

και των εξαρτημάτων πάνω στα οποία εκτελούνται οι εργασίες. Επίσης οι εγκαταστάσεις θα πρέπει να εξασφαλίζουν κατάλληλες συνθήκες εργασίας για τους εργαζόμενους σε αυτές και τα αεροπορικά υλικά, όσον αφορά διαβρωτικούς παράγοντες και παράγοντες μόλυνσης. Οι εργασίες θα πρέπει να εκτελούνται σε περιβάλλον με :

- **Επαρκή φωτισμό** για την επιθεώρηση και τη συντήρηση των κινητήρων και των εξαρτημάτων τους.

- **Θερμοκρασία** η οποία να κυμαίνεται σε επιτρεπτά επίπεδα για την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης και επιθεωρήσεων.

- **Θόρυβο** σε επιτρεπτά επίπεδα για την διεξαγωγή των εργασιών επιθεώρησης. Σε κάθε άλλη περίπτωση το προσωπικό θα πρέπει να εξοπλίζεται με τα κατάλληλα μέσα που θα του επιτρέπουν να εκτελεί τις εργασίες του χωρίς να αποσπάται η προσοχή του.

- **Επίπεδα σκόνης** σε βαθμό που να μην είναι ορατό σε επιφάνειες του συνεργείου και τα οποία μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση σε ευαίσθητα εξαρτήματα κινητήρων (όπως για παράδειγμα οι τριβείς) κατά τη φάση της συναρμολόγησης.

Μέσα ασφάλειας

Για την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών συντήρησης και επισκευής είναι υποχρέωση του εργοδότη να έχει εξοπλίσει τους χώρους με τα απαραίτητα μέσα ασφαλείας σε επαρκή ποσότητα και να παράσχει την εκπαίδευση για την σωστή χρήση τους στους εργαζόμενους. Η πραγματοποίηση οποιασδήποτε εργασίας με ασφαλή τρόπο δεν είναι όμως μόνο υπόθεση ύπαρξης επαρκών μέσων ασφαλείας αλλά και λήψης των μέτρων αυτών από τους εμπλεκόμενους και ικανότητας σωστής χρήσης των μέσων ασφαλείας.

Τα **μέσα ασφάλειας** που πρέπει να υπάρχουν στο χώρο εργασίας μπορεί να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Μέσα ασφάλειας κτιρίου (υποστέγου ή συνεργείου).

Σε αυτά περιλαμβάνονται η πυρασφάλεια του κτιρίου όπως το σύστημα ανίχνευσης και κατάσβεσης πυρός, σήμανση και φωτισμός εξόδων κινδύνου και συστήματα απαγωγής επικίνδυνων αερίων και ατμών.

2. Ατομικά μέσα ασφάλειας.

Τα μέσα αυτά σχετίζονται με τον εξοπλισμό που πρέπει να διαθέτει το προσωπικό ανάλογα με την εργασία που εκτελεί για την ατομική προστασία του. Τα μέσα αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Υποδήματα με αντιολισθητική σόλα και με προστασία για πτώση βαριών αντικειμένων.
- Γυαλιά προστασίας κατάλληλου τύπου ανάλογα με το είδος της εργασίας. Για την εκτέλεση εργασιών λείανσης, κοπής και κατεργασίας μετάλλων θα πρέπει να χρησιμοποιούνται γυαλιά από διαφανή άθραυστο πλαστικό (Σχήμα 2.49(α)). Για την εκτέλεση εργασιών συγκόλλησης μετάλλων θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ειδικά γυαλιά ή μάσκες συγκόλλησης (Σχήμα 2.49(β) και (γ)).



α)



β)



γ)

Σχήμα 2.49 Γυαλιά ασφαλείας για α) κατεργασίες μετάλλων, β) συγκολλήσεις μετάλλων και γ) μάσκα συγκόλλησης μετάλλων.

- Προστατευτικές μάσκες ανάλογου τύπου για εργασίες αποχρωματισμού, βαφής εξαρτημάτων και χημικού καθαρισμού εξαρτημάτων.
- Ωτοασπίδες ή ειδικά ηχοπροστατευτικά ακουστικά κατά τη διάρκεια εργασιών τροχισμού, λειτουργίας μηχανών, δοκιμής-ρύθμισης κινητήρων στο δοκιμαστήριο κινητήρων και εργασιών στη πίστα αεροδρομίου.
- Προστατευτικά γάντια για προστασία από τα τοξικά λιπαντικά (ειδικά των αεριοστρόβιλων κινητήρων) και υδραυλικά κατά τη διάρκεια της συντήρησης αλλά και για προστασία από θερμά εξαρτήματα για επισκευές όπως συγκολλήσεις, θερμικές κατεργασίες και συναρμογές τμημάτων κινητήρων όπου απαιτείται θέρμανση τους ή και κατάψυξή τους.

Μέτρα ασφαλείας

Τα **μέτρα ασφάλειας** που πρέπει να λαμβάνονται κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης και επισκευής κινητήρων είναι τα ακόλουθα:

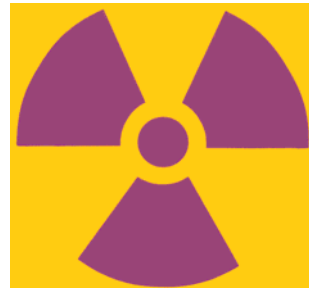
- Οι εργασίες σε εξαρτήματα συστημάτων καυσίμου θα πρέπει να γίνονται σε καλά αεριζόμενους χώρους και να υπάρχει διαθέσιμος ο κατάλληλος τύπος πυροσβεστήρα σε εμφανές σημείο.
- Κατεργασίες μετάλλων όπως κοπή και τροχισμός δεν θα πρέπει να γίνονται χώρους όπου υπάρχουν εύφλεκτα υλικά ή αναθυμιάσεις τους.
- Η πραγματοποίηση εργασιών κατεργασίας ειδικών κραμάτων μετάλλων όπως κράματα μαγνησίου που περιέχουν θόριο θα πρέπει να γίνεται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους οι οποίοι είναι κλειστοί και δεν επικοινωνούν με τους υπόλοιπους χώρους εργασίας κατά τη διάρκεια των εργασιών.

Το **θόριο** είναι ένα φυσικό **ραδιενεργό** στοιχείο που βρίσκεται σε συγκεντρώσεις της τάξης του 4% σε κάποια κράματα μαγνησίου σε εξαρτήματα αεροπορικών κινητήρων. Προστίθεται σε αυτά τα κράματα για λόγους βελτίωσης της αντοχής τους σε μηχανικές καταπονήσεις. Ο κίνδυνος που εμπεριέχεται στο χειρισμό υλικών που περιέχουν θόριο δεν υφίσταται από την επαφή με τα υλικά αυτά. Η πολύ μικρής έντασης ακτινοβολία είναι τέτοιου μεγέθους που δεν διαπερνά την επιδερμίδα. Επιπλέον, η ακτινοβολία σε απόσταση μεγαλύτερη των 5 εκατοστών από το υλικό, εξασθενεί πλήρως. Ο πραγματικός κίνδυνος υπάρχει κατά την κατεργασία εξαρτημάτων, όπως λείανση, τρόχισμα και μηχανουργική κατεργασία κατά τη διάρκεια της οποίας δημιουργούνται αιωρούμενα σωματίδια που μπορούν να εισπνευσθούν ή να καταποθούν. Η παραμονή των ακτινοβολούντων σωματιδίων στον ανθρώπινο οργανισμό αποτελεί και τον μεγαλύτερο κίνδυνο, γιατί ο οργανισμός είναι σε συνεχή επαφή με την πηγή ακτινοβολίας.

- Να μην βρίσκονται μέσα ή κοντά σε χώρους που πραγματοποιείται ραδιογραφική επιθεώρηση (X-Ray Inspection) εξαρτημάτων λόγω του κινδύνου ακτινοβολίας. Οι εργαζόμενοι που εργάζονται στο συνεργείο ραδιογραφικής επιθεώρησης θα πρέπει να φέρουν ειδικά σήματα (δοσομετρητές ακτινοβολίας, Σχήμα 2.50). Οι χώροι στους οποίους εκτελούνται ακτινογραφήσεις σηματοδοτούνται με το σήμα που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.51



Σχήμα 2.50 Δοσομετρητής ακτινοβολίας



Σχήμα 2.51 Σηματοδότηση χώρων με κίνδυνο ακτινοβολίας

- Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στις εργασίες με υδραυλικά υγρά, τα οποία είναι ιδιαιτέρως τοξικά. Είναι απαραίτητη η χρήση προστατευτικών γαντιών και γυαλιών ασφαλείας.
- Επίσης κατά τη διάρκεια εργασιών επιθεώρησης με διεισδυτικά υγρά επιβάλλεται η χρήση αδιάβροχων γαντιών και προστατευτικών γυαλιών λόγω της τοξικότητας και διεισδυτικότητας των υγρών αυτών στο δέρμα.

Μέτρα ασφάλειας εξωτερικών χώρων, κυκλοφορίας σε πίστα.

- Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται κατά την κυκλοφορία οχημάτων και πεζών στην πίστα αεροδρομίου για την αποφυγή ανατροπής τους από το ρεύμα αέρα ή καυσαερίων των κινητήρων.
- Προσοχή κατά την οδήγηση οχημάτων μέσα σε πίστα για αποφυγή σύγκρουσης με αεροσκάφη

Πρόληψη και καταστολή πυρκαγιάς

Ο κίνδυνος πυρκαγιάς είναι πάντοτε υπαρκτός σε ένα εργαστήριο (ή υπόστεγο) συντήρησης κινητήρων εξαιτίας των εύφλεκτων υλικών που υπάρχουν στο περιβάλλον όπως καύσιμο, λιπαντικά και υδραυλικά υγρά, των εργασιών επισκευής που πραγματοποιούνται όπως συγκολλήσεις, τροχισμός και των τάσεων που μπορεί να υπάρχουν, οι οποίες δημιουργούν κίνδυνο πυρκαγιάς από σπινθηρισμούς.

Για να εκδηλωθεί μια πυρκαγιά πρέπει να συνυπάρχουν ταυτόχρονα τρεις (3) προϋποθέσεις. Η ύπαρξη **καύσιμης ύλης**, **θερμότητας** και **οξυγόνου**. Οι πυρκαγιές συνήθως αρχίζουν από μια εστία μικρού μεγέθους και εξαπλώνονται στη συνέχεια με την ύπαρξη των τριών αυτών στοιχείων τα οποία αποτελούν και το λεγόμενο **‘τρίγωνο της πυρκαγιάς’**. Αν περιορίσουμε ένα ή περισσότερα από αυτά τα στοιχεία τότε μπορούμε να περιορίσουμε και να κατασβέσουμε μια πυρκαγιά.

Κατηγορίες Πυρκαγιών

Οι πυρκαγιές κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον τύπο της καύσιμης ύλης που καίγεται σε 4 κατηγορίες οι οποίες χαρακτηρίζονται με τα γράμματα του Αγγλικού αλφαβήτου **A, B, C, D**.

Κατηγορία A

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι πυρκαγιές των οποίων η καύσιμη ύλη είναι οργανικές ενώσεις (δηλαδή ενώσεις του άνθρακα) σε στερεή κατάσταση όπως το ξύλο, το χαρτί και τα υφάσματα. Οι πυρκαγιές αυτές ονομάζονται ξηρές ή κοινές, συμβολίζονται με το σήμα που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.52 και το υλικό κατάσβεσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατηγορία αυτή είναι το νερό.



Σχήμα 2.52 Σήμα πυρκαγιάς κατηγορίας A και πυροσβεστήρας

Κατηγορία B

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι πυρκαγιές των οποίων η καύσιμη ύλη είναι υγρά καύσιμα όπως το πετρέλαιο, η βενζίνη, και τα λιπαντικά, ή εύφλεκτα αέρια όπως το υδρογόνο, το υγραέριο και η ασετιλίνη (Σχήμα 2.53). Η καταστολή αυτής της κατηγορίας των πυρκαγιών πραγματοποιείται με χρήση πυροσβεστικών υλικών όπως ο πυροσβεστικός αφρός, διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), χλωροβρωμομεθάνιο και HALON.

Κατηγορία C

Οι πυρκαγιές της κατηγορίας C, ονομάζονται και ηλεκτρικές και είναι οι πυρκαγιές που προκαλούνται από την ύπαρξη ηλεκτρικής τάσης από υπερθέρμανση καλωδιώσεων, ή βραχυκύκλωμα ηλεκτρικών ή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, ή τέλος ηλεκτρικών μηχανημάτων (Σχήμα 2.54). Από τη στιγμή που σταματήσει η παροχή ρεύματος στο κύκλωμα ή στην συσκευή που φλέγεται, τότε η πυρκαγιά χαρακτηρίζεται σαν μια από τις κατηγορίες **A** ή **B** και αντιμετωπίζεται ανάλογα με το φλεγόμενο υλικό. Η αντιμετώπιση

μιας πυρκαγιάς της κατηγορίας αυτής πραγματοποιείται με μονωτικά υλικά όπως διάφορες χημικές σκόνες, CO₂ , και HALON .



Σχήμα 2.53 Σήμα πυρκαγιάς κατηγορίας B και πυροσβεστήρας



Σχήμα 2.54 Σήμα πυρκαγιάς κατηγορίας C και πυροσβεστήρας

Κατηγορία D

Οι πυρκαγιές της κατηγορίας **D** αναφέρονται σε περιπτώσεις όπου έχουμε καύση εύφλεκτων μετάλλων όπως το νάτριο, κάλιο, μαγνήσιο και τιτάνιο. Ειδικά στα δύο τελευταία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση γιατί χρησιμοποιούνται στην κατασκευή αεροπορικών εξαρτημάτων. Για την καταστολή αυτού του είδους των πυρκαγιών χρησιμοποιείται ειδική ξηρά σκόνη, ενώ δεν υπάρχει ειδική σήμανση γι' αυτό τον τύπο πυροσβεστήρα.

Πυροσβεστήρες πολλαπλών κατηγοριών

Εκτός των προαναφερθέντων κατηγοριών πυροσβεστήρων υπάρχουν και τύποι πυροσβεστήρων που είναι κατάλληλοι για περισσότερους από ένα τύπο πυρκαγιάς. Αυτοί φέρουν περισσότερα από ένα από τα προαναφερθέντα σύμβολα, ανάλογα με τους τύπους πυρκαγιάς για τις οποίες είναι κατάλληλοι, όπως ο πυροσβεστήρας στο Σχήμα 2.55, ο οποίος είναι κατάλληλος για πυρκαγιές τύπου A,B και C και ο πυροσβεστήρας στο Σχήμα 2.56 ο οποίος είναι κατάλληλος για πυρκαγιές τύπου A και B.



Σχήμα 2.55 Σήμανση πυροσβεστήρα κατάλληλου για πυρκαγιές τύπου Α,Β,С



Σχήμα 2.56 Σήμανση πυροσβεστήρα κατάλληλου για πυρκαγιές τύπου Α και Β

Απαιτούμενα μέσα

Τα μέσα που απαιτούνται για την εργαστηριακή άσκηση είναι τα ακόλουθα:

- Το εργαστήριο των αεροκινητήρων
- Οι πυροσβεστήρες που υπάρχουν στο εργαστήριο

Πορεία εργασίας

1. Εντοπίστε την έξοδο ασφαλείας του εργαστηρίου και βεβαιωθείτε ότι δεν είναι φραγμένη με εμπόδια όπως εξαρτήματα, εργαλεία και θρανία.
2. Ανοίξτε την πόρτα της εξόδου και βεβαιωθείτε ότι επίσης ο χώρος πίσω από την έξοδο είναι ανοικτός και ότι η οδός διαφυγής είναι ελεύθερη.
3. Φροντίστε να υπάρχει μια πορεία διαφυγής προς την κύρια έξοδο και την έξοδο ασφαλείας η οποία να μην παρεμποδίζεται από τον εξοπλισμό του εργαστηρίου καθώς και από άλλα εμπόδια που μπορούν να προκαλέσουν ατύχημα κατά την έξοδο από το εργαστήριο.

4. Εντοπίστε τους πυροσβεστήρες που διαθέτει το εργαστήριο, και τη θέση τους ώστε να γνωρίζετε που βρίσκονται σε περίπτωση που χρειαστεί. Αναγνωρίστε τον τύπο τους, την ταμπέλα επιθεώρησης του πυροσβεστήρα και ελέγξτε την ημερομηνία της επόμενης επιθεώρησης. Βεβαιωθείτε ότι η πίεση του προωθητικού αερίου είναι στα κανονικά επίπεδα από το όργανο της πίεσης που φέρει ο πυροσβεστήρας και ότι οι πυροσβεστήρες είναι προσιτοί και δεν καλύπτονται από εμπόδια που εμποδίζουν την πρόσβαση σε αυτούς. Η θέση του πυροσβεστήρα πρέπει να υποδηλώνεται από κίτρινη διαγράμμιση στο δάπεδο κάτω από τον πυροσβεστήρα και πρέπει σε κάθε περίπτωση ο χώρος που βρίσκεται να είναι ελεύθερος γύρω του.
5. Εντοπίστε τους διακόπτες έκτακτης ανάγκης του συστήματος πυρασφάλειας του εργαστηρίου και φροντίστε ώστε να είναι ορατοί και ελεύθεροι από εμπόδια.
6. Φροντίστε για την τάξη μέσα στο εργαστήριο και την καθαριότητα ειδικά του δαπέδου από λάδια, καύσιμο και γράσα που μπορούν να προκαλέσουν ατύχημα λόγω ολισθηρότητας.
7. Εντοπίστε τον πίνακα παροχής ρεύματος του εργαστηρίου.
8. Βεβαιωθείτε ότι υπάρχει κουτί πρώτων βοηθειών διαθέσιμο με όλα τα απαραίτητα περιεχόμενα.
9. Κατασκευάστε κάτοψη του εργαστηρίου όπου να καταγράφονται τα σημεία των κρισίμων, από πλευράς ασφάλειας, θέσεων.

Εργαστηριακή άσκηση 2.2: Κατεργασία εξαρτημάτων αεροπορικού εμβολοφόρου κινητήρα σε τόρνο και δράπανο

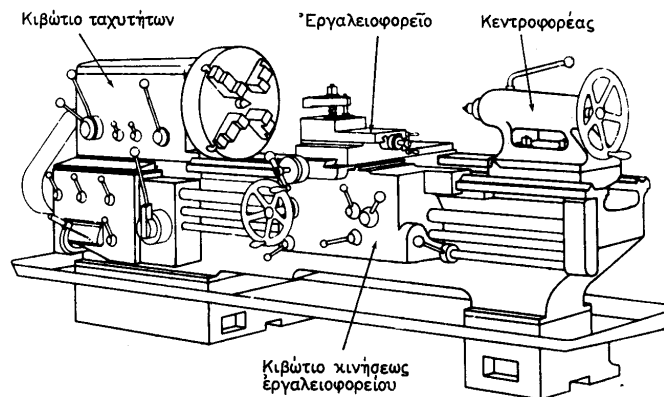
Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αναγνωρίζετε τα είδη των τόρνων και των δραπάνων και να αναφέρετε τις αρχές λειτουργίας τους.
- β) Να αναφέρετε τις πρακτικές που πρέπει να ακολουθείτε ώστε να πραγματοποιείτε τις βασικές εργασίες σε εξαρτήματα αεροπορικών κινητήρων.
- γ) Να χειρίζεστε τον τόρνο και το δράπανο, και να εκτελείτε όλες τις απαραίτητες μετρήσεις και ελέγχους.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Ο τόρνος. Είναι μία από τις παλαιότερες μηχανές που εφευρέθηκαν από τον άνθρωπο. Στον τόρνο γενικής χρήσης (Σχήμα 2.57) πραγματοποιούνται κατεργασίες σε εξωτερικές και εσωτερικές κυλινδρικές επιφάνειες, κωνικές επιφάνειες, επίπεδες επιφάνειες (εγκάρσια τόρνευση), εξωτερικές και εσωτερικές σφαιρικές επιφάνειες, τρυπήματα και διάνοιξη οπών, έκκεντρη τόρνευση (στροφαλοφόροι και εκκεντροφόροι άξονες), κοπή εξωτερικών και εσωτερικών σπειρωμάτων, περιέλιξη ελατηρίων και άλλες.



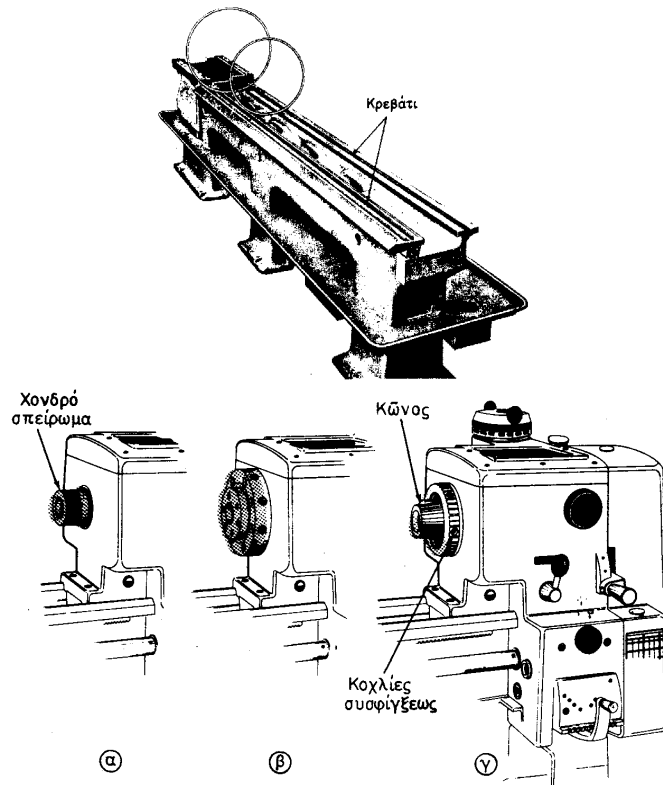
Σχήμα 2.57 Τόρνος γενικής χρήσης και τα βασικά εξαρτήματά του

Ο τόρνος αποτελείται, βασικά, από πέντε μέρη:

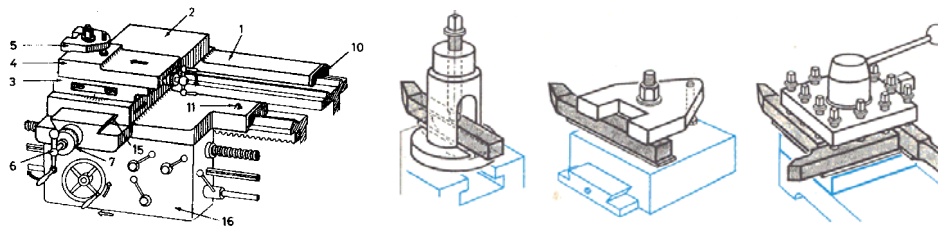
- Το σώμα, το πάνω μέρος του οποίου ονομάζεται και κρεβάτι,
- Το κιβώτιο ταχυτήτων,
- Το κιβώτιο προώσεων,

- Το εργαλειοφορείο, και
- Τον κεντροφορέα.

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται κάποια από τα βασικά εξαρτήματα του τόννου.



Σχήμα 2.58 Κρεβάτι και κύρια άτρακτος κιβωτίου ταχυτήτων

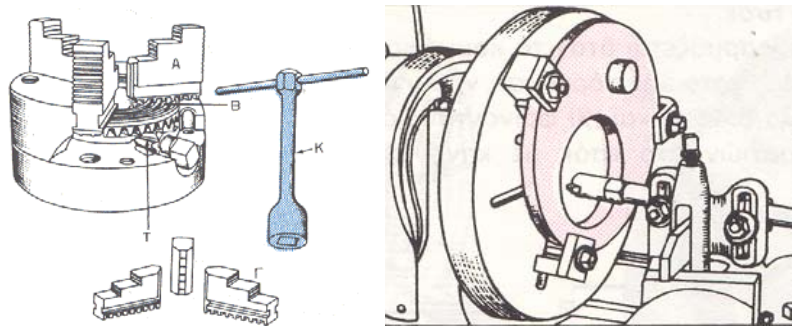


Σχήμα 2.59 Εργαλειοφορείο και μορφές εργαλειοδέτη

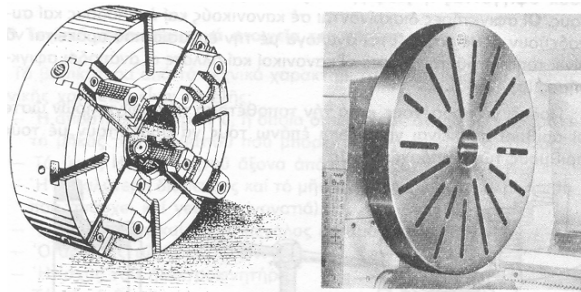
Ως βασικό εξάρτημα του τόννου θεωρείται ο κεντροφορέας. Βρίσκεται στο άνω μέρος του σώματος, δεξιά από το εργαλειοφορείο. Χρησιμεύει ως στήριγμα του ελεύθερου δεξιού άκρου του εξαρτήματος που υφίσταται την κατεργασία στην περίπτωση που γίνεται τόννευση με συγκράτηση μεταξύ τσοκ και κεντροφορέα ή μεταξύ κέντρων. Επίσης, χρησιμεύει για να υποδέχεται και να συγκρατεί το τρυπάνι στις περιπτώσεις που πραγματοποιείται τρύπημα κομματιών δεμένων στο τσοκ. Ο κεντροφορέας

στο σύνολό του μετακινείται κατά μήκος του σώματος. Το άνω τμήμα του κάνει έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί μία μικρή, εγκάρσια κίνηση η οποία χρησιμεύει στην περίπτωση κωνικής τόννευσης με μικρή, σχετικά, κωνικότητα. Γενικά, ο κεντροφορέας είναι το εξάρτημα του τόρνου που έχει ακρίβεια στην κατασκευή και τις κινήσεις του.

Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για την συγκράτηση των εξαρτημάτων προς κατεργασία στον τόρνο είναι: α) τα τσοκ, που χρησιμοποιούνται όταν τα εξαρτήματα προς επεξεργασία είναι μικρά και έχουν κυλινδρικό ή άλλο κανονικό πολυγωνικό σχήμα (Σχήμα 2.60), και β) τα πλατώ, που χρησιμοποιούνται για μεγάλα εξαρτήματα με οποιοδήποτε μορφή (Σχήμα 2.61).



