IS LESS THAN  $0.25 \times$  FASTENER DIAMETER OR TOTAL MATERIAL THICKNESS IS GREATER THAN  $4 \times$  FASTENER DIAMETER. USE CLASS 1 HOLES AS SHOWN IN TABLE III
- [C] GAGE CIRCLE DIAMETER TO ESTABLISH datum POINT FROM WHICH A AND A1 ARE MEASURED
- [D] VERIFY THAT THE GRIP LENGTH OF FASTENERS TO BE USED IS WITHIN THE GROUP AS SPECIFIED
- [E] TOOLS IN TABLE XIII MAY BE OBTAINED FROM:  
DEUTSCH FASTENER CORP.  
SPACEMATIC TOOLING DIVISION  
1315 E. GRAND AVE.  
EL SEGUNDO, CALIFORNIA 90245
- [F] ELTEE TOOL AND SUPPLY CO.  
5300 4TH AVE. SO.  
SEATTLE, WASHINGTON 98108  
(206) 762-0990  
  
E. F. BAILEY  
5610 4TH AVE. SO.  
SEATTLE, WASHINGTON 98108  
(206) 762-4840
- [G] WEST COAST INDUSTRIES  
1111 M. 92ND  
SEATTLE, WASHINGTON 98103  
(206) 525-8728

Fastener Hole Sizes in Metal

Εικόνα 22α





HOLES FOR ALL PROTRUDING AND FLUSH HEAD FASTENERS MUST BE WITHIN 2° OF PERPENDICULAR TO THE FACE ON WHICH THE FASTENER HEAD BEARS.

HOLE SELECTION CRITERIA			
FASTENER TYPE		HOLE REQUIREMENT <sup>A</sup>	
	FIGURE NUMBER IN 51-40-01	HAS618 DESIGNATION	TABLE
SOLID SHANK RIVETS	FIGURE 2 TABLE I AND II		IV
SOLID SHANK SHEAR HEAD RIVETS	FIGURE 2 TABLE I AND II		V
SOLID SHANK FLUID TIGHT RIVETS	FIGURE 2 TABLE I AND II		VI
BLIND RIVETS	FIGURE 2 TABLE I		VII
BLIND BOLTS	FIGURE 5		VIII
LOCKBOLTS INSTALLED IN ALUMINUM	FIGURE 3	TRANSITION FIT	II <sup>B</sup>
LOCKBOLTS INSTALLED IN STEEL	FIGURE 3	CLOSE REAM	I
HEX-DRIVE BOLTS INSTALLED IN ALUMINUM	FIGURE 4	TRANSITION FIT	II
HEX-DRIVE BOLTS INSTALLED IN STEEL	FIGURE 4	CLOSE REAM	I
CLOSE TOLERANCE BOLTS WITH LESS THAN FOUR FASTENERS IN JOINT	FIGURE 4	CLOSE REAM	I
STANDARD BOLTS AND CLOSE TOLERANCE BOLTS WITH FOUR OR MORE FASTENERS IN JOINT	FIGURE 4	CLASS I	III
TAPER SHANK BOLTS	FIGURE 4		X, XI, XII
70° HEAD RADIUS LEAD-IN BOLTS	FIGURE 4		IX

Fastener Hole Sizes in Metal  
Εικόνα 22β

FASTENER DIAMETER	HOLE DIAMETER LIMITS							
	STANDARD		1/64 OVERSIZE		1/32 OVERSIZE		3/64 OVERSIZE	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
5/32	0.1635	0.1645						
3/16	0.1895	0.1905	0.2026	0.2036	0.2182	0.2192	0.2339	0.2349
1/4	0.2495	0.2505	0.2651	0.2661	0.2807	0.2817	0.2963	0.2973
5/16	0.3120	0.3130	0.3276	0.3286	0.3432	0.3442	0.3589	0.3599
3/8	0.3745	0.3755	0.3901	0.3911	0.4057	0.4067	0.4214	0.4224
7/16	0.4370	0.4380	0.4526	0.4536	0.4682	0.4692	0.4838	0.4848
1/2	0.4995	0.5005	0.5151	0.5161	0.5307	0.5317	0.5464	0.5474
9/16	0.5620	0.5630	0.5776	0.5786	0.5932	0.5942		
5/8	0.6245	0.6255	0.6401	0.6411	0.6557	0.6567		
3/4	0.7495	0.7505	0.7651	0.7661	0.7807	0.7817		
7/8	0.8745	0.8755	0.8901	0.8911	0.9057	0.9067		
1	0.9995	1.0005	1.0151	1.0161	1.0307	1.0317		
1-1/8	1.1245	1.1260	1.1401	1.1416	1.1557	1.1572		
1-1/4	1.2495	1.2510	1.2651	1.2666	1.2807	1.2822		
1-3/8	1.3745	1.3760	1.3901	1.3916	1.4057	1.4072		
1-1/2	1.4995	1.5010	1.5151	1.5166	1.5307	1.5322		

CLOSE REAMED HOLES

TABLE I

Fastener Hole Sizes in Metal

Εικόνα 22γ

FASTENER DIAMETER	HOLE DIAMETER LIMITS							
	STANDARD		1/64 OVERSIZE		1/32 OVERSIZE		3/64 OVERSIZE	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
5/32	0.161	0.164						
3/16	0.187	0.190	0.200	0.203	0.216	0.219	0.231	0.234
1/4	0.247	0.250	0.263	0.266	0.278	0.281	0.294	0.297
5/16	0.309	0.313	0.325	0.328	0.341	0.344	0.356	0.360
3/8	0.371	0.375	0.388	0.391	0.403	0.406	0.418	0.422
7/16	0.434	0.438	0.450	0.453	0.466	0.469	0.481	0.485
1/2	0.496	0.500	0.513	0.516	0.528	0.531	0.543	0.547
9/16	0.559	0.563	0.575	0.579	0.591	0.595	0.606	0.609
5/8	0.621	0.625	0.637	0.641	0.653	0.657	0.669	0.672

TRANSITION FIT HOLES

TABLE II

Fastener Hole Sizes

Εικόνα 22δ

FASTENER DIAMETER	HOLE DIAMETER LIMITS							
	STANDARD		1/64 OVERSIZE		1/32 OVERSIZE		3/64 OVERSIZE	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
5/32	0.164	0.168						
3/16	0.190	0.194	0.203	0.207	0.219	0.223	0.234	0.239
1/4	0.250	0.254	0.266	0.270	0.281	0.285	0.297	0.301
5/16	0.312	0.316	0.328	0.332	0.344	0.348	0.359	0.363
3/8	0.375	0.379	0.391	0.395	0.406	0.410	0.422	0.426
7/16	0.4375	0.4425	0.453	0.458	0.469	0.474	0.486	0.489
1/2	0.500	0.505	0.516	0.521	0.531	0.536	0.547	0.552
9/16	0.562	0.567	0.578	0.583	0.593	0.598		
5/8	0.625	0.630	0.641	0.646	0.656	0.661		
3/4	0.750	0.757	0.766	0.773	0.781	0.788		
7/8	0.875	0.882	0.891	0.898	0.906	0.913		
1	1.000	1.010	1.016	1.025	1.031	1.041		
1-1/8	1.125	1.135	1.141	1.150	1.156	1.166		
1-1/4	1.250	1.260	1.266	1.275	1.281	1.291		
1-3/8	1.375	1.385	1.391	1.400	1.406	1.416		
1-1/2	1.500	1.510	1.516	1.525	1.531	1.541		

CLASS I HOLES

TABLE III

Fastener Hole Sizes

Εικόνα 22ε

NOMINAL RIVET DIAMETER (INCH)	RECOMMENDED DRILL SIZE STANDARD HOLE	HOLE DIAMETER (INCH)			
		STANDARD		1/32 OVERSIZE	
		MIN	MAX	MIN	MAX
3/32	40(0.098)	0.098	0.103		
1/8	30(0.128)	0.128	0.133		
5/32	20(0.161)	0.159	0.171		
3/16	10/0.194)	0.191	0.202	0.221	0.233
1/4	7(0.257)	0.254	0.265	0.284	0.296
5/16	6(0.316)	0.316	0.327	0.346	0.358
3/8	4(0.377)	0.377	0.390	0.407	0.421

HOLES SIZES FOR STANDARD SOLID SHANK ALUMINUM RIVETS  
TABLE IV

NOMINAL RIVET DIAMETER (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)			
	STANDARD		1/32 OVERSIZE	
	MIN	MAX	MIN	MAX
5/32	0.159	0.167		
3/16	0.190	0.198	0.223	0.231
1/4	0.255	0.261	0.286	0.294

HOLES SIZES FOR SHEAR HEAD RIVETS BACR15CE AND BACR15DS  
TABLE V

NOMINAL RIVET DIAMETER (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)			
	STANDARD		1/32 OVERSIZE	
	MIN	MAX	MIN	MAX
3/16	0.190	0.193	0.222	0.224
1/4	0.253	0.256	0.285	0.287
5/16	0.315	0.318	0.348	0.350
3/8	0.378	0.381	0.411	0.413

HOLES SIZES FOR FLUID TIGHT RIVETS  
TABLE VI

Fastener Hole Sizes in Metal

Εικόνα 22στ

NOMINAL RIVET DIAMETER (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)			
	STANDARD		OVERSIZE	
	NAS1398 AND NAS1399		NAS1738, NAS1739, BACR15FP, AND BACR15FR	
	MIN	MAX	MIN	MAX
1/8	0.129	0.132	0.143	0.146
5/32	0.160	0.164	0.176	0.180
3/16	0.192	0.196	0.205	0.209
1/4	0.256	0.261		

HOLE SIZES FOR BLIND RIVETS  
TABLE VII

NOMINAL BOLT DIAMETER (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)	
	MIN	MAX
5/32	0.164	0.167
3/16	0.199	0.202
1/4	0.260	0.263
5/16	0.312	0.315
3/8	0.374	0.378

HOLE SIZES FOR HUCK BLIND BOLTS  
MS21140, MS21141, MS90353, MS90354,  
BACB30LA, AND BACB30LB

TABLE VIII

NOMINAL BOLT DIAMETER (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)					
	STANDARD		FIRST OVERSIZE		SECOND OVERSIZE	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
1/4	0.2495	0.2520	0.2591	0.2616	0.2747	0.2772
5/16	0.3120	0.3145	0.3216	0.3241	0.3372	0.3397
3/8	0.3743	0.3770	0.3841	0.3866	0.3997	0.4022

HOLE SIZES FOR 70° HEAD RADIUS  
LEAD-IN BOLTS BACB30PT

TABLE IX

Fastener Hole Sizes in Metal

Εικόνα 22ξ

**NOTES**

• THE DIMENSIONS OF TAPERED HOLES FOR TAPER SHANK BOLTS VARY WITH THE LENGTH OF THE FASTENER. FOR CONVENIENCE, THEY ARE DIVIDED INTO GROUPS DETERMINED BY LENGTH, EACH GROUP REQUIRING HOLES OF DIFFERENT DIMENSIONS EVEN THOUGH THE BASIC FASTENER SIZE REMAINS CONSTANT. TO SELECT THE GROUP NUMBER FOR THE FASTENER, CALCULATE OR MEASURE THE TOTAL MATERIAL THICKNESS AND REFER TO TABLE X. THE APPROPRIATE HOLE DIMENSIONS FOR THE GROUP MAY THEN BE DETERMINED FROM TABLE XI OR XII. IN PRACTICE THESE DIMENSIONS SHOULD BE USED FOR TOOL CHECKING, IN ORDER THAT THE TOOL WILL PRODUCE AN ACCEPTABLE HOLE. THESE TOOLS WILL BE FOUND LISTED IN TABLE XIII

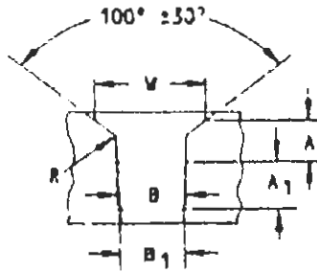
• HOLES MUST BE WITHIN 2 DEGREES OF PERPENDICULAR TO THE FACE ON WHICH THE BOLT HEAD IS TO BE INSTALLED

BASIC FASTENER SIZE	THICKNESS OF MATERIAL TO BE BOLTED	STANDARD FASTENER	OVERSIZE FASTENER	DOUBLE OVERSIZE FASTENER	TRIPLE OVERSIZE FASTENER
1/4	0.126 To 0.625	1	2	3	4
	0.626 To 1.250	2	3	4	5
	1.251 To 1.875	3	4	5	6
5/16	0.126 To 0.687	1	2	3	4
	0.688 To 1.375	2	3	4	5
	1.376 To 2.062	3	4	5	6
3/8	0.188 To 0.750	1	2	3	4
	0.751 To 1.500	2	3	4	5
	1.501 To 2.250	3	4	5	6
	2.251 To 3.000		5	6	
7/16	0.251 To 0.875	1	2	3	4
	0.876 To 1.750	2	3	4	5
	1.751 To 2.625	3	4	5	6
	2.626 To 3.500	4	5	6	
1/2	1.001 To 2.000	2	3		
9/16	3.001 To 4.500	3	4		
3/4	1.876 To 3.750	2	3		

FASTENER GROUP NUMBERS FOR TAPER SHANK BOLTS  
TABLE X

Fastener Hole Sizes in Metal

Εικόνα 22η



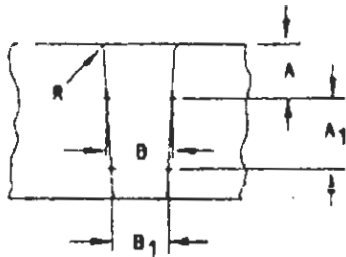
NOTES

- HOLE FOR COUNTERSUNK FASTENER - SEE TABLE XI
- INCLUDED TAPER = 0.020 ± 0.001 PER INCH  
CONCENTRICITY = 0.001

BASIC FASTENER DIA	GROUP (FROM TABLE 1)	FASTENER GRIP DASH NUMBER	DIM. A	DIM. A <sub>1</sub>	DIM. B		DIM. B <sub>1</sub>		RAD R +0.010 -0.000	DIM. W +0.0002 -0.0006	
					MIN	MAX	MIN	MAX			
1/4	1	-3 THRU -7	0.0812	0.25	0.2586	0.2604	0.2534	0.2552	0.025	0.3312	
		-8 THRU -10	0.0612	0.40	0.2588	0.2604	0.2503	0.2321			
	2	-11 THRU -17	0.0758	0.50	0.2716	0.2734	0.2612	0.2630			
		-18 THRU -20	0.0758	0.80	0.2716	0.2734	0.2550	0.2568			
	3	-21 THRU -27	0.0704	1.00	0.2846	0.2864	0.2638	0.2656			
	1/4 FIRST OVERSIZE	2	-3 THRU -7	0.0758	0.25	0.2716	0.2734	0.2664			0.2682
-8 THRU -10			0.0758	0.40	0.2716	0.2734	0.2633	0.2651			
3		-11 THRU -17	0.0704	0.50	0.2846	0.2864	0.2742	0.2760			
		-18 THRU -20	0.0704	0.80	0.2846	0.2864	0.2680	0.2698			
4	-21 THRU -27	0.0650	1.00	0.2976	0.2994	0.2768	0.2786				
1/4 DOUBLE OVERSIZE											
1/4 TRIPLE OVERSIZE											
5/16	1	-3 THRU -9	0.0872	0.25	0.3216	0.3235	0.3164	0.3183	0.035	0.4045	
		-10 THRU -11	0.0872	0.40	0.3216	0.3235	0.3133	0.3152			
	2	-12 THRU -17	0.0813	0.50	0.3359	0.3378	0.3255	0.3274			
		-18 THRU -22	0.0813	0.80	0.3359	0.3378	0.3193	0.3212			
	3	-23 THRU -33	0.0753	1.10	0.3503	0.3522	0.3274	0.3293			
	5/16 FIRST OVERSIZE	2	-3 THRU -11	0.0813	0.30	0.3359	0.3378	0.3297			0.3316
-12 THRU -17			0.0753	0.50	0.3503	0.3522	0.3399	0.3418			
3		-18 THRU -22	0.0753	0.80	0.3503	0.3522	0.3337	0.3356			
		-23 THRU -33	0.0693	1.10	0.3646	0.3665	0.3417	0.3436			
5/16 DOUBLE OVERSIZE											
5/16 TRIPLE OVERSIZE											

HOLES FOR FLUSH HEAD TAPER SHANK BOLTS  
TABLE XI  
Fastener Hole Sizes in Metal





**NOTES**

- HOLE FOR PROTRUDING HEAD FASTENER - SEE TABLE XII
- INCLUDED TAPER = 0.020 ± 0.001 PER INCH. CONCENTRICITY = 0.001
- SEE FIG. 3 FOR FILLET RELIEF LIMITS

BASIC FASTENER DIA	GROUP (FROM TABLE 1)	FASTENER GRIP DASH NUMBER	DIM. A	DIM. A1	DIM. B		DIM. B1		RAD R +0.010 -0.000
					MIN	MAX	MIN	MAX	
1/4	1	-3 THRU -7	0.0555	0.25	0.2598	0.2616	0.2546	0.2564	0.020
		-8 THRU -10	0.0555	0.40	0.2598	0.2616	0.2515	0.2533	
	2	-11 THRU -17	0.0555	0.50	0.2728	0.2746	0.2624	0.2642	
		-18 THRU -20	0.0555	0.70	0.2728	0.2746	0.2582	0.2600	
	3	-21 THRU -27	0.0555	1.20	0.2858	0.2876	0.2608	0.2626	
	1/4 FIRST OVERSIZE	2	-3 THRU -7	0.0555	0.25	0.2728	0.2746	0.2676	
-8 THRU -10			0.0555	0.40	0.2728	0.2746	0.2645	0.2663	
3		-11 THRU -17	0.0555	0.50	0.2858	0.2876	0.2754	0.2772	
		-18 THRU -20	0.0555	0.70	0.2858	0.2876	0.2712	0.2730	
4		-21 THRU -27	0.0555	1.20	0.2988	0.3006	0.2738	0.2756	
1/4 DOUBLE OVERSIZE									
1/4 TRIPLE OVERSIZE									
5/16	1	-3 THRU -9	0.0575	0.25	0.3229	0.3248	0.3177	0.3196	0.025
		-10 THRU -11	0.0575	0.40	0.3229	0.3248	0.3146	0.3165	
	2	-12 THRU -17	0.0575	0.50	0.3373	0.3392	0.3269	0.3288	
		-18 THRU -22	0.0575	0.80	0.3373	0.3392	0.3207	0.3226	
	3	-23 THRU -33	0.0575	1.10	0.3516	0.3535	0.3297	0.3306	
	5/16 FIRST OVERSIZE	2	-3 THRU -11	0.0575	0.30	0.3373	0.3392	0.3311	
3		-12 THRU -17	0.0575	0.50	0.3516	0.3535	0.3412	0.3431	
		-18 THRU -22	0.0575	0.80	0.3516	0.3535	0.3350	0.3369	
4		-23 THRU -33	0.0575	1.10	0.3659	0.3678	0.3430	0.3449	
5/16 DOUBLE OVERSIZE									
5/16 TRIPLE OVERSIZE									

**HOLES FOR PROTRUDING HEAD TAPER SHANK BOLTS  
TABLE XII**

Fastener Hole Sizes in Metal

Εικόνα 22α

BASIC FASTENER SIZE	GROUP (SEE TABLE I)	PART NUMBER OF SIX FLUTED REAMER (D)	
		COUNTERSUNK HEAD	PROTRUDING HEAD
1/4	1	TLD2060AR -1-4	TLD2060BR -1-4
	2	-2-4	-2-4
	3	-3-4	-3-4
	4	-4-4	-4-4
	5	-5-4	-5-4
	6	-6-4	-6-4
5/16	1	TLD2060AR -1-5	TLD2060BR -1-5
	2	-2-5	-2-5
	3	-3-5	-3-5
	4	-4-5	-4-5
	5	-5-5	-5-5
	6	-6-5	-6-5
3/8	1	TLD2060AR -1-6	TLD2060BR -1-6
	2	-2-6	-2-6
	3	-3-6	-3-6
	4	-4-6	-4-6
	5	-5-6	-5-6
	6	-6-6	-6-6
7/16	1	TLD2060AR -1-7	TLD2060BR -1-7
	2	-2-7	-2-7
	3	-3-7	-3-7
	4	-4-7	-4-7
	5	-5-7	-5-7
	6	-6-7	-6-7
1/2	2	TLD2060AR -2-8	TLD2060BR -2-8
	3	-3-8	-3-8
9/16	3	TLD2060AR -3-9	TLD2060BR -3-9
	4	-4-9	-4-9
3/4	2	TLD2060AR -2-12	TLD2060BR -2-12
	3	-3-12	-3-12

SPECIAL TOOLS (E)  
TABLE XIII

Fastener Hole Sizes in Metal

Εικόνα 22κ

STANDARD TOOL NUMBER	FUNCTION	REMARKS	VENDOR
ST1219-AZF ST1219-BZF ST1219U-AAF ST1219U-BBF ST1219X-Y	DRILL/C'SINK FLUSH TAPER SHANK DRILL/RADIUS PROTRUDING TAPER SHANK REAM/C'SINK FLUSH HEAD TAPER SHANK REAM/RADIUS PROTRUDING HEAD TAPER SHANK TRIPOD FOR REAMING/COUNTERSINKING	USE WITH WINSLOW SPACEMATIC USE WITH WINSLOW SPACEMATIC	F
ST8703M-7	GAGE FOR MEASURING COUNTERSINK DEPTH		G

STANDARD TOOLS  
TABLE XIV

Fastener Hole Sizes in Metal

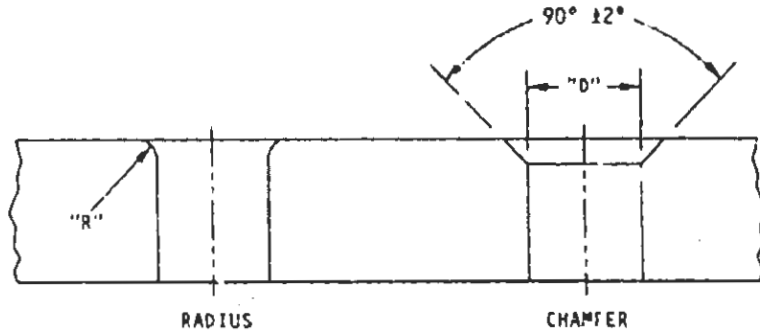
Εικόνα 22λ

ACCEPTABLE	NOT ACCEPTABLE
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Circumferential scratches which are a minimum of 1/16 inch or 10% of the part thickness from the surface of the part, whichever is smaller.</li> <li>2. Spiral scratches which are a minimum of 1/16 inch or 25% of the part thickness from the surface of the part, whichever is smaller.</li> <li>3. Longitudinal scratches not more than 50% of length of hole in any one part and which neither starts nor ends within 1/16 inch or 25% of the part thickness from the surface of the part, whichever is smaller.</li> <li>4. Surface roughness which does not exceed 125 microinches.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Scratches, nicks or cuts intersecting a part surface or exceeding limits specified as acceptable.</li> </ol>

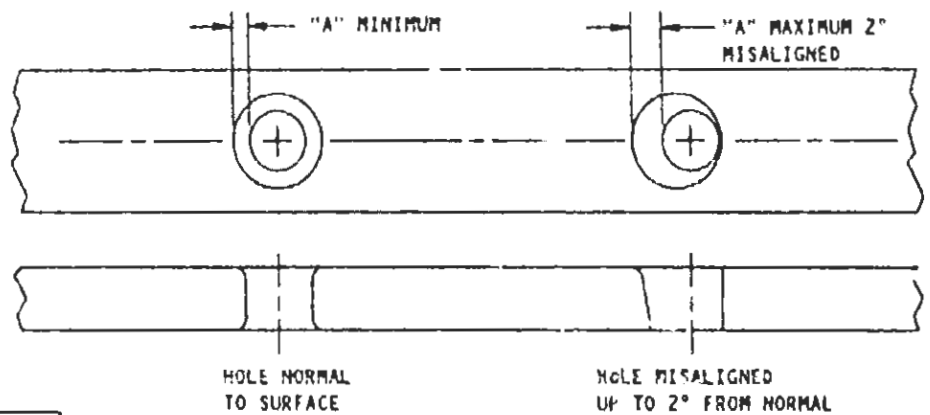
Surface Defect Criteria for Fastener Holes in Metal

Εικόνα 23

BOLT DIAMETER	BACB3CNG		BACB3OMT, B3OLE, B3OPR, B3ONH, B3OFD, B3ONK, B3OPN		ALL OTHER PROTRUDING HEAD BOLTS	
	"R" RADIUS	"D" CHAMFER DIAMETER	"R" RADIUS	"D" CHAMFER DIAMETER	"R" RADIUS	"D" CHAMFER DIAMETER
3/16	0.041 - 0.051	0.272 - 0.292	0.041 - 0.051	0.272 - 0.292	0.020 - 0.030	0.230 - 0.250
1/4	0.045 - 0.055	0.340 - 0.360	0.041 - 0.051	0.332 - 0.352	0.020 - 0.030	0.290 - 0.310
5/16	0.050 - 0.060	0.412 - 0.432	0.041 - 0.051	0.394 - 0.414	0.020 - 0.030	0.352 - 0.372
3/8	0.054 - 0.064	0.483 - 0.503	0.057 - 0.067	0.489 - 0.509	0.025 - 0.035	0.425 - 0.445
7/16	0.058 - 0.068	0.553 - 0.573	0.057 - 0.067	0.551 - 0.571	0.025 - 0.035	0.487 - 0.507
1/2	0.063 - 0.073	0.626 - 0.646	0.057 - 0.067	0.614 - 0.634	0.030 - 0.040	0.560 - 0.580



FILLET RELIEF LIMITS FOR PROTRUDING HEAD STRAIGHT SHANK BOLT HOLES



FASTENER DIAMETER	"A" [A]	
	MINIMUM	MAXIMUM
1/4	0.015	0.065
5/16	0.020	0.080
3/8	0.020	0.088
7/16	0.030	0.108
1/2	0.050	0.116
9/16	0.063	0.124
3/4	0.063	0.156

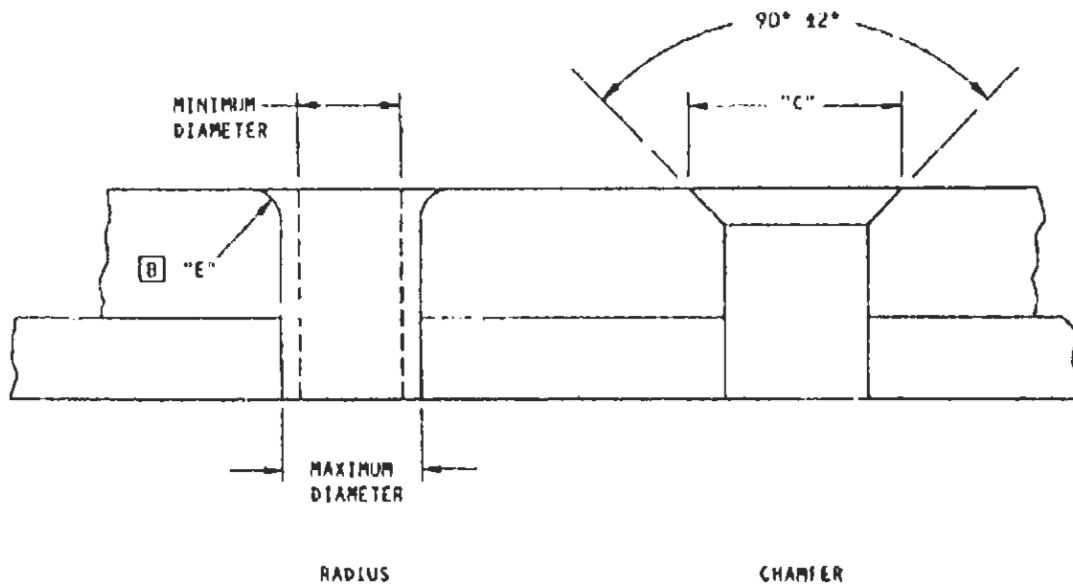
NOTE

- [A] "A" IS MEASURED AT THE POINT WHERE THE RELIEF IS GREATEST
- [B] MAKE THE RADIUS BLEND SMOOTHLY WITH THE SHANK DIAMETER

FILLET RELIEF LIMITS FOR PROTRUDING HEAD TAPER SHANK BOLT HOLES

Fillet Relief for Protruding Head Fastener Holes in Metal

Εικόνα 24α

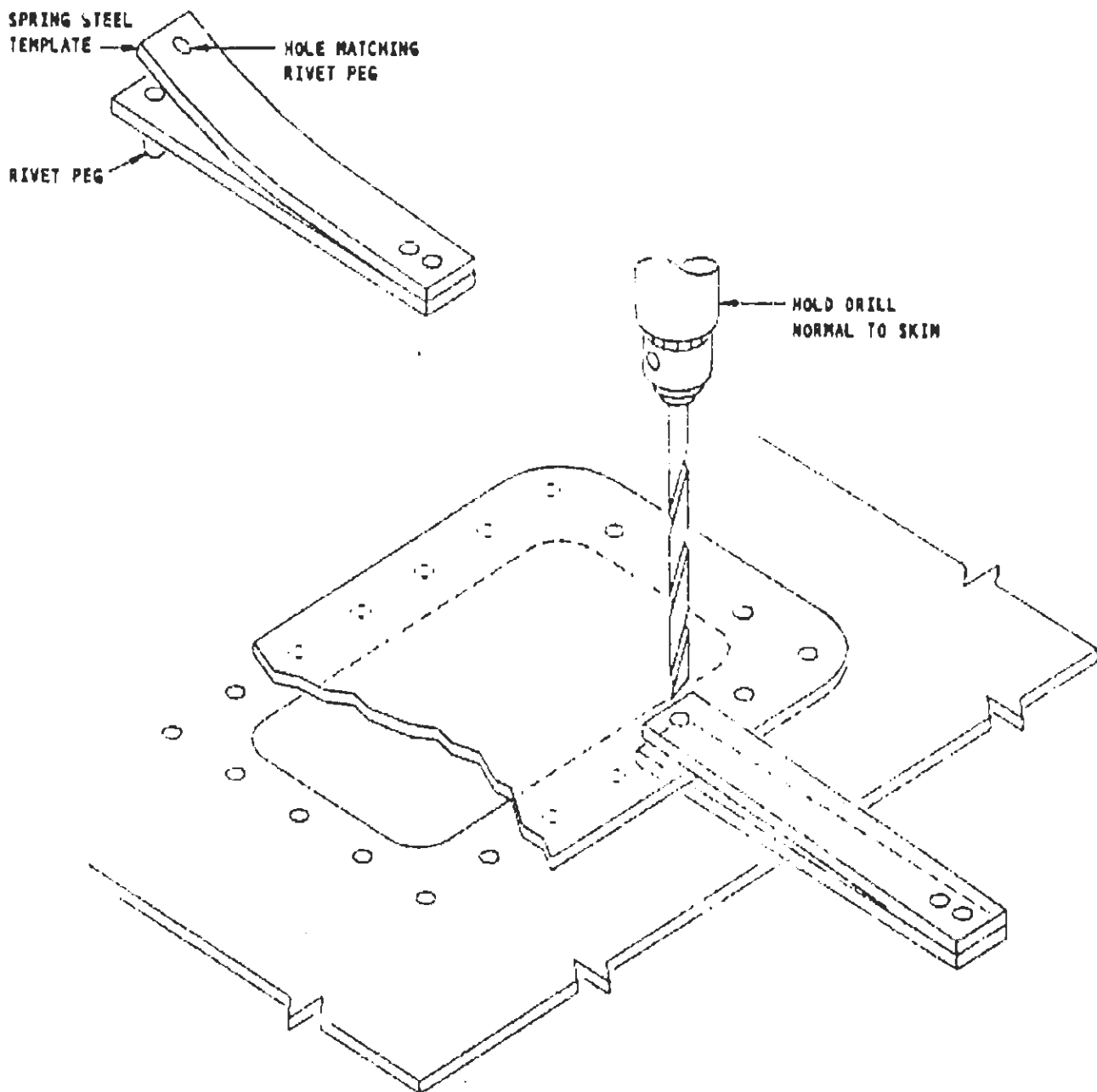


NOMINAL FASTENER DIAMETER (INCH)	IN ALUMINUM AND MAGNESIUM STRUCTURE			IN ALL OTHER METAL STRUCTURE			IN ALL METAL STRUCTURE	
	"C" CHAMFER DIAMETER		MINIMUM SHEET THICKNESS TO BE CHAMFERED OR RADIUS	"C" CHAMFER DIAMETER		MINIMUM SHEET THICKNESS TO BE CHAMFERED OR RADIUS	"E" RADIUS	
	MINIMUM	MAXIMUM		MINIMUM	MAXIMUM		MINIMUM	MAXIMUM
5/32	0.156	0.180	0.060	0.213	0.233	0.107	0.025	0.035
3/16	0.187	0.211	0.060	0.239	0.259	0.127		
1/4	0.250	0.274	0.060	0.299	0.319	0.150		
5/16	0.312	0.342	0.060	0.371	0.391	0.178	0.030	0.040
3/8	0.375	0.405	0.060	0.434	0.454	0.209		
7/16	0.452	0.472	0.060	0.494	0.516	0.236		
1/2	0.514	0.534	0.060	0.559	0.579	0.253		
9/16	0.586	0.606	0.060	0.641	0.661	0.320	0.040	0.050
5/8	0.649	0.669	0.060	0.708	0.723	0.320		
3/4	0.782	0.802	0.060	0.838	0.859	0.353	0.045	0.055
7/8	0.911	0.931	0.060	0.973	0.993	0.387	0.050	0.060
1	1.048	1.068	0.060	1.118	1.138	0.453	0.060	0.070

FILLET RELIEF LIMITS FOR PROTRUDING HEAD  
HEX-DRIVE BOLT AND LOCKBOLT HOLES

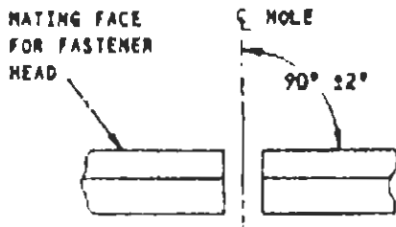
Fillet Relief for Protruding Head Fastener Holes in Metal

Εικόνα 24β



Hole Finder

Εικόνα 25



HOLES FOR ALL PROTRUDING AND FLUSH HEAD FASTENERS MUST BE WITHIN 2° OF PERPENDICULAR TO THE FACE ON WHICH THE FASTENER HEAD BEARS.