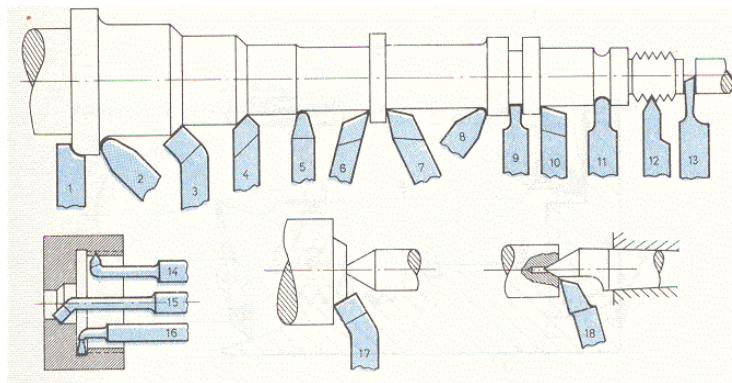
Σχήμα 2.60 Τσοκ συγκράτησης εξαρτημάτων



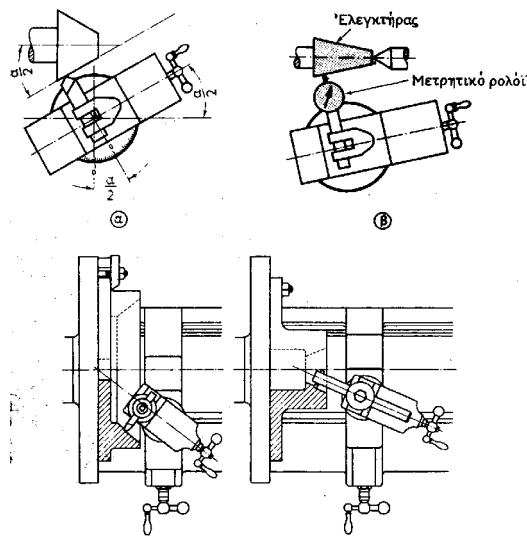
Σχήμα 2.61 Πλατώ συγκράτησης εξαρτημάτων

Ως υλικά κατασκευής των κοπτικών εργαλείων στους τόρνους χρησιμοποιούνται οι ταχυχάλυβες, τα σκληρομέταλλα και, σε κάποιες περιπτώσεις, τα κεραμικά υλικά. Στο Σχήμα 2.62 παρουσιάζονται οι βασικές μορφές εργαλείων κοπής από ταχυχάλυβα και οι αντίστοιχες περιπτώσεις τόννευσης.

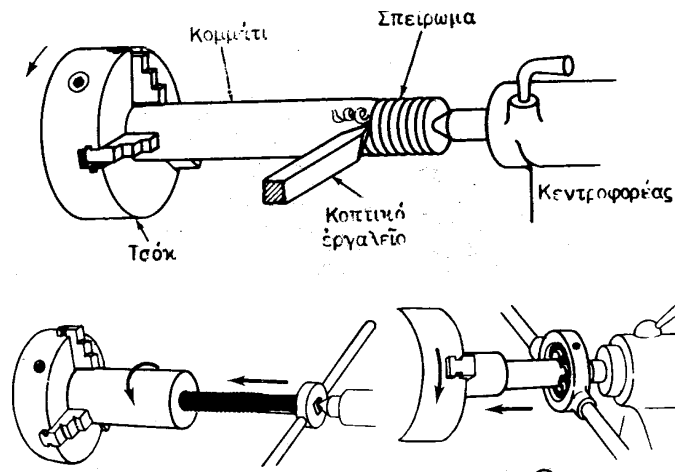
Στο Σχήμα 2.63 παρουσιάζεται η πρακτική της κωνικής τόννευσης με στροφή του φορείου του εργαλειοδείκτη.



Σχήμα 2.62 Μορφές εργαλείων κοπής



Σχήμα 2.63 Κωνική τórνευση



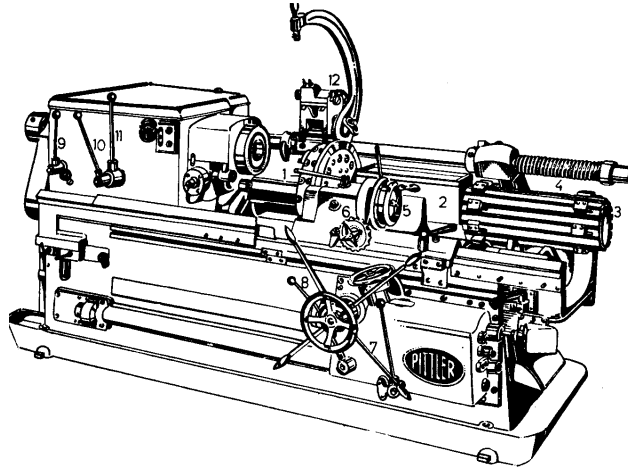
Σχήμα 2.64 Κοπή (α) εξωτερικού και (β) εσωτερικού σπειρώματος

Στο Σχήμα 2.64 φαίνονται οι κοπές εξωτερικού και εσωτερικού σπειρώματος στον τόρνο.

Ένας ιδιαίτερος τύπος τόννου είναι ο ημι-αυτόματος τόννος ρεβόλβερ, που φαίνεται στο Σχήμα 2.65. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις μεγάλης παραγωγής σε σειρά. Επεξεργάζεται εξαρτήματα μικρού μήκους χωρίς, ωστόσο, περιορισμούς στη διάμετρο και το βάρος.

Το κύριο πλεονέκτημα του τόννου ρεβόλβερ είναι ότι συγκεντρώνει όλα όσα εργαλεία χρειάζονται για την παραγωγή οποιουδήποτε εξαρτήματος. Αυτά είναι μόνιμα συγκρατημένα, και μάλιστα με τη σειρά που απαιτείται, πάνω σε μία περιστροφική εργαλειοφόρο κεφαλή. Αυτή αποτελεί και το χαρακτηριστικό γνώρισμα του τόννου ρεβόλβερ και ονομάζεται πύργος ή μύλος.

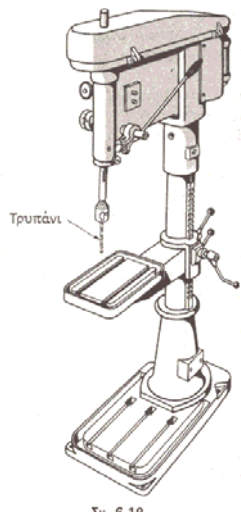
Σε ένα σωστά εξοπλισμένο και ρυθμισμένο τόννο ρεβόλβερ δε γίνονται μετρήσεις κατά την παραγωγή. Πραγματοποιούνται προσεκτικοί έλεγχοι των διαστάσεων των παραγόμενων εξαρτημάτων κατά αραιά διαστήματα.



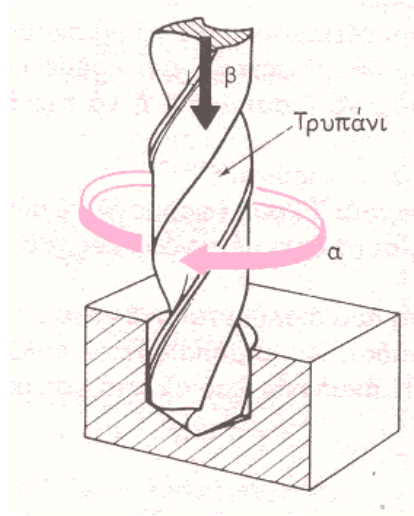
Σχήμα 2.65 Τόννος τύπου ρεβόλβερ

Το δράπανο. Χρησιμοποιείται για το άνοιγμα τυφλών ή διαμπερών οπών καθώς επίσης και για κοχλιοτομήσεις, φρεζαρίσματα και εμβαθύνσεις. Το εργαλείο που χρησιμοποιείται ονομάζεται **τρυπάνι** (Σχήμα 2.66(α)). Αυτό εκτελεί ταυτόχρονα δύο κινήσεις για το άνοιγμα της τρύπας: μία περιστροφική και μία ευθύγραμμη (Σχήμα 2.66(β)). Η πρώτη δίνει την ταχύτητα κοπής (β) και η δεύτερη την πρόωση (α).

Τα δράπανα χαρακτηρίζονται από τη διατρητική ικανότητά τους, η οποία είναι η μεγαλύτερη διάμετρος τρυπανιού που μπορεί να δεχτεί η κύρια άτρακτος προκειμένου να τρυπήσει συμπαγή χάλυβα σε κανονικές συνθήκες. Στο Σχήμα 2.67 παρουσιάζονται οι κυριότεροι τύποι δραπάνων.

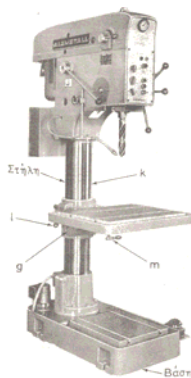


(α)

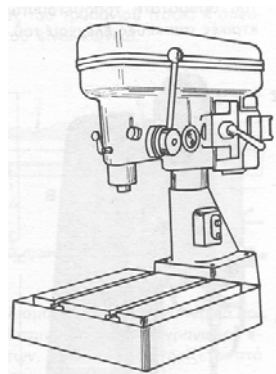


(β)

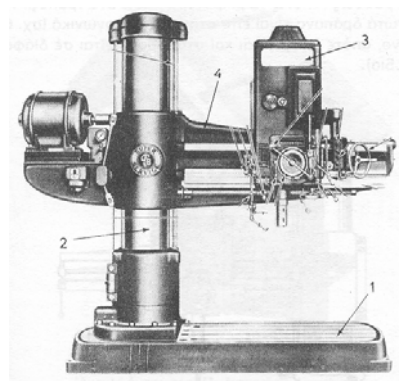
Σχήμα 2.66 Το τρυπάνι πάνω στο δράπανο και οι κινήσεις του



(α)



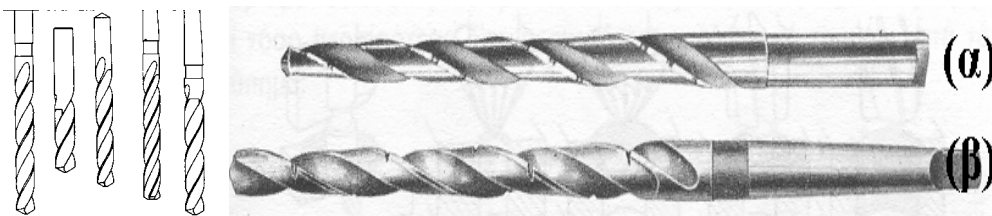
(β)



(γ)

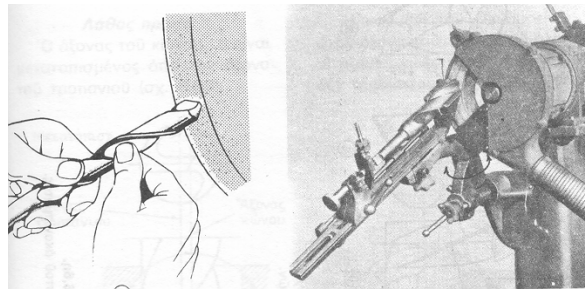
Σχήμα 2.67 Οι κυριότεροι τύποι δραπετών

Τα στελέχη ελικοειδών και κωνικών τρυπανιών παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.68, ενώ παρουσιάζονται και δύο τρόποι τροχίσματός τους: με το χέρι και με ειδική μηχανή (Σχήμα 2.69).

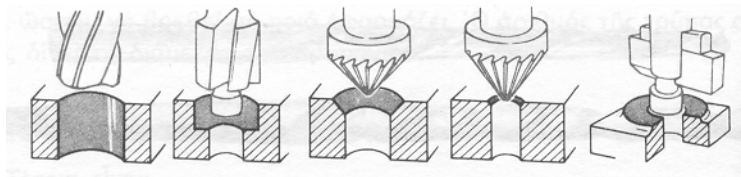


Σχήμα 2.68 Στελέχη τρυπανιών

Στο Σχήμα 2.70 φαίνονται τα φρεζοδράπανα, μία κατηγορία κοπτικών εργαλείων που κόβουν, με διάφορους τρόπους, προϋπάρχουσες τρύπες.

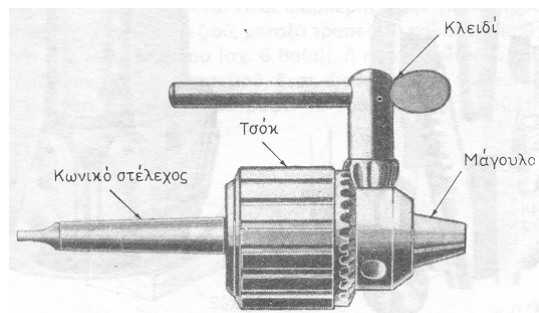


Σχήμα 2.69 Ακόνισμα τρυπανιών



Σχήμα 2.70 Φρεζοδρέπανα σε διάφορες μορφές

Τα τρυπάνια συγκρατούνται στην άτρακτο του δραπάνου είτε με σφιγκτήρα (Σχήμα 2.71), είτε με απευθείας προσαρμογή τους στην κωνική τρύπα του δράπανου.



Σχήμα 2.71 Σφιγκτήρας τρυπανιού

Μέτρα ασφάλειας

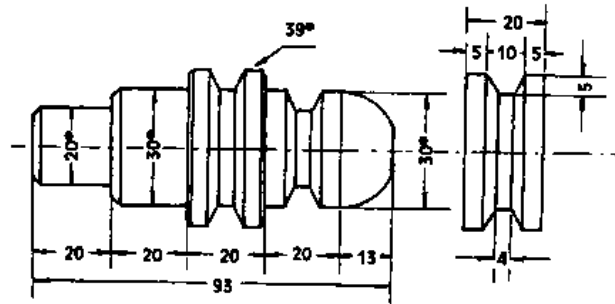
Ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας του Παραρτήματος Β.

Απαιτούμενα μέσα

Στη συνέχεια, θα παρουσιάσουμε την πορεία εργασίας για την κατασκευή κάποιων απλών εξαρτημάτων με τη χρήση τόρνου και δραπάνου.

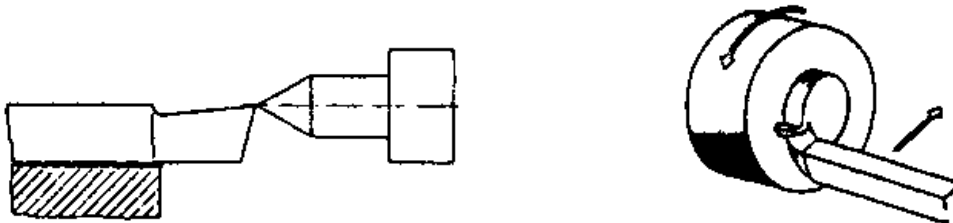
1. Κατασκευή τροχαλίας με τραπεζοειδή αυλάκια.

Οι διαστάσεις δίνονται στο Σχήμα 2.72. Το υλικό του δοκιμίου που θα χρησιμοποιήσετε είναι μαλακός χάλυβας St37 διαστάσεων $\Phi 40 \times 93$ mm. Η επιτρεπόμενη ανοχή είναι 0,01 mm.



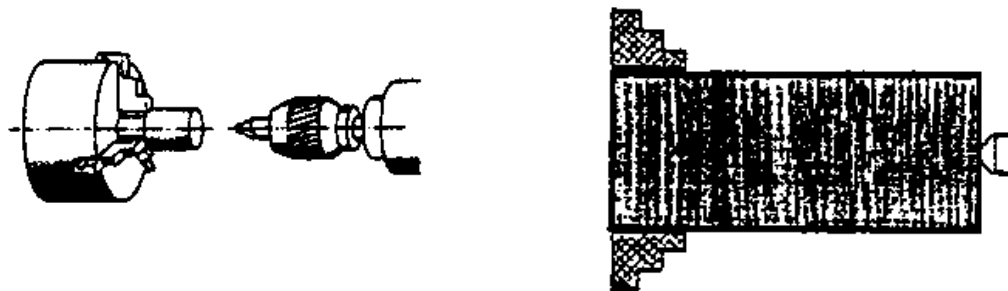
Σχήμα 2.72 Διαστάσεις και σχήμα τροχαλίας.

Πορεία εργασίας



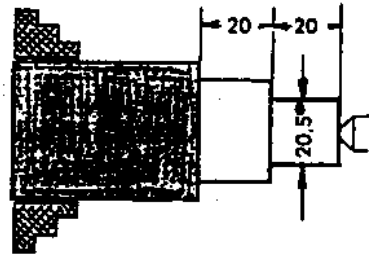
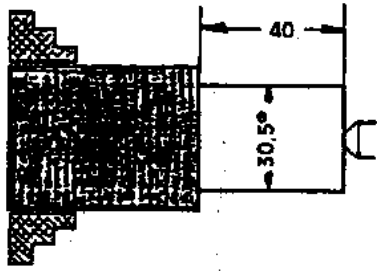
Συγκρατήστε και κεντράρετε το κοπτικό εργαλείο.

Τορνεύστε και τα δύο πρόσωπα ώστε το ολικό μήκος να είναι 93 mm.



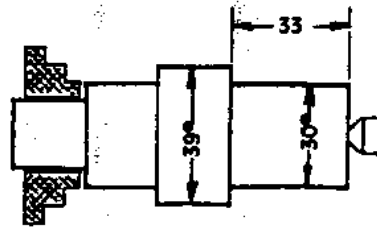
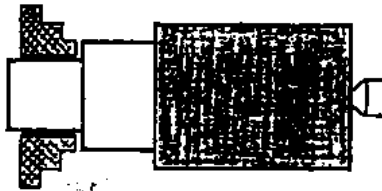
Ανοίξτε κεντρότρυπα και στα δύο πρόσωπα

Συγκρατήστε το κομμάτι στον τόρνο όπως φαίνεται παραπάνω.



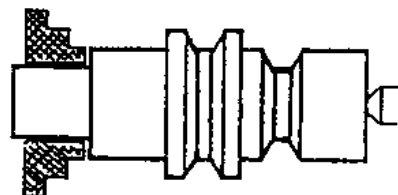
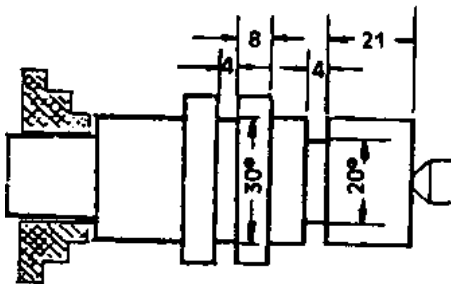
Τορνεύστε πατούρα μήκους 40 mm και διαμέτρου 30,5 mm.

Δημιουργήστε δεύτερη πατούρα, όπως φαίνεται παραπάνω.



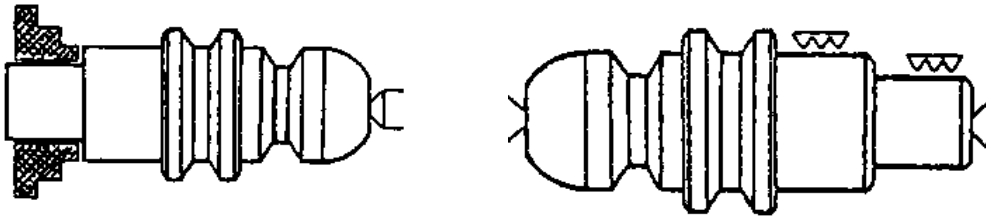
Ανατρέψτε το δοκίμιο. Συγκρατήστε το όπως φαίνεται στο σχήμα.

Τορνεύστε πατούρα μήκους 33 mm και διαμέτρου 30 mm.



Τορνεύστε δύο αυλάκια, όπως φαίνεται παραπάνω.

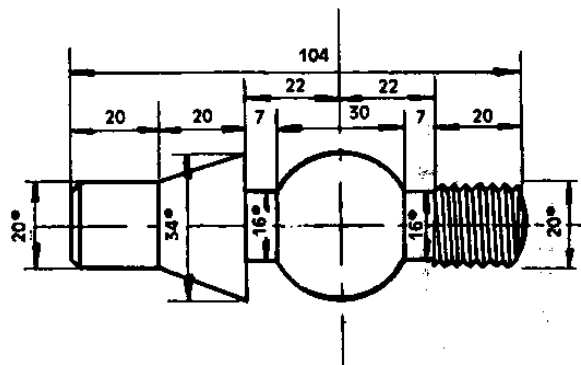
Τορνεύστε χρησιμοποιώντας εργαλεία μορφής. Διαμορφώστε τραπεζοειδή αυλάκια.



Δημιουργήστε ημισφαίριο. Ελέγξτε Αποπερατώστε τις διαμέτρους με τη βοήθεια ελεγκτήρα. μετρώντας με μικρόμετρο.

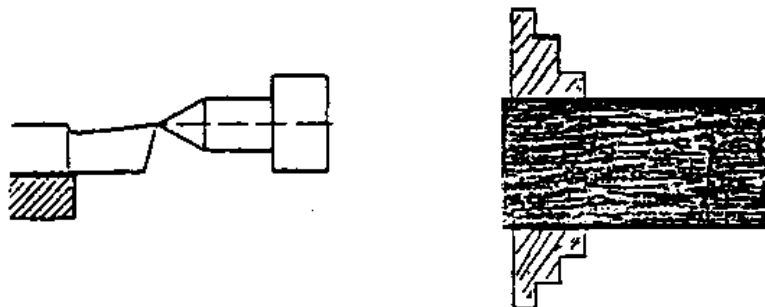
2. Κατασκευή άξονα πολλαπλής μορφής.

Οι διαστάσεις δίνονται στο Σχήμα 2.73. Το υλικό του δοκιμίου που θα χρησιμοποιήσετε είναι μαλακός χάλυβας St37 διαστάσεων $\Phi 35 \times 98$ mm. Η επιτρεπόμενη ανοχή είναι $\pm 0,01$ mm και για τα μήκη $\pm 0,2$ mm.



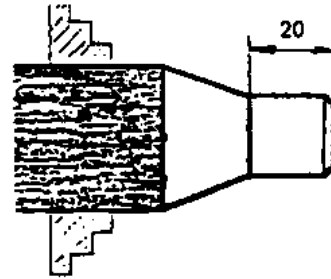
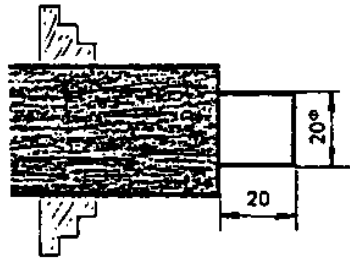
Σχήμα 2.73 Διαστάσεις και σχήμα άξονα.

Πορεία εργασίας.



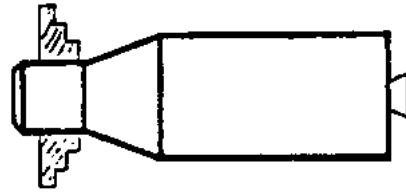
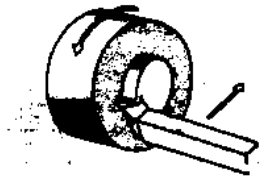
Συγκρατήστε και κεντράρετε τα κοπτικά εργαλεία παράλληλα του τόννου και σφισίματος.

Συγκρατείστε το δοκίμιο στο τσοκ του τόννου, ώστε να προεξέχει από τους σφιγκτήρες κατά 50 mm. Τρονεύστε το πρόσωπο.



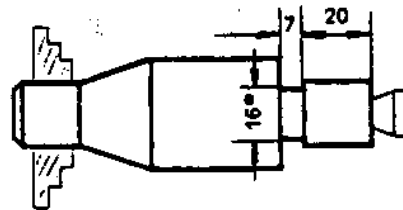
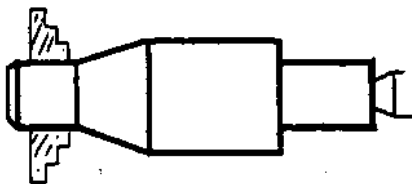
Τορνεύστε πατούρα μήκους 20. Υπολογίστε τις μοίρες του κώνου. Στρέψτε το φορείο του εργαλειοδέτη.

Τορνεύστε τον κώνο με διαδοχικά πάσα. Σπάστε τη γωνία με το εργαλείο στις 45°. Ανοίξτε κεντρότρυπα.



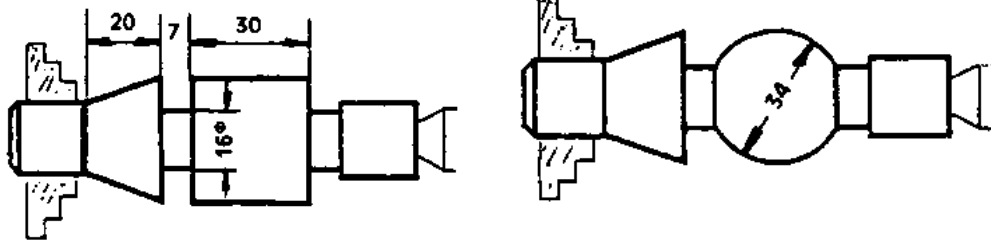
Αντιστρέψτε και τορνεύστε το πρόσωπο. Το τελικό μήκος θα είναι 104 mm. Ανοίξτε κεντρότρυπα.

Συγκρατείστε το δοκίμιο με πόντα από τη διάμετρο των 20 mm. Τορνεύστε τη διάμετρο στα 34 mm.



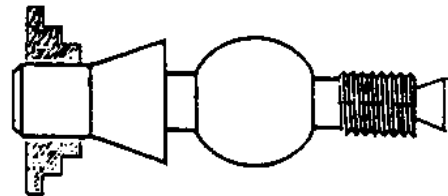
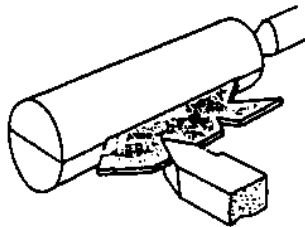
Τορνεύστε πατούρα 27 x Φ20.

Γυρίστε το μύλο του εργαλειοδέτη στο κοπτικό του σχισίματος. Τορνεύστε εγκάρσια. Δημιουργήστε σχισμή πλάτους 7mm και διαμέτρου 16 mm.



Μετατοπίστε το εργαλείο αριστερά και κάνετε δεύτερη σχισμή πλάτους 7mm και διαμέτρου 16 mm.

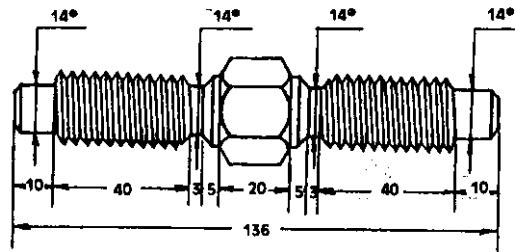
Με το εργαλείο σχισίματος και παράλληλη λειτουργία κάθετου και παράλληλου εργαλειοφορείου, торνεύστε μορφή σφαίρας.