### NOTES

- A UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ON DRAWING OR REPAIR FIGURE
- B USE OF ALUMINUM FASTENERS IN GRAPHITE AND HYBRID ARAMID/GRAPHITE PANELS IS NOT RECOMMENDED; CORROSION MAY RESULT. CRES OR TITANIUM FASTENERS ARE RECOMMENDED

HOLE SELECTION CRITERIA		
FASTENER TYPE (A)	FIGURE NUMBER IN 51-40-01	HOLE REQUIREMENT (A) TABLE
SOLID SHANK RIVETS	FIGURE 2 TABLE I AND II	I
HOLLOW-ENDED BACRISGA RIVETS	FIGURE 2 TABLE I AND II	II
BACRISDR BLIND RIVETS	FIGURE 2 TABLE I	III
BLIND BOLTS	FIGURE 5	IV
LOCKBOLTS	FIGURE 3	V
HEX-DRIVE BOLTS	FIGURE 4	V
BOLTS WITH NUTS	FIGURE 4	VI
OVERSIZE BLIND BOLTS	FIGURE 5	VII
OVERSIZE LOCKBOLTS	FIGURE 3	VIII
OVERSIZE HEX-DRIVE BOLTS	FIGURE 4	VIII

### Fastener Hole Sizes in Composites

Εικόνα 26α



RIVET TYPE (B)	NOMINAL RIVET DIA (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)			
		ARAMID/EPOXY TAPE OR FABRIC		ARAMID/EPOXY WITH ALUMINUM OR FIBERGLASS WITH AND WITHOUT ALUMINUM	
		MIN	MAX	MIN	MAX
BACR15CE	3/32	0.098	0.103	0.098	0.103
	1/8	0.130	0.137	0.128	0.135
	5/32	0.161	0.169	0.159	0.167
	3/16	0.192	0.200	0.190	0.198
	1/4	0.255	0.261	0.255	0.261
BACR15BA, BACR15BB, BACR15FT	3/32	0.098	0.103	0.098	0.103
	1/8	0.130	0.137	0.128	0.135
	5/32	0.161	0.173	0.159	0.171
	3/16	0.193	0.204	0.191	0.202
	1/4	0.254	0.264	0.254	0.265

HOLE SIZES FOR SOLID SHANK RIVETS

TABLE I

NOMINAL RIVET DIAMETER (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)	
	MIN	MAX
5/32	0.159	0.162
3/16	0.190	0.193
7/32	0.224	0.227

HOLE SIZES FOR HOLLOW-ENDED BACR15GA RIVETS (TITANIUM)

TABLE II

Fastener Hole Sizes in Composites

Εικόνα 26β

NOMINAL RIVET DIAMETER (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)	
	MIN	MAX
3/32	0.098	0.101
1/8	0.129	0.132

HOLE SIZES FOR BACR15DR BLIND RIVETS  
TABLE III

NOMINAL BOLT DIAMETER (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)	
	MIN	MAX
3/16	0.1995	0.2020
1/4	0.2495	0.2630

HOLE SIZES FOR BLIND BOLTS  
TABLE IV

NOMINAL BOLT DIAMETER (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)	
	MIN	MAX
5/32	0.164	0.167
3/16	0.190	0.193
1/4	0.250	0.253
5/16	0.312	0.315
3/8	0.375	0.378

HOLE SIZES FOR LOCKBOLTS AND HEX-DRIVE BOLTS (B)  
TABLE V

Fastener Hole Sizes in Composites

Εικόνα 26γ

THREAD SIZE (INCH)	HOLE DIAMETER (INCH)	
	MIN	MAX
#4-40	0.114	0.117
#6-32	0.140	0.143
#8-32	0.164	0.167
#10-32	0.190	0.193
1/4-28	0.250	0.253
5/16-24	0.312	0.315
3/8-24	0.375	0.378

HOLE SIZES FOR BOLTS WITH NUTS  8  
TABLE VI

NOMINAL OVERSIZE BOLT DIAMETER (INCH)	ORIGINAL FASTENER NOMINAL DIAMETER (INCH)	
	(-6) 3/16	(-8) 1/4
	ORIGINAL HOLE DIAMETER (INCH)	
	0.2020 0.1995	0.2630 0.2605
	HOLE DIAMETER FOR OVERSIZE REPLACEMENT FASTENER (INCH)	
1/64 (ALL)	0.2180 0.2160	0.2790 0.2770
BACB30UY 1/32 BACB30VL BACB30UZ BACB30VK	0.2310 0.2285	0.2930 0.2905

HOLE SIZES FOR OVERSIZE BLIND BOLTS  
TABLE VII

Fastener Hole Sizes in Composites  
Εικόνα 26δ

NOMINAL OVERSIZE BOLT DIAMETER (INCH)	ORIGINAL FASTENER NOMINAL DIAMETER (INCH)			
	(-6) #10	(-8) 1/4	(-10) 5/16	(-12) 3/8
	ORIGINAL HOLE DIAMETER (INCH)			
	0.193 0.190	0.253 0.250	0.315 0.312	0.378 0.375
	HOLE DIAMETER FOR OVERSIZE REPLACEMENT FASTENER (INCH)			
1/64	0.201 0.203	0.269 0.266	0.331 0.323	0.395 0.391
1/32	0.222 0.219	0.284 0.281	0.348 0.344	0.410 0.406

HOLE SIZES FOR OVERSIZE LOCKBOLTS AND HEX-DRIVE BOLTS (B)  
TABLE VIII

Fastener Hole Sizes in Composites

Εικόνα 26ε

## 7 ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΑΚΡΑΙΟΥ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ (FASTENER EDGE MARGINS)

### α. Γενικά

1. Ως περιθώριο ακραίου συνδετικού μέσου ορίζεται η απόσταση από το κέντρο της οπής έως το πλησιέστερο άκρο της επιφάνειας του μετάλλου.
2. Τα περιθώρια σε κατασκευαστικές εφαρμογές είναι κατανεμημένα ανάλογα με το υλικό και το είδος του συνδετικού μέσου, όπως φαίνεται στην εικόνα 27 που ακολουθεί.

BOLTED MATERIAL		PROTRUDING HEAD STEEL BOLTS (160,000-180,000 PSI) IN SINGLE SHEAR							
		BOLT DIAMETERS							
ALLOY	GAGE	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8
ALUMINUM	EDGE MARGIN ( $\pm 0.05$ )								
	0.032	0.37	0.49						
	0.036	0.37	0.49						
	0.040	0.37	0.49						
	0.045	0.37	0.49						
	0.050	0.37	0.49	0.59					
	0.056	0.37	0.49	0.59					
	0.063	0.37	0.49	0.59	0.69				
	0.071	0.37	0.49	0.59	0.69				
	0.080	0.37	0.49	0.59	0.69	0.79			
	0.090	0.37	0.49	0.59	0.69	0.79	0.90		
	0.100	0.37	0.49	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	
	0.112	0.37	0.49	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	
	0.125	0.37	0.49	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	1.11
	0.140	0.37	0.49	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	1.11
	0.160	0.37	0.49	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	1.11
	0.180	0.35	0.49	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	1.11
	0.190	0.34	0.49	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	1.11
	0.200	0.33	0.49	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	1.11
	0.224	0.31	0.46	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	1.11
0.250	0.29	0.43	0.59	0.69	0.79	0.90	1.01	1.11	
0.313	0.29	0.38	0.53	0.69	0.79	0.90	1.01	1.11	
0.375	0.29	0.37	0.48	0.63	0.79	0.90	1.01	1.11	
0.500	0.29	0.37	0.46	0.54	0.67	0.82	0.99	1.11	
0.625	0.29	0.37	0.46	0.54	0.62	0.72	0.86	1.01	
0.750	0.29	0.37	0.46	0.54	0.62	0.70	0.78	0.90	

EDGE MARGINS FOR PROTRUDING HEAD STEEL BOLTS IN ALUMINUM ALLOY  
TABLE I

Fastener Edge Margins

Εικόνα 27α

RIVETED MATERIAL		ALUMINUM ALLOY PROTRUDING HEAD RIVETS													
		SINGLE SHEAR							DOUBLE SHEAR						
		RIVET DIAMETERS													
ALLOY	GAGE	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8
		EDGE MARGIN ( $\pm 0.05$ )													
ALL ALUMI-NUM ALLOYS EXCEPT CAST-INGS	0.012	0.21							0.21	0.27	0.32				
	0.016	0.21	0.27						0.21	0.27	0.32				
	0.018	0.21	0.27						0.21	0.27	0.32				
	0.020	0.21	0.27	0.32					0.21	0.27	0.32				
	0.022	0.21	0.27	0.32					0.21	0.27	0.32				
	0.025	0.21	0.27	0.32					0.21	0.27	0.32				
	0.028	0.21	0.27	0.32					0.21	0.27	0.32				
	0.032	0.20	0.27	0.32	0.37				0.21	0.27	0.32				
	0.036	0.19	0.26	0.32	0.37				0.21	0.27	0.32				
	0.040	0.18	0.26	0.32	0.37	0.48			0.21	0.27	0.32	0.37	0.48		
	0.045	0.17	0.24	0.32	0.37	0.48			0.21	0.27	0.32	0.37	0.48		
	0.050	0.17	0.23	0.32	0.37	0.48	0.58		0.21	0.27	0.32	0.37	0.48		
	0.056	0.17	0.22	0.29	0.37	0.48	0.58	0.69	0.21	0.27	0.32	0.37	0.48	0.58	0.69
	0.063	0.17	0.21	0.28	0.36	0.48	0.58	0.69	0.20	0.27	0.32	0.37	0.48	0.58	0.69
	0.071		0.21	0.26	0.33	0.48	0.58	0.69		0.27	0.32	0.37	0.48	0.58	0.69
	0.080		0.21	0.25	0.31	0.47	0.58	0.69		0.26	0.32	0.37	0.48	0.58	0.69
	0.090		0.21	0.25	0.29	0.44	0.58	0.69		0.25	0.32	0.37	0.48	0.58	0.69
	0.100		0.21	0.25	0.29	0.41	0.58	0.69		0.23	0.31	0.37	0.48	0.58	0.69
	0.112			0.25	0.29	0.39	0.54	0.69			0.29	0.37	0.48	0.58	0.69
	0.125			0.25	0.29	0.37	0.50	0.67			0.28	0.36	0.48	0.58	0.69
0.140			0.25	0.29	0.37	0.47	0.62			0.26	0.33	0.48	0.58	0.69	
0.160			0.25	0.29	0.37	0.46	0.57			0.24	0.31	0.47	0.58	0.69	
0.180				0.29	0.37	0.46	0.54				0.29	0.44	0.58	0.69	
0.190				0.29	0.37	0.46	0.54				0.29	0.43	0.58	0.69	
0.200				0.29	0.37	0.46	0.54				0.29	0.41	0.54	0.69	
0.224				0.29	0.37	0.46	0.54				0.29	0.39	0.54	0.68	
0.250				0.29	0.37	0.46	0.54				0.29	0.37	0.50	0.67	
ADD FOR CASTINGS		0.10			0.20			0.30	0.10			0.20			0.30

EDGE MARGINS FOR PROTRUDING HEAD ALUMINUM ALLOY RIVETS IN ALUMINUM ALLOY

TABLE I:

Fastener Edge Margins

Εικόνα 27β

RIVETED MATERIAL		MONEL PROTRUDING HEAD RIVETS IN SINGLE SHEAR							
		RIVET DIAMETERS							
ALLOY	GAGE	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8	
CORROSION RESISTANT STEEL SHEET, AISI 301 AND 302  ALSO ALLOY STEEL HT TO 100,000 PSI OR GREATER		EDGE MARGINS ( $\pm 0.05$ )							
		0.010	0.20	0.25	0.30	0.35	0.45		
		0.012	0.20	0.25	0.30	0.35	0.45		
		0.016	0.20	0.25	0.30	0.35	0.45		
		0.018	0.20	0.25	0.30	0.35	0.45		
		0.020	0.20	0.25	0.30	0.35	0.45		
		0.022	0.18	0.25	0.30	0.35	0.45		
		0.025	0.18	0.25	0.30	0.35	0.45		
		0.028	0.18	0.24	0.30	0.35	0.45		
		0.032	0.18	0.23	0.30	0.35	0.45		
		0.036	0.18	0.23	0.29	0.35	0.45		
		0.040	0.18	0.23	0.28	0.35	0.45		
		0.045	0.18	0.22	0.27	0.35	0.45		
		0.050	0.17	0.23	0.27	0.32	0.45		
		0.056	0.17	0.22	0.27	0.32	0.41		
		0.063	0.17	0.21	0.27	0.32	0.41		
		0.071	0.17	0.21	0.27	0.32	0.41		
		0.080	0.17	0.21	0.25	0.32	0.40		
		0.090		0.21	0.25	0.29	0.40		
		0.100			0.25	0.29	0.35		
0.112			0.25	0.29	0.39				
0.125				0.29	0.37				

EDGE MARGINS FOR PROTRUDING HEAD MONEL RIVETS  
IN CORROSION RESISTANT STEEL AND ALLOY STEEL.

TABLE III

RIVETED MATERIAL		100° COUNTERSUNK ALUMINUM ALLOY RIVETS IN SINGLE SHEAR				
		RIVET DIAMETER				
ALLOY	GAGE	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16
ALUMINUM ALLOY EXCEPT CASTINGS		EDGE MARGIN ( $\pm 0.05$ )				
		0.31	0.37	0.43	0.55	0.67
ADD FOR CASTINGS	ALL	0.13		0.20		

EDGE MARGINS FOR 100° COUNTERSUNK ALUMINUM  
ALLOY RIVETS IN ALUMINUM ALLOY.

TABLE IV  
Fastener Edge Margins

Εικόνα 27γ



BOLTED MATERIAL		STEEL LOCKBOLTS, STEEL HI-LOK BOLTS, BLIND RIVETS AND 100° COUNTERSUNK STEEL BOLTS IN SINGLE SHEAR										
		BOLT DIAMETERS										
ALLOY	GAGE	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	
ALL ALUMINUM ALLOYS, CORROSION RESISTANT STEELS AND TITANIUM		EDGE MARGINS (± 0.05)										
	0.032	0.30	0.36									
	0.036	0.30	0.36									
	0.040	0.30	0.36									
	0.045	0.30	0.36									
	0.050	0.30	0.36	0.43	0.57							
	0.056	0.30	0.36	0.43	0.57							
	0.063	0.30	0.36	0.43	0.57	0.70	0.84	0.97	1.12			
	0.071	0.30	0.36	0.43	0.56	0.70	0.84	0.97	1.11	1.25	1.39	
	0.080	0.30	0.36	0.43	0.56	0.69	0.83	0.96	1.11	1.25	1.39	
	0.090	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.83	0.96	1.10	1.24	1.38	
	0.100	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.82	0.95	1.09	1.24	1.38	
	0.112	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.82	0.95	1.09	1.23	1.37	
	0.125	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.81	0.94	1.08	1.22	1.36	
	0.140	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.93	1.06	1.20	1.36	
	0.160	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.06	1.20	1.33	
	0.180	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.19	1.33	
	0.190	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.18	1.32	
	0.200	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.18	1.31	
	0.224	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.17	1.30	
	0.250	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.17	1.30	
0.313	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.17	1.30		
0.375	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.17	1.30		
0.500	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.17	1.30		
0.625	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.17	1.30		
0.750	0.30	0.36	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.05	1.17	1.30		

EDGE MARGINS FOR STEEL LOCKBOLTS, STEEL HI-LOK BOLTS, BLIND RIVETS AND 100° COUNTERSUNK STEEL BOLTS IN ALUMINUM ALLOY, CORROSION RESISTANT STEEL AND TITANIUM

TABLE V

Fastener Edge Margins

Εικόνα 27δ

## 8 ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ (STRENGTH OF FASTENERS)

### α. Γενικά

1. Οι τιμές ισχύος των συνδετικών μέσων απαιτούν την μελέτη συμπεριφοράς και αντοχής του υλικού όπου τα συνδετικά μέσα εγκαθίστανται. Αυτό σημαίνει ότι όταν το υλικό αποτύχει πριν από την αποτυχία του συνδετικού μέσου, η όψη που θα εμφανιστεί θα αποτυπώσει και την ισχύ του συνδετικού μέσου.
2. Οι τιμές ισχύος των συνδετικών μέσων ισχύουν εφόσον χρησιμοποιήθηκαν οι σωστές διαστάσεις οπών και ικανοποιήθηκαν τα απαιτούμενα περιθώρια των άκρων.

Σημείωση: Η εικόνα 28 συνοψίζει τα περιεχόμενα, για την εύρεση της ισχύος των συνδετικών μέσων ανάλογα με τον τύπο τους, και ακολούθως παραπέμπει για τους solid rivets στην εικόνα 29, για τα blind fasteners στην εικόνα 30, για τους protruding head bolts, lockbolts και hex-drive bolts στην εικόνα 31 κλπ.