Κεντράρετε με καλίμπρα – Ρυθμίστε το κιβώτιο NORTON. ελεγκτήρα το κοπτικό εργαλείο του Κόψτε δεξιό κωνικό σπείρωμα. κωνικού σπειρώματος.

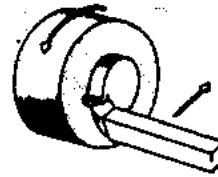
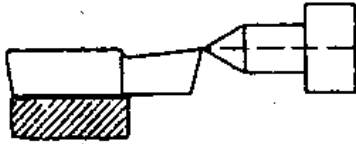
3. Κατασκευή κοχλία με δεξιό και αριστερό τριγωνικό σπείρωμα.

Οι διαστάσεις δίνονται στο Σχήμα 2.74. Το υλικό του δοκιμίου που θα χρησιμοποιήσετε είναι μαλακός χάλυβας St37, εξαγωνικής μορφής διαστάσεων 22 x 138 mm.



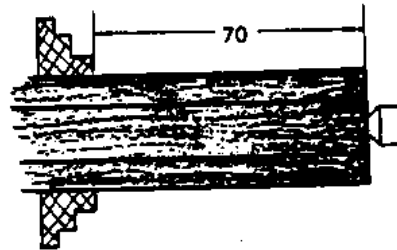
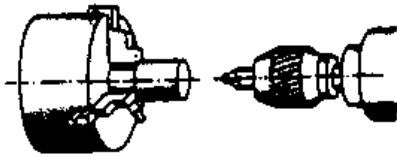
Σχήμα 2.74 Διαστάσεις και σχήμα δοκιμίου.

Πορεία εργασίας.



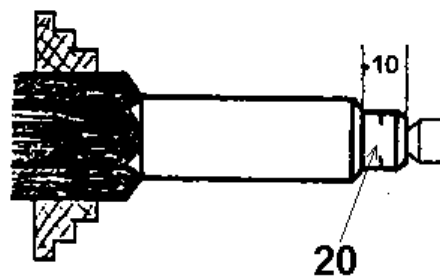
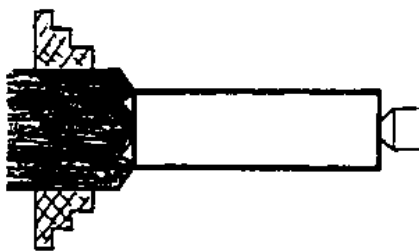
Συγκρατήστε και κεντράρετε τριγωνικό κοπτικό εργαλείο.

Τορνεύστε τα πρόσωπα. Το συνολικό μήκος θα είναι 136 mm.



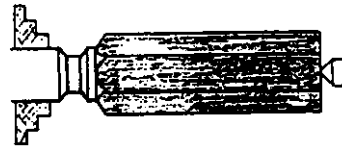
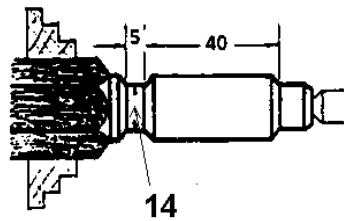
Ανοίξτε κεντρότρυπες και από τις δύο πλευρές.

Συγκρατήστε το δοκίμιο με αντιστήριξη πόντας, όπως φαίνεται στο σχήμα.

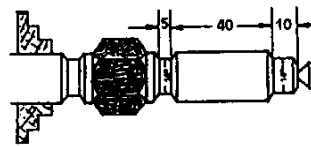
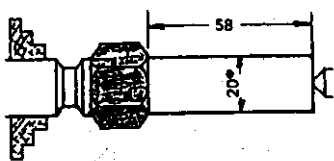


Τορνεύστε μήκος 58 mm σε διάμετρο 20 mm.

Τορνεύστε τις διαστάσεις που φαίνονται στο σχήμα.

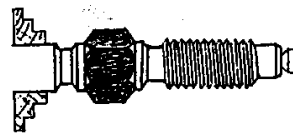
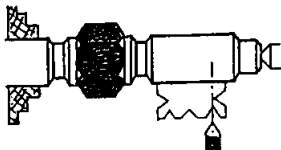


Τορνεύστε τις διαστάσεις που Αναστρέψτε το δοκίμιο. Συγκρατείστε το όπως φαίνεται στο σχήμα.



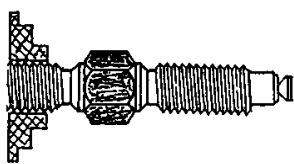
Τορνεύστε πατούρα.

Τορνεύστε τις διαστάσεις που φαίνονται στο σχήμα.



↑Κεντράρετε κοπτικό εργαλείο σπειρώματος με καλίμπρα.

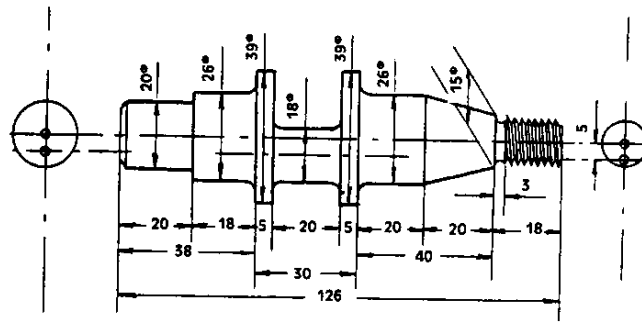
↑Ρυθμίστε το κιβώτιο NORTON. Κόψτε δεξιό τριγωνικό σπείρωμα.



←Αναστρέψτε το δοκίμιο. Χρησιμοποιήστε μαλακό μέταλλο στους σφιγκτήρες του τσοκ. Κόψτε αριστερό τριγωνικό σπείρωμα. Επιμεληθείτε των σπειρωμάτων.

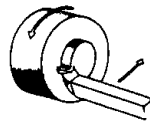
4. Κατασκευή μονού στροφαλοφόρου άξονα.

Οι διαστάσεις δίνονται στο Σχήμα 2.75. Το υλικό του δοκιμίου που θα χρησιμοποιήσετε είναι χάλυβας St37, διαστάσεων Φ40 x 127 mm. Η επιτρεπόμενη ανοχή για τα μήκη είναι 0.01 mm.

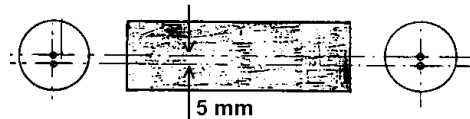


Σχήμα 2.75 Διαστάσεις και σχήμα δοκιμίου.

Πορεία εργασίας.

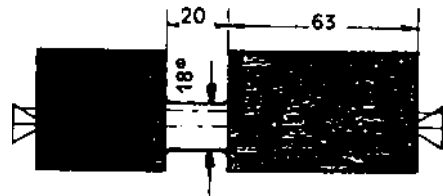


Ανοίξτε κεντρότρυπες όπως στο σχήμα.



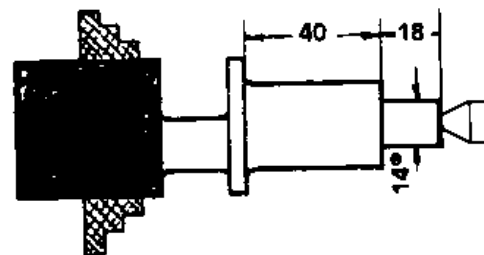
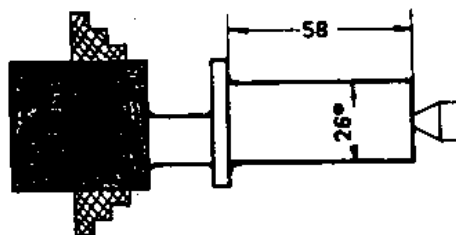
Τορνεύστε τα πρόσωπα. Το συνολικό μήκος θα είναι 126 mm.

Ανοίξτε κεντρότρυπες όπως φαίνεται στο σχήμα.



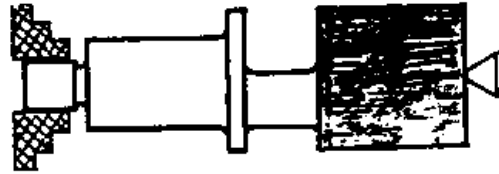
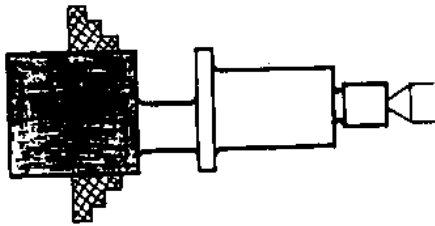
Συγκρατείστε το δοκίμιο στα κέντρα του τόρνου με την καρδιά.

Τορνεύστε εγκάρσια όπως φαίνεται στο σχήμα.



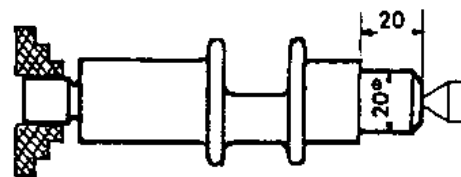
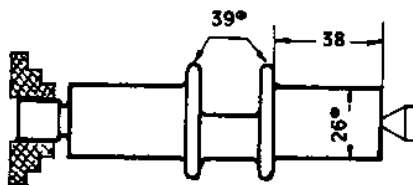
Συγκρατείστε το δοκίμιο στο τσοκ με αντιστήριξη. Τορνεύστε πατούρα μήκους 8 mm και διαμέτρου 26 mm.

Τορνεύστε δεύτερη πατούρα όπως φαίνεται στο σχήμα.



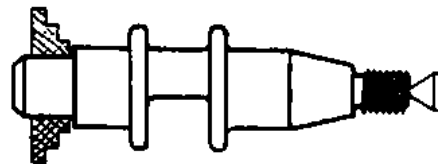
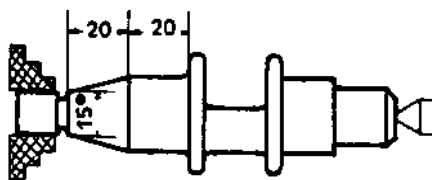
Δημιουργείστε «ξεθύμασμα» για το σπείρωμα.

Αναστρέψτε το δοκίμιο. Συγκρατείστε το όπως φαίνεται στο σχήμα.



Τορνεύστε τις διαστάσεις που φαίνονται στο σχήμα.

Τορνεύστε τις διαστάσεις που φαίνονται στο σχήμα.

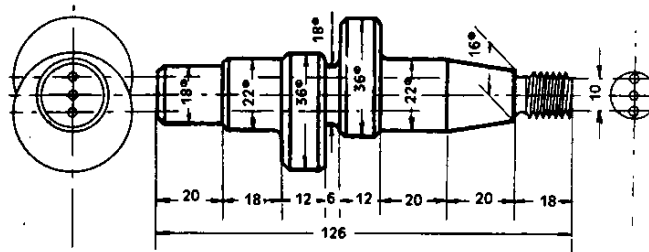


Κάντε κωνική τόννευση.

Κόψτε αριστερό τριγωνικό σπείρωμα M 14 x 2 mm.

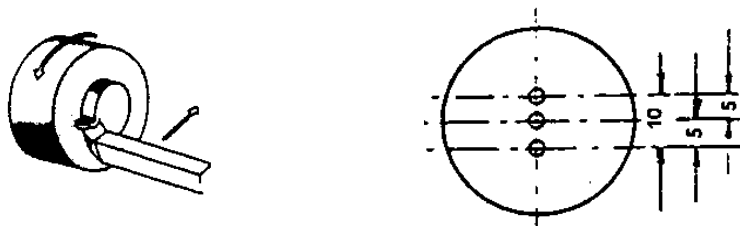
5. Κατασκευή άξονα με δύο έκκεντρα.

Οι διαστάσεις δίνονται στο. Το υλικό του δοκίμιου που θα χρησιμοποιήσετε είναι χάλυβας St37, διαστάσεων $\Phi 46 \times 126$ mm. Η επιτρεπόμενη ανοχή για τα μήκη είναι 0.01 mm.



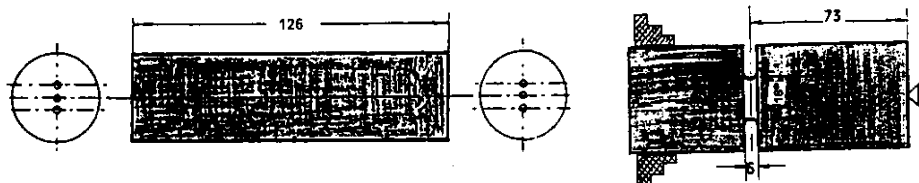
Σχήμα 2.76 Διαστάσεις και σχήμα δοκιμίου.

Πορεία εργασίας



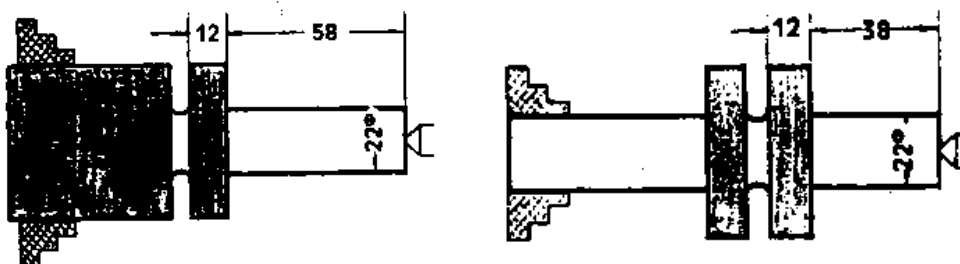
Τορνεύστε και τα δύο πρόσωπα. Το συνολικό μήκος θα είναι 126 mm.

Χαράξτε και τρυπήστε στο δράπανο κεντρότρυπες όπως φαίνεται στο σχήμα.



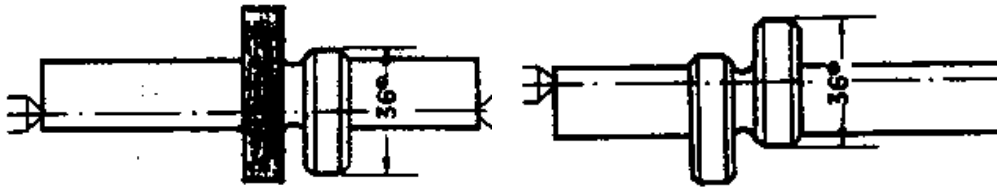
Χαράξτε και τρυπήστε στο δράπανο κεντρότρυπες όπως φαίνεται στο σχήμα.

Τορνεύστε αυλάκι όπως φαίνεται στο σχήμα.

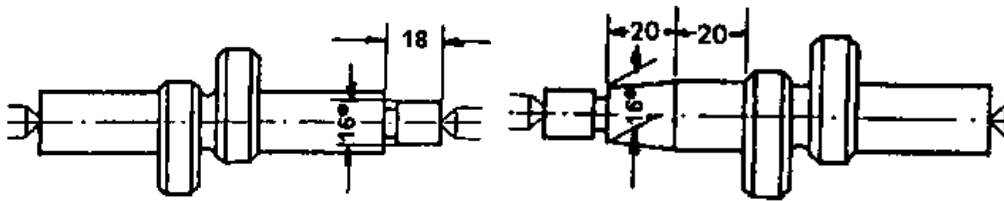


Τορνεύστε όπως φαίνεται στο σχήμα.

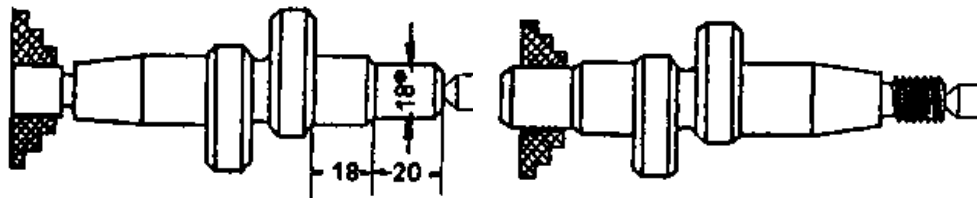
Αναστρέψτε το δοκίμιο και συνεχίστε την τórνευση.



Συγκρατείστε τις δύο πλευρές στα κέντρα με καρδιά. Τορνεύστε το ένα έκκεντρο. Αλλάξτε τα κέντρα. Τορνεύστε το άλλο έκκεντρο.



Αλλάξτε τα κέντρα. Τορνεύστε την πατούρα όπως φαίνεται στο σχήμα. Αναστρέψτε το δοκίμιο. Τορνεύστε κώνο.



Τορνεύστε πατούρα όπως φαίνεται στο σχήμα. Δημιουργείστε τριγωνικό σπείρωμα M 14 x 2 mm.

Εργαστηριακή άσκηση 2.3: Κατεργασία εξαρτημάτων αεροπορικού εμβολοφόρου κινητήρα σε φρέζα

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αναγνωρίζετε τα είδη της φρέζας και να αναφέρετε τις αρχές λειτουργίας τους.
- β) Να αναφέρετε τις πρακτικές που πρέπει να ακολουθείτε ώστε να πραγματοποιείτε τις βασικές εργασίες σε δοκίμια.
- γ) Να χειρίζεστε τη φρέζα, και να εκτελείτε όλες τις απαραίτητες μετρήσεις και ελέγχους.

Εισαγωγικές πληροφορίες

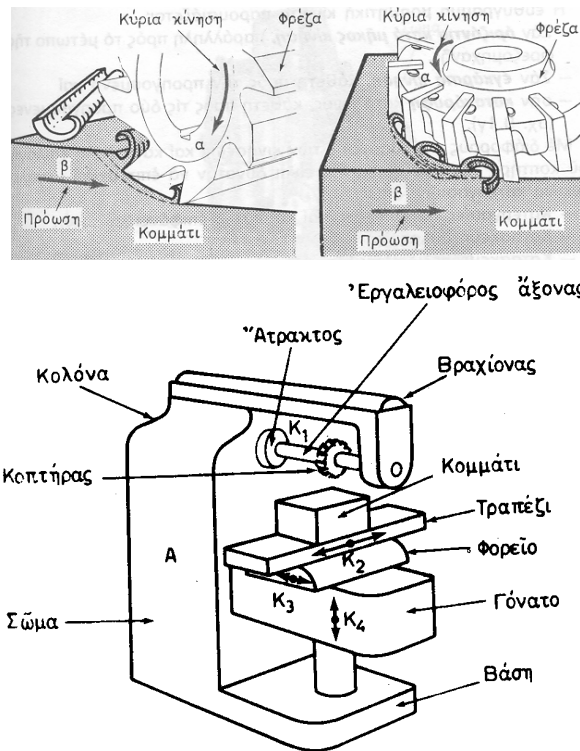
Η φρεζομηχανή είναι εργαλειομηχανή κοπής της οποίας η κύρια κίνηση είναι περιστροφική. Έχει τη δυνατότητα να εκτελεί πολλές από τις εργασίες που γίνονται στο δράπανο, την πλάνη και τον τόρνο και άλλες ακόμη που δε μπορούν, ή δεν είναι συμφέρον να γίνουν, σε αυτές τις εργαλειομηχανές. Τα χαρακτηριστικά της φρεζομηχανής είναι:

- Η κύρια κίνηση μεταφέρεται στο εργαλείο.
- Οι βοηθητικές κινήσεις είναι τρεις, ενώ στον τόρνο και την πλάνη δύο και στο δράπανο μία.
- Το κοπτικό εργαλείο έχει πολλές κύριες κόψεις (όσες και τα δόντια του), ενώ στον τόρνο και την πλάνη υπάρχει μία και στο δράπανο δύο.

Οι πολλές κόψεις την απόδοση της κοπής. Όσον αφορά την ακρίβεια της κοπής και την ποιότητα της επιφάνειας κατεργασίας, η φρεζομηχανή είναι ανώτερη του δράπανου και της πλάνης και ισάξια του τόρνου. Τα υλικά που μπορούν να επεξεργαστούν στη φρεζομηχανή είναι ο χάλυβας, ο ανοξείδωτος χάλυβας, ο χυτοσίδηρος, μη σιδηρούχα μεταλλεύματα και άλλα.

Η κύρια κίνηση στη φρεζομηχανή είναι η περιστροφική και μεταφέρεται στο κοπτικό εργαλείο. Η βοηθητική κίνηση είναι η ευθύγραμμη και μεταφέρεται στο εξάρτημα προς επεξεργασία (Σχήμα 2.77).

Με διάφορους συνδυασμούς των κινήσεων και κατάλληλη επιλογή του κοπτικού εργαλείου, η φρεζομηχανή επιτυγχάνει μεγάλη ποικιλία κατεργασιών, όπως: κατεργασίες σε καμπύλες και επίπεδες επιφάνειες, κατασκευή αυλακιών, χελιδνοουρών και σφηνοδρόμων, κόψιμο δοντιών σε τροχούς, ελικοειδών αυλακώσεων και σπειρωμάτων.



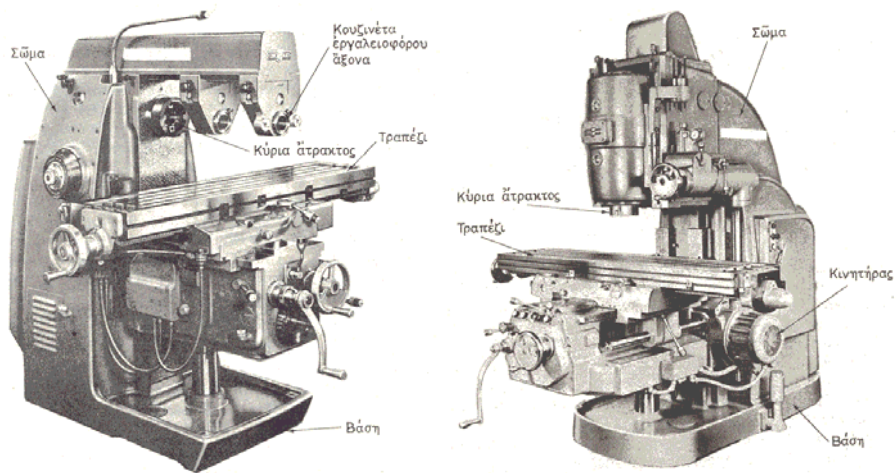
Σχήμα 2.77 Κινήσεις φρεζομηχανής

Οι φρεζομηχανές, ανάλογα με την θέση της κύριας ατράκτου και τη γενική διαμόρφωσή τους, διακρίνονται σε: οριζόντιες και κατακόρυφες Σχήμα 2.78, φρεζοπλάνες και ειδικές φραζομηχανές, όπως το φρεζοδράπανο και ο γριναζοκόπτης που θα εξετάσουμε παρακάτω.

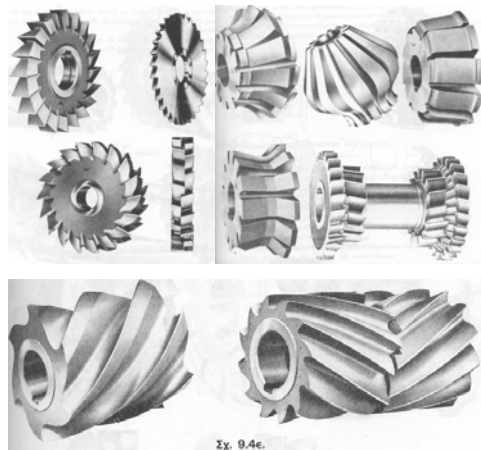
Τα κοπτικά εργαλεία της φρεζομηχανής ονομάζονται φρέζες και έχουν ποικιλία μορφών και πολλά δόντια. Στο Σχήμα 2.79 φαίνονται τα διάφορα είδη φρεζών, ενώ στο Σχήμα 2.80 παρουσιάζονται διάφορες μορφές αποβλήτων από φρεζάρισμα.

Τέλος, ένα σημαντικό εξάρτημα της φρεζομηχανής είναι ο διαιρέτης. Αυτός παρέχει τη δυνατότητα της κατεργασίας ενός εξαρτήματος υπό ίσες ακριβώς γωνίες.

Ο γριναζοκόπτης. Χρησιμοποιείται στη μαζική παραγωγή επεξεργασίας κοπής δοντιών σε εξαρτήματα, όπου και απαιτείται ακρίβεια στην παραγωγή των δοντιών. Στα ακόλουθα σχήματα φαίνονται τα σημαντικότερα είδη γριναζοκόπτη.

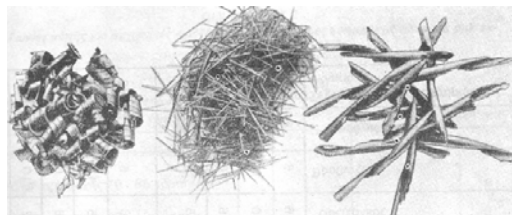


Σχήμα 2.78 Οριζόντια και κατακόρυφη φρεζομηχανή

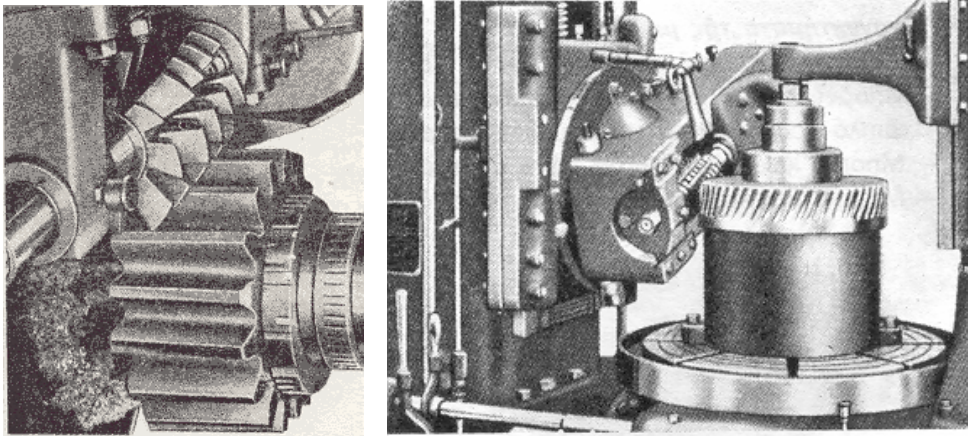


Σχ. 9.4ε.