FASTENER		SHEET OR PLATE MATERIAL	LOCATION	
TYPE	PART NUMBER		FIGURE	TABLE
RIVET, UNIVERSAL HEAD, AL	BACR15BB-D BACR15BB-AD BACR15BB-DD MS20470D BACR15FT*KE	2024-T3	1	I
		2024-T4	1	II
		2024-T42	1	II
		2024-T42 TUBE	1	II
		7075-T6	1	III
		7075-T6 BAR/ROD	1	III
		7075-T6, -T6310, -T6311 EXTRUSIONS	1	III
		7178-T6	1	IV
RIVET, 100° FLUSH HEAD, AL	BACR15BA-D BACR15BA-AL BACR15BA-DD MS204260 BACR15CE-D	2024-T3 2024-T42 7075-T6 7178-T6	1	V
RIVET, UNIVERSAL HEAD, MONEL	MS20415M	301-1/4 HARD CRES	1	VI
RIVET, 100° FLUSH HEAD, MONEL	MS20427M	301-1/4 HARD 301-1/2 HARD 301-FULL HARD 302-ANNEALED } CRES	1	VI
RIVET, BLIND, UNIVERSAL HEAD, 5056 AL SLEEVE	HAS1398B	2024-T3	2	I
RIVET, BLIND, UNIVERSAL HEAD, 2017 AL SLEEVE	HAS1398D	2024-T3	2	I
RIVET, BLIND, 100° FLUSH HEAD, 5056 AL SLEEVE	HAS1399B	2024-T3	2	I
RIVET BLIND 100° FLUSH HEAD, 2017 AL SLEEVE	HAS1399D	2024-T3	2	I
RIVET, BLIND, UNIVERSAL HEAD	HAS1738E	2024-T3 7075-T6	2	II
RIVET, BLIND, 100° FLUSH HEAD	HAS1739E	2024-T3 7075-T6	2	II
BOLT, BLIND, UNIVERSAL HEAD	MS90354	2024-T3	2	III
		7075-T6	2	IV
BOLT, BLIND, 100° FLUSH HEAD	MS90353	2024-T3	2	III
		7075-T6	2	IV

INDEX OF FASTENER STRENGTH TABLES

Εικόνα 28α

FASTENER		SHEET OR PLATE MATERIAL	LOCATION		
TYPE	PART NUMBER		FIGURE	TABLE	
PROTRUDING HEAD BOLTS, LOCKBOLTS, HEX-DRIVE BOLTS	BACB30DX	BACB30NX	2024-T3	3	I
	BACB30LJ	BACB30FF	2024-T4	3	II
	BACB30LK	BACB30PU	2024-T42	3	II
	BACB30LM	BACB30PW	2024-T42 TUBE	3	II
	BACB30MH	MS20004-24	7075-T6	3	III
	BACB30MB	NAS623	7075-T6 BAR/ROD	3	III
	BACB30MR	NAS673-678	7075-T6, -T6510, -T6511 EXTRUSION	3	III
	BACB30MS	NAS1218	7178-T6	3	IV
	BACB30MR	NAS1223-1235			
	BACB30MH	NAS1303-1320			
	BACB30MR	NAS1443-1472			
BACB30MT	NAS6965-6972				
STANDARD FLUSH HEAD BOLTS, LOCKBOLTS, HEX-DRIVE BOLTS	BACB30AB	BACB30MM	2024-T3	4	I
	BACB30EM	BACB30MY	7075-T6	4	II
	BACB30FL	BACB30PC	7178-T6	4	III
	BACB30GX	NAS353-340			
	BACB30JC	NAS517			
	BACB30LH	NAS583-590			
	BACB30LP	NAS663-668			
	BACB30LR	NAS1221			
	BACB30LU	NAS1443-1462			
BACB30MS					
SHEAR FLUSH HEAD BOLTS, SHEAR, FLUSH AND PROTRUDING HEAD LOCKBOLTS AND HEX-DRIVE BOLTS	BACB30EL	JACB30LL	2024-T3	5	I
	BACB30FB	BACB30MY	7075-T6	5	II
	BACB30FM	BACB30NU	7178-T6	5	III
	BACB30FN	BACB30NW			
BACB30GW	NAS1436-1442				
BACB30GY	NAS1446-1452				
SHEAR FLUSH HEAD TAPER SHANK BOLTS	BACB30KD		7075-T6	6	I
70° HEAD RADIUS LEAD-IN BOLTS	BACB30PT		7075-T6	7	I

INDEX OF FASTENER STRENGTH TABLES (CONT)

Εικόνα 28β

RIVET DIAMETER		1/8				5/32				3/16			
RIVET MATERIAL		2117	2017			2117	2017	2024	7050	2117	2017	2024	7050
CODE		XC	BM XZK			XC	BM XZK	XD	YTN	XC	BM XZK	XD	YTN
SINGLE SHEAR (LBS)		369	467			575	730	785	785	830	1050	1130	1130
SINGLE SHEAR ALLOWABLE (LBS)	0.025	319	319										
	0.032	356	408			570	510	510	510				
	0.040	347	465			555	635	635	635	765	765	765	765
	0.050					570	725	780	780	805	955	955	955
	0.056					575	730	785	785	815	1070	1070	1070
	0.063									830	1050	1130	1130
	0.071												
	0.080												
	0.090												
	0.100												
	0.112												
	0.125												
	0.140												
0.160													
DOUBLE SHEAR (LBS)		738	934			1150	1460	1570	1570	1660	2100	2260	2260
DOUBLE SHEAR ALLOWABLE (LBS)	0.050	635	635			795	795	795	795	955	955	955	955
	0.056	670	715			890	890	890	890	1070	1070	1070	1070
	0.063	690	825			1060	1030	1030	1030	1240	1240	1240	1240
	0.071	715	900			1040	1160	1160	1160	1400	1400	1400	1400
	0.080	730	925			1080	1210	1210	1310	1480	1570	1570	1570
	0.090	738	934			1110	1410	1480	1480	1530	1770	1770	1770
	0.100					1140	1450	1560	1560	1580	1970	1970	1970
	0.112					1150	1460	1570	1570	1620	2050	2200	2200
	0.125									1660	2100	2260	2260
	0.160												
	0.190												
	0.250												
	0.312												

FASTENER CODE:  
 XC = BACR1588\*AD  
 BM = MS20470D  
 XD = BACR1588\*DD  
 XZK = BACR1588\*D  
 YTN = BACR15FT\*KE

UNIVERSAL HEAD RIVETS AND MODIFIED UNIVERSAL HEAD RIVETS  
 IN CLAD OR BARE 2024-T3 SHEET

TABLE I

Strength of Solid Rivets

Εικόνα 29

RIVET DIAMETER	UNIVERSAL HEAD								100° RIVETS IN COUNTERSUNK HOLES							
	NAS1398B				NAS1398D				NAS1399B				NAS1399D			
	CODE: RK				CODE: RL				CODE: RO				CODE: RP			
	1/8	5/32	3/16	1/4	1/8	5/32	3/16	1/4	1/8	5/32	3/16	1/4	1/8	5/32	3/16	1/4
SINGLE SHEAR (LBS)	388	595	860	1550	495	755	1090	1970	388	595	860	1550	495	755	1090	1970
TENSION (LBS)	230	375	540	1000	230	375	540	1000	230	375	540	1000	230	375	540	1000
67% TENSION (LBS)	154	251	361	670	154	251	361	670	154	251	361	670	154	251	361	670
MATERIAL GAGE	SINGLE SHEAR ALLOWABLES (LBS)															
0.020	155	180			155	160			35	45			35	45		
0.025	210	240	260		215	245	260		50	60	65		50	60	70	
0.032	260	325	375	445	270	340	375	445	70	75	90	110	70	75	95	115
0.036	285	365	430	530	300	380	455	530	80	90	100	125	80	90	105	130
0.040	305	405	490	620	320	415	510	620	95	105	115	145	95	105	140	150
0.045	330	450	545	705	345	460	570	750	115	125	140	175	120	130	155	180
0.050	350	475	595	805	370	495	625	840	135	150	165	195	150	160	180	200
0.056	370	515	655	905	395	535	680	935	170	175	190	230	190	200	235	240
0.063		545	700	1010	425	580	735	1050	200	215	230	265	230	245	310	320
0.071		570	760	1110	450	610	795	1160	250	260	280	320	290	295	390	400
0.080			810	1210	480	650	845	1250	330	340	350	375	340	360	490	500
0.090			815	1290		700	910	1350	370	405	415	455	415	455	580	625
0.100				1380		740	965	1450		510	520	540	480	535	695	755
0.112				1440			1030	1540		570	635	650		630	850	915
0.125							1060	1640			815	825		740	985	1090
0.140								1750				980			1060	1370
0.160								1870				1320				1670

NOTES

- MINIMUM BLIND SIDE SHEET THICKNESS ALLOWED IS EQUAL TO 1/4 RIVET DIAMETER. FOR THINNER MATERIAL USE NAS1736C OR NAS1739E RIVETS (SEE TABLE II).
- ALLOWABLES ABOVE THE THICK LINE ARE FOR GAGES LESS THAN THE RECOMMENDED MINIMUM.
- USE 67% TENSION FOR PRIMARY STRUCTURE OR WHERE REVERSING LOADS ARE EXPECTED.

NAS1398 AND NAS1399 RIVETS IN 2024-T3 BARE OR CLAD SHEET  
TABLE I

Strength of Blind Fasteners

Εικόνα 30

FASTENER PART NUMBERS		FASTENER PART NUMBERS								
		A		B		A		A		
		BACB30DX		BACB30NE		BACB30PU		NAS1303-1320		
		BACB30LJ		BACB30MF		BACB30PW		A NAS1465-1472		
		BACB30LK		BACB30MM		MS20004-24		A NAS6965-6972		
		BACB30LM		BACB30NR		NAS623				
		BACB30LN		BACB30PT		NAS673-678				
		B		B		NAS1218				
		BACB30MB		BACB30NX		NAS1223-1235				
		BACB30MR		BACB30PF						
FASTENER DIAMETER		3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	
SINGLE SHEAR (LBS)		2690	4630	7250	10400	14200	18600	23600	29150	
SINGLE SHEAR BEARING STRENGTH (LBS)	MATERIAL GAGE	0.063	1260	1650	2070					
		0.071	1420	1860	2330	2800				
		0.080	1600	2100	2620	3150	3670			
		0.090	1790	2365	2950	3540	4150			
		0.100	1990	2620	3280	3940	4600	5250		
		0.112	2230	2940	3670	4410	5150	5900	6600	
		0.125	2490	3280	4100	4920	5750	6550	7400	8200
		0.140	2690	3710	4640	5530	6500	7400	8350	9250
		0.160		4240	5300	6350	7400	8500	9550	10600
		0.180		4650	5950	7150	8350	9550	10700	11900
		0.200			6600	7950	9250	10600	11900	13200
		0.224			7130	8900	10400	11900	13400	14800
		0.250					9900	11600	13200	14900
		0.312					10400	14200	16500	18600
		0.375							18600	22400
0.500								23600		
0.562										
0.625										

NOTES

- A DIA UP TO 0.375 INCLUSIVE
- B DIA UP TO 0.500 INCLUSIVE

95 KSI PROTRUDING HEAD BOLTS, LOCKBOLTS AND HEX-DRIVE BOLTS IN:  
2024-T3 CLAD OR BARE, SHEET OR PLATE  
TABLE I

Strengths of Protruding Head Bolts, Lockbolts, and Hex-Drive Bolts

FASTENER PART NUMBERS		BACB30AB BACB30EM BACB30FL BACB30GX <b>A</b> BACB30JC <b>A</b> BACB30LM BACB30LP		JACB30LR BACB30LU BACB30MS BACB30MN BACB30NY <b>A</b> BACB30PC NAS333-340		NAS517 NAS383-590 NAS663-668 NAS1221 NAS1456-1462 <b>A</b>			
		FASTENER DIAMETER	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16
SINGLE SHEAR (LBS)		2690 <b>B</b>	4650	7250	10400	14200	18600	23600	
SINGLE SHEAR BEARING STRENGTH (LBS)	MATERIAL GAGE	0.063	1080	1430					
		0.071	1220	1630	1920				
		0.080	1380	1840	2250				
		0.090	1550	2070	2580	2950			
		0.100	1720	2300	2870	3350	3750	4800	
		0.125	2150	2870	3590	4310	5000	5600	
		0.140	2410	3220	4020	4830	5650	6450	7250
		0.160	2690 <b>B</b>	3680	4600	5500	6450	7350	8250
		0.180		4140	5150	6200	7250	8300	9300
		0.190		4320	5400	6550	7650	8750	9800
		0.200		4500	5750	6900	8050	9200	10300
		0.225		4650	6450	7700	9000	10300	11600
		0.250			6900	8600	10000	11500	12900
		0.312			7250	10400	12500	14300	16100
		0.375					14200	17100	19400
		0.438						18600	22200
0.500							23600		

95 KSI STANDARD FLUSH HEAD BOLTS, LOCKBOLTS, AND HEX-DRIVE BOLTS IN:  
CLAD OR BARE 2024-T3 SHEET OR PLATE  
TABLE I

NOTES

**A** DIA UP TO 0.375 INCLUSIVE

**B** 2620 FOR FASTENERS REFERRED TO IN **A**

Strengths of Standard Flush Head Bolts, Lockbolts, and Hex Drive Bolts



FASTENER PART NUMBERS		BACB30EL <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">D</span>		BACB30GW <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">E</span>		BACB30NU <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">D</span>				
		BACB30FB <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">D</span>		BACB30GY <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">E</span>		BACB30MV <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">C</span>				
		BACB30FM <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">C</span>		BACB30LL <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">D</span>		NAS1436-1442 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">E</span>				
		BACB30FM <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">C</span>		BACB30MY <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">B</span>		NAS1446-1452 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">E</span>				
FASTENER DIAMETER		3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	
SINGLE SHEAR (LBS)		2420	4650	7250	10400	14200	18600	23600	29150	
SINGLE SHEAR BEARING STRENGTH (LBS)	(LBS)	0.040 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">A</span>	690	920	1150					
		0.050 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">A</span>	860	1030	1430					
		0.063	1080	1440	1630					
		0.071	1220	1430	1960	2120				
		0.080	1380	1840	2290	2560	3220			
		0.090	1550	2070	2580	3040	3720	4140		
		0.100	1720	2300	2870	3450	4030	4600	5150	
		0.125	2020	2870	3590	4310	5050	5750	6450	7200
		0.140	2130	3220	4020	4830	5650	6450	7250	8050
		0.160	2170	3590	4590	5500	6450	7350	8250	9200
		0.180	2250	3570	4700	6200	7250	8300	9300	10300
		0.190	2420	5750	7450	6550	7650	8750	9800	10900
		0.200	2330	3790	5400	6900	8050	9200	10300	11500
		0.224	2430	3920	5750	7700	9000	10300	11600	12900
		0.250	2540	4050	5950	8300	10100	11500	12900	14400
		0.312	2620	4650	6350	8650	11300	14200	16200	18000
0.375			6500	8900	11800	14900	18300	21500		
0.500						12900	16200	19800	23700	

95 KSI SHEAR FLUSH HEAD BOLTS, SHEAR FLUSH AND PROTRUDING HEAD LOCKBOLTS AND HEX-DRIVE BOLTS IN:

CLAD OR BARE 2024-T3 SHEET OR PLATE  
TABLE 1

NOTES

- A COUNTERSUNK FASTENERS ARE TO BE AVOIDED WHEN POSSIBLE
- B DIA UP TO 0.5625 INCLUSIVE
- C DIA UP TO 0.500 INCLUSIVE
- D DIA UP TO 0.625 INCLUSIVE
- E DIA UP TO 0.375 INCLUSIVE

Strengths of Shear Flush Head Bolts, Shear Flush and Protruding Head Lockbolts and Hex-Drive Bolts

Εικόνα 33

FASTENER PART NUMBER		BACB30KD (ALLOY STEEL)						
FASTENER DIAMETER		3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	
SINGLE SHEAR (LBS)		3050	5300	8250	11900	16200	21200	
SINGLE SHEAR BEARING STRENGTH (LBS)	MATERIAL GAGE	0.100	2430					
		0.112	2570					
		0.125	2910	3740	4440			
		0.140	3050	4200	5150			
		0.160		4830	6000	7000	8000	
		0.180		5100	6700	8000	9750	
		0.190		5250	7000	8500	9750	10900
		0.200		5300	7200	8850	10400	11600
		0.224			7300	10000	11700	13200
		0.250			8150	11100	13200	14900
		0.312			8250	11600	15300	19000
		0.375				11900	15800	20100
		0.4375					16200	20900
		0.500						21200

108 KSI SHEAR FLUSH HEAD TAPER SHANK BOLT  
 IN CLAD OR BARE 7075-T6 OR PLATE  
 TABLE I

Strengths of Shear Flush Head Taper Shank Bolts

Εικόνα 34

FASTENER PART NUMBER		BACB3OPT			
FASTENER DIAMETER		1/4	5/16	3/8	
SINGLE SHEAR (LBS)		4800	7450	10700	
SINGLE SHEAR BEARING STRENGTH (LBS)	MATERIAL GAGE	0.071	1970		
		0.080	2270		
		0.090	2580	3120	
		0.100	2870	3530	4100
		0.125	3280	4460	5250
		0.140	3530	4760	6000
		0.160	3870	5150	6650
		0.190	4360	5850	7400
		0.200	4530	6000	7600
		0.224	4800	6500	8200
		0.250		7050	8900
		0.312		7450	10400
		0.375			10700