Σχήμα 2.79 Είδη φρεζών



Σχήμα 2.80 Απόβλητα φρεζαρίσματος



Σχήμα 2.81 Κοπές δοντιών με γραναζοκόπτη

Μέτρα ασφάλειας

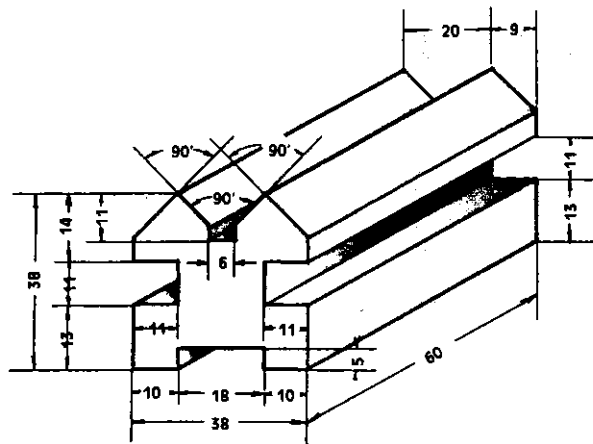
Ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας του Παραρτήματος Β.

Απαιτούμενα μέσα

Στη συνέχεια, θα παρουσιάσουμε την πορεία εργασίας για την κατασκευή κάποιων απλών εξαρτημάτων με τη χρήση φρέζας.

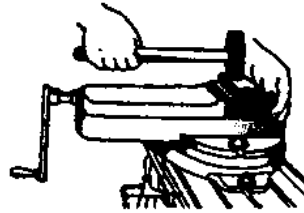
1. Κατασκευή σύνθετου εξαρτήματος στη φρεζομηχανή.

Οι διαστάσεις δίνονται στο Σχήμα 2.82. Το υλικό του δοκιμίου που θα χρησιμοποιήσετε είναι χάλυβας St37, διαστάσεων 40 x 40 x 60 mm.

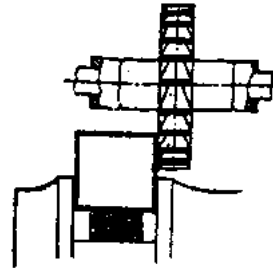
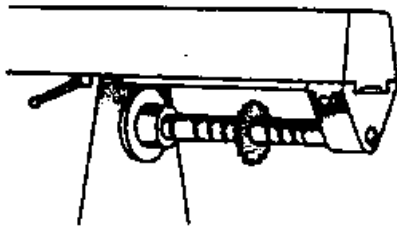


Σχήμα 2.82 Διαστάσεις και σχήμα δοκιμίου.

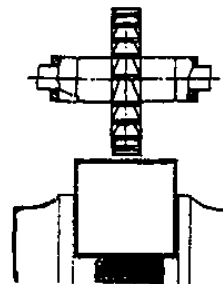
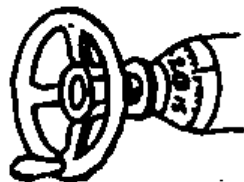
Πορεία εργασίας



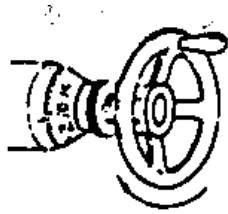
Τοποθετήστε στη φρέζα τρίκοπο Συγκρατήστε το δοκίμιο στη μέγγενη. κοπήρα πάχους 10 mm.



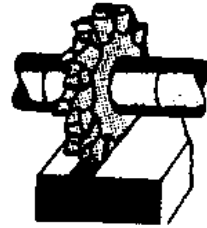
Επιλέξτε τον κατάλληλο αριθμό Μετακινήστε το τραπέζι ώστε η στροφών. Θέστε σε κίνηση τον πλευρά του κοπήρα να ακουμπήσει κοπήρα. ελαφρά στο δοκίμιο.



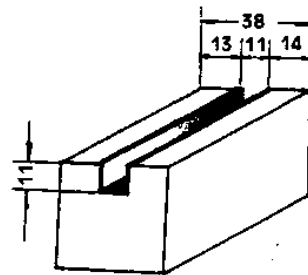
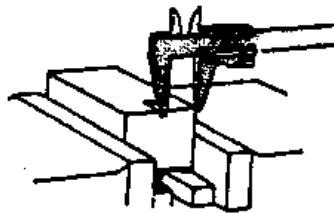
Τοποθετήστε το βαθμονομημένο Μετακινήστε το δοκίμιο όπως δακτύλιο του εγκάρσιου βολάν στην φαίνεται στο σχήμα. Ανυψώστε το ένδειξη 0. τραπέζι ώστε ο κοπήρας να ακουμπήσει ελαφρά στην επιφάνεια του δοκιμίου.



Μηδενίστε το δακτύλιο.

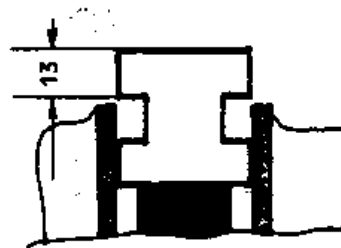
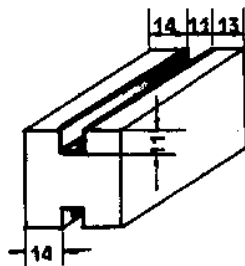


Φρεζάρετε αυλάκι βάθους 11 mm. Χρησιμοποιήστε ψυκτικό υγρό.

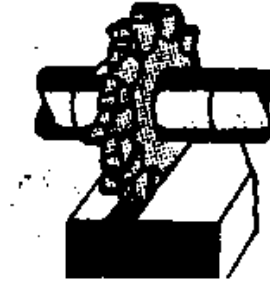
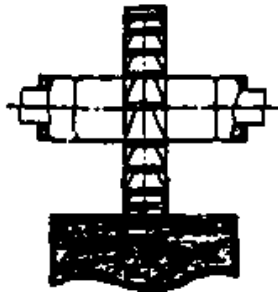


Περιοδικά, σταματήστε περιστροφή του κοπτήρα διαστασιολογικό έλεγχο.

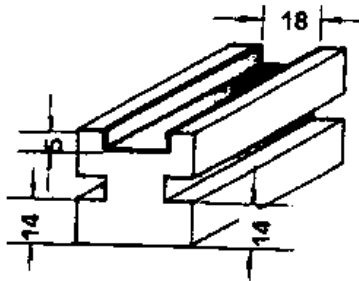
Μετακινώντας το τραπέζι φρεζάρετε τις διαστάσεις που φαίνονται στο σχήμα. Καθαρίστε τα γρέζια και αναστρέψτε το δοκίμιο.



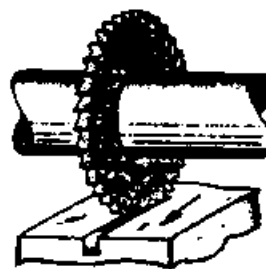
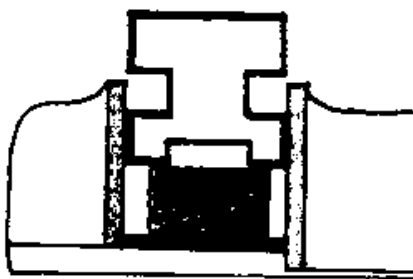
Κατά τον ίδιο τρόπο φρεζάρετε αυλάκι 11 x 11 mm. 13 mm προς τα πάνω. Χρησιμοποιήστε ψυκτικό υγρό. Συγκρατείστε το δοκίμιο με το πάχος 13 mm προς τα πάνω.



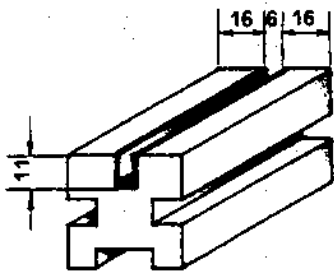
Τοποθετήστε τον κοπήρα έτσι ώστε να ακουμπήσει περίπου στο μέσο του δοκιμίου. Φρεζάρετε αυλάκι βάθους 5 mm.



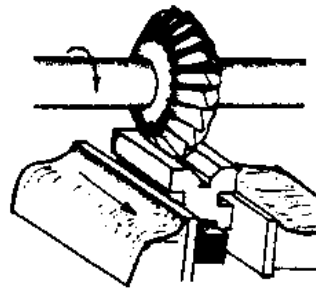
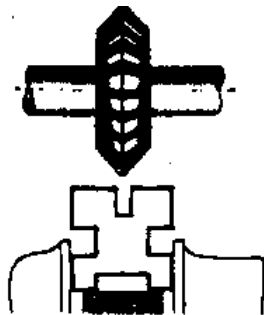
Μετακινήστε το τραπέζι και τοποθετήστε τον κοπήρα στις διαστάσεις του σχήματος. Τοποθετείστε τον κοπήρα, πάχους 6 mm. Φρεζάρετε στις διαστάσεις του κοπήρα, πάχους 6 mm.



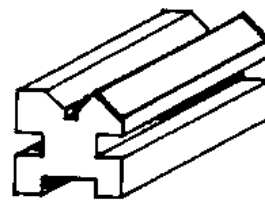
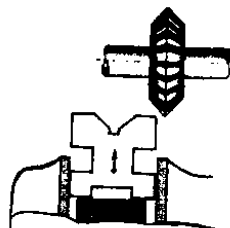
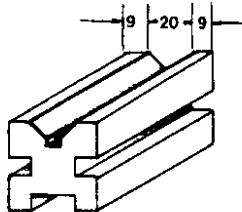
Συγκρατείστε το δοκίμιο όπως φαίνεται στο σχήμα. Φρεζάρετε αυλάκι. Χρησιμοποιήστε ψυκτικό υγρό.



Ελέγξτε τις διαστάσεις με Τοποθετείστε κοπήρα μορφής 90°. παχύμετρο. Μετά το πέρας της εργασίας μη λύσετε το δοκίμιο.



Κεντράρετε τον κοπήρα στο δοκίμιο Χρησιμοποιήστε ψυκτικό υγρό. όπως φαίνεται στο σχήμα. Φρεζάρετε μορφή.

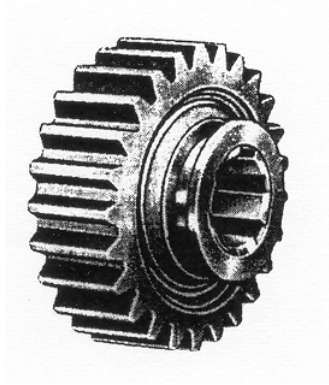


Φρεζάρετε στις διαστάσεις του σχήματος.

Μετακινείστε το τραπέζι. Κεντράρετε όπως φαίνεται στο σχήμα.

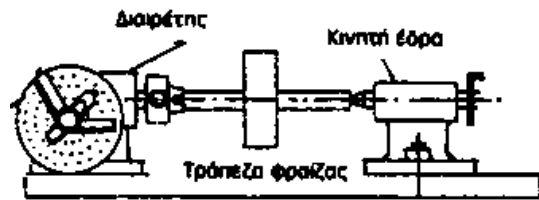
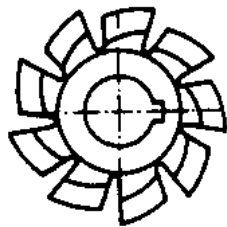
Φρεζάρετε την πλευρά.

2. Κατασκευή οδόντωσης οδοντωτού τροχού με ευθεία, παράλληλα δόντια. Ο οδοντωτός τροχός φαίνεται στο Σχήμα 2.83. Το υλικό του δοκιμίου που θα χρησιμοποιήσετε είναι χάλυβας St73.

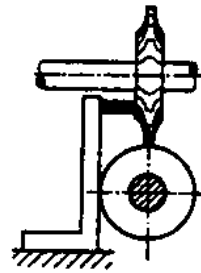
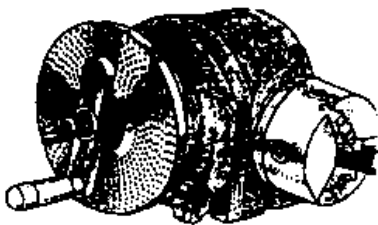


Σχήμα 2.83 Σχήμα δοκιμίου.

Πορεία εργασίας.



Τοποθετείστε στη φρέζα Συγκρατήστε το βοηθητικό άξονα με τον κοπήρα μοντούλ. υπό κατασκευή μοχλό στη φρέζα.



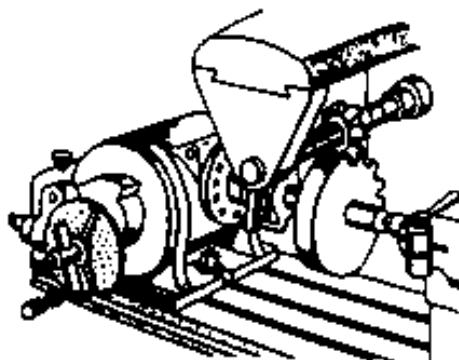
Υπολογίστε και ρυθμίστε το διαιρέτη. Κεντράρετε τον κοπήρα.



Βάλτε σε κίνηση τον κοπτήρα. Μηδενίστε το βαθμονομημένο Ακουμπήστε τον στην περιφέρεια δακτύλιο. Το βάθος θα κοπεί με δύο του δοκιμίου. πάσα.



Ρυθμίστε το βάθος κοπής. Κόψτε το πρώτο δόντι. Χρησιμοποιήστε ψυκτικό υγρό. Περιστρέψτε το χειροστρόφαλο του διαιρέτη. Κόψτε το δεύτερο δόντι.



Επαναλάβετε την ίδια πορεία μέχρι να κόψετε όλα τα δόντια. Ρυθμίστε το υπόλοιπό βάθος του δοντιού. Φρεζάρετε όλα τα δόντια, ώστε να έρθουν στο τελικό τους βάθος.

Εργαστηριακή άσκηση 2.4: Μετρήσεις φθορών σε εξαρτήματα εμβολοφόρων κινητήρων.

Επιδιωκόμενοι στόχοι

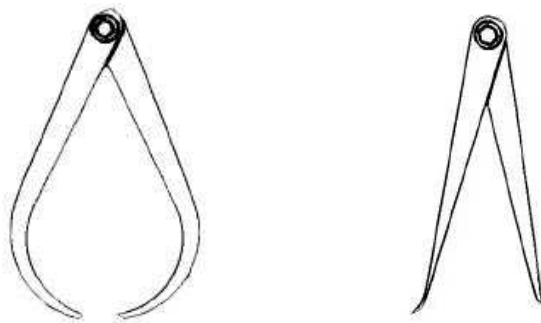
Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να χειρίζεστε τα μετρητικά όργανα που περιγράφονται στην άσκηση.
- β) Να καθορίζετε τα απαραίτητα μετρητικά όργανα για τις διάφορες μετρήσεις.
- δ) Να εκτελείτε μετρήσεις σε εξαρτήματα κινητήρων.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Η διαστατική επιθεώρηση των εξαρτημάτων ενός κινητήρα απαιτεί την χρήση μετρητικών οργάνων υψηλής ακρίβειας. Τα όργανα αυτά θα πρέπει να διατηρούνται σε πολύ καλή κατάσταση, ενώ είναι απαραίτητος ο έλεγχός τους (διακρίβωση) σε τακτά χρονικά διαστήματα. Τα πιο συνηθισμένα μετρητικά όργανα, τα οποία χρησιμοποιεί σε καθημερινή σχεδόν βάση, ένας τεχνικός συντήρησης αεροπορικών κινητήρων είναι διαβήτες, παχύμετρα, μικρόμετρα, βαθύμετρα, φίλερ (λεπίδες μέτρησης – feeler gages), και γωνιές. Στη συνέχεια παρατίθενται πληροφορίες σχετικές με τον χειρισμό, την ανάγνωση και την χρήση αυτών των μετρητικών οργάνων.

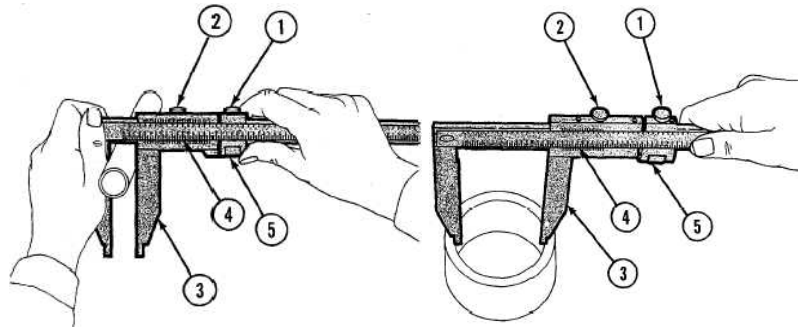
Διαβήτες:



Σχήμα 2.84 Διαβήτες μέτρησης εξωτερικής και εσωτερικής διαμέτρου

Οι διαβήτες (calipers / dividers) χρησιμοποιούνται για την μέτρηση διαμέτρων, τόσο εξωτερικών όσο και εσωτερικών (Σχήμα 2.84). Οι απλοί διαβήτες χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με χάρακα για τον καθορισμό της μέτρησης.

Παχύμετρα:



Σχήμα 2.85 Μέτρηση εξωτερικής και εσωτερικής διαμέτρου με παχύμετρο

Για τη μέτρηση διαμέτρων (αλλά και άλλων διαστάσεων) χρησιμοποιούνται συνήθως παχύμετρα (vernier calipers). Τα παχύμετρα παρέχουν ιδιαίτερα ακριβείς μετρήσεις (τόσο εξωτερικές όσο και εσωτερικές). Με την απασφάλιση των κοχλιών συγκράτησης (1) και (2) (Σχήμα 2.85) είναι δυνατή η μετακίνηση της κινούμενης σιαγόνας (3), μέχρι το επιθυμητό σημείο. Η σύσφιξη του κοχλία (1) ασφαλίσει τη σιαγόνα (3) στη θέση της. Οι τελικές ρυθμίσεις στην κλίμακα (4) γίνονται με το ροδάκι (5). Μετά την ασφάλιση και του κοχλία (2) γίνεται η ανάγνωση της μέτρησης.

Το παχύμετρο αποτελείται από μία «ακίνητη» κλίμακα (1) (Σχήμα 2.86) και μία «κινητή» (3) (τον «βερνιέρο»). Η ακίνητη κλίμακα είναι χωρισμένη με διαβαθμίσεις των 0.025in. (25 χιλιοστών της ίντσας). Τα δέκατα της ίντσας είναι αριθμημένα (2)¹. Η «κινητή» κλίμακα (3) είναι διαιρεμένη σε 25 τμήματα. Το συνολικό μήκος των 25 τμημάτων της «κινητής» είναι ίσο με 24 τμήματα της «ακίνητης» κλίμακας (1). Η διαφορά λοιπόν μεταξύ μίας υποδιαίρεσης της «ακίνητης» και μίας υποδιαίρεσης της «κινητής» κλίμακας είναι ίση με 0.001in. (ένα χιλιοστό της ίντσας). Έτσι για την ακριβή μέτρηση εντοπίζονται:

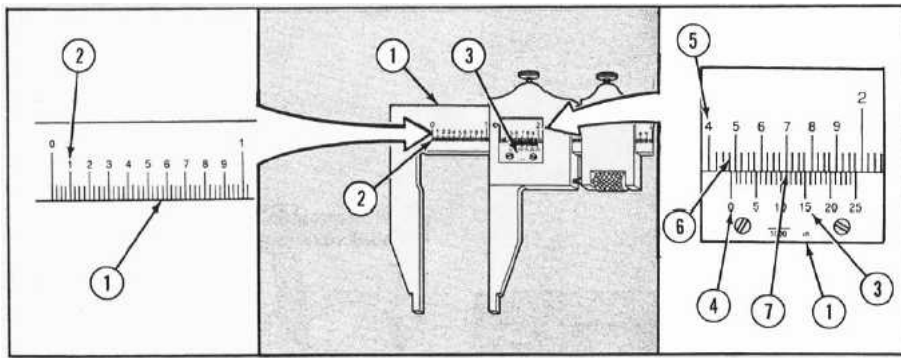
- αρχικά στην «ακίνητη» κλίμακα η δεξιότερη υποδιαίρεση που δεν υπερβαίνει το «0» (4) της «κινητής» κλίμακας και,
- στη συνέχεια η υποδιαίρεση της «κινητής» κλίμακας που συμπίπτει με υποδιαίρεση της «ακίνητης».

Το δεύτερο βήμα παρέχει τα χιλιοστά της ίντσας, τα οποία πρέπει να προστεθούν για την τελική ακριβή μέτρηση.

Για παράδειγμα η ανάγνωση της μέτρησης στο Σχήμα 2.86 γίνεται ως εξής:

¹ Αντίστοιχες διαβαθμίσεις ισχύουν στην περίπτωση μετρικών παχυμέτρων.

- Η δεξιότερη υποδιαίρεση της «ακίνητης» κλίμακας που δεν υπερβαίνει το «0» εντοπίζεται στο (6) και είναι $1\text{in.} + 4 \cdot 0.100\text{in.} + 3 \cdot 0.025\text{in.} = 1.475\text{in.}$
- Η υποδιαίρεση της «κινητής» κλίμακας που συμπίπτει με υποδιαίρεση της «ακίνητης» εντοπίζεται στο (7) και αντιστοιχεί σε 0.011in.
- Η τελική μέτρηση είναι: $1.475\text{in.} + 0.011\text{in.} = 1.486\text{in.}$



Σχήμα 2.86 Ανάγνωση μέτρησης σε παχύμετρο

Συνήθως τα παχύμετρα φέρουν δύο κλίμακες για την ανάγνωση εξωτερικών ή εσωτερικών διαστάσεων. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει η δεύτερη κλίμακα, είναι απαραίτητο να προστεθεί στη μέτρηση ένα σταθερό μήκος, το οποίο εξαρτάται από το μέγεθος του παχυμέτρου.

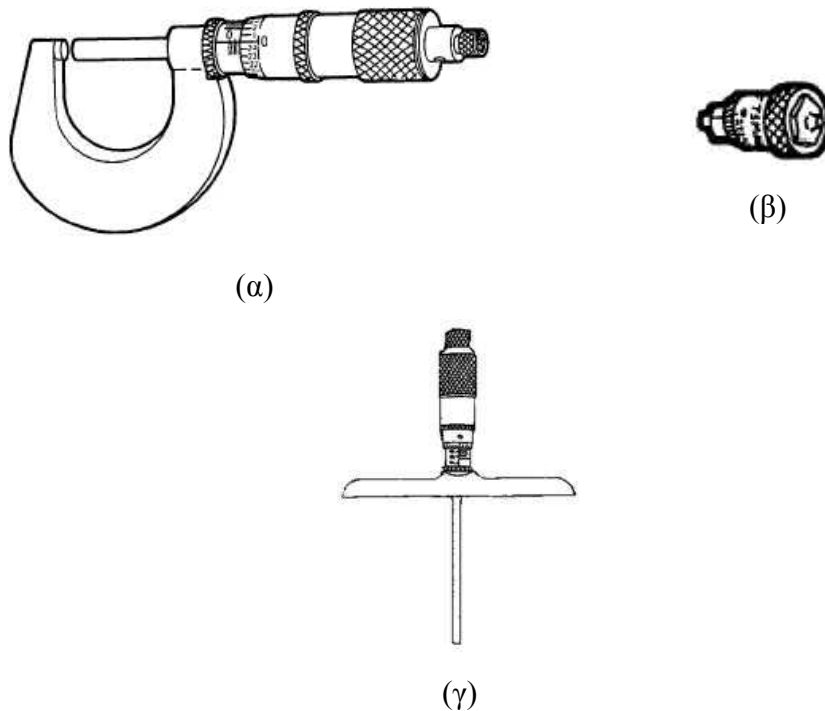
Αντίστοιχη μεθοδολογία ανάγνωσης της μέτρησης εφαρμόζεται και σε «μετρικό» παχύμετρο (Σχήμα 2.94).

Τα παχύμετρα, όπως και όλα τα μετρητικά όργανα ακριβείας, θα πρέπει να αποθηκεύονται ξεχωριστά, ενώ δεν θα πρέπει να προκαλούνται φθορές στις κλίμακες και να παραμένουν αυτές καθαρές και ευανάγνωστες. Πτώση του παχυμέτρου μπορεί να προκαλέσει αμυχές και εν γένει φθορές με αρνητικές συνέπειες, όσον αφορά την ακρίβεια του οργάνου.

Μικρόμετρα

Τα μικρόμετρα χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση διαστάσεων, με ακρίβεια 0.001in. (ένα χιλιοστό της ίντσας). Οι πιο κοινοί τύποι μικρομέτρων είναι:

- Μικρόμετρα εξωτερικών διαστάσεων (Σχήμα 2.87α)
- Μικρόμετρα εσωτερικών διαστάσεων (Σχήμα 2.87β)
- Μικρόμετρα βάθους (Σχήμα 2.87γ)



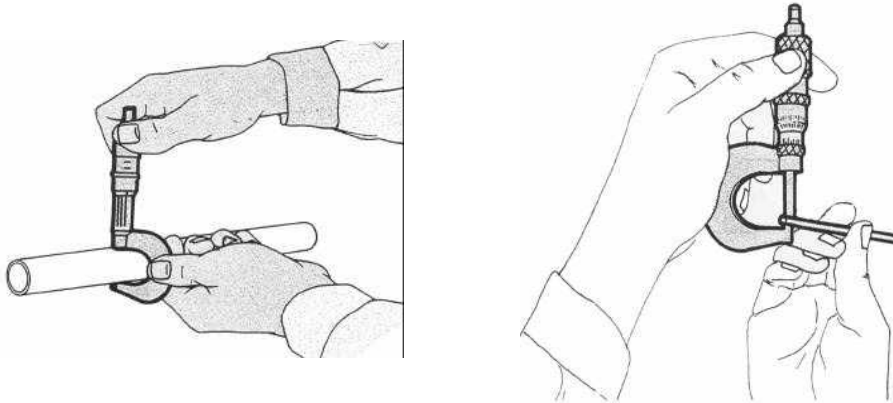
Σχήμα 2.87 Μικρόμετρα (α) εξωτερικών μετρήσεων, (β) εσωτερικών μετρήσεων και (γ) μικρόμετρο βάθους

Τα μικρόμετρα που χρησιμοποιούνται συνήθως, είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε να επιτρέπουν μέγιστη κίνηση του στελέχους κατά 1 ίντσα. Υπάρχει όμως μεγάλη ποικιλία μικρομέτρων, με τα οποία μπορούν να μετρηθούν διαστάσεις από 0 έως 24 ίντσες. Το κάθε μικρόμετρο χαρακτηρίζεται ανάλογα με την περιοχή που καλύπτει. Έτσι ένα μικρόμετρο 1 ίντσας μπορεί να μετρήσει διαστάσεις από 0 έως 1 ίντσα, ένα μικρόμετρο 5 ιντσών μπορεί να μετρήσει διαστάσεις από 4 έως 5 ίντσες κ.ο.κ. Πρέπει λοιπόν, πριν από την επιθεώρηση να γίνεται μία εκτίμηση της διάστασης που πρόκειται να μετρηθεί, έτσι ώστε να επιλεγθεί το σωστό μικρόμετρο (Σχήμα 2.88). Εάν, π.χ., η διάσταση είναι περίπου 2.5in. θα πρέπει να επιλεγεί ένα μικρόμετρο 3 ιντσών.