95 KSI 70° HEAD RADIUS LEAD-IN BOLT IN CLAD OR BARE 7075-T6 SHEET OR PLATE  
TABLE I

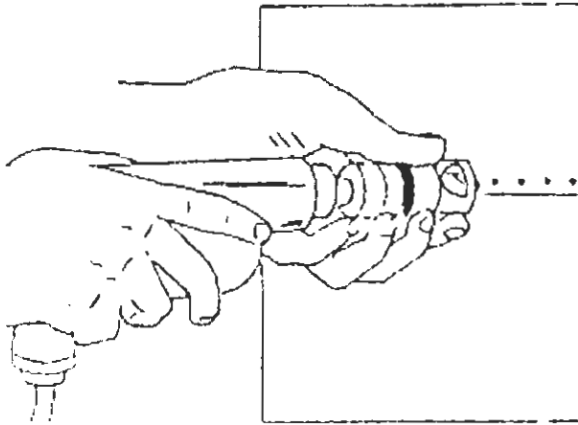
Strengths of 70° Head Radius Lead-In Bolts

Εικόνα 35

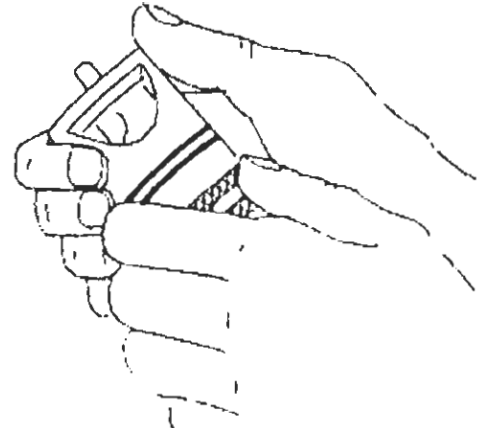
## 9 ΦΡΕΖΑΡΙΣΜΑ (COUNTERSINKING)

### α. Γενικά

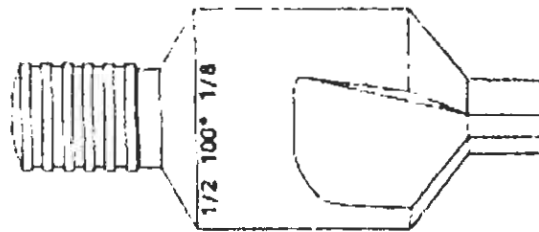
1. Το πλέον αποτελεσματικό εργαλείο φρεζαρίσματος με φορητό εξοπλισμό προσαρμοσμένο με μετακινούμενο κοπτικό εργαλείο, είναι το microstop countersink. Η χρήση του microstop countersink δείχνεται στην εικόνα 36.
2. Οι διαστάσεις φρεζαρίσματος για solid shank rivets (BACR15CE) φαίνονται στην εικόνα 37.
3. Διαστάσεις φρεζαρίσματος για διαμόρφωση 82°/30° δείχνονται στην εικόνα 38.
4. Οι διαστάσεις φρεζαρίσματος και η επιτρεπόμενη αστοχία ευθυγράμμισης φρεζαρίσματος για τους 70-degree head radius lead-in bolts δείχνεται στην εικόνα 39.
5. Η επιτρεπόμενη αστοχία ευθυγράμμισης φρεζαρίσματος για τους lockbolts και τους hex-drive bolts δείχνεται στην εικόνα 40.
6. Η λωρίδα ανακούφισης σπών για τους κοχλίες ασφαλείας επίπεδης κεφαλής και για τους Hex-drive bolt δείχνεται στην εικόνα 41.
7. Οι διαστάσεις φρεζαρίσματος για τους ήλους BACR15GA δείχνονται στην εικόνα 42.



HOLDING OF MICROSTOP  
COUNTERSINK TOOL



ADJUSTING OF MICROSTOP  
COUNTERSINK TOOL



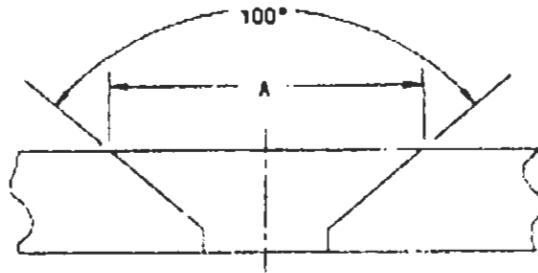
COUNTERSINK CUTTER

#### NOTES

- IN ACTUAL PRACTICE, THE PROPER DEPTH OF THE COUNTERSINK IS DETERMINED BY DRIVING A TEST RIVET IN A SCRAP PIECE OF METAL. THE DEPTH ADJUSTMENT OF THE MICROSTOP COUNTERSINK TOOL IS GRADUALLY INCREASED UNTIL A COUNTERSINK DEPTH IS OBTAINED THAT PROVIDES THE REQUIRED FLUSHNESS OF A DRIVEN RIVET. ONCE THE PROPER COUNTERSINK ADJUSTMENT HAS BEEN ESTABLISHED IN THIS MANNER, THE TOOL CAN BE USED FOR COUNTERSINKING ON THE ACTUAL JOB

Microstop Countersink

Εικόνα 36



RIVET DIAMETER	MAX COUNTERSINK DIAMETER "A"
1/8	0.200
3/32	0.250
3/16	0.305
1/4	0.405

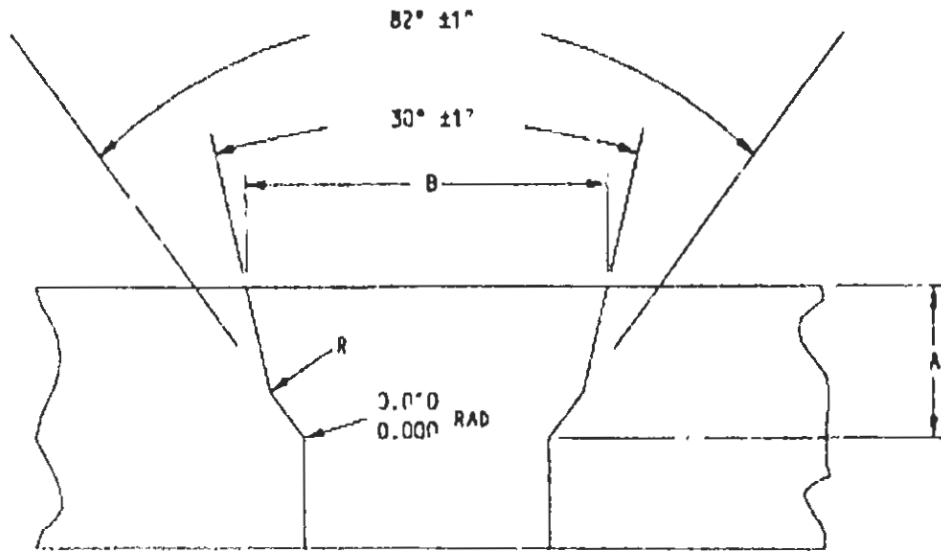
COUNTERSINK FOR BACR15CE RIVETS  
DETAIL J

NOTES

- COUNTERSINK DIMENSIONS IN THIS TABLE ARE GIVEN IN TERMS OF THE MAXIMUM DIAMETER. THIS IS THE MOST SIGNIFICANT DIMENSION IN AVOIDING A COUNTERSINK WHICH MAY PRODUCE A KNIFE-EDGE CONDITION IN THE RIVETED MATERIAL
- ^ MINIMUM COUNTERSINK DIAMETERS ARE DETERMINED BY THE AERODYNAMIC FLUSHNESS REQUIREMENTS GIVEN IN 51-10-01

Countersink Dimensions for BACR15CE Solid Rivets

Εικόνα 37



RIVET DIA	DIM A		DIM B		RAD R	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
5/32	0.060	0.070	0.219	0.224	0.03	0.05
3/16	0.075	0.085	0.270	0.275	0.09	0.12
1/4	0.102	0.112	0.355	0.360	0.09	0.12
5/16	0.128	0.133	0.434	0.439	0.09	0.12
3/8	0.154	0.164	0.503	0.508	0.09	0.12
7/16	0.154	0.164	0.575	0.580	0.09	0.12

#### NOTES

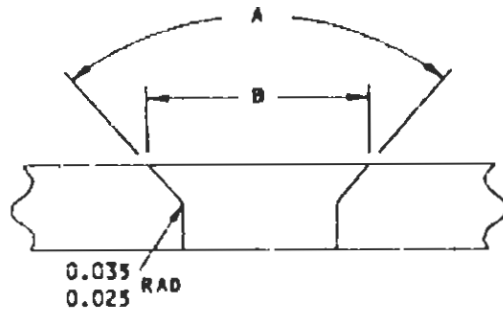
- ST1223Z STANDARD MICROSTOP  
COUNTERSINK MAY BE PURCHASED  
FROM:

MAGNAVON INDUSTRIES  
4320 EAST LA PALMA  
ANAHEIM, CA 92807  
(714) 993-4320

PACIFIC DISTRIBUTING INC  
7118 BEACON SOUTH  
SEATTLE, WA 98108  
(206) 722-2610

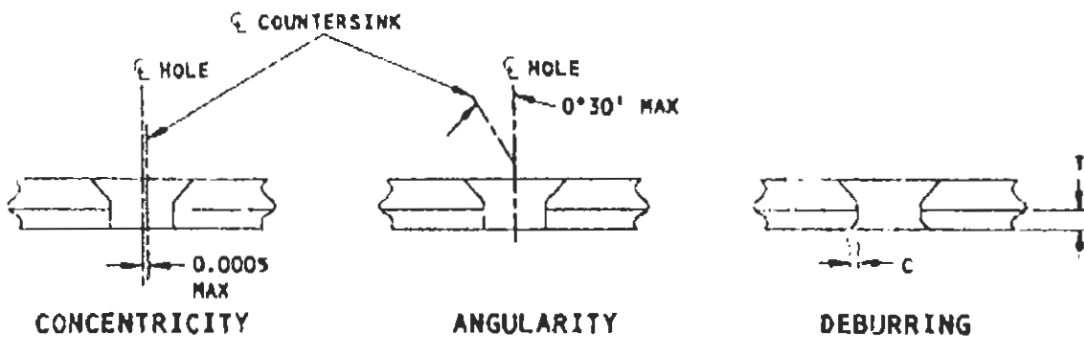
Dimensions of Modified 82°/30° Countersink

Εικόνα 38



FASTENER SIZE	ANGLE A $\pm 1/2^\circ$	DIMENSION B					
		STANDARD		FIRST OVERSIZE		SECOND OVERSIZE	
		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
1/4	70°	0.342	0.352	0.352	0.362	0.367	0.377
5/16	70°	0.418	0.428	0.428	0.438	0.444	0.454
3/8	70°	0.495	0.505	0.504	0.514	0.519	0.529

COUNTERSINK DIMENSIONS

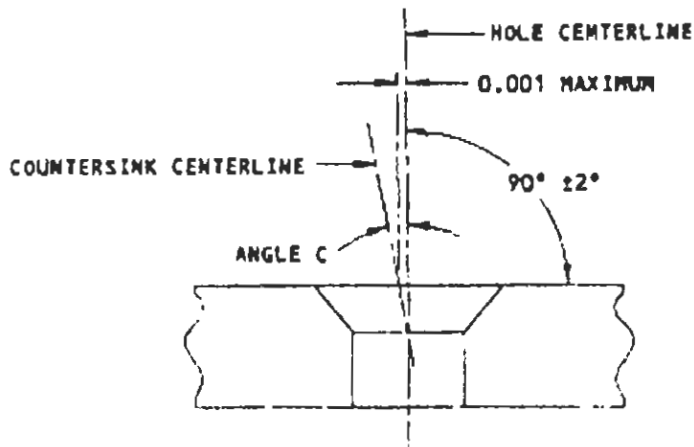


THICKNESS T	RADIUS OR CHAMFER C
UP TO 0.091	0.005
OVER 0.091	0.010

Countersink Dimensions and Permissible Countersink Misalignment for 70° Head Radius Lead-In Bolts

Εικόνα 39

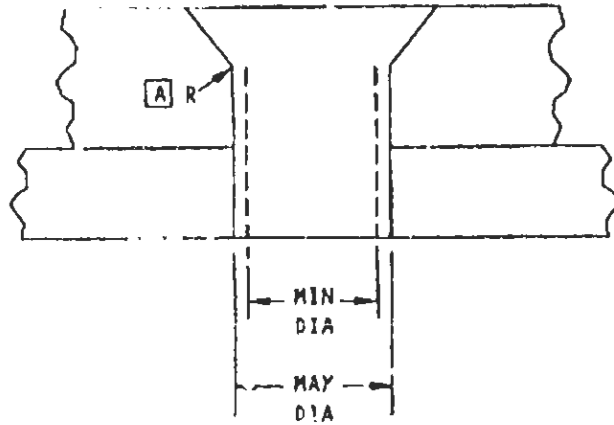




FASTENER TYPE	FASTENER MATERIAL	FASTENER DIAMETER	ANGLE C (MAX)
PULL TYPE SHEAR HEAD LOCKBOLTS	ALUMINUM AND ALLOY STEEL	3/16	2.5°
		1/4	2.5°
		5/16	2.5°
		3/8	2°
	A286 CRES	ALL	2°
	TITANIUM	ALL	1°
ALL OTHER LOCKBOLTS AND ALL HEX-DRIVE BOLTS	TITANIUM	ALL	1°
	ALL OTHERS	ALL	2°

Permissible Countersink Misalignment for Lockbolts and Hex-Drive Bolts

Εικόνα 40



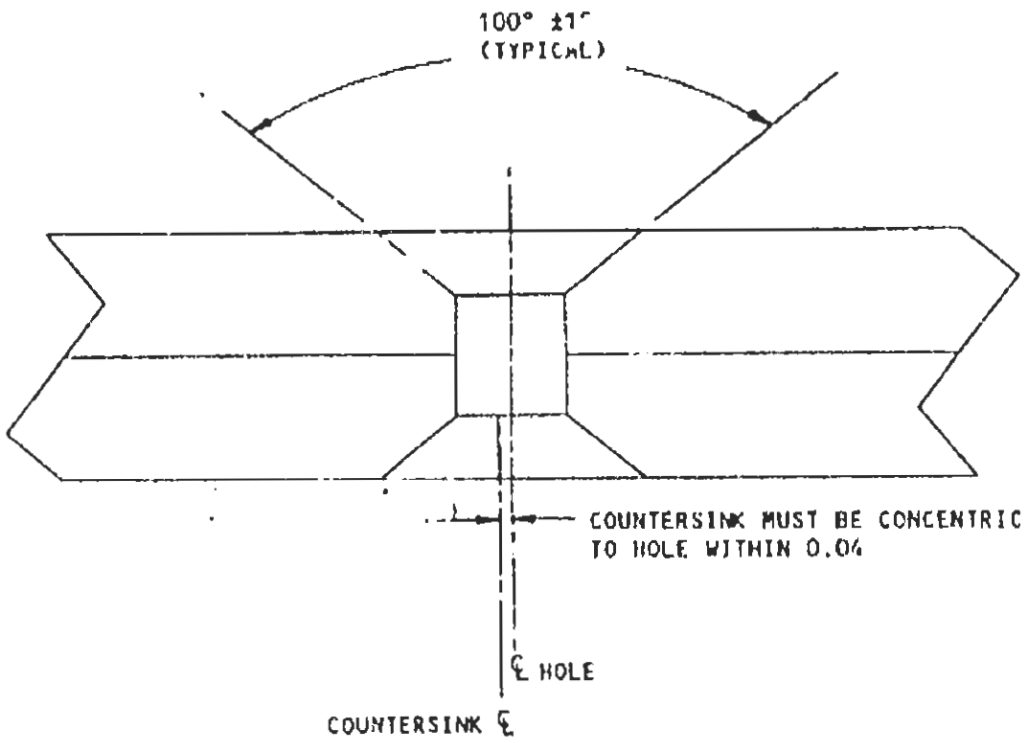
FASTENER SIZE	RADIUS R	
	MIN	MAX
5/32 3/16 1/4	0.030	0.040
5/16 3/8	0.040	0.050
7/16 1/2 9/16 5/8 3/4 7/8 1	0.050	0.060

NOTES

- [A] MAKE THE RADIUS BLEND SMOOTHLY WITH THE SHANK DIAMETER

Fillet Relief for Flush Head Lockbolt and Hex-Drive Bolt Holes

Εικόνα 41



NOMINAL RIVET DIAMETER (INCH)	COUNTERSINK DIAMETER (INCH)
(-5) 5/32	0.242 0.227
(-6) 3/16	0.297 0.282
(-7) 7/32	0.325 0.318