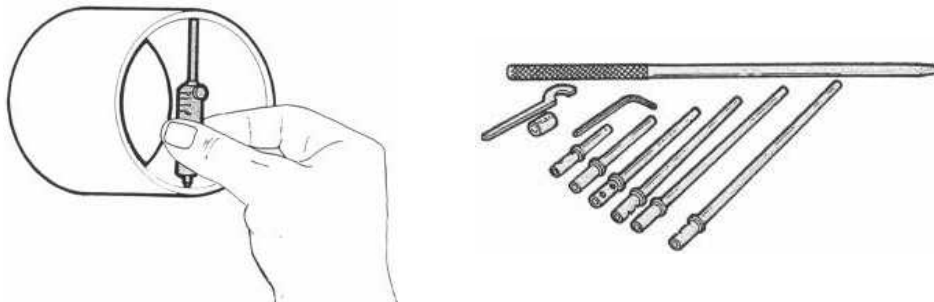
Στα εσωτερικά και στα μικρόμετρα βάθους προσαρμόζονται ράβδοι, οι οποίοι έχουν το απαραίτητο για τη μέτρηση μήκος (Σχήμα 2.89).

Η ανάγνωση της μέτρησης του μικρόμετρου αποδίδεται σχηματικά στο Σχήμα 2.90. Μία πλήρης περιστροφή του κοχλία του μικρόμετρου (1) προκαλεί μετακίνηση του στελέχους (2) προς το ακίνητο άκρο (3) κατά 1/40 ή 25 χιλιοστά της ίντσας (0.025in.). Η διαγράμμιση της λαβής (4) είναι ανά 0.025in., ενώ το περιστρεφόμενο μέρος (5) φέρει 25 διαγραμμίσεις. Η μέτρηση λαμβάνεται προσθέτοντας στην ένδειξη της λαβής τον αριθμό των

διαγραμμίσεων του κοχλίου (ως χιλιοστά της ίντσας), που έχουν "ξεπεράσει" τη γραμμή αναφοράς της λαβής.



Σχήμα 2.88 Επιλογή και χρήση εξωτερικού μικρομέτρου



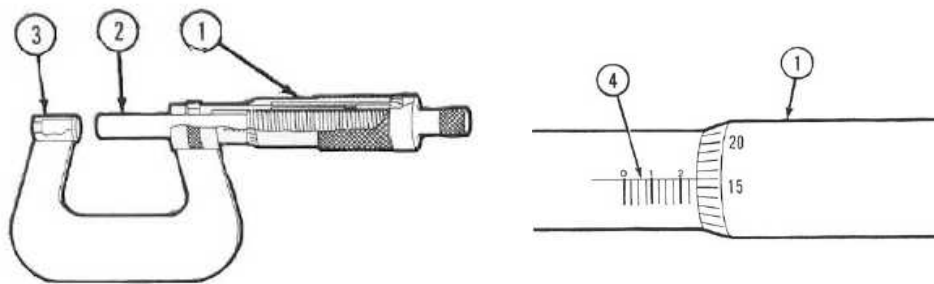
Σχήμα 2.89 Χρήση εσωτερικού μικρομέτρου και ράβδοι επέκτασης

Έτσι για το Σχήμα 2.90 έχουμε:

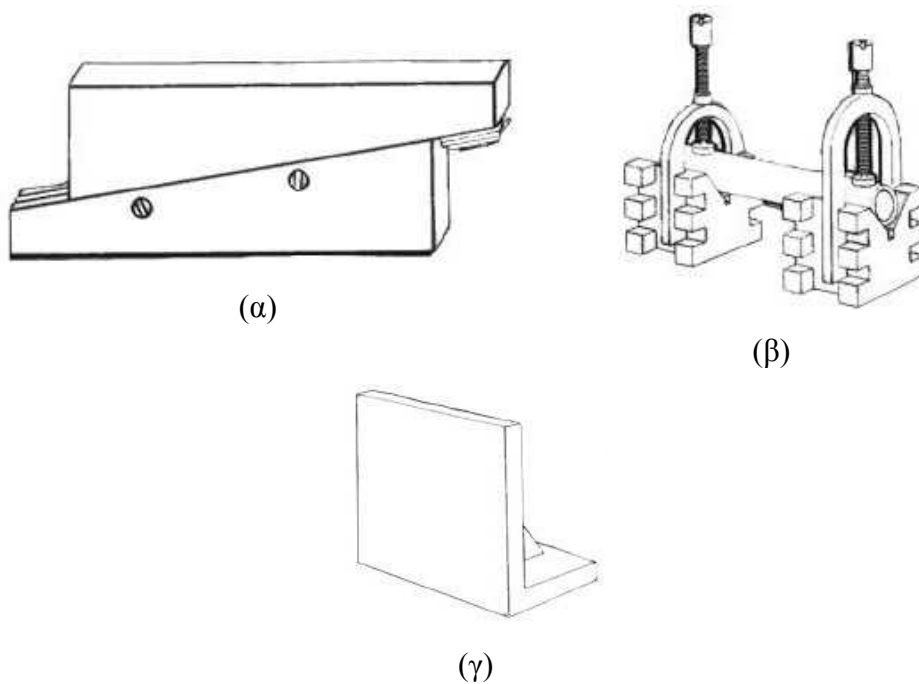
- Ένδειξη κλίμακας λαβής (4): 0.225in.
- Ένδειξη κοχλίου (1): 16 γραμμές ή 0.016in.
- Μέτρηση: $0.225 + 0.016 = 0.241$ in.

Ορισμένα μικρόμετρα φέρουν επιπλέον κλίμακα "βερνιέρου", η οποία επιτρέπει τη λήψη μετρήσεων με ακρίβεια 0.0001in. (ένα δέκατο του χιλιοστού της ίντσας). Για την ανάγνωση της μέτρησης είναι απαραίτητο ένα επιπλέον βήμα, το οποίο είναι ανάλογο με αυτό που περιγράφηκε για τα παχύμετρα.

Για τα μετρικά μικρόμετρα χρησιμοποιείται η ίδια διαδικασία ανάγνωσης της μέτρησης. Η διαφορά αφορά βεβαίως τις κλίμακες του κοχλίου και της λαβής (Σχήμα 2.94).



Σχήμα 2.90 Ανάγνωση μικρομέτρου



Σχήμα 2.91 (α) Κεκλιμένα παράλληλα, (β) V-blocks, (γ) γωνιές

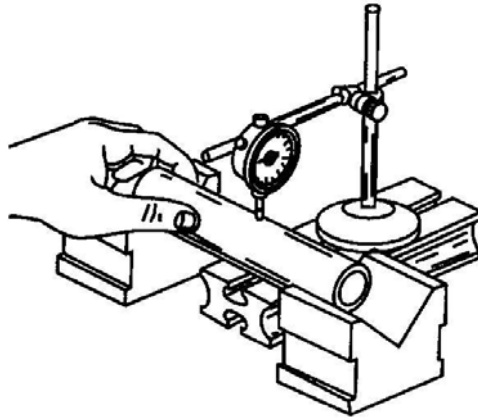
Κεκλιμένα παράλληλα, Στηρίγματα V, Γωνιές

Η διάταξη στο Σχήμα 2.91α αποτελείται από δύο κεκλιμένα κομμάτια, των οποίων οι εξωτερικές επιφάνειες είναι παράλληλες. Η απόσταση μεταξύ των δύο επιφανειών εξαρτάται από τη σχετική θέση των κομματιών και μπορεί να μετρηθεί με μικρόμετρο. Αυτές οι διατάξεις χρησιμοποιούνται για αρχικές ρυθμίσεις και έλεγχο επιπεδότητας. Διατίθενται σε διάφορα μεγέθη.

Τα στηρίγματα V (V-blocks, Σχήμα 2.91β) χρησιμοποιούνται ευρέως σε μηχανουργικές κατεργασίες για τη στήριξη αξόνων και για μετρήσεις.

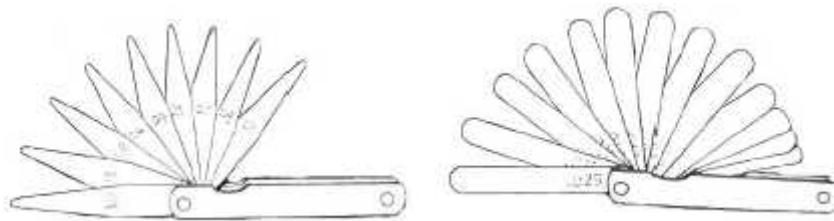
Το Σχήμα 2.92 δείχνει τη διάταξη μέτρησης κυκλικότητας άξονα. Ο άξονας (π.χ. πείρος εμβόλου) τοποθετείται σε V-blocks. Η περιστροφή του άξονα απεικονίζεται σε **μετρητικό ενδείκτη (dial indicator)** την απόκλιση από τον

"ιδεατό" κύκλο της διαμέτρου του άξονα στο επίπεδο της μέτρησης (runout).



Σχήμα 2.92 Μέτρηση κυκλικότητας άξονα

Οι γωνίες (Σχήμα 2.91γ) αποτελούνται από δύο εξωτερικές επίπεδες επιφάνειες σε ορθή γωνία. Χρησιμοποιούνται για ρυθμίσεις και έλεγχο καθετότητας.



Σχήμα 2.93 Μετρητικές λεπίδες (φίλερς)

Μετρητικές λεπίδες (φίλερ)

Οι μετρητικές λεπίδες (φίλερ, feeler gages, Σχήμα 2.93) κατασκευάζονται σε διάφορα σχήματα και μεγέθη. Συνήθως 2 έως 26 λεπίδες διαφόρων παχών (χιλιοστά της ίντσας) συναρμολογούνται σε ένα εργαλείο. Χρησιμοποιούνται ευρέως για έλεγχο διακένων, επιπεδότητας ανοιγμάτων κλπ.

Απαιτούμενα μέσα

Η παρούσα άσκηση παρέχει γενικές οδηγίες για τη μέτρηση εξαρτημάτων εμβολοφόρου κινητήρα. Απαιτούνται τα ακόλουθα έγγραφα, μέσα και εργαλεία:

- βιβλίο οδηγιών γενικής επισκευής του κινητήρα του εργαστηρίου σας,
- γενικά μετρητικά όργανα (παχύμετρα, μικρόμετρα, V-blocks, dial indicators),

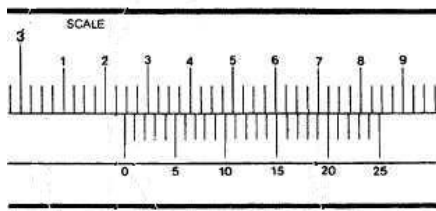
- ειδικά μετρητικά όργανα, όπως προδιαγράφονται στο βιβλίο γενικής επισκευής (π.χ. bore gage για τη μέτρηση της οβαλότητας των κυλίνδρων),
- επαρκείς πάγκοι εργασίας,

Μέτρα ασφαλείας

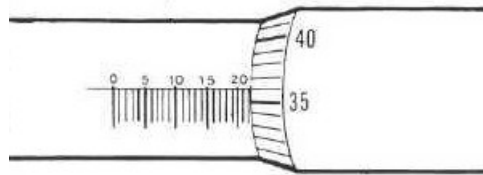
Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων που προτείνονται στις επόμενες παραγράφους θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις μετακινήσεις των διαφόρων κομματιών και των μετρητικών οργάνων, έτσι ώστε να εξλειφθεί η πιθανότητα ζημιάς από απροσεξία. Ακολουθείστε επίσης τα βασικά μέτρα ασφαλείας που αναφέρονται στο Παράρτημα Β.

Πορεία εργασίας

ΕΠΙΛΟΓΗ Α': Καθορίστε τη μέτρηση του «μετρικού» παχύμετρου και του μετρικού μικρόμετρου, όπως εμφανίζονται στο Σχήμα 2.94.



(α)



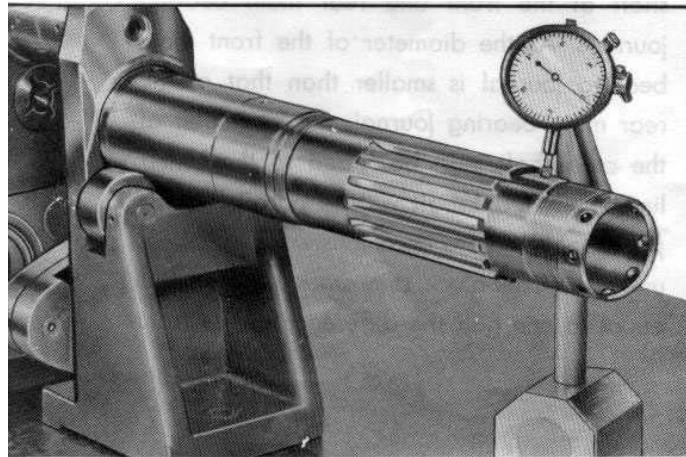
(β)

Σχήμα 2.94 "Μετρικό" (α) παχύμετρο και (β) μικρόμετρο

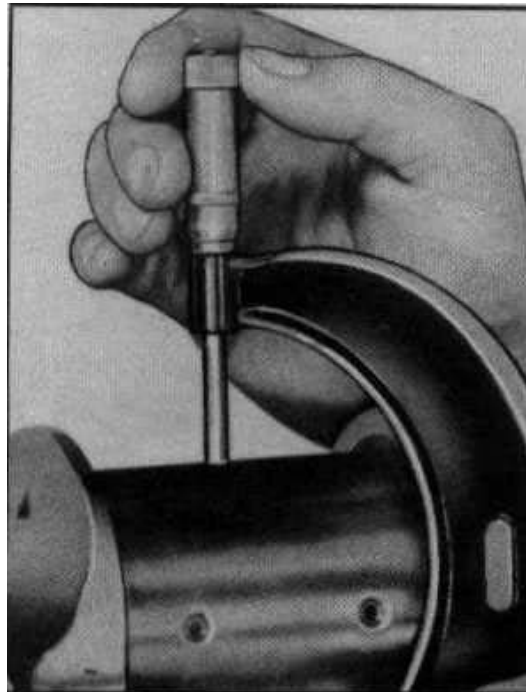
ΕΠΙΛΟΓΗ Β': Στις επόμενες παραγράφους προτείνεται η πραγματοποίηση μετρήσεων σε εξαρτήματα του εμβολοφόρου κινητήρα R1340-S1H1 της εταιρείας Pratt & Whitney Canada. Οι επιθεωρήσεις βασίζονται στο βιβλίο γενικής επισκευής του κινητήρα. Οι μετρήσεις συναντώνται σε όλους σχεδόν τους εμβολοφόρους αεροπορικούς κινητήρες και ως εκ τούτου, θεωρείται εύκολη η προσαρμογή της άσκησης σε άλλο τύπο αεροπορικό κινητήρα, τον οποίο πιθανώς διαθέτει το εργαστήριο πραγματοποίησης της άσκησης.

(α) Επιθεώρηση στροφαλοφόρου άξονα (Σχήμα 2.95):

- Συζητήστε τον τρόπο στήριξης του άξονα, λαμβανομένης υπόψη τη διαφορά διαμέτρου στα σημεία έδρασης.



Σχήμα 2.95 Μέτρηση κυκλικότητας στροφαλοφόρου άξονα

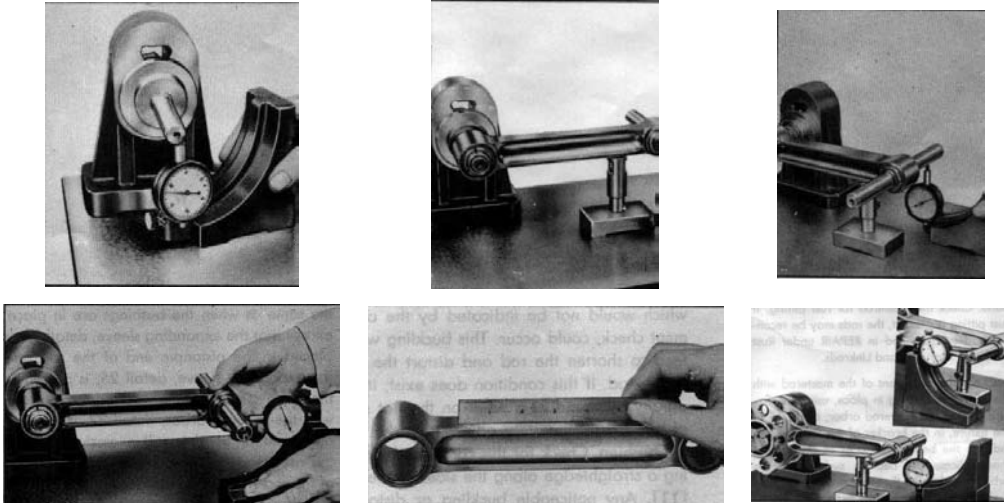


Σχήμα 2.96 Μέτρηση κομβίου στροφάλου (crankpin)

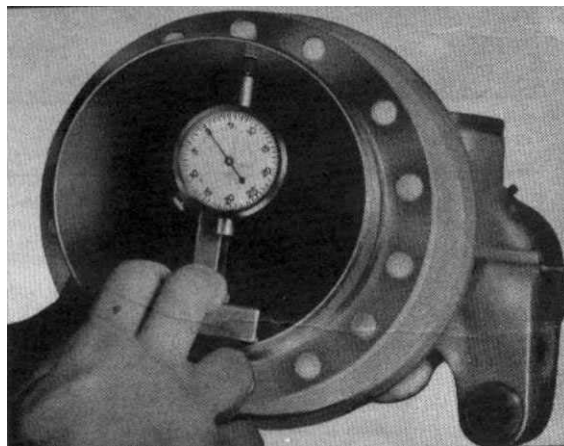
- Εκτελέστε και καταγράψτε τις μετρήσεις runout που απαιτεί ο κατασκευαστής.
- Μετρήστε και καταγράψτε τις διαμέτρους που απαιτεί ο κατασκευαστής (π.χ. διάμετρο κομβίου στροφάλου, Σχήμα 2.96)
- Μεταφέρετε τη μετρητική διάταξη σε άλλο πάγκο εργασίας.
- Επαναλάβετε τις μετρήσεις. Σχολιάστε τυχόν διαφορές

(β) Επιθεώρηση διωστήρων (Masterod και Linkrods) (Σχήμα 2.97):

- Εκτελέστε και καταγράψτε τις διαστατικές επιθεωρήσεις των διωστήρων, σύμφωνα με τις οδηγίες και χρησιμοποιώντας τα ειδικά εργαλεία του κατασκευαστή.
- Φροντίστε να γίνουν οι ίδιες μετρήσεις από διαφορετικά άτομα. Συζητήστε τυχόν διαφορές.



Σχήμα 2.97 Διαστατική επιθεώρηση διωστήρων



Σχήμα 2.98 Μέτρηση οβάλ κυλίνδρου

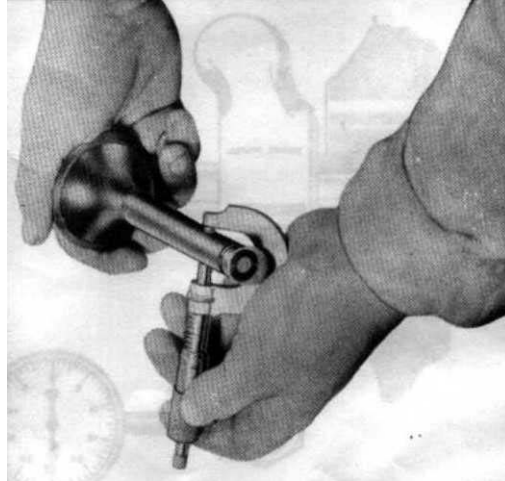
(γ) Μέτρηση οβάλ και έλεγχος φθοράς κυλίνδρων (Σχήμα 2.98):

Για τη μέτρηση του οβάλ των κυλίνδρων απαιτείται συνήθως ειδικό εργαλείο (bore gage).

- Μετρήστε το οβάλ και ελέγξτε τη φθορά των κυλίνδρων σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Προσέξτε την κίνηση του μετρητικού ενδείκτη και συζητήστε τις μετακινήσεις του (θετικές και αρνητικές).

(δ) Διαστατική επιθεώρηση βαλβίδων:

- Εκτελέστε τις διαστατικές επιθεωρήσεις των βαλβίδων που απαιτεί ο κατασκευαστής. Προσέξτε ιδιαίτερα τον έλεγχο για πιθανή καταπόνηση (stretching) των βαλβίδων και τις μετρήσεις μήκους και διαμέτρων (Σχήμα 2.99)



Σχήμα 2.99 Μέτρηση διαμέτρου σε στέλεχος βαλβίδας

Εργαστηριακή άσκηση 2.5: Εκπόνηση πλάνων εργασίας

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να διακρίνετε τα διάφορα είδη τεχνικών εγχειριδίων, τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τη συντήρηση των εμβολοφόρων αεροπορικών κινητήρων.
- β) Να χρησιμοποιείτε επιτυχώς και να αντλείτε πληροφορίες από τα εγχειρίδια συντήρησης των εμβολοφόρων αεροπορικών κινητήρων.
- γ) Να διαβάζετε και να συμπληρώνετε μητρώα εμβολοφόρων αεροπορικών κινητήρων.
- δ) Να εκδίδετε πλάνα εργασίας για απαιτούμενες εργασίες επί εμβολοφόρου αεροπορικού κινητήρα.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Βασικό συνοδευτικό στοιχείο ενός εμβολοφόρου αεροπορικού κινητήρα είναι τα μητρώα του. Πρόκειται για έναν φάκελο, ο οποίος περιέχει όλα τα σημαντικά στοιχεία, των οποίων η καταγραφή απαιτείται από τον κατασκευαστή, τόσο για τις ανάγκες της συντήρησης, όσο και για γενικότερους λόγους παρακολούθησης του κινητήρα. Τα μητρώα του κινητήρα περιλαμβάνουν πληροφορίες όπως τις ημερομηνίες αλλαγής βασικών παρελκομένων (καρμπυρατέρ, μανιατό, διανομέας, κλπ.), τον χρόνο της τελευταίας γενικής επισκευής, τις ημερομηνίες των διαφόρων περιοδικών επιθεωρήσεων και τυχόν ευρήματα και / ή τροποποιήσεις που εφαρμόστηκαν στον κινητήρα, κλπ. Κάθε εγγραφή περιέχει και την καταγραφή των ωρών λειτουργίας του κινητήρα (**TSN**: Time Since New - Ώρες λειτουργίας από κατασκευής, **TSO**: Time Since Overhaul - Ώρες λειτουργίας από την τελευταία γενική επισκευή).

Κατά την παραλαβή ενός κινητήρα σε εργοστάσιο γενικής επισκευής ελέγχονται αρχικά τα μητρώα του για ενημέρωση επί της γενικότερης κατάστασής του. Φυσικά, ο χρήστης του κινητήρα αναφέρει πάντα, σε επίσημο έγγραφο, τους λόγους αποστολής (π.χ. γενική επισκευή, απαίτηση τροποποίησης, διερεύνηση, κλπ.) και τις εργασίες, οι οποίες απαιτείται να πραγματοποιηθούν στον κινητήρα, εφόσον αυτές δεν είναι προφανείς από το λόγο αποστολής του κινητήρα. Συνήθως η παραλαβή και επεξεργασία των συνοδευτικών εγγράφων γίνεται από τη διεύθυνση ποιότητας της εταιρείας (π.χ. το τμήμα ποιοτικής διασφάλισης – Quality Assurance Department).

Στα καθήκοντα του τμήματος ποιοτικής διασφάλισης περιλαμβάνεται η ενημέρωση του τμήματος προγραμματισμού (Planning Department) αναφορικά με τις απαιτήσεις εργασιών στον υπό ένταξη κινητήρα. Αυτό γίνεται συνήθως με ειδικό εταιρικό έντυπο, το οποίο ονομάζεται WEI (Worksopre Evaluation Instructions). Το Σχήμα 2.100 παρουσιάζει ένα συμπληρωμένο WEI της Ελληνικής Αεροπορικής Βιομηχανίας, από το οποίο έχουν αφαιρεθεί, για ευνόητους λόγους, τα στοιχεία αναγνώρισης του συγκεκριμένου κινητήρα.


Το τμήμα τεχνικού προγραμματισμού εκδίδει, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του WEI τις απαραίτητες οδηγίες για την εκτέλεση των εργασιών. Για το σκοπό αυτό, είναι απαραίτητο, για το τμήμα τεχνικού προγραμματισμού να έχει πλήρη πρόσβαση στα τεχνικά εγχειρίδια συντήρησης. Αυτά άλλωστε αποτελούν τη βάση για τη σύνταξη των διαφόρων πλάνων εργασιών.

Τα πλάνα εργασίας αναπτύσσονται σε συγκεκριμένα έντυπα του οργανισμού, ο οποίος εκτελεί τη γενική επισκευή. Τα διάφορα έντυπα που χρησιμοποιεί το τμήμα τεχνικού προγραμματισμού, διαμορφώνονται έτσι ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες παρακολούθησης των κομματιών και καταγραφής των εκτελουμένων κάθε φορά εργασιών, αλλά και να παρέχουν ευελιξία αναφορικά με τις πιθανές «επεμβάσεις», τις οποίες θα χρειαστεί ένα κομμάτι ή ένα υποσυγκρότημα. Θα πρέπει επίσης ο τελικός προγραμματισμός να είναι τέτοιος, ώστε να διευκολύνεται η απρόσκοπτη μετακίνηση των κομματιών μεταξύ των συνεργείων, αλλά και η ομαλή επανασυγκέντρωσή τους για την φάση της συναρμολόγησης.

Το βασικό έντυπο του προγραμματισμού εργασιών αναφέρεται στις οδηγίες αποσυναρμολόγησης, επιθεώρησης, συναρμολόγησης δοκιμής και τελικής αποδοχής του κινητήρα και / ή των κύριων υποσυγκροτημάτων του. Το έντυπο δρομολόγησης ή traveler (Σχήμα 2.101) συνοδεύει κάθε υποσυγκρότημα (ή παρελκόμενο) σε όλες τις φάσεις και κέντρα εργασίας, από τα οποία διέρχεται αυτό κατά την παραμονή του στο εργοστάσιο. Ο προγραμματιστής εργασιών συμπληρώνει τα πεδία του εντύπου που αφορούν γενικότερα στοιχεία του υποσυγκροτήματος (Ονομασία, P/N, TSO, κλπ.), τις απαραίτητες εργασίες (operations) που πρέπει να εκτελεσθούν, καθώς επίσης και τα συνεργεία, όπου αυτές θα πραγματοποιηθούν.

Σε περίπτωση κατά την οποία διαπιστώνεται μη συμμόρφωση (non-conformance) του υλικού με τα προβλεπόμενα από τον κατασκευαστή, συμπληρώνεται το σχετικό τμήμα του εντύπου (Σχήμα 2.101) και ενημερώνεται ο τεχνικός προγραμματισμού για την έκδοση νέων οδηγιών. Το έντυπο περιέχει ακόμη πεδία, όπου ο τεχνικός και / ή ο επιθεωρητής

πιστοποιούν την πραγματοποίηση της εργασίας, συμπληρώνουν την ημερομηνία, όπως επίσης και τη χρονική διάρκεια της εργασίας. Το έγγραφο εντάσσεται, μετά την αποδέσμευση του κινητήρα, στο μητρώο της γενικής επισκευής, το οποίο υποχρεούται να διατηρεί ο οργανισμός για τουλάχιστον δέκα χρόνια.

		ENGINE QUALITY ASSURANCE WORK SCOPE EVALUATION INSTRUCTIONS		BASIC <input checked="" type="checkbox"/>	AMENDMENT <input type="checkbox"/>
CUSTOMER :		CONTRACT No:			
ENGINE TYPE: IO-360D		NOMENCLATURE: PISTON ENGINE			
W/O:	REJECT W/O:		O & A W/O:		
P/N: N/A	S/N:		TAG No:		
TSN:	TSO:	CYCLES: N/A	QTY: 1		
REASON FOR REMOVAL: OVERHAUL					
REF. DOC. 1.O/H MANUAL X- 2.PARTS CATALOG-X-			dated JUNE/1992 dated MAY/1992		
<p>1.PERFORM RECEIVING INSPECTION PER Q.I. 02-02.6/rev. 3</p> <p>2.PERFORM O/H ON ENGINE IAW REF.DOC (1) AND (2)</p> <p>COMPY WITH THE FOLLOWING Q.A.O'S 322R1 ,566,570</p> <p>3.PREPARE ENGINE FOR TEST AND TEST ENGINE PER REF.DOC (1)</p> <p>4.PRESERVE ENGINE AFTER TEST PER T.O 2R-1-11 AND/OR REF.DOC.(1)</p> <p>5.FINAL INSPECTION-PREPARE ENGINE FOR SHIPMENT PER T O 2R-1-11</p> <p>CAUTION: REPLACE CRANK SHAFT & CAM SHAFT GEARS WITH NEW ONES</p> <p>1. Εκτελέστε επιθεώρηση παραλαβής</p> <p>2. Εκτελέστε Γενική Επισκευή του Α/Κ</p> <p>3. Προετοιμάστε και δοκιμάστε τον Α/Κ</p> <p>4. Εκτελέστε "προετοιμασία αποθήκευσης" του Α/Κ</p> <p>5. Εκτελέστε τελική επιθεώρηση - Προετοιμάστε τον Α/Κ για αποστολή.</p> <p>ΠΡΟΣΟΧΗ: Αντικαταστήστε τον στροφαλοφόρο και τον εκκεντροφόρο άξονα με καινούργιους.</p>					
QUALITY ASSURANCE :		CUSTOMER :			
DATE :		DATE :			

Σχήμα 2.100 Έντυπο γενικών εργασιών σε εμβολοφόρο Α/Κ

έγγραφο αυτό εκδίδεται συνήθως από τον επιθεωρητή και εγκρίνεται από εκπρόσωπο του τμήματος ποιοτικής διασφάλισης.

The image shows two forms side-by-side. The left form is a 'ROUTING CONTROL CARD - ENGINE DIVISION' from HELLENIC AEROSPACE INDUSTRY S.A. It contains fields for part name, number, model, serial number, date, quantity, and inspection area. It also has a section for 'NONCONFORMANCE RECORD' with columns for description, date, and time. The right form is a larger 'NONCONFORMANCE RECORD' table with multiple columns for recording details of nonconformances.


Σχήμα 2.102 Έντυπο προγραμματισμού εργασιών

Αν και όπως προαναφέρθηκε, οι εργασίες που θα εκτελεστούν σε ένα κομμάτι, εξαρτώνται από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται, η επιθεώρηση, σε συνδυασμό με τα τεχνικά εγχειρίδια, υποδεικνύει περιορισμένο αριθμό πιθανών εργασιών, οι οποίες θα εκτελεστούν τελικά στο κομμάτι. Αυτές οι πιθανές εργασίες μπορούν να προβλεφθούν αποκλειστικά από τη μελέτη του τεχνικού εγχειριδίου και να ενταχθούν συνολικά σε ένα, έτοιμο εκ των προτέρων, έντυπο (Σχήμα 2.103). Σε αυτή την περίπτωση, οι εργασίες που περιγράφονται στο έντυπο δεν εκτελούνται απαραίτητα σύμφωνα με τη σειρά αναγραφής τους, αλλά σύμφωνα με τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου κομματιού (Application Index στο Σχήμα 2.104). Το έντυπο αυτό εκδίδεται από τον προγραμματιστή εργασιών, ενώ ο επιθεωρητής επισημαίνει τα βήματα (εργασίες) που θα πρέπει να εκτελεστούν.

Οι περιγραφές των εργασιών, οι οποίες αναφέρονται στα προαναφερθέντα έντυπα, μπορεί να είναι αναλυτικές για κάθε σταθμό εργασίας, ή να παραπέμπουν σε αλληλουχία εργασιών, οι οποίες πραγματοποιούνται στον ίδιο σταθμό εργασίας. Σε αυτή την περίπτωση, η αναλυτική περιγραφή των εργασιών γίνεται μέσω ειδικών εντύπων (Operation Sheet - Σχήμα 2.104). Αυτά τα έντυπα φέρουν πληροφορίες, οι οποίες αφορούν την οικογένεια (Part Number) και όχι το συγκεκριμένο κάθε φορά κομμάτι.

HELLENIC AEROSPACE INDUSTRY ENGINE DIVISION				WORK CONTROL DOCUMENT				
WORK ORDER		ITEM SERIAL NO.		DATE:		PAGE OF		
W.C.D. No:		QTY:		PART NAME :				
OPERAT. NO.	WORK TO BE ACCOMPLISHED			APPL INDE X	WORK STATION	OPRT &DT	INSP &DT	MAN/ HR
PLANNED BY :		PROD . PLAN APPROVAL:		Q.A APPROVAL:				
DATE:		DATE:		DATE:				

Σχήμα 2.103 Τυπικό πλάνο εργασίας στο εργοστάσιο κινητήρων της ΕΑΒ

 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ Α.Ε. HELLENIC AEROSPACE INDUSTRY S.A.		ΕΑΒ ΚΛΑΔΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ / HAI ENGINE DIVISION ΦΥΛΛΟ ΟΔΗΓΙΩΝ OPERATION SHEET	
ΤΙΤΛΟΣ / TITLE			
ΑΡΙΘ. ΥΛΙΚΟΥ / PART No.		ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ / ENGINE MODEL	ΑΡΙΘ. ΣΤΑΘΜΟΥ / STATION No.
ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΥΛΙΚΟΥ / PART NAME		ΣΧΕΤ. ΤΕΧΝ. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ & ΗΜΕΡ. REFERENCE DOCUMENT No. & DATE	
Αριθ. Εργασ. Oper. No.	A/A Seq. No.		
Προγρ. Παραγωγ. Σχεδίασης Prepared By	Εγκριση επόπτη παραγωγ. σχεδ. Approved By	Εγκριση επόπτη Π.Ε. QA Approval	Αριθ. Αλλαγής Change No.
Ημερομηνία / Date	Ημερομηνία / Date	Ημερομηνία / Date	Ημερομηνία / Date

H - 434 (Αναθ.2)

Σχήμα 2.104 Φύλλο εργασιών σε σταθμό εργασίας

Απαιτούμενα μέσα

Η παρούσα άσκηση παρέχει οδηγίες για την εκπόνηση πλάνων εργασίας. Απαιτούνται (ή συνιστώνται) τα ακόλουθα έγγραφα ή μέσα:

- βιβλίο οδηγιών γενικής επισκευής του κινητήρα,

- γραφεία εργασίας,
- ηλεκτρονικός υπολογιστής,
- επεξεργαστής κειμένου (MS Word) ή λογισμικό λογιστικών φύλλων (MS Excel),

Μέτρα ασφαλείας

Οι εργασίες εκπόνησης πλάνων εργασίας εκτελούνται κατά κανόνα σε περιβάλλον γραφείου. Γι'αυτό θα πρέπει να ακολουθούνται οι γενικότεροι κανόνες συμπεριφοράς και προστασίας από ατυχήματα, οι οποίοι ισχύουν σε αυτούς τους χώρους.

Πορεία εργασίας

ΕΠΙΛΟΓΗ Α': Εκπόνηση πλάνου επιθεώρησης των σημείων πρόσδεσης των κυλίνδρων στο στροφαλοθάλαμο, για τον κινητήρα R-2800

Οι επόμενες σελίδες περιέχουν απόσπασμα από το εγχειρίδιο γενικής επισκευής του κινητήρα R-2800, το οποίο αναφέρεται στην επιθεώρηση των σημείων πρόσδεσης των κυλίνδρων στο στροφαλοθάλαμο.

1. Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες του κατασκευαστή.
2. Αναγνωρίστε τις περιοχές ενός εργοστασίου γενικής επισκευής, οι οποίες εμπλέκονται στις διάφορες φάσεις της επιθεώρησης.
3. Συζητήστε και επιλέξτε το καταλληλότερο από τα έντυπα που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες σελίδες, για την έκδοση του πλάνου εργασίας.
4. Δημιουργήστε το έντυπο που επιλέξατε στον υπολογιστή σας, με την χρήση κειμενογράφου ή λογιστικού φύλλου.
5. Συμπληρώστε το έντυπο σύμφωνα με τις απαιτήσεις του τεχνικού εγχειριδίου.
6. Συζητήστε πιθανά προβλήματα που προκύπτουν από το πλάνο εργασίας, που μόλις εκπονήσατε και προτείνετε βελτιώσεις.

Περίληψη του αποσπάσματος των σελίδων 208-212 στην ελληνική γλώσσα. Το απόσπασμα προέρχεται από το εγχειρίδιο Γενικής Επισκευής του κινητήρα R-2800.

ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

Στροφαλοθάλαμος

Cylinder Mount Pads – η επιθεώρηση που θα πραγματοποιηθεί εστιάζεται στην ύπαρξη ρωγμών στο εξάρτημα αυτό. Τα βήματα είναι τα ακόλουθα:

α. Έγκαυση. Προετοιμάστε διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου με περιεκτικότητα 30% με την ανάμειξη νερού και καυστικής σόδας. Προσέξτε την έκλυση της θερμότητας που συνοδεύει την παραπάνω διαδικασία. Να φοράτε πάντα προστατευτικά γάντια και γυαλιά. Προσθέστε νερό για να αναπληρώσετε τυχόν απώλειες από εξάτμιση.

β. Διάλυμα νιτρικού οξέος. Προετοιμάστε διάλυμα νιτρικού οξέως περιεκτικότητας 25%, αναμειγνύοντας ένα μέρος νιτρικού οξέος σε τρία μέρη πόσιμου νερού. Προσέξτε τους τοξικούς ατμούς που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας. Να φοράτε πάντα προστατευτικά γάντια και γυαλιά.

γ. Επιθεώρηση. Αρχικά, καθαρίστε τα cylinder pads. Θερμάνετε το τμήμα του στροφαλοθαλάμου. Ταπώστε τις οπές που υπάρχουν και πραγματοποιήστε έγκαυση στην επιφάνειες προς επιθεώρηση. Στην περίπτωση που δεν επιτευχθεί η κατάλληλη ποιότητα της επιφάνειας του εξαρτήματος προς επιθεώρηση, εφαρμόστε το διάλυμα του νιτρικού οξέος. Στεγνώστε το εξάρτημα. Στη συνέχεια, επιθεωρήστε το με τη χρήση ενός ισχυρού μεγενθυτικού φακού.

δ. Είδη ρωγμών. Στο Σχέδιο [4A] φαίνονται οι ρωγμές τύπου I, που είναι ασυνεχείς (A), συνεχείς (B) – με μήκος μικρότερο από 1½ in - ή συγκλίνουν μεταξύ τους (C). Οι ρωγμές του τύπου αυτού δεν παρουσιάζουν την τάση να αυξάνονται σε μήκος. Δώστε προσοχή στις ρωγμές που βρίσκονται περιφερειακά των μπουλονιών, όπως φαίνεται στο Σχέδιο [4B]. Το μήκος τους δεν πρέπει να ξεπερνά τις 1½ in και δεν πρέπει να εκτείνονται στο εσωτερικό της υποδοχής του μπουλονιού.

Οι ρωγμές τύπου II, όπως φαίνονται στο Σχήμα [4C] δεν επιτρέπονται. Στην περίπτωση που οι ρωγμές βρίσκονται εντός ορίων, συνήθως προτείνεται το μαρκάρισμά τους ώστε να τύχουν επιθεώρησης σε επόμενη γενική επισκευή για την περίπτωση της διάδοσης της ρωγμής.

Παραμορφώσεις και φθορές στην περιοχή των cylinder parts, με διαστάσεις μεγαλύτερες των **0,004 in** δεν επιτρέπονται.

ΕΠΙΛΟΓΗ Β': Εκπόνηση πλάνου επισκευών.

Επαναλάβετε τα βήματα της επιλογής Α' για διαδικασία επισκευής, την οποία θα επιλέξετε από το τεχνικό εγχειρίδιο του κινητήρα που διαθέτετε.

INSPECTION

CRANKCASE

Cylinder Mount Pads — Prepare for inspection of pads and inspect to determine crack indications in accordance with the following procedures:

a. Etching Solution. Prepare a 30 percent sodium hydroxide solution as follows:

(1) Place a measured quantity of water in a steel tank which has a capacity two or three times greater than the quantity of solution desired.

(2) Slowly add 30 to 50 ounces of commercial grade caustic soda for each gallon of water.

Add the caustic soda very cautiously because of the large amount of heat which may be generated. The operator shall wear goggles and rubber gloves and shall avoid spilling on his person or on the engine parts.

(3) Replace any water lost by evaporation during the mixing process. A liquid level mark should be made on the inside of the tank. Add water daily to bring the solution up to the level mark. A sample of the solution shall be taken from the tank, once a week, for analysis.

b. Nitric Acid Rinse. Prepare a 25 percent nitric acid solution by adding one part of nitric acid (42° Baumé) to three parts of tap water. Analyze a sample of the solution once a week.

Add the nitric acid to the water very cautiously since a large amount of toxic fumes will be liberated. The operator shall wear goggles and rubber gloves and shall avoid spilling or spattering the solution on his person or on the engine parts.

c. Inspection Procedure.

(1) Thoroughly clean the cylinder pads and remove any paint or carbon deposits.

(2) Heat the crankcase section in a vapor degreasing tank for two minutes.

If a vapor degreasing tank is not available, the case may be baked or dipped in water at 185° to 200°F (85° to 93°C) for five minutes.

(3) After closing any threaded openings with screws or rubber plugs, brush or swab the etching solution evenly over the surfaces to be examined, allowing not more than five minutes to set.

(4) Thoroughly flush the section with a spray of hot water at moderate pressure, taking particular care to flush out all recesses and oil passages.

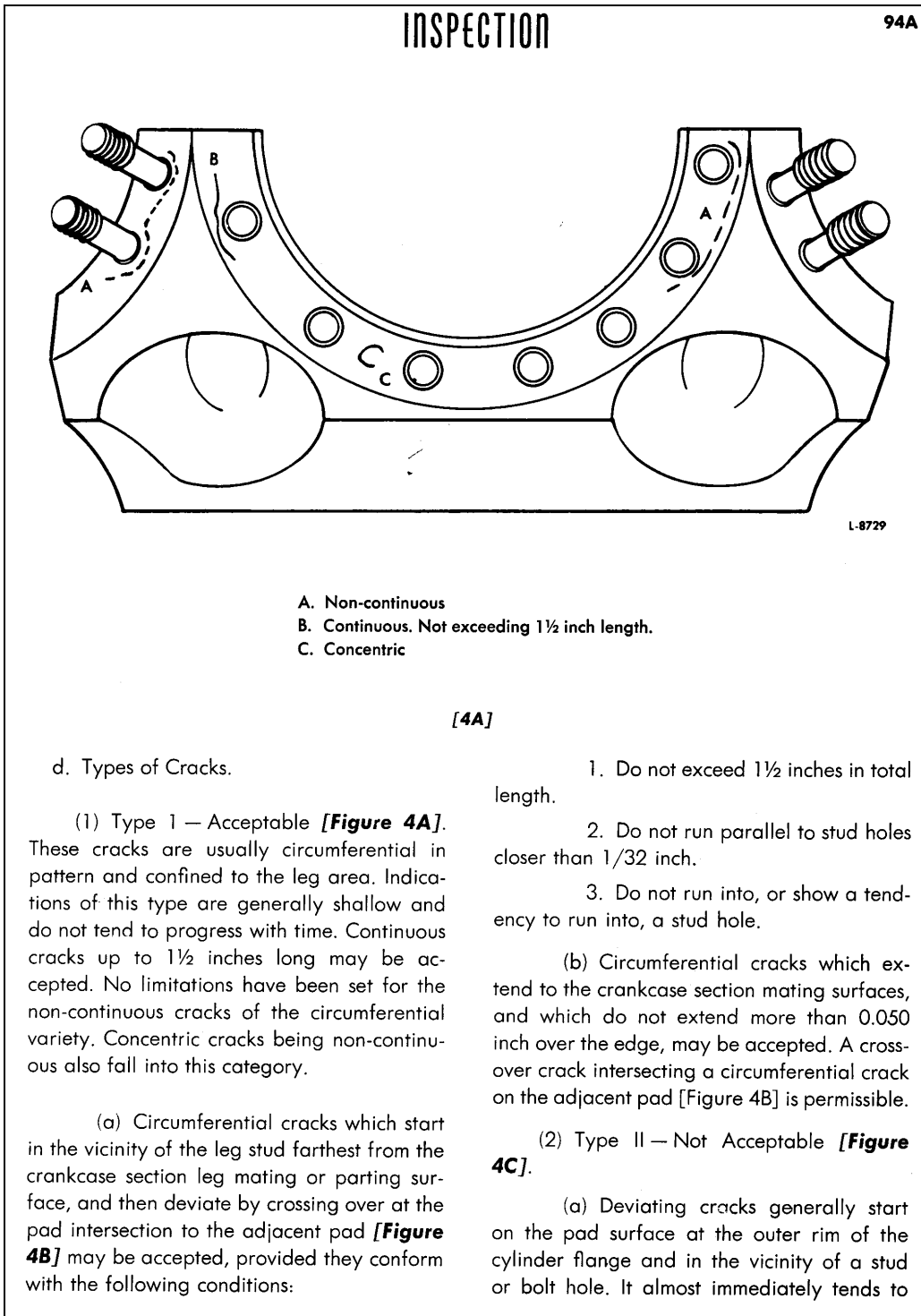
(5) If the etching does not provide a reasonably bright metallic surface for inspections, swab or brush the acid rinse over the area to be inspected.

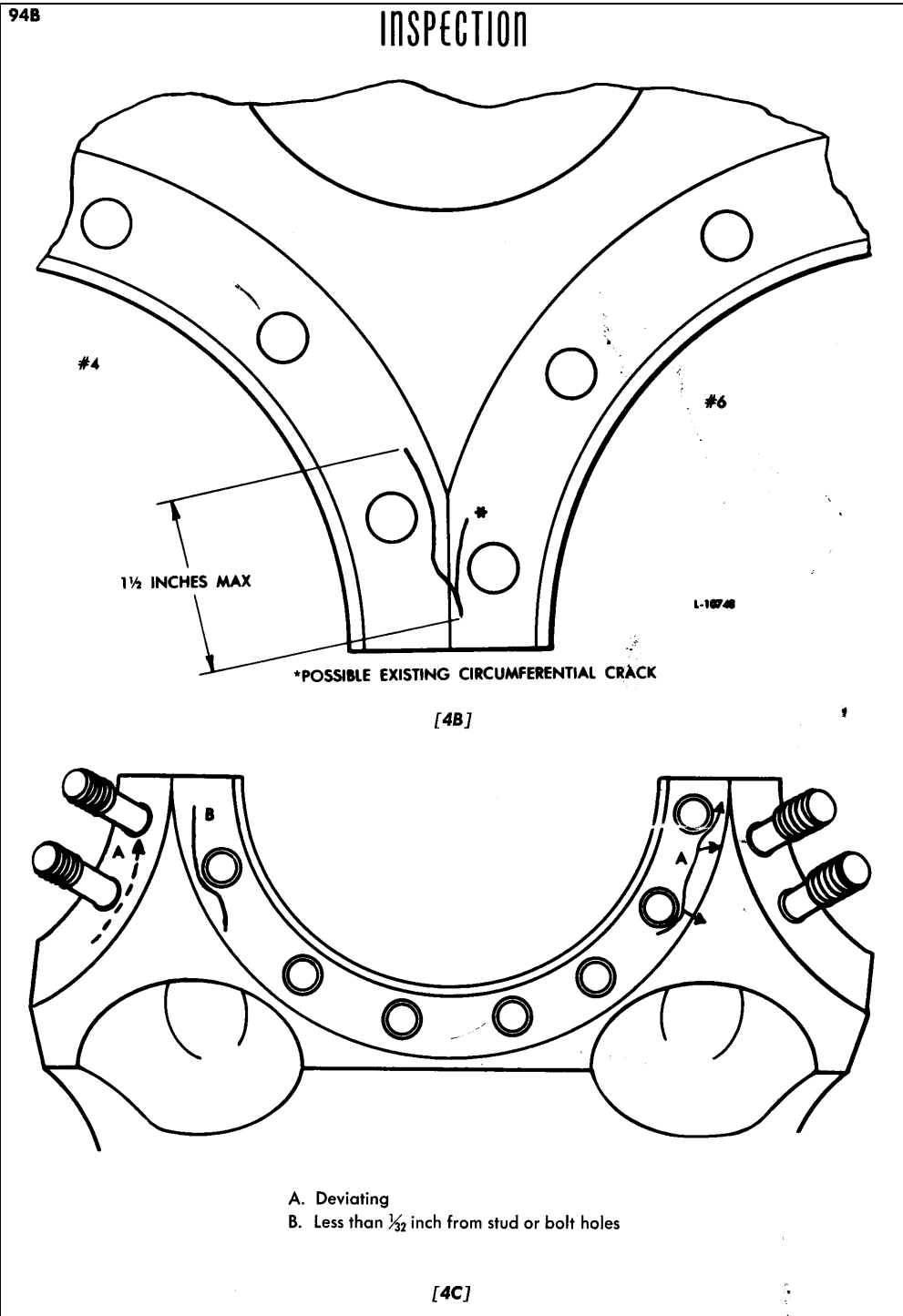
(6) Since the acid rinse will normally clean and brighten the surface almost immediately, quickly rinse the acid solution from the surface of the section using clean hot water, ensuring that the recesses and oil passages are thoroughly flushed.

(7) Dry the section with an air blast followed by immersion in a vapor degreasing bath for two minutes or by baking at 185° to 200°F (85° to 93°C) for five minutes.

(8) Oil the main bearing liners.

(9) With a five to seven power magnifying glass, inspect all aluminum surfaces for cracks which will be indicated by fine dark lines. Particular attention shall be given to the cylinder pad surfaces and to the surfaces between these pads and the through bolt bosses.





INSPECTION

94C

depart from the characteristic circumferential pattern and progress to adjoining pad. This type may enter one or both stud and/or bolt holes and is usually of considerable depth, and is progressive.

(b) Circumferential cracks which run parallel to a stud or bolt hole closer than 1/32 inch or which deviate into a stud or bolt hole are unacceptable.

(c) No cracks may be accepted in through bolt holes.

(d) Center sections which exhibit evidence of pulled studs shall be rejected.

(e) Cylinder flange seating patterns must show more than 75 percent contact in the cracked area.

(f) It is suggested that when crankcase sections have been accepted with cracks as outlined in the preceding steps, the cracks be suitably marked so that they may be inspected at subsequent overhaul for possible progression beyond acceptable limits.

(g) Galled cylinder pads may be reworked to 0.022 inch under blueprint minimum (10.684 inches) or to a minimum measurement of 10.662 inches from the centerline of the crankshaft bearing bore to the surface of the cylinder pad. Angle and diameter of chamfer are $45^\circ \times 6.265 \pm 0.010 - 0.000$. Crankcases requiring removal of material beyond these limits shall have the individual sections replaced by rematching.

Depressions, unevenness, or wear areas on cylinder pads should not exceed 0.004 inch maximum.

Cylinder Attaching Studs, Bolts, and Nuts

— Refer to DISASSEMBLY under "Cylinders and Pistons."

a. Check all studs and bolts for looseness. Replace any loose stud or bolt with one of the appropriate oversize. PWA-5779 Taps are available for oversizes. (Refer to REPAIR under "Cylinder Flange Bolts and Studs Replacement.")

b. Inspect stud threads for tears and nicks.

It is permissible to chase the threads but no attempt should be made to force the chaser on or off the threads since this might change the thread form. Thread dies must not be used because the threads have been rolled and use of a die will undercut the thread root.

c. Check studs for the minimum holding torque of 150 pound-inches. Replace any studs below this limit with the appropriate oversize.

d. Measure the diameter of the necked down portion of each stud and replace any stud having a diameter of less than 0.348 inch.

e. Check for correct projection height of 0.960 to 0.980 inch.

Replace any questionable studs.

f. Inspect the cylinder attaching nuts as follows:

(1) Inspect the threads of each nut for damage and wear. Reject any nut which will accept a "No-Go" thread gage having a 0.4375-20NF-1 fit (0.4101 PD).

(2) Visually inspect the seating surface which must be free of plating, in good condition, and free from tears.

(3) Check the squareness of the nut seating surface. This may be accomplished by the use of a PWA-5802 Squariness Gage. Squareness must be within 0.003 inch FIR as shown in **Figure 4D**.

(4) Strip the cadmium plate, and replate the nuts at each overhaul in accordance with the procedure described in the Overhaul Plating Manual. No cadmium plating is permitted on the seating surface of the nut.