COUNTERSINK DIMENSION FOR FLARED SIDE OF RIVET

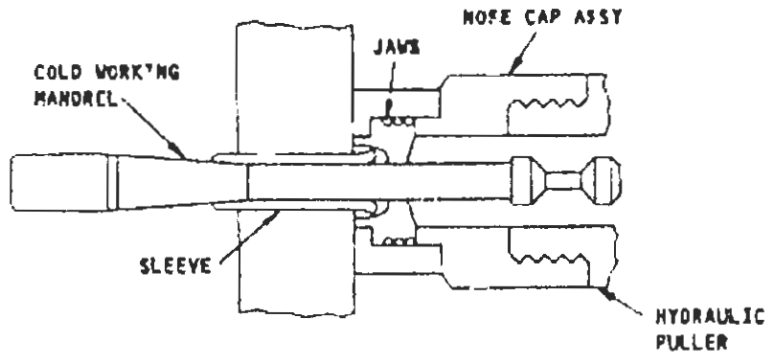
Countersink Dimensions for BACR15GA Rivets

Εικόνα 42

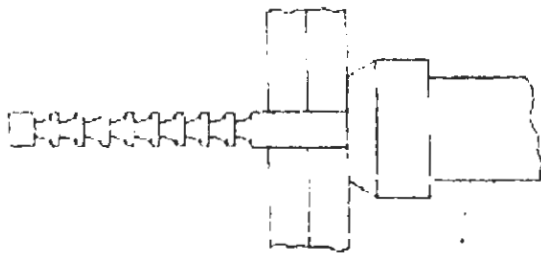
## 10 ΕΝ ΨΥΧΡΩ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΟΠΩΝ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΚΟΠΩΣΗ

### α. Γενικά

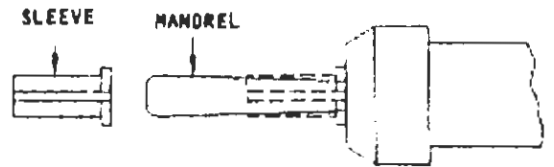
1. Η κατεργασία εν ψυχρώ των οπών των συνδετικών μέσων, γίνεται για να βελτιώσει τις ιδιότητες κόπωσης της σύνδεσης, μέσω της συμπίεσης του υλικού γύρω από το χείλος των οπών. Αυτό πραγματοποιείται διαπερνώντας έναν άξονα σε μια μικρότερου μεγέθους οπή, όπου συνεπώς μεγεθύνεται η οπή, συμπιέζεται το μέταλλο, και διαμορφώνεται η διάσταση της οπής στις τελικές διαστάσεις. Η εργασία εν ψυχρώ προκαλεί ακτινική πλαστική ροή του υλικού και προξενεί την μείωση της έντασης στην περιοχή γύρω από την οπή η οποία, στην περίπτωση μεγάλης παρέμβασης κατά την εν ψυχρώ διαδικασία, εκτείνεται περίπου μια ακτίνα γύρω από τα άκρα της οπής.
2. Υπάρχουν δυο διαδικασίες επεξεργασίας εν ψυχρώ:
  - Η split sleeve cold expansion process ή διαχωριζόμενη κυλινδρικά εν ψυχρώ επεξεργασία διαστολής (εικόνες 43,44,45), και
  - Η sleeveless cold-working process ή κυλινδρικά εν ψυχρώ επεξεργασία (εικόνες 46,47).
3. Οι δυο διαδικασίες επεξεργασίας εν ψυχρώ χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:
  - Την high interference sleeveless cold working process ή υψηλής παρέμβασης εν ψυχρώ επεξεργασίας (εικόνες 43,44,46,47), και
  - Την low interference cold working process ή χαμηλής παρέμβασης εν ψυχρώ επεξεργασίας (εικόνα 45).
4. Στις εικόνες 48 και 49 φαίνεται το μέσο και ο τρόπος προετοιμασίας εργαλείων και μηχανών για την high interference sleeveless cold working process.



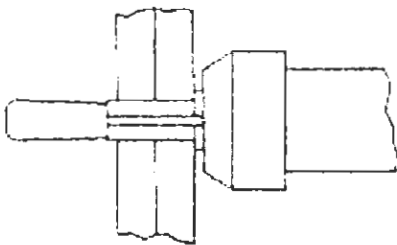
TYPICAL ASSEMBLY  
(PRIOR TO COLD WORKING)



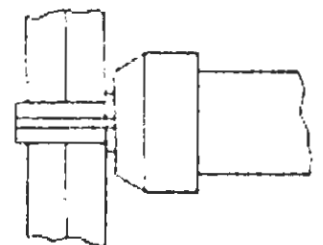
STEP 1 BROACH OR REAM HOLE TO STARTING  
SIZE SHOWN IN TABLE I



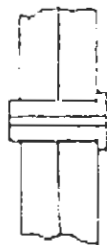
STEP 2 SLIDE SLEEVE OVER MANDREL  
UP TO NOSE PIECE OF PULLER



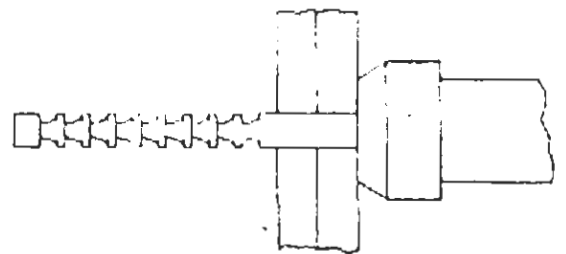
STEP 3 INSERT MANDREL AND SLEEVE  
INTO HOLE



STEP 4 ACTUATE PULLER TO PULL  
MANDREL THROUGH SLEEVE



STEP 5 REMOVE AND DISCARD SLEEVE



STEP 6 BROACH OR REAM HOLE TO  
FINAL SIZE SHOWN IN TABLE I

SIMPLIFIED SEQUENCE OF OPERATIONS  
(REFER TO TEXT FOR COMPREHENSIVE  
SEQUENCE OF OPERATIONS)

High Interference Sleeve Cold Working Process

Εικόνα 43α

NOM FASTENER SIZE [K]	STARTING HOLE SIZE	MAXIMUM ALLOWABLE HOLE SIZE
5/32	0.146 0.143	0.1720
11/64 *	0.162 0.159	0.1880
3/16	0.180 0.177	0.2060
13/64 *	0.195 0.192	0.2220
7/32 *	0.212 0.209	0.2390
15/64 *	0.228 0.225	0.2550
1/4	0.238 0.235	0.2635
17/64 *	0.254 0.251	0.2815
9/32 *	0.269 0.266	0.2970
19/64 *	0.286 0.283	0.3140
5/16	0.300 0.297	0.3270
21/64 *	0.316 0.313	0.3450
11/32 *	0.331 0.328	0.3605
23/64 *	0.347 0.344	0.3765
3/8	0.362 0.359	0.3920
25/64 *	0.378 0.375	0.4080
13/32 *	0.394 0.391	0.4245
27/64 *	0.409 0.406	0.4400
7/16	0.424 0.421	0.4555
29/64 *	0.440 0.437	0.4715
15/32 *	0.453 0.450	0.4855
31/64 *	0.468 0.465	0.5005
1/2	0.477 0.474	0.5200
33/64 *	0.493 0.490	0.5440
17/32 *	0.508 0.506	0.5595

NOM FASTENER SIZE [K]	STARTING HOLE SIZE	MAXIMUM ALLOWABLE HOLE SIZE
35/64 *	0.524 0.521	0.5755
9/16	0.540 0.537	0.5920
37/64 *	0.556 0.553	0.6080
19/32 *	0.571 0.568	0.6235
39/64 *	0.586 0.583	0.6390
5/8	0.600 0.597	0.6562
41/64 *	0.614 0.611	0.6719
21/32 *	0.634 0.631	0.6875
43/64 *	0.649 0.646	0.7040
11/16	0.662 0.659	0.7188
45/64 *	0.678 0.675	0.7344
23/32 *	0.693 0.690	0.7500
47/64 *	0.709 0.706	0.7657
3/4	0.721 0.718	0.7812
49/64 *	0.737 0.734	0.7968
25/32 *	0.752 0.749	0.8125
51/64 *	0.768 0.765	0.8281
13/16	0.785 0.782	0.8437
53/64 *	0.801 0.798	0.8594
27/32 *	0.814 0.811	0.8750
55/64 *	0.829 0.826	0.8906
7/8	0.844 0.841	0.9062
57/64 *	0.860 0.857	0.9218
29/32 *	0.882 0.879	0.9420
59/64 *	0.897 0.894	0.9575

\* = OVERSIZE REPAIR FASTENER

HOLE SIZES FOR HIGH INTERFERENCE COLD WORKED HOLES  
TABLE I

High Interference Sleeve Cold Working Process

Εικόνα 43β

NOM FASTENER SIZE (K)	STARTING HOLE SIZE	MAXIMUM ALLOWABLE HOLE SIZE
15/16	0.904 0.901	0.9910
61/64 *	0.920 0.917	1.0367
31/32 *	0.936 0.933	1.0230
63/64 *	0.952 0.949	1.0390
1	0.968 0.965	1.0468
1	0.952 (G) 0.949	
1-1/64 *	0.984 0.981	1.0650
1-1/64 *	0.968 (G) 0.965	
1-1/32 *	1.000 0.997	1.0780
1-3/64 *	1.016 1.013	1.1050
1-1/8	1.078 1.075	1.1700
1-1/8	1.062 (G) 1.059	
1-9/64 *	1.094 1.091	1.1860
1-9/64 *	1.078 (G) 1.075	
1-5/32 *	1.110 1.107	1.2020
1-11/64 *	1.126 1.123	1.2180
1-3/16	1.140 1.136	1.2320
1-3/16	1.124 (G) 1.120	
1-13/64 *	1.156 1.152	1.2480
1-13/64 *	1.139 (G) 1.136	
1-7/32 *	1.172 1.168	1.2640
1-15/64 *	1.188 1.184	1.2800
1-1/4	1.203 1.199	1.2970
1-1/4	1.187 (G) 1.183	
1-17/64 *	1.219 1.215	1.3130

NOM FASTENER SIZE (K)	STARTING HOLE SIZE	MAXIMUM ALLOWABLE HOLE SIZE
1-17/64 *	1.202 (G) 1.199	
1-9/32 *	1.235 1.231	1.3290
1-19/64 *	1.251 1.247	1.3450
1-3/8	1.320 1.316	1.4218
1-3/8	1.304 (G) 1.300	
1-25/64 *	1.340 1.336	1.4375
1-25/64 *	1.324 (G) 1.320	
1-13/32 *	1.356 1.352	1.4531
1-27/64 *	1.372 1.368	1.4687
1-1/2	1.431 1.427	1.5468
1-1/2	1.415 (G) 1.411	
1-33/64 *	1.447 1.443	1.5625
1-33/64 *	1.431 (G) 1.427	
1-17/32 *	1.463 1.459	1.5781
1-35/64 *	1.479 1.475	1.5937
1-5/8	1.563 1.559	1.6718
1-5/8	1.547 (G) 1.543	
1-41/64 *	1.579 1.575	1.6875
1-41/64 *	1.553 (G) 1.550	
1-21/32 *	1.595 1.591	1.7031
1-43/64 *	1.611 1.607	1.7187
1-3/4	1.700 1.696	1.8110
1-49/64 *	1.715 1.711	1.8260
1-25/32 *	1.730 1.726	1.8420
1-51/64 *	1.746 1.742	1.8575

HOLE SIZES FOR HIGH INTERFERENCE COLD WORKED HOLES  
TABLE I (CONT)

High Interference Sleeve Cold Working Process

Εικόνα 43γ

NOM ASTEHER SIZE	MANDREL ST5300-CBN [F] [Y]	SLEEVE ST5300-CBS [A]	UNIVERSAL KIT NO. MITBAC 5973 [D]			UNIVERSAL KIT NO. ZHITBAC 5973 [D]		
			NOSE CAP ST5300-CBC	JAW ASSY ST5300-CBC [B]	CHUCK ASSY ST1350A	NOSE CAP ST1350A-C	JAW ASSY ST5300-CBC [B]	CHUCK ASSY ST5300-C
5/32	-5-0-N-E	-5-0-N-A-B	-3	-C-23	-29	-12	-C-23	-227
11/64	-5-1-N-E	-5-1-N-A-B	-3	-C-23	-29	-12	-C-23	-227
3/16	-6-0-N-E	-6-0-N-A-B	-3	-C-24	-29	-12	-C-24	-227
13/64	-6-1-N-E	-6-1-N-A-B	-3	-C-24	-29	-12	-C-24	-227
7/32	-6-2-N-E	-6-2-N-A-B	-3	-C-24	-29	-12	-C-24	-227
15/64	-6-3-N-E	-6-3-N-A-B	-3	-C-24	-29	-12	-C-24	-227
1/4	-8-0-N-E	-8-0-N-A-B	-3	-C-25	-29	-12	-C-25	-227
17/64	-8-1-N-E	-8-1-N-A-B	-3	-C-25	-29	-12	-C-25	-227
9/32	-8-2-N-E	-8-2-N-A-B	-3	-C-25	-29	-12	-C-25	-227
19/64	-8-3-N-E	-8-3-N-A-B	-3	-C-25	-29	-12	-C-25	-227
5/16	-10-0-N-E	-10-0-N-A-B	-3	-C-26	-29	-12	-C-26	-227
21/64	-10-1-N-E	-10-1-N-A-B	-3	-C-26	-29	-12	-C-26	-227
11/32	-10-2-N-E	-10-2-N-A-B	-3	-C-26	-29	-12	-C-26	-227
23/64	-10-3-N-E	-10-3-N-A-B	-3	-C-26	-29	-12	-C-26	-227
3/8	-12-0-N-E	-12-0-N-A-B	-3	-C-27	-29	-12	-C-27	-227
25/64	-12-1-N-E	-12-1-N-A-B	-3	-C-27	-29	-12	-C-27	-227
13/32	-12-2-N-E	-12-2-N-A-B	-3	-C-27	-29	-12	-C-27	-227
27/64	-12-3-N-E	-12-3-N-A-B	-3	-C-27	-29	-12	-C-27	-227

High Interference Sleeve Cold Working Process

Εικόνα 43δ

COLD WORKING TOOLS FOR HOLES LESS THAN 7/16 INCH DIAMETER - HIGH INTERFERENCE, SLEEVE TYPE

TABLE III



## NOTES

- A** "A" IS THE LENGTH OF THE SLEEVE IN 1/16 OF AN INCH WHICH MUST EQUAL OR EXCEED THE HOLE DEPTH. SLEEVES ARE MADE IN 1/4-INCH INCREMENTS ONLY, FROM 3/4 INCH TO 1-1/2 INCHES LONG. SLEEVES MAY BE STACKED FOR DEEP HOLES.

"B" IS THE TYPE OF SLEEVE DENOTED BY THE SUFFIX F FOR FLARED TYPE OR S FOR STRAIGHT TYPE. FOR HOLES LESS THAN 7/16 DIA THE FLARED TYPE IS PREFERRED, BUT IF STACKED THE ADDITIONAL SLEEVES MUST BE OF THE STRAIGHT TYPE. FOR HOLE SIZES 7/16 DIA AND GREATER ONLY THE STRAIGHT TYPE WILL BE USED.

EXAMPLE: STS300-CBS-10-0-M-8-F

THIS IS A FLARED SLEEVE (INDICATED BY -F) FOR A 5/16 DIA HOLE WITH A LENGTH OF 1/2 INCH (INDICATED BY -8).

- B** "C" IS THE TYPE OF JAW ASSY REQUIRED TO SUIT THE TYPE OF SLEEVE BEING USED. USE THE SUFFIX F FOR FLARED TYPE OR S FOR STRAIGHT TYPE.
- C** "D" IS THE TYPE OF MANDREL REQUIRED TO SUIT THE CHUCK. SPECIFY 2 FOR THE TYPE I MANDRELS USED WITH A 3-JAW CHUCK OR 3 FOR THE TYPE III MANDRELS USED WITH A THREADED CHUCK. TYPE III MANDRELS ARE REQUIRED FOR HOLES 11/16 DIA AND LARGER.
- EXAMPLE: STS300-CBM-18-0-M-2
- THIS IS A MANDREL FOR A 9/16-INCH DIAMETER HOLE FOR USE WITH A 3-JAW CHUCK (INDICATED BY -2).
- D** KIT #MITBAC5973 AND KIT #2MITBAC5973 ARE ALTERNATIVES.
- E** 3-JAW CHUCKS OR THREADED CHUCKS ARE ALTERNATIVES FOR SIZES LESS THAN 11/16-INCH DIAMETER.

- F** "E" IS THE TYPE OF MANDREL REQUIRED TO SUIT THE CHUCK. SPECIFY 1 FOR THE TYPE I MANDRELS USED WITH A 3-JAW CHUCK OR 1A FOR THE TYPE 1A MANDRELS USED WITH A THREADED CHUCK.

EXAMPLE: STS300-CBM-12-0-M-1

THIS IS A MANDREL FOR A 3/8-INCH DIAMETER HOLE FOR USE WITH A 3-JAW CHUCK (INDICATED BY -1).