(5) Any nuts which do not incorporate the identification notch, nor otherwise conform to the specifications shown in **Figure 4E**, are not permissible.

g. Check stud stretch by placing a dummy flange on a cylinder pad, using a nut on each of the studs in the through holes. Using a ball contact micrometer or a micrometer over balls, measure the lengths of the through studs before and after tightening the nuts in

Εργαστηριακή άσκηση 2.6: Ζυγοστάθμιση στροφαλοφόρου άξονα εμβολοφόρου αεροπορικού κινητήρα

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της παρούσας εργαστηριακής άσκησης θα είστε σε θέση:

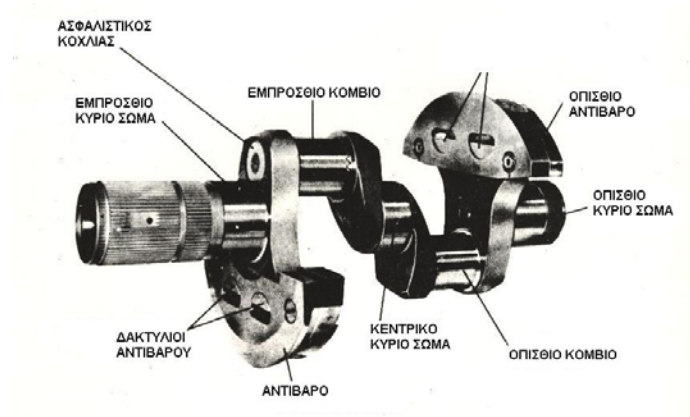
- α) Να αναφέρετε τις βασικές αρχές της θεωρίας που διέπει τη ζυγοστάθμιση στερεών σωμάτων.
- β) Να εκτελείτε τα στάδια εργασίας που αφορούν τη ζυγοστάθμιση στροφαλοφόρου άξονα εμβολοφόρου αεροπορικού κινητήρα.
- γ) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιείτε όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες

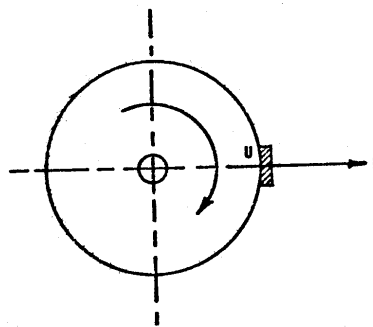
Ο στροφαλοφόρος άξονας (Σχήμα 2.105) λειτουργεί υπό εξαιρετικά σκληρές συνθήκες, λόγω της έντασης και της ασυνέχειας των καταπονήσεων που δέχεται, καθώς και λόγω του υψηλού ρυθμού περιστροφής του. Σε αυτόν εφαρμόζονται, με προσθετικό τρόπο, οι δυνάμεις που δημιουργούνται από τη συμπίεση και την επακόλουθη εκτόνωση των καυσαερίων. Αυτές οφείλονται στην αδράνεια των στοιχείων που εκτελούν παλινδρομική κίνηση (έμβολο, ελατήρια εμβόλου, πείρος και μέρος του διωστήρα). Επίσης, στο στροφαλοφόρο άξονα ασκείται και η φυγόκεντρος δύναμη που δημιουργείται από την περιστροφική κίνηση των μαζών των εξαρτημάτων του που είναι ασύμμετρα κατανεμημένα ως προς τον άξονα περιστροφής.

Γενικά, η φυγόκεντρος δύναμη ενεργεί πάνω στη μάζα ενός περιστρεφόμενου σώματος, εξαναγκάζοντας κάθε σημείο του (στοιχειώδη μάζα) να τείνει να απομακρυνθεί από τον άξονα της περιστροφής, σε μία ακτινική διεύθυνση. Αν οι στοιχειώδεις μάζες, που συνθέτουν τη μάζα του περιστρεφόμενου σώματος, είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες όσον αφορά τον άξονα της περιστροφής, τότε η συνισταμένη των φυγόκεντρων δυνάμεων των στοιχειωδών μαζών είναι μηδενική. Αντίθετα, στην περίπτωση ανομοιόμορφης κατανομής των μαζών, τότε η φυγόκεντρος δύναμη που εξασκείται στην πλευρά με το μεγαλύτερο βάρος είναι μεγαλύτερη από τη φυγόκεντρη που εξασκείται στην πλευρά με το μικρότερο βάρος. Το περιστρεφόμενο σώμα τείνει προς την διεύθυνση του μεγαλύτερου βάρους. Στο Σχήμα 2.106 φαίνεται ένα περιστρεφόμενο σώμα με μία επιπλέον μάζα U στη μία πλευρά του. Εξαιτίας της φυγόκεντρης δύναμης που αναπτύσσεται

από τη μάζα αυτήν, το περιστρεφόμενο σώμα ωθείται προς την κατεύθυνση της δύναμης F .



Σχήμα 2.105 Τα μέρη του στροφαλοφόρου άξονα



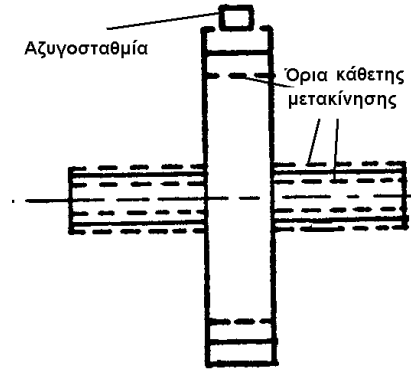
Σχήμα 2.106 Η μάζα U που επιφέρει αζυγοσταθμία

Η επιπλέον μάζα που φαίνεται στο Σχήμα 2.106 ονομάζεται **αζυγοσταθμία (unbalance)**. Η εργασία που κάνουμε για το μηδενισμό της συνισταμένης φυγόκεντρης δύναμης ονομάζεται ζυγοστάθμιση.

Πολλοί παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν την αζυγοσταθμία, όπως:

- Ανοχές κατά την κατασκευή του εξαρτήματος (χύτευση, μηχανουργική κατεργασία σε εργαλειομηχανές) ή / και κατά τη διαδικασία της συναρμολόγησής του.
- Ελαττώματα του υλικού κατασκευής του εξαρτήματος, όπως πόροι, κενά στη μάζα και ατελές φινίρισμα.
- Σχεδιαστική ατέλεια όπως ασυμμετρία.
- Μεταβολές της συμπεριφοράς, των ιδιοτήτων ή των χαρακτηριστικών του εξαρτήματος λόγω λειτουργικής καταπόνησης, όπως μεταβολές διαστάσεων λόγω τάσεων ή θερμοκρασιακής καταπόνησης.

Κατά την περιστροφή του σώματος, η παρατηρούμενη αζυγοσταθμία εξαναγκάζει το σώμα σε λειτουργία με κραδασμούς, λόγω της φυγόκεντρης δύναμης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.107. Στην περίπτωση του στροφαλοφόρου άξονα, εκτός από τους κραδασμούς, ασκούνται καταπονήσεις στα έδρανα στήριξής του.



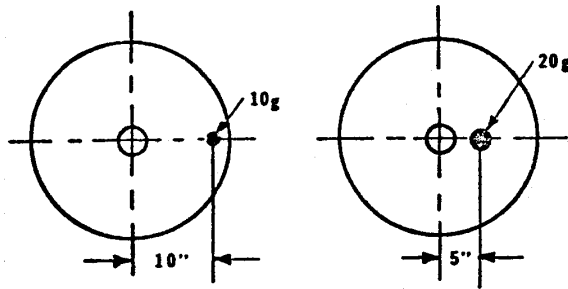
Σχήμα 2.107 Εμφάνιση κραδασμών λόγω αζυγοσταθμίας

Όταν το σώμα βρίσκεται σε ηρεμία, η επιπλέον μάζα δεν εξασκεί φυγόκεντρο δύναμη και συνεπώς δεν παρατηρούνται κραδασμοί. Βέβαια, η αζυγοσταθμία υπάρχει. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι η αζυγοσταθμία δεν εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής του σώματος και παραμένει αμετάβλητη είτε το σώμα περιστρέφεται είτε όχι. Αντίθετα, η φυγόκεντρος δύναμη μεταβάλλεται ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής. Κατά την έναρξη της περιστροφής, η αζυγοσταθμία εξασκεί φυγόκεντρο δύναμη η οποία θα επιφέρει λειτουργία με κραδασμούς. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα περιστροφής τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η φυγόκεντρος δύναμη, και συνεπώς και οι κραδασμοί. Γενικά, η φυγόκεντρος δύναμη αυξάνεται ανάλογα με το τετράγωνο της τιμής της ταχύτητας.

Η αζυγοσταθμία μετριέται σε μονάδες βάρους επί μονάδες απόστασης. Στο Σχήμα 2.108 φαίνεται μία αζυγοσταθμία 100 gr-in που παράγεται από μία μάζα 10 (ή 20) gr που βρίσκεται σε απόσταση 10 (ή 5) in από το κέντρο του άξονα περιστροφής του σώματος. Άρα, για την εύρεση της αζυγοσταθμίας αρκεί ο πολλαπλασιασμός της μάζας επί την απόσταση από τον άξονα περιστροφής.

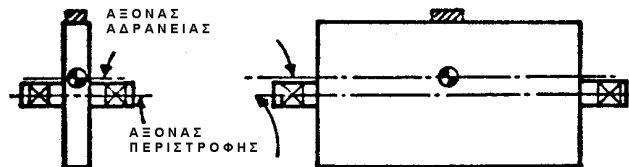
Με δεδομένη την παρατήρηση ότι η αζυγοσταθμία δεν εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι αυτή μπορεί να διορθωθεί σε οποιαδήποτε ταχύτητα του σώματος. Οπότε δεν είναι απαραίτητη η περιστροφή στον αριθμό στροφών που λειτουργεί το σώμα. Αυτό, όμως, δεν είναι γενικός κανόνας διότι αρκετά σώματα - εξαρτήματα,

που αποτελούνται από διάφορα μέρη, παρουσιάζουν ιδιαίτερη συμπεριφορά στις υψηλές ταχύτητες. Η εργασία της ζυγοστάθμισης σε αυτά πρέπει να πραγματοποιείται στις ταχύτητες της λειτουργίας τους. Ένα από αυτά τα εξαρτήματα είναι και ο στροφαλοφόρος άξονας, που θα εξετάσουμε στην άσκηση αυτήν. Στη συνέχεια, περιγράφονται τα δύο διαφορετικά είδη αζυγοσταθμίας που παρουσιάζονται σε ένα στροφαλοφόρο άξονα ενός εμβολοφόρου αεροπορικού κινητήρα.

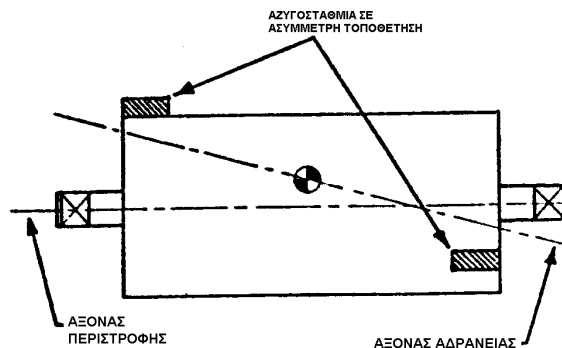


Σχήμα 2.108 Μεγέθη που χαρακτηρίζουν την αζυγοσταθμία

- Στατική αζυγοσταθμία (static unbalance). Παριστάνεται σχηματικά στο Σχήμα 2.109. Η στατική αζυγοσταθμία εμφανίζεται όταν ο άξονας της επιπλέον μάζας – αζυγοσταθμίας (άξονας αδράνειας) βρίσκεται σε παράλληλο επίπεδο με αυτό του άξονα περιστροφής του σώματος.
- Δυναμική αζυγοσταθμία (dynamic unbalance). Είναι η πιο συνηθισμένη περίπτωση αζυγοσταθμίας. Παριστάνεται σχηματικά στο Σχήμα 2.110.



Σχήμα 2.109 Στατική αζυγοσταθμία



Σχήμα 2.110 Δυναμική αζυγοσταθμία

Είναι η κατάσταση όπου ο άξονας της αζυγοσταθμίας δεν βρίσκεται σε παράλληλο επίπεδο με αυτό του άξονα της περιστροφής. Η διόρθωσή της επιτυγχάνεται με την προσθήκη τουλάχιστον δύο ίσων μαζών, τοποθετημένων σε συμμετρικά, ως προς τις αζυγοσταθμίες, σημεία του άξονα περιστροφής. Οι μάζες αυτές τοποθετούνται σε τουλάχιστον δύο επίπεδα κάθετα σε αυτό του άξονα περιστροφής.

Στους στροφαλοφόρους άξονες των αεροπορικών κινητήρων τοποθετούνται αντίβαρα για τη ζυγοστάθμισή τους (ένας άλλος λόγος για την τοποθέτησή τους είναι ο περιορισμός των στρεπτικών καταπονήσεων).

Απαιτούμενα μέσα

Η παρούσα άσκηση παρέχει γενικές οδηγίες για την εκτέλεση της διαδικασίας ζυγοστάθμισης στο στροφαλοφόρο άξονα ενός εμβολοφόρου αεροπορικού κινητήρα. Απαιτούνται τα ακόλουθα έγγραφα, μέσα και εργαλεία:

- εγχειρίδιο οδηγιών συντήρησης του κινητήρα (τα τμήματα τα οποία αναφέρονται στο στροφαλοφόρο άξονα),
- γενικά και ειδικά εργαλεία, τα οποία προδιαγράφονται στο παραπάνω εγχειρίδιο,
- μηχανή ζυγοστάθμισης, η οποία προδιαγράφεται από το παραπάνω εγχειρίδιο, και εγχειρίδιο λειτουργίας της,
- επαρκείς πάγκοι εργασίας,
- γάντια χειρός,
- γυαλιά προστασίας

Μέτρα ασφάλειας

Ακολουθείτε τα βασικά μέτρα ασφάλειας του Παραρτήματος Β.

Πορεία εργασίας

Η διαδικασία ζυγοστάθμισης θα πραγματοποιηθεί μόνο μετά το τέλος της συναρμολόγησης του στροφαλοφόρου άξονα που ακολουθεί την επιθεώρηση και πιθανή επισκευή μερών του. Η πορεία της εργασίας που θα ακολουθήσει είναι βασισμένη στη διαδικασία που ακολουθείται για τη ζυγοστάθμιση του στροφαλοφόρου άξονα του εμβολοφόρου κινητήρα PW R2800. Κατάλληλη μηχανή ζυγοστάθμισης φαίνεται στο Σχήμα 2.111

1. Διαβάστε το εγχειρίδιο λειτουργίας της μηχανής ζυγοστάθμισης που θα χρησιμοποιήσετε. Βεβαιωθείτε ότι κατανοείτε τον τρόπο λειτουργίας της.

2. Διαβάστε τη διαδικασία που θα ακολουθήσετε για τη ζυγοστάθμιση του στροφαλοφόρου άξονα. Βεβαιωθείτε ότι την κατανοείτε πλήρως και ότι ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι διαθέσιμος.



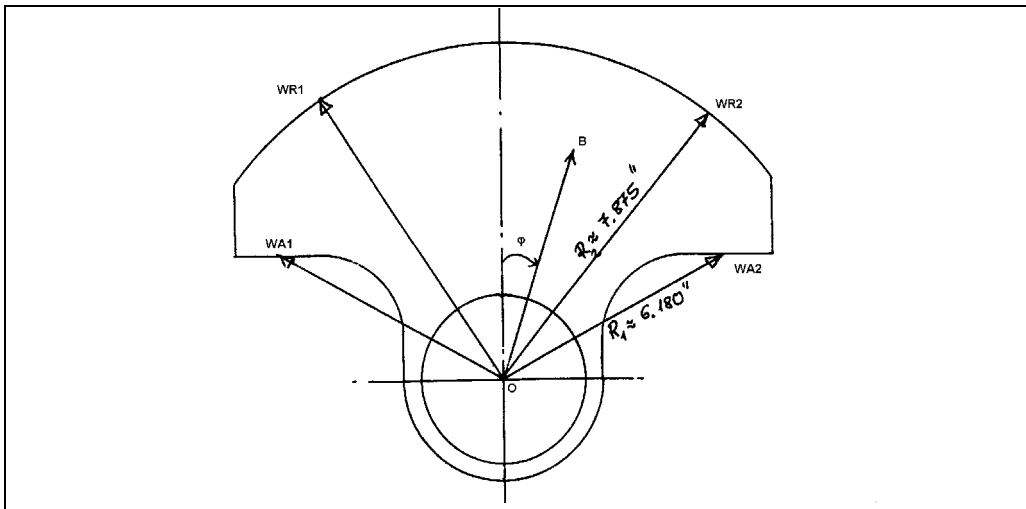
Σχήμα 2.111 Μηχανή ζυγοστάθμισης στροφαλοφόρου άξονα αεροπορικού κινητήρα με τον κατάλληλο εξοπλισμό επεξεργασίας των μετρήσεων

3. Μη χρησιμοποιήσετε στροφαλοφόρο άξονα του οποίου τα κομβία των διωστήρα έχουν υποστεί λείανση (grinding) περισσότερο από 0.010in στη διάμετρό τους.
4. Μη χρησιμοποιήσετε στροφαλοφόρο άξονα του οποίου οι στροφείς (main journals) έχουν υποστεί λείανση (grinding) περισσότερο από 0.006in στη διάμετρό τους.
5. Ελέγξτε την εξωτερική διάμετρο των κομβίων των διωστήρων. Αυτή πρέπει να είναι ομοιόμορφη σε ολόκληρο το μήκος του κάθε κομβίου. Σε διαφορετική περίπτωση, συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο Γενικής επισκευής για τη διορθωτική ενέργεια που πρέπει να πραγματοποιηθεί.
6. Ελέγξτε το βάρος του κάθε αντίβαρου, όπως αυτό καταγράφηκε κατά τη Γενική Επίσκεψη. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο για τις ελάχιστες επιτρεπόμενες τιμές. Απορρίψτε οποιοδήποτε αντίβαρο έχει βάρος μικρότερο από τις παραπάνω τιμές.
7. Ελέγξτε τους δακτυλίους των αντιβάρων ως προς τη σωστή τοποθέτησή τους, την ενδεχόμενη φθορά και κίνησή τους.
8. Ελέγξτε τη θέση των αξόνων των στροφών. Αυτοί πρέπει να είναι ομόκεντροι. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο για τον τρόπο και τα σημεία της μέτρησης, καθώς και την επιτρεπόμενη ανοχή.
9. Τοποθετήστε το στροφαλοφόρο άξονα στη μηχανή ζυγοστάθμισης σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή της μηχανής.

10. Τοποθετείστε ένα πρότυπο βάρος ζυγοστάθμισης σε κάθε ένα από τα κομβία. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο για τον τρόπο και τα ακριβή σημεία στα οποία αυτά τοποθετούνται.
11. Τοποθετείστε τον οδηγό μάντα στον κεντρικό στροφέα του στροφαλοφόρου άξονα. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο του κατασκευαστή της μηχανής ζυγοστάθμισης για τον τρόπο τοποθέτησης των υπόλοιπων υποδοχέων που πρέπει να χρησιμοποιήσετε για την αποτελεσματική έδραση του άξονα.
12. Σιγουρευτείτε ότι τα καλύμματα προστασίας της μηχανής είναι καλά τοποθετημένα.
13. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο για τον αριθμό των στροφών στον οποίο πρέπει να λειτουργήσετε τη μηχανή ζυγοστάθμισης. Ξεκινήστε τη μηχανή.
14. Καταγράψτε, από το καταγραφικό της μηχανής, την αζυγοσταθμία και τη γωνία που αυτή παρουσιάζεται στα δύο αντίβαρα του στροφαλοφόρου άξονα.
15. Σταματήστε τη μηχανή. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο του κατασκευαστή της μηχανής για να ελέγξετε τις τιμές που μετρήσατε.
16. Σε περίπτωση αζυγοσταθμίας ελέγξτε, με βάση το εγχειρίδιο, τις διορθωτικές ενέργειες που πρέπει να κάνετε για τη διόρθωσή της. Γενικά, για τη διόρθωση της αζυγοσταθμίας μπορείτε να προσθέσετε βάρος (όπως προδιαγράφεται από το εγχειρίδιο) στα σημεία WA (Σχήμα 2.112), ή να αφαιρέσετε βάρος (με τη διάνοιξη οπών, όπως προδιαγράφεται από το εγχειρίδιο) στα σημεία WR, σε κάθε αντίβαρο. Στην περίπτωση που η αζυγοσταθμία ξεπερνά την τιμή που αναγράφεται στο εγχειρίδιο, πρέπει να αντικαταστήσετε τα αντίβαρα.

Στο Σχήμα 2.113 φαίνονται τα σημεία όπου ανοίγονται οπές ως διορθωτική κίνηση σε περίπτωση αζυγοσταθμίας. A, B, C, D είναι οι θέσεις των κέντρων των οπών, ενώ οι αριθμοί δηλώνουν τα επίπεδα τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τη λειτουργία της μηχανής για τον προσδιορισμό της αζυγοσταθμίας..

17. Ξεκινήστε τη μηχανή. Καταγράψτε τις διορθωμένες τιμές. Στην περίπτωση που αυτές είναι εκτός των ορίων επαναλάβετε το βήμα 16. Συνεχίστε τη διαδικασία μέχρι η αζυγοσταθμία να λάβει μηδενική τιμή.
18. Σταματήστε τη μηχανή. Αφαιρέστε τον οδηγό μάντα και τους υπόλοιπους υποδοχής. Μετακινήστε το στροφαλοφόρο άξονα από τη μηχανή ζυγοστάθμισης και τοποθετείστε στη θέση που προβλέπετε. Ασφαλίστε τη μηχανή και κλείστε τις ηλεκτρικές ασφάλειές της.



Σχήμα 2.112 Σημεία προσθήκης (WA1 & WA2) και αφαίρεσης (WR1 & WR2) βαρών

Όπου:

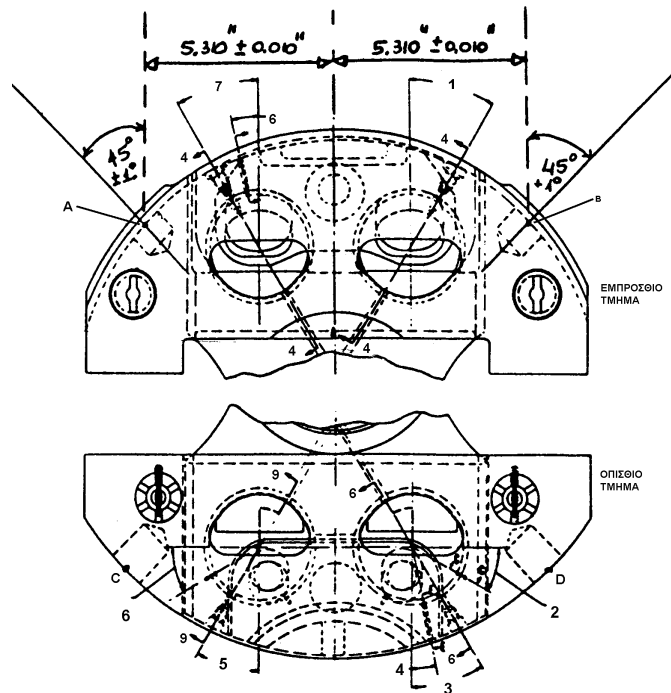
O: η θέση του άξονα περιστροφής.

R₁: η θέση της περιοχής όπου τοποθετείται επιπρόσθετο βάρος.

R₂: η θέση της περιοχής όπου ανοίγεται οπή.

B: αζυγοσταθμία σε kg (το βάρος που πρέπει να προστεθεί ή να αφαιρεθεί).

Φ: η γωνία θέσης της αζυγοσταθμίας ως προς τον κατακόρυφο άξονα.



Σχήμα 2.113 Σημεία διάνοιξης οπών

Εργαστηριακή άσκηση 2.7: Ειδικός εξοπλισμός συντήρησης εμβολοφόρων αεροπορικών κινητήρων -Μη καταστροφικοί έλεγχοι : FPI

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αναφέρετε τις βασικές απαιτήσεις εξοπλισμού για την πραγματοποίηση μη καταστροφικών ελέγχων με διεισδυτικά υγρά.
- β) Να αναγνωρίζετε τα βασικά στάδια των μη καταστροφικών επιθεωρήσεων που ακολουθούνται στην άσκηση.
- γ) Να περιγράφετε τα διάφορα είδη των επιθεωρήσεων με διεισδυτικά υγρά.
- δ) Να αναφέρετε τις επισκευές, μετά από τις οποίες είναι απαραίτητη η πραγματοποίηση ελέγχου για την πιστοποίηση της επιτυχίας τους.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Η επιθεώρηση με διεισδυτικά υγρά είναι μία μη καταστροφική μέθοδος, με την οποία εντοπίζονται επιφανειακές ασυνέχειες και ατέλειες. Πρόκειται για μια απλή μέθοδο, αρκετά γρήγορη με χαμηλό κόστος αγοράς και λειτουργίας του εξοπλισμού.

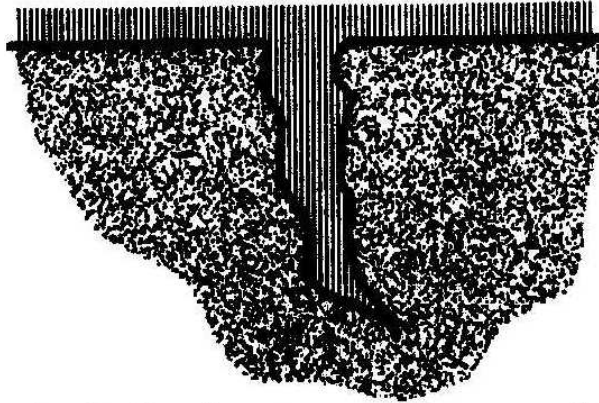
Οι ουσίες είναι συνήθως χρωστικά διαλύματα που έχουν την ιδιότητα να φωσφορίζουν έντονα κάτω από υπεριώδη ακτινοβολία ή έχουν κάποιο χρώμα που γίνεται εύκολα διακριτό σε λευκό φως.