- G** STARTING HOLE SIZE FOR SPECIAL SLEEVES.
- H** INDICATIVE OF SPECIAL MANDRELS TO BE USED IN CONJUNCTION WITH SPECIAL SLEEVES.
- I** MANDREL MATERIAL MUST BE SPECIFIED. SPECIFY H FOR H-11 OR H-13 TOOL STEEL OR V FOR VASCOJET TOOL STEEL. USE H-11 OR H-13 (H) TOOL STEEL FOR COLD WORKING HOLES IN ALUMINUM. USE VASCOJET (V) TOOL STEEL FOR COLD WORKING HOLES IN STEEL OR ALUMINUM.
- EXAMPLE: STS300-CBM-22-0-M-3-V
- THIS IS A MANDREL MADE FROM VASCOJET TOOL STEEL.
- J** AFTER COLD WORKING, HOLES ARE INTENTIONALLY UNDERSIZE TO PERMIT CLEANUP OF TAPER. THEY MUST BE BROACHED OR REAMED TO SIZES APPROPRIATE TO THE FASTENERS BEING INSTALLED. REFER TO 51-40-05, FIG. 1 FOR HOLE DIMENSIONS, UNLESS HOLE SIZE IS SPECIFIED ON DRAWING OR REPAIR. MAXIMUM METAL REMOVAL PERMITTED IS SHOWN IN TABLE II.
- K** IN SOME CONDITIONS, IT IS PERMITTED TO DO THESE STEPS:
1. COLD WORK THE HOLE AS IF THE FINISHED HOLE DIAMETER WAS 1/64 SMALLER.
  2. REAM THE HOLE TO THE CORRECT FINISHED DIAMETER. THE FINISHED DIAMETER MUST NOT BE LARGER THAN THE MAXIMUM PERMITTED HOLE DIAMETER.

TOOL CODE	EXISTING HOLE DIAMETER A	STARTING HOLE DIAMETER		APPROXIMATE HOLE DIAMETER AFTER COLD WORKING B	RECOMMENDED FASTENER C	FINAL HOLE DIAMETER			
		MIN	MAX			TRANSITION FIT		MAX. ALLOWABLE D	
						MIN	MAX	DECIMAL	FRACT.
R30	5/32	0.169	0.171	0.173	3/16	0.187	0.190	0.206	13/64
R32	3/16	0.197	0.202	0.205	7/32	0.216	0.219	0.239	15/64
R40	7/32	0.229	0.232	0.236	1/4	0.247	0.250	0.2655	17/64
R42	1/4	0.260	0.263	0.268	9/32	0.278	0.281	0.2970	19/64
R50	9/32	0.290	0.293	0.299	5/16	0.309	0.313	0.329	21/64
R52	5/16	0.322	0.325	0.332	11/32	0.341	0.344	0.3605	23/64
R60	11/32	0.352	0.355	0.363	3/8	0.371	0.375	0.392	25/64
R62	3/8	0.383	0.386	0.394	13/32	0.403	0.406	0.4245	27/64

HOLE SIZES FOR FASTENERS LESS THAN 7/16 INCH DIAMETER  
TABLE 1

Alternate High Interference Sleeve Cold Working Process

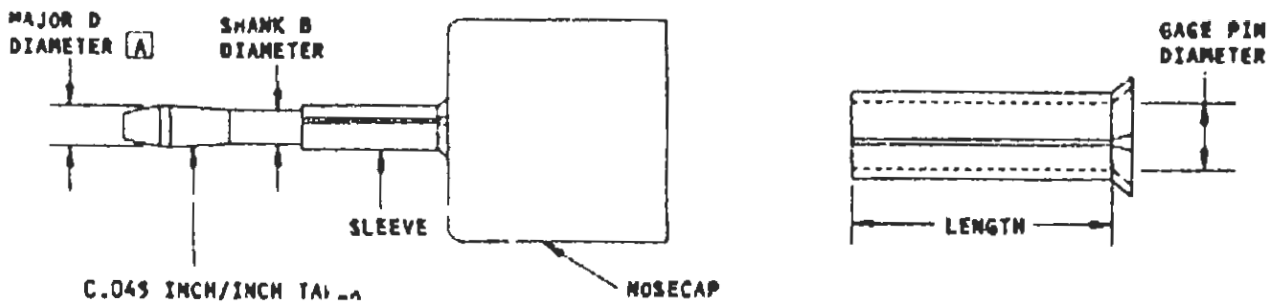
Εικόνα 44α

TOOL CODE	MAXIMUM EXISTING HOLE DIAMETER [F]	STARTING HOLE DIAMETER		APPROXIMATE HOLE DIAMETER AFTER COLD WORKING [E]	RECOMMENDED FASTENER	FINAL HOLE DIAMETER			
		MIN	MAX			REQUIRED FINISHED HOLE DIA.		MAX. ALLOWABLE [D]	
						MIN	MAX	DECIMAL	FRACT.
14-0-N	0.410	0.421	0.424	0.431	7/16	0.4340	0.4490	0.4555	29/64
16-0-N	0.469	0.474	0.477	0.486	1/2	0.4960	0.5119	0.5280	33/64
18-0-N	0.531	0.537	0.540	0.550	9/16	0.5580	0.5739	0.5920	37/64
20-0-N	0.587	0.597	0.600	0.612	5/8	0.6210	0.6364	0.6562	21/32
24-0-N	0.708	0.718	0.721	0.736	3/4	0.7460	0.7614	0.7812	25/32
28-0-N	0.831	0.841	0.844	0.862	7/8	0.8710	0.8864	0.9062	29/32
30-0-N	0.891	0.901	0.904	0.923	15/16	0.9345	0.9499	0.9910	63/64

HOLE SIZES FOR FASTENERS GREATER THAN 13/32 AND LESS THAN 1 INCH DIAMETER  
TABLE II

Alternate High Interference Sleeve Cold Working Process

Εικόνα 44β



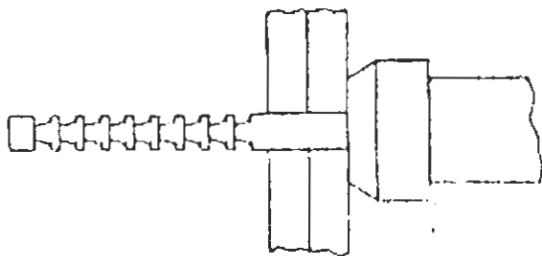
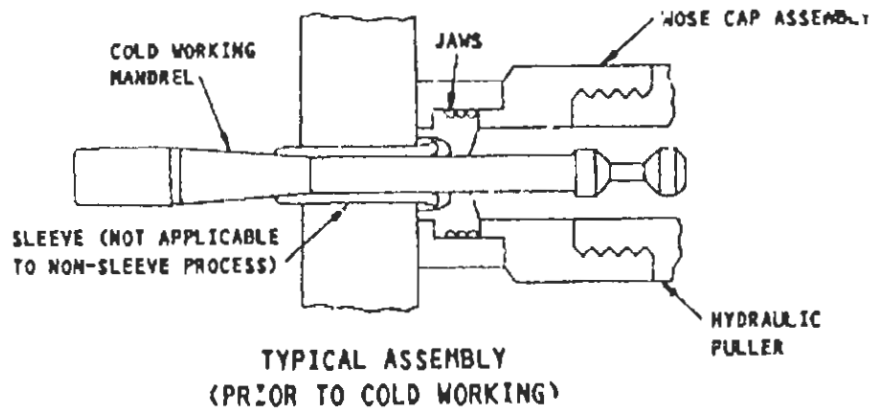
### COLD WORKING MANDREL AND SLEEVE DIMENSIONS

TOOL CODE	MANDREL MAJOR DIAMETER D G Q	GAGE PIN B DIAMETER
14-0-M	0.4180	0.3950
16-0-M	0.4695	0.4445
18-0-M	0.5340	0.5070
20-0-M	0.5915	0.5610
24-0-M	0.7165	0.6820
28-0-M	0.8370	0.7980
30-0-M	0.8990	0.8540
30-2-M	0.9310	0.8920
32-0-M	0.9655	0.9200
32-2-M	0.9975	0.9560
32-3-M	1.0135	0.9720
36-0-M	1.0800	1.0350
36-2-M	1.1120	1.0660
38-0-M	1.1425	1.0910
38-2-M	1.1745	1.1275
40-0-M	1.2080	1.1570
40-2-M	1.2400	1.1915
40-3-M	1.2560	1.2065
44-0-M	1.3285	1.2700
44-2-M	1.3605	1.3115
44-3-M	1.3765	1.3275
48-0-M	1.4430	1.3820
48-2-M	1.4750	1.4185
48-3-M	1.4910	1.4345
52-0-M	1.5745	1.5185
52-2-M	1.6055	1.5505

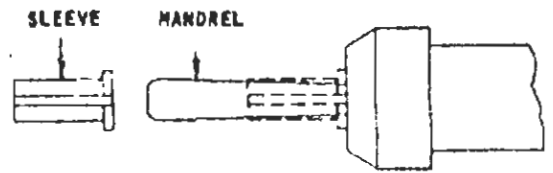
CLASS I SLEEVE COLD WORK REQUIREMENTS  
TABLE V

Alternate High Interference Sleeve Cold Working Process

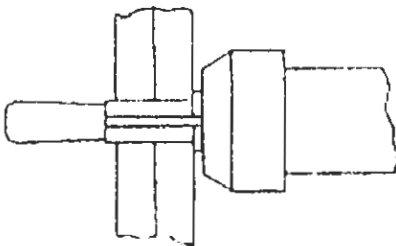
Εικόνα 44γ



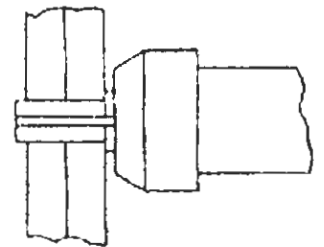
**STEP 1 BROACH OR REAM HOLE TO STARTING SIZE SHOWN IN TABLE I**



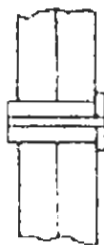
**STEP 2 IF SLEEVE IS BEING USED, SLIDE SLEEVE OVER MANDREL UP TO NOSE PIECE OF PULLER**



**STEP 3 INSERT MANDREL OR MANDREL AND SLEEVE ASSY INTO HOLE**



**STEP 4 ACTUATE PULLER TO PULL MANDREL THROUGH HOLE**



**STEP 5 REMOVE AND DISCARD SLEEVE IF ONE HAS BEEN USED**

**SIMPLIFIED SEQUENCE OF OPERATIONS  
(REFER TO TEXT FOR COMPREHENSIVE SEQUENCE OF OPERATIONS)**

**Low Interference Sleeve Cold Working Process**

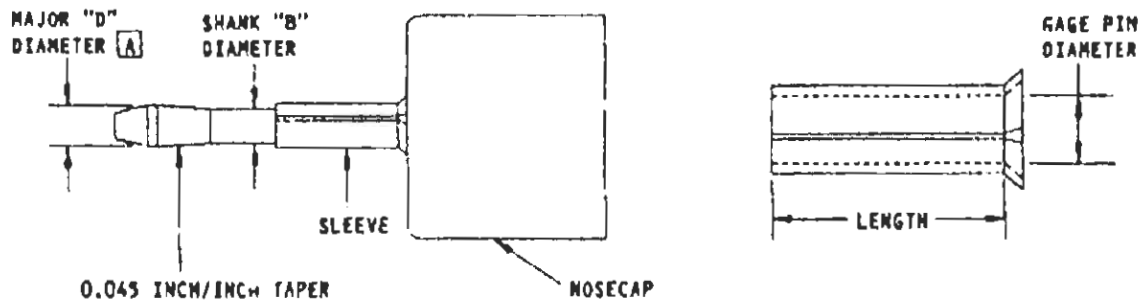
Εικόνα 45α

NOMINAL HOLE SIZE $\Phi$		BOLTS AND OPEN HOLES			LOCKBOLTS AND HI-LOCKS			RIVETS		
STANDARD	OVER-SIZE	STARTING HOLE DIA. +0.0005 -0.0025	FINISHED HOLE DIAMETER		STARTING HOLE DIA. +0.0005 -0.0025	FINISHED HOLE DIAMETER		STARTING HOLE DIA. +0.0005 -0.0025	FINISHED HOLE DIAMETER	
			MIN	MAX		MIN	MAX		MIN	MAX
1/8	5/32	0.1250 0.1542	0.1267 0.1580	0.1295 0.1608				0.1270 0.1580	0.128 0.159	0.131 0.162
3/16	7/32	0.1875 0.2187	0.1894 0.2206	0.1922 0.2234	0.1855 0.2130	0.187 0.216	0.190 0.219	0.1890 0.2185	0.190 0.220	0.195 0.2245
1/4	9/32	0.2500 0.2812	0.2520 0.2833	0.2548 0.2861	0.2495 0.2750	0.247 0.278	0.250 0.281	0.2520 0.2810	0.253 0.283	0.257 0.286
5/16	11/32	0.3125 0.3437	0.3145 0.3458	0.3175 0.3488	J.3080 C.3380	0.309 0.341	0.313 0.344	0.3140 0.3435	0.317 0.345	0.3205 0.348
3/8	13/32	0.3750 0.4062	0.3771 0.4083	0.3903 0.4117	0.3695 0.4015	0.371 0.403	0.375 0.406	0.3750 0.4060	0.378 0.408	0.382 0.412
7/16	15/32	0.4375 0.4687	0.4396 0.4708	0.4452 0.4766	0.4310 0.4622	0.434 0.466	0.438 0.469	0.4365	0.441	0.444
1/2	17/32	0.500 0.5312	0.5020 0.5332	0.5064 0.5375						
9/16	19/32	0.5625 0.5937	0.5647 0.5959	0.5691 0.6003						
5/8	21/32	0.6250 0.6562	0.6272 0.6583	0.6316 0.6629						
11/16	23/32	0.6875 0.7187	0.6899 0.7212	0.6943 0.7256						
3/4	25/32	0.7500 0.7812	0.7525 0.7837	0.7571 0.7883						
13/16	27/32	0.8125 0.8437	0.8151 0.8464	0.8197 0.8510						
7/8	29/32	0.8750 0.9062	0.8778 0.9091	0.8824 0.9137						
15/16	31/32	0.9375 0.9687	0.9404 0.9716	0.9452 0.9764						
1	1-1/32	1.0000 1.0312	1.0030 1.0343	1.0078 1.0931						

HOLE SIZES FOR LOW INTERFERENCE SLEEVE COLD WORKING PROCESS  
TABLE I

Low Interference Sleeve Cold Working Process

Εικόνα 45β



COLD WORKING MANDREL AND SLEEVE DIMENSIONS

NOMINAL HOLE SIZE		BOLTS AND OPEN HOLES		LOCKBOLTS AND HI-LOKS		RIVETS	
STANDARD	OVER-SIZE	MAJOR "D" DIA. $\pm 0.0002$	GAGE PIN "B" DIA.	MAJOR "D" DIA. $\pm 0.0002$	GAGE PIN "B" DIA.	MAJOR "D" DIA.	GAGE PIN "B" DIA. $\pm 0.0005$
1/8	5/32	0.1200 0.1513	0.1065 0.1377			0.1200 0.1513	0.1085 0.1395
3/16	7/32	0.1827 0.2138	0.1671 0.2002	0.1825 0.2040	0.1670 0.1945	0.1847 0.2138	0.1705 0.2000
1/4	9/32	0.2410 0.2728	0.2275 0.2587	0.2365 0.2660	0.2230 0.2525	0.2430 0.2728	0.2295 0.2585
5/16	11/32	0.3032 0.3321	0.2900 0.3172	0.3000 0.3280	0.2855 0.3115	0.3067 0.3321	0.2915 0.3170
3/8	13/32	0.3636 0.3950	0.3485 0.3797	0.3580 0.3905	0.3430 0.3750	0.3656 0.3950	0.3485 0.3795
7/16	15/32	0.4265 0.4579	0.4110 0.4422	0.4215 0.4540	0.4045 0.4360	0.4265	0.4100
1/2	17/32	0.4854 0.5168	0.4695 0.5007				
9/16	19/32	0.5479 0.5797	0.5320 0.5632				
5/8	21/32	0.6112 0.6426	0.5945 0.6257				
11/16	23/32	0.6742 0.7056	0.6570 0.6882				
3/4	25/32	0.7323 0.7635	0.7135 0.7447				
13/16	27/32	0.7950 0.8274	0.7760 0.8072				
7/8	29/32	0.8579 0.8893	0.8385 0.8697				
15/16	31/32	0.9208 0.9522	0.9010 0.9382				
1	1-1/32	0.9838 1.0152	0.9635 0.9947				

LOW INTERFERENCE SLEEVE COLD WORK REQUIREMENTS  
TABLE II

Low Interference Sleeve Cold Working Process  
Εικόνα 45γ

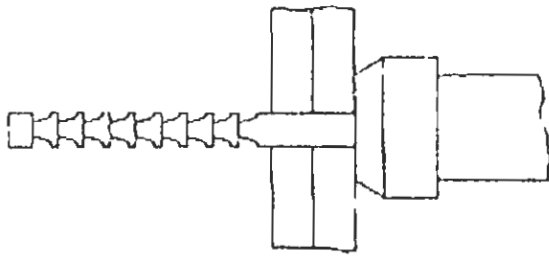
NOMINAL HOLE SIZE	MANDREL ST5300-CWM [C]	SLEEVE ST5300-CWS [D]	UNIVERSAL KIT NO. MITBAC5973 [F]				UNIVERSAL KIT NO. 2MITBAC5973 [F]			
			NOSE CAP ST5300-CBC	JAW ASSY ST5300-CBC [E]	CHUCK ASSY		NOSE CAP ST1350A-C	JAW ASSY ST5300-CBC [E]	CHUCK ASSY	
					3-JAW ST1350A	THREADED ST1350A			3-JAW ST5300-C	THREADED ST1350A-C
1/8	-B1267-"A"- "B"	-B1267-"C"- "D"	-3	"E"-23	-29	-38	-12	"E"-23	-227	-35
5/32	-B1580-"A"- "B"	-B1580-"C"- "D"								
3/16	-B1894-"A"- "B"	-B1894-"C"- "D"		"E"-24				"E"-24		
7/32	-B2206-"A"- "D"	-B2206-"C"- "D"								
1/4	-B2520-"A"- "B"	-B2520-"C"- "D"		"E"-25				"E"-25		
9/32	-B2833-"A"- "B"	-B2833-"C"- "D"		"E"-26				"E"-26		
5/16	-B3145-"A"- "B"	-B3145-"C"- "D"								
11/32	-B3458-"A"- "B"	-B3458-"C"- "D"		"E"-27				"E"-27		
3/8	-B3771-"A"- "B"	-B3771-"C"- "D"								
13/32	-B4083-"A"- "B"	-B4083-"C"- "D"		"E"-28				"E"-28		
7/16	-B4396-"A"- "B"	-B4396-"C"- "D"								
15/32	-B4708-"A"- "B"	-B4708-"C"- "D"		"E"-29				"E"-29		
1/2	-B5020-"A"- "B"	-B5020-"C"- "D"								
17/32	-B5332-"A"- "B"	-B5332-"C"- "D"		"E"-30				"E"-30		
9/16	-B5647-"A"- "B"	-B5647-"C"- "D"		"E"-31				"E"-31		
19/32	-B5959-"A"- "B"	-B5959-"C"- "D"								
5/8	-B6272-"A"- "B"	-B6272-"C"- "D"								
21/32	-B6585-"A"- "B"	-B6585-"C"- "D"		"E"-32				"E"-32		
11/16	-B6899-"A"- "B"	-B6899-"C"- "D"		"E"-33				"E"-33		
23/32	-B7212-"A"- "B"	-B7212-"C"- "D"								
3/4	-B7525-"A"- "B"	-B7525-"C"- "D"								
25/32	-B7837-"A"- "B"	-B7837-"C"- "D"		"E"-34				"E"-34		
13/16	-B8151-"A"- "B"	-B8151-"C"- "D"		"E"-35				"E"-35		
27/32	-B8464-"A"- "B"	-B8464-"C"- "D"								
7/8	-B8778-"A"- "B"	-B8778-"C"- "D"		"E"-36				"E"-36		
29/32	-B9091-"A"- "B"	-B9091-"C"- "D"								
15/16	-B9404-"A"- "B"	-B9404-"C"- "D"								
31/32	-B9716-"A"- "B"	-B9716-"C"- "D"								
1	-B10030-"A"- "B"	-B10030-"C"- "D"	-303							
1-1/32	-B10343-"A"- "B"	-B10343-"C"- "D"								

BOLTS AND OPEN HOLES - LOW INTERFERENCE SLEEVE TYPE COLD WORKING PROCESS  
TABLE III

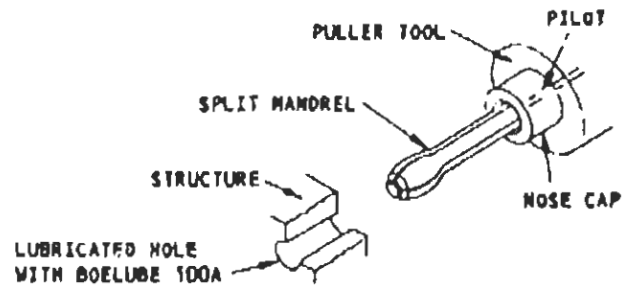
Low Interference Sleeve Cold Working Process

Εικόνα 458

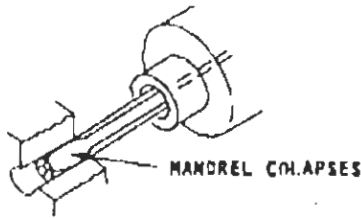




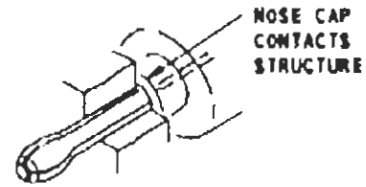
STEP 1 BROACH OR REAM HOLE TO STARTING SIZE SHOWN IN TABLE I



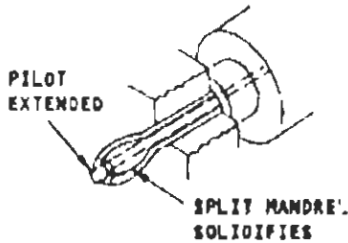
STEP 2 INSTALL PILOT, MANDREL AND NOSECAP ON PULLER GUN



STEP 3 INSERT MANDREL INTO HOLE



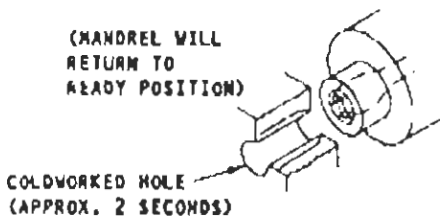
STEP 4 PASS THROUGH HOLE COMPLETE



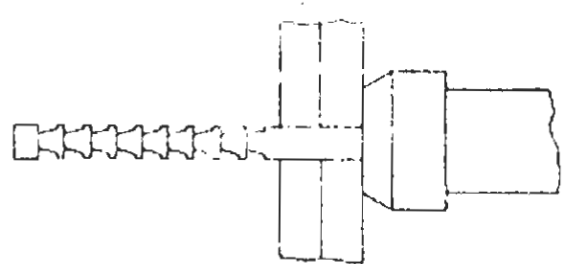
STEP 5 EXTEND PILOT



STEP 6 ACTUATE PULLER TO PULL MANDREL THROUGH HOLE



STEP 7 COLD WORKING COMPLETE

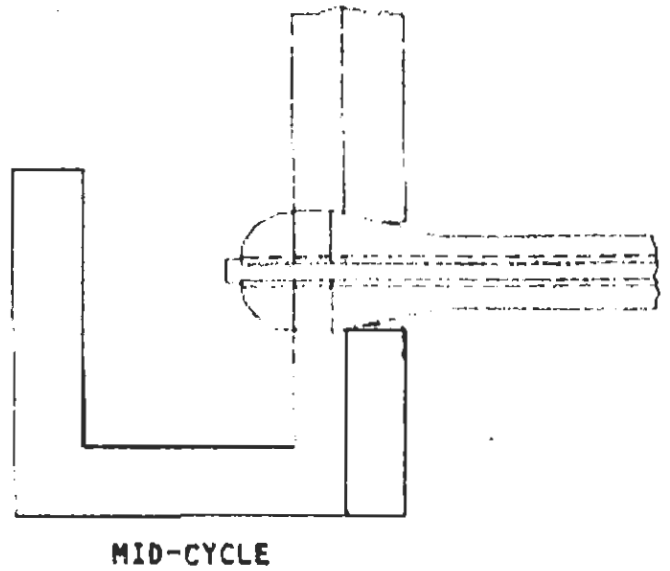
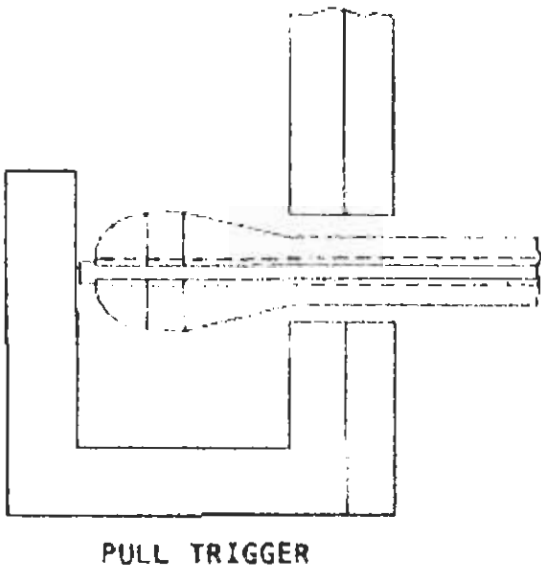
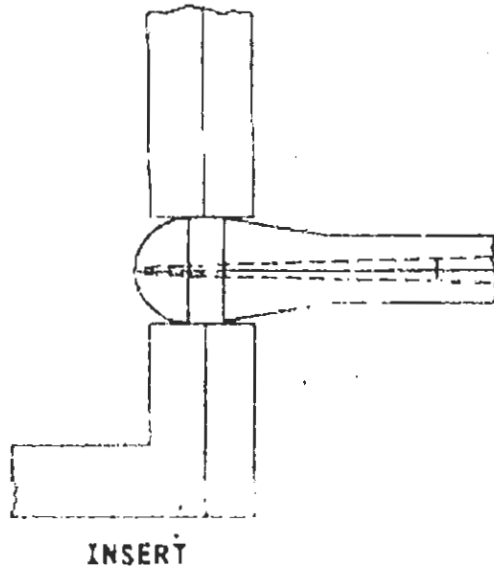


STEP 8 BROACH OR REAM HOLE TO FINAL SIZE SHOWN IN TABLE I

### SIMPLIFIED SEQUENCE OF OPERATIONS

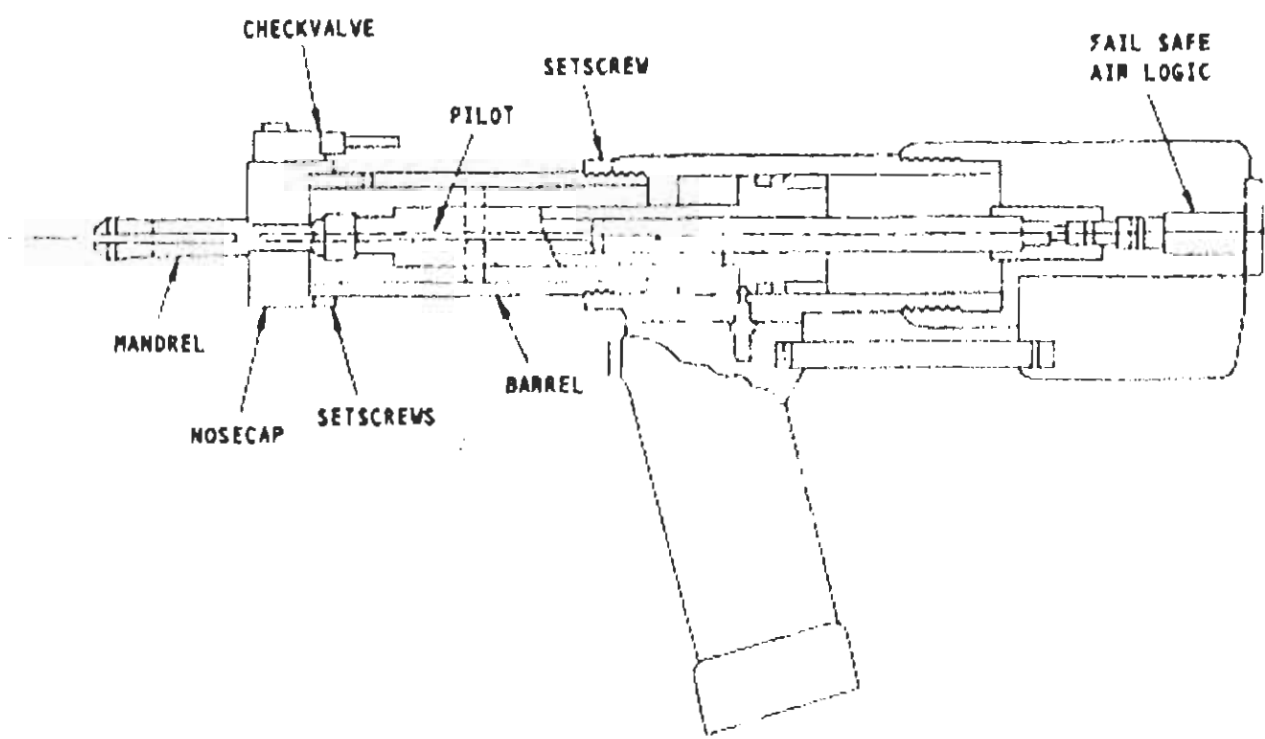
#### High Interference Sleeveless Cold Working Process

Εικόνα 46α



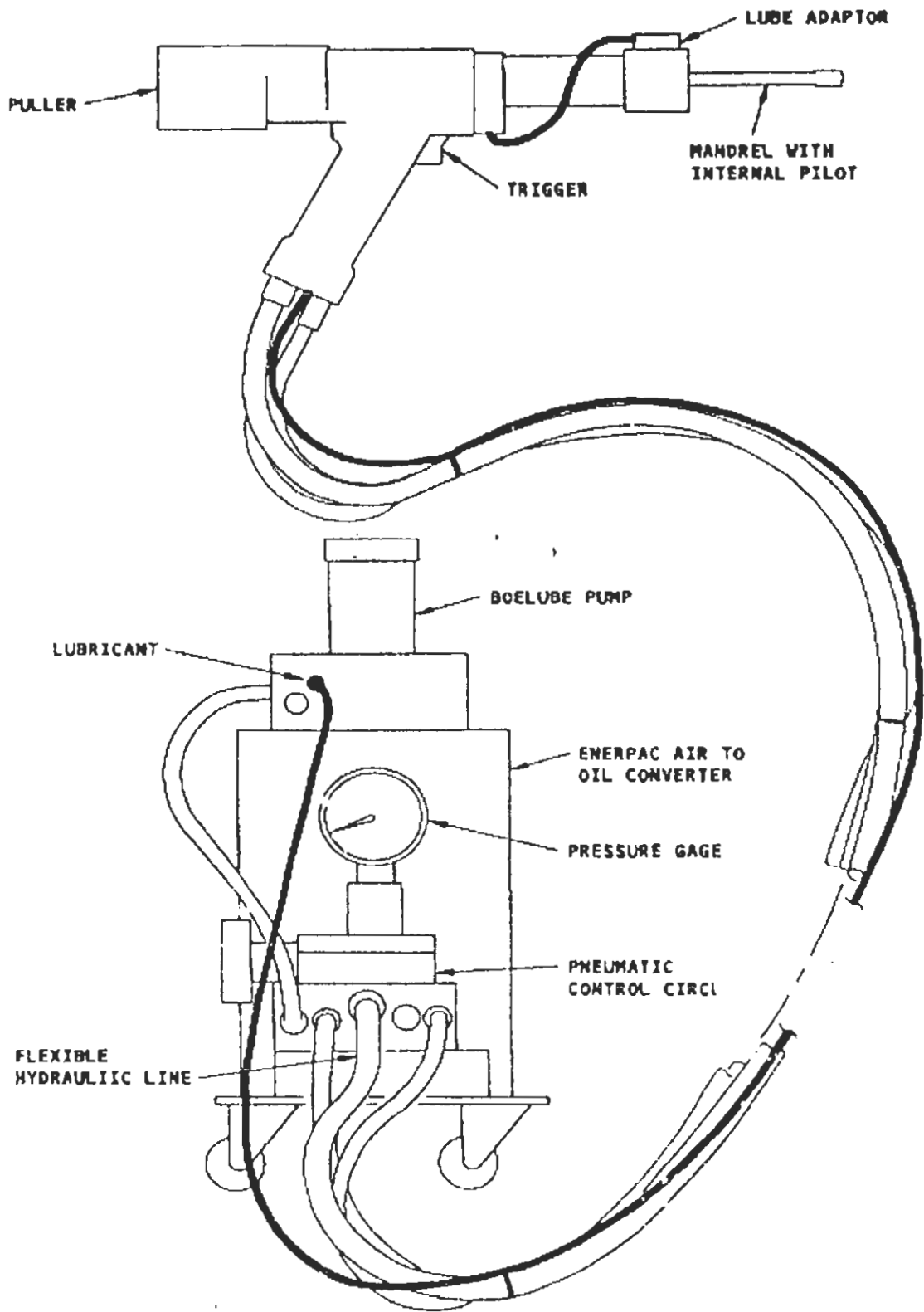
Mandrel Positions in High Interference Sleeveless Cold Working Process

Εικόνα 47



Puller For High Interference Sleeveless Cold Working Process

Εικόνα 48



**ENERPAC SYSTEM**

**Setup For High Interference Sleeveless Cold Working Process**

Εικόνα 49

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 'Στοιχεία μηχανων' Ι.Χ.Βελαώρας
- 'Στοιχεία μηχανων' Νικ.Ι.Θεοφανόπουλος.
- 'Στοιχεία μηχανων' Λάζαρος Ε.Λαζαρίδης
- 'Στοιχεία μηχανων' Γιάννης Αυγερινός
- 'Σιδηρές κατασκευές' Δρ. Ευάγγελος Δ.Παναγιωτουνάκος
- 'Structural repair manual boeing 737-400' Boeing Co.