Η τεχνική περιλαμβάνει τις ακόλουθες φάσεις:

- Καθαρισμός της επιφάνειας. Το στάδιο του καθαρισμού περιλαμβάνει την απομάκρυνση ξένων στοιχείων από την επιφάνεια του αντικειμένου, όπως είναι ρινίσματα άλλων μετάλλων, λάδια, γράσα, οξειδωση ή μωγιά. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση διαφόρων χημικών ουσιών που καθαρίζουν τόσο την επιφάνεια όσο και τις πιθανές ρωγμές σε αυτή. Μία από αυτές τις χημικές μεθόδους είναι και η έγκαιση (etching) σε μικρό βαθμό του αντικειμένου, με σκοπό να κάνει πιο διακριτές τις ρωγμές με την χρήση του διεισδυτικού υγρού που ακολουθεί. Για την απαλοιφή της υγρασίας από την επιφάνεια του κομματιού, γίνεται συνήθως θέρμανσή του σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 100°C για κάποιο χρονικό διάστημα.

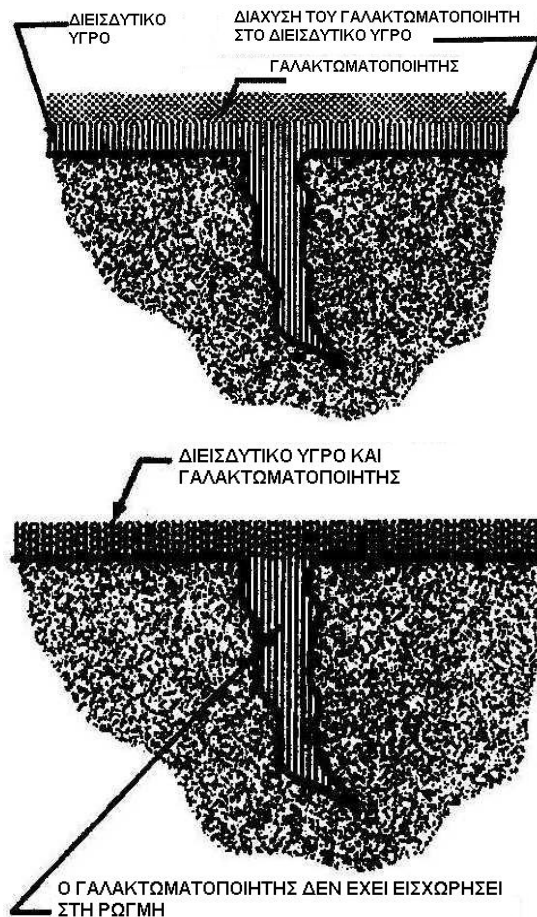
Σε αρκετές περιπτώσεις, οι επιθεωρητές του FPI απορρίπτουν τα κομμάτια γιατί αυτά δεν είναι επαρκώς καθαρισμένα. Αν και σε ορισμένες περιπτώσεις αυτό μπορεί να οφείλεται σε υπερβολικές απαιτήσεις των επιθεωρητών, συνήθως δεν έχει χρησιμοποιηθεί η

κατάλληλη διαδικασία καθαρισμού, ή οι χημικές ουσίες του καθαριστικού διαλύματος έχουν υπερβεί το όριο ζωής τους, ή απλώς δεν έχει γίνει καλό "στέγνωμα" του κομματιού μετά τον καθαρισμό. Είναι λοιπόν πολύ σημαντικό, όσον αφορά την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία της μεθόδου, να προηγείται καλός καθαρισμός.



Σχήμα 2.114 Εφαρμογή του διεισδυτικού υγρού στην επιφάνεια και σε ρωγμή του υλικού

- Εφαρμογή διεισδυτικού υγρού (penetrant) σε καθαρή επιφάνεια (Σχήμα 2.114). Το υγρό απορροφάται (τριχοειδές φαινόμενο) στις ρωγμές. Για την εφαρμογή του διεισδυτικού υγρού, το αντικείμενο βυθίζεται σε δεξαμενή, ή επαλείφεται με την χρήση πινέλου. Τα διεισδυτικά υγρά διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες (levels), ανάλογα με το ιξώδες τους (λεπτόρευστα, παχύρευστα), το οποίο επηρεάζει και τη διεισδυτική τους ικανότητα. Όσο μεγαλύτερο το "level" (υψηλό ιξώδες), τόσο μεγαλύτερη και η διεισδυτική τους ικανότητα. Επομένως οι μικρότερες κατηγορίες χρησιμοποιούνται σε χοντρόκοκκα υλικά, ενώ οι μεγαλύτερες σε λεπτόκοκκα υλικά.
- Καθαρισμός, μετά από επαρκή χρόνο παραμονής, του πλεονάζοντος διεισδυτικού υγρού. Ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα της επιφάνειας που πρόκειται να ελεγχθεί, την επιφανειακή τραχύτητα και την ευαισθησία που απαιτείται από τον χρήστη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθες τεχνικές:
 - Αφαίρεση του διεισδυτικού υγρού με χρήση νερού ορισμένης πίεσης και θερμοκρασίας (Σχήμα 2.116).
 - Αφαίρεση με χρήση ειδικού διαλύτη.
 - Αφαίρεση με χρήση γαλακτωματοποιητή (emulsifier) και στη συνέχεια νερού ορισμένης πίεσης και θερμοκρασίας (Σχήμα 2.115 και Σχήμα 2.116).



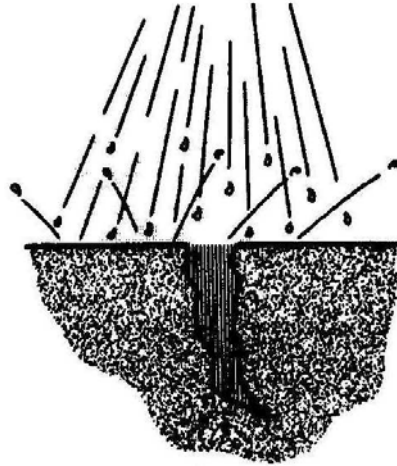
Σχήμα 2.115 Εφαρμογή γαλακτωματοποιητή (emulsifier) στο διεισδυτικό υγρό και τρόπος δράσης

Η μέθοδος του διεισδυτικού υγρού, το οποίο χρησιμοποιεί γαλακτωματοποιητή για την αφαίρεση του πλεονάζοντος υγρού, έχει μεγαλύτερη ευαισθησία από τα υδατοδιαλυτά διεισδυτικά υγρά¹.

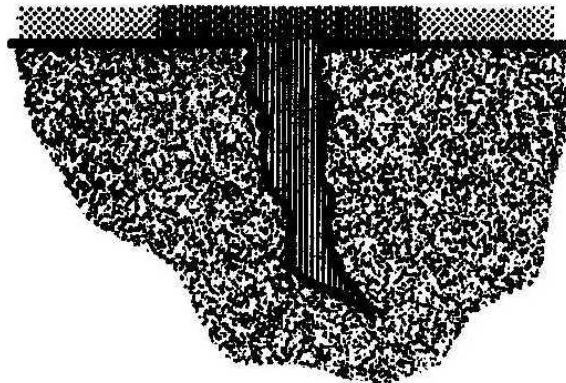
- Εφαρμογή εμφανιστή (developer) (Σχήμα 2.117). Ο εμφανιστής είναι είτε σε μορφή σκόνης (προτιμάται σε συνδυασμό με φωσφορίζοντα διεισδυτικά υγρά), είτε υγρό που ψεκάζεται στην επιφάνεια.
- Επιθεώρηση της επιφάνειας (Σχήμα 2.118). Με τον εμφανιστή, μέρος του διεισδυτικού υγρού που έχει παραμείνει στις ρωγμές, εξωθείται προς την επιφάνεια του υλικού και διαχέεται, προκαλώντας ενδείξεις, μεγαλύτερες από το άνοιγμα της ρωγμής, διευκολύνοντας έτσι το στάδιο της επιθεώρησης. Όταν το διεισδυτικό υγρό είναι έγχρωμο, η επιθεώρηση γίνεται με λευκό φως, ενώ στην περίπτωση της

¹ Αυτή η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί και σε τιτάνιο.

επιθεώρησης με φωσφορίζον υγρό (Fluorescent Penetrant Inspection – FPI) η επιθεώρηση γίνεται σε σκοτεινούς χώρους, με την χρήση υπεριώδους «μαύρου φωτός» (“black light”).



Σχήμα 2.116 Καθαρισμός του διεισδυτικού υγρού από την επιφάνεια με χρήση νερού υπό πίεση



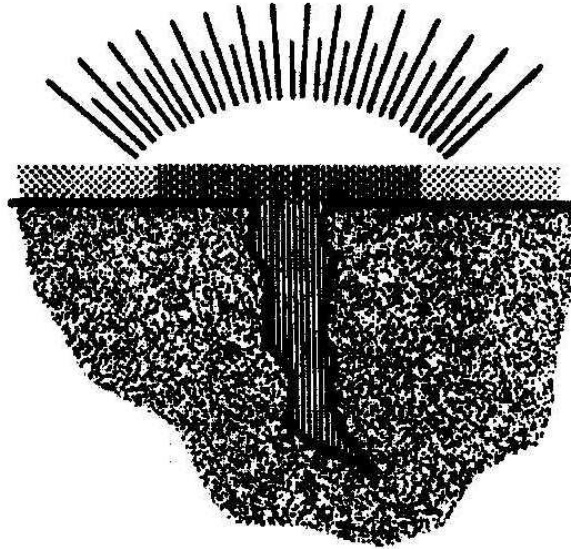
Σχήμα 2.117 Επίδραση του εμφανιστή στο διεισδυτικό υγρό. Ο εμφανιστής έλκει το διεισδυτικό υγρό στην επιφάνεια του υλικού, διευκολύνοντας τις ενδείξεις.

- Καθαρισμός του αντικειμένου. Μετά το τέλος της επιθεώρησης το αντικείμενο ξεπλένεται και καθαρίζεται.

Οι επιθεωρητές που διενεργούν τους ελέγχους FPI θα πρέπει να είναι εκπαιδευμένοι και πιστοποιημένοι (NDI specialists)¹. Υπάρχουν ειδικοί κανονισμοί (πρότυπα), τα οποία καθορίζουν και περιγράφουν τις απαιτήσεις πιστοποίησης (MIL-STD-410, Non Destructive Test Qualification, κ.ά.). Η

¹ Αυτό ισχύει για όλες τις μεθόδους μη καταστροφικού ελέγχου.

δυνατότητα διενέργειας ελέγχων NDI πιστοποιείται από εξουσιοδοτημένη υπηρεσία με σχετικό έντυπο (Σχήμα 2.119)¹.



Σχήμα 2.118 Χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας για βελτίωση των ενδείξεων

Εκτός από τον αρχικό έλεγχο για την πιστοποίηση της κατάστασης ενός κομματιού, η μέθοδος FPI χρησιμοποιείται υποχρεωτικά και μετά ή κατά τη διάρκεια επισκευών, για να διαγνωσθούν τυχόν αστοχίες που προκλήθηκαν από αυτές. Τέτοιες επισκευές (ή διαδικασίες που χρησιμοποιούνται κατά την επισκευή) είναι οι εξής:

- (α) Λείανση ή κοπή (Boring ή broaching)
- (β) Μηχανουργική κατεργασία (machining ή blending) για την εξάλειψη ρωγμών ή σχισμάτων (tears)
- (γ) Διανοίξεις οπών για την ανακοπή της επέκτασης ρωγμών (stop-drilling)
- (δ) Διαδικασίες εκχύλωσης, ευθυγράμμισης
- (ε) Συγκολλήσεις (welding ή brazing)
- (στ) Μηχανουργική κατεργασία συγκολλημένων περιοχών
- (ζ) Θερμικές κατεργασίες
- (η) Τρόχισμα (grinding)

¹ Το έντυπο αυτό διατηρείται τόσο από τη διεύθυνση ποιότητας του οργανισμού στον οποίο εργάζεται ο επιθεωρητής, όσο και από τον ίδιο τον επιθεωρητή.

NDI CERTIFICATION RECORD	
1. NAME	2. RATE/RANK
3. CERTIFYING ACTIVITY	
4. EFFECTIVE DATE	5. RECERTIFICATION DUE DATE
6. THIS INDIVIDUAL IS CERTIFIED TO CONDUCT NDI BY USE OF THE FOLLOWING METHOD(S):	
<input type="checkbox"/> RADIOGRAPHY	<input type="checkbox"/> EDDY CURRENT
<input type="checkbox"/> LIQUID PENETRANT	<input type="checkbox"/> ULTRASONIC
<input type="checkbox"/> MAGNETIC PARTICLE	<input type="checkbox"/> OTHER (Specify in remarks)
7. REMARKS:	
SAMPLE	
8. SIGNATURE (Certifying Official)	9. DATE
Original to: Division Officer	
Copy to: <input type="checkbox"/> Individual	
OPNAV 4750-119 (2-84) SW 8107-LI-043-9895	

Σχήμα 2.119 Έντυπο πιστοποίησης επιθεωρητή NDI

Απαιτούμενα μέσα

Η παρούσα άσκηση παρέχει οδηγίες για τον έλεγχο FPI εξαρτημάτων εμβολοφόρου κινητήρα. Απαιτούνται τα ακόλουθα έγγραφα και ειδικός εξοπλισμός¹:

- βιβλίο οδηγιών γενικής επισκευής του κινητήρα του εργαστηρίου σας,
- πάγιος εξοπλισμός συνεργείου FPI: δεξαμενές, λάμπες υπεριώδους φωτός, πινέλα, κλπ.
- αναλώσιμα συνεργείου FPI: διεισδυτικά υγρά, εμφανιστικά υγρά,
- επαρκείς πάγκοι εργασίας,
- γάντια χειρός,
- καλός φωτισμός.

Μέτρα ασφάλειας

Κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης εξαρτημάτων του κινητήρα του εργαστηρίου σας θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην χρήση των υγρών (penetrant και developer) μια και αυτά είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο. Ακολουθείστε επίσης τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Β.

Πορεία εργασίας

Στη συνέχεια αναφέρουμε γενικές οδηγίες, οι οποίες θα πρέπει να ακολουθούνται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης FPI. Θα πρέπει βεβαίως, όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση, να συμβουλευθείτε το εγχειρίδιο του κατασκευαστή αναφορικά με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του προς επιθεώρηση εξαρτήματος.

1. Βεβαιωθείτε ότι το κομμάτι έχει καθαρισθεί με τον τρόπο που έχει υποδείξει ο κατασκευαστής. Η αποτελεσματικότητα του FPI εξαρτάται από την καθαριότητα της περιοχής γύρω και μέσα στην ασυνέχεια. Θα πρέπει η ασυνέχεια (ή ανωμαλία) να είναι πλήρως "ανοικτή" προς την επιφάνεια, για να μπορέσει να διεισδύσει το υγρό.
2. Βεβαιωθείτε ότι το κομμάτι είναι απόλυτα στεγνό πριν από την εφαρμογή του διεισδυτικού υγρού. Η υγρασία μπορεί να εμποδίσει τη διείσδυση (τριχοειδές φαινόμενο) του υγρού στην ασυνέχεια.

¹ Δεν περιλαμβάνεται ο εξοπλισμός του "συνεργείου" καθαρισμού.

3. Τοποθετήστε το εξάρτημα στη δεξαμενή με το διεισδυτικό υγρό (εάν πρόκειται για "ολικό FPI") ή εφαρμόστε το διεισδυτικό υγρό με σπρέι, ή με πινέλο (αν πρόκειται για "τοπικό FPI" - spot FPI).
4. Στραγγίξτε το εξάρτημα.
5. Απομακρύνετε το διεισδυτικό υγρό που έχει παραμείνει στην επιφάνεια είτε πλένοντάς το με νερό ορισμένης θερμοκρασίας και πίεσης, είτε αρχικά με την χρήση γαλακτωματοποιητή (emulsifier) και στη συνέχεια πλένοντάς το με νερό ορισμένης θερμοκρασίας και πίεσης.
6. Στραγγίξτε το νερό από το κομμάτι ή απομακρύνετε το νερό με αέρα.
7. Στεγνώστε το κομμάτι. Συνήθως αυτό επιτυγχάνεται τοποθετώντας το κομμάτι σε ζεστό ρεύμα αέρα.
8. Εφαρμόστε το εμφανιστικό υγρό στο κομμάτι. Το εμφανιστικό υγρό θα "τραβήξει" το διεισδυτικό από τις ασυνέχειες.
9. Αφήστε το κομμάτι με το εμφανιστικό υγρό για το χρονικό διάστημα που απαιτεί η προδιαγραφή.
10. Επιθεωρήστε το κομμάτι σε σκοτεινό θάλαμο χρησιμοποιώντας υπεριώδες φως ("μαύρο" φως - black light).

Συμβουλές για την επιθεώρηση:

1. Συμβουλευθείτε τον σχετικό πίνακα του τεχνικού εγχειριδίου, όπου αναφέρονται οι αναμενόμενες "ανωμαλίες" για το συγκεκριμένο κομμάτι.
2. Η επιθεώρηση πρέπει να πραγματοποιηθεί εντός τεσσάρων (4) το πολύ ωρών από την εφαρμογή του εμφανιστικού υγρού.
3. Η περιοχή που γίνεται η επιθεώρηση πρέπει να είναι σκοτεινή. Χρησιμοποιήστε κάποιο μαύρο σεντόνι αν δε μπορείτε να πετύχετε εύκολα συνθήκες σκοτεινού θαλάμου.
4. Αφήστε να περάσει τουλάχιστον ένα λεπτό από τη στιγμή της εισόδου σας στον θάλαμο επιθεώρησης, έτσι ώστε τα μάτια σας να συνηθίσουν στο σκοτάδι¹.

¹ Σημειώνεται επίσης ότι ένας τεχνικός δεν πρέπει να επιθεωρεί συνεχώς περισσότερο από δύο ώρες. Δεκαπεντάλεπτα (τουλάχιστον) διαλείμματα είναι απολύτως απαραίτητα.

5. Βεβαιωθείτε ότι η πηγή μαύρου φωτός λειτουργεί για τουλάχιστον 10 λεπτά πριν από την έναρξη της επιθεώρησης (προθέρμανση).
6. Μην κατευθύνετε τη δέσμη του μαύρου φωτός στα μάτια συναδέλφων σας.
7. Χρησιμοποιείτε τα απαραίτητα βοηθήματα (καθρεπτάκια, ενδοσκόπιο, κλπ.) εάν μπορούν να διευκολύνουν την επιθεώρηση.
8. Χρησιμοποιείτε μεγεθυντικό φακό (εάν απαιτείται) για να καθορίσετε τον τύπο της ασυνέχειας.
9. Σημαδέψτε τις ενδείξεις ή τις "ύποπτες" περιοχές, γενικότερα, χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο τρόπο (όχι μόνιμο σημάδι).
10. Ενημερωθείτε για τα κατώτερα όρια ασυνεχειών τα οποία μπορείτε να ανιχνεύσετε με τη μέθοδο. Συνήθως είναι της τάξης των 0.010in. (δέκα χιλιοστά της ίντσας).

Εργαστηριακή άσκηση 2.8: Αποσυναρμολόγηση, επιθεώρηση και συναρμολόγηση καρμπυρατέρ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

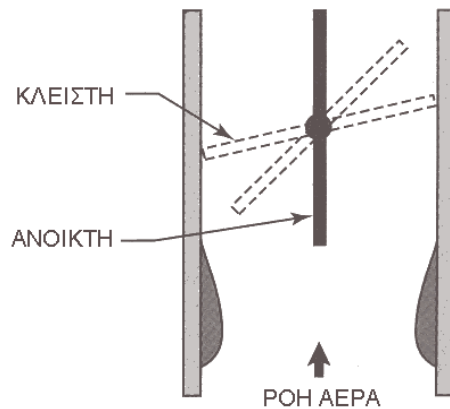
- α) Να αποσυναρμολογείτε καρμπυρατέρ, ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδικασίες, όπως αυτές περιγράφονται στο βιβλίο οδηγιών Γενικής Επισκευής του κατασκευαστή.
- β) Να επιθεωρείτε τα επιμέρους τμήματα του καρμπυρατέρ, πριν από τη συναρμολόγηση και δοκιμή του παρελκομένου.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Τα καρμπυρατέρ (αναμεικτήρες καυσίμου-αέρα) κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη διεύθυνση της ροής του αέρα μέσα σε αυτά. Έτσι σε ένα καρμπυρατέρ ανοδικής ροής, ο αέρας ρέει προς τα επάνω μέσα από το κύριο σώμα του αναμεικτή, σε αντίθεση με τα καρμπυρατέρ καθοδικής ροής. Στις περισσότερες περιπτώσεις αεροπορικών κινητήρων, χρησιμοποιούνται καρμπυρατέρ ανοδικής ροής. Σε κάθε περίπτωση, η κύρια αποστολή του εξαρτήματος είναι η ανάμειξη του καυσίμου με τον αέρα, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ο βέλτιστος λόγος αέρα - καυσίμου. Επιπλέον, οι αναμεικτήρες παράγουν και κατανέμουν το μείγμα αέρα - καυσίμου στους κυλίνδρους, κατά το δυνατόν ισομερώς. Στην πράξη βεβαίως, εξαιτίας της διαφορετικής απόστασης του κάθε κυλίνδρου από το καρμπυρατέρ, ο όγκος και η αναλογία του μείγματος διαφέρει από κύλινδρο σε κύλινδρο.

Το Σχήμα 2.120 παρουσιάζει τον τρόπο ρύθμισης της ροής αέρα προς το καρμπυρατέρ. Αυτή γίνεται με τη δικλείδα ισχύος (throttle valve), γνωστή και ως πεταλούδα. Ο υπολογισμός της ροής του αέρα, γίνεται μέσω της μέτρησης της πτώσης πίεσης στη «στένωση venture» της βαλβίδας. Όταν το «κλαπέτο» της βαλβίδας είναι παράλληλο με τη ροή του αέρα, επιτυγχάνεται η μέγιστη παροχή αέρα προς τον κινητήρα. Μετατόπιση του «κλαπέτου» κάθετα προς τη ροή, μειώνει την παροχή του αέρα. Σημειώνεται ότι το μέγεθος και η μορφολογία της «στένωσης venture» εξαρτάται από τις απαιτήσεις του κινητήρα, στον οποίο εγκαθίσταται το καρμπυρατέρ.

Η θέση της βαλβίδας ελέγχεται (συνήθως μηχανικά) από τη μανέτα του χειριστηρίου. Μετατόπιση της μανέτας προς τα εμπρός, ανοίγει τη βαλβίδα και αυξάνει την παραγόμενη ισχύ.



Σχήμα 2.120 Βαλβίδα ρύθμισης ροής αέρα-καυσίμου

Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του κινητήρα σε όλο το φάσμα και συνθήκες λειτουργίας του (διαφορετικά φορτία, ταχύτητες, πυκνότητες αέρα, κλπ.), τα καρμπυρατέρ περιλαμβάνουν συνήθως τα ακόλουθα πέντε κύρια υποσυστήματα (κατ' ελάχιστον – βλέπε και σχετικό κεφάλαιο του βιβλίου «Κινητήρες Αεροσκαφών Ι»):

- Μονάδα κύριας μέτρησης (main metering): Παρέχει τη σωστή ποσότητα καυσίμου, σε όλες τις φάσεις λειτουργίας, εκτός από το ρελαντί.
- Μονάδα υποβοήθησης ρελαντί (idling): Εξασφαλίζει την παροχή στον κινητήρα του απαραίτητου καυσίμου κατά το ρελαντί.
- Έλεγχος μείγματος (mixture control): Ρυθμίζει την αναλογία μεταξύ καυσίμου και αέρα, που παροχετεύονται στον κινητήρα.
- Μονάδα επιτάχυνσης (accelerating): Εξασφαλίζει την παροχή επιπλέον καυσίμου, κατά τις επιταχύνσεις, όταν η ροή αέρα αυξάνεται πολύ γρηγορότερα από αυτή του καυσίμου.
- Μονάδα εμπλουτισμού μείγματος (power enrichment): Στα σημεία λειτουργίας υψηλής ισχύος, το μείγμα πρέπει να γίνεται πλουσιότερο (σε καύσιμο), έτσι ώστε να βελτιώνεται η ψύξη των κυλίνδρων.

Αναφέρουμε τέλος, δύο τύπους καρμπυρατέρ, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε αεροπορικούς εμβολοφόρους κινητήρες:

- Καρμπυρατέρ με πλωτήρα (float-type): Καύσιμο διατίθεται μονίμως σε ειδικό θάλαμο του καρμπυρατέρ, η ποσότητα του οποίου ρυθμίζεται με πλωτήρα.

- Καρμπυρατέρ άμεσης έγχυσης (pressure injection): Αντλία παρέχει καύσιμο υπό πίεση στο καρμπυρατέρ και από εκεί στα ακροφύσια έγχυσης.

Απαιτούμενα μέσα

Η παρούσα άσκηση παρέχει γενικές οδηγίες για την αποσυναρμολόγηση, τον καθαρισμό, την επιθεώρηση και τη συναρμολόγηση καρμπυρατέρ με πλωτήρα. Απαιτούνται τα ακόλουθα έγγραφα, μέσα και εργαλεία:

- εγχειρίδιο γενικής επισκευής από την κατασκευάστρια εταιρεία του καρμπυρατέρ,
- τυπικά (κατσαβίδια, τανάλιες, κλειδιά) και ειδικά εργαλεία, τα οποία προδιαγράφονται στο παραπάνω εγχειρίδιο,
- επαρκείς πάγκοι εργασίας,
- τα ενδεικνύμενα από τον κατασκευαστή μέσα καθαρισμού,
- μεγεθυντικός φακός και καλός φωτισμός για την επιθεώρηση,
- γάντια χειρός,
- γυαλιά προστασίας.

Μέτρα ασφάλειας

Ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Β. Σημειώστε επίσης, ότι το καρμπυρατέρ περιέχει πολλά μικρά εξαρτήματα και ως εκ τούτου η πιθανότητα απώλειας ή καταστροφής κάποιων από αυτά είναι μεγάλη, αν δε δοθεί η απαραίτητη προσοχή στην αφαίρεση και προσωρινή τοποθέτηση αυτών στον πάγκο εργασίας.

Πορεία εργασίας

1. Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες αποσυναρμολόγησης, που παρέχονται από τον κατασκευαστή.
2. Αναγνωρίστε τα γενικά και ειδικά εργαλεία, τα οποία απαιτούνται και βεβαιωθείτε ότι είναι διαθέσιμα.
3. Καθαρίστε προσεκτικά τον πάγκο εργασίας.
4. Καλύψτε τον πάγκο με λευκό απορροφητικό χαρτί.
5. Επιθεωρείστε το καρμπυρατέρ πριν από την αποσυναρμολόγηση: Εντοπίστε πιθανές διαρροές ή σημεία κακής συναρμογής (μοχλούς, άξονες κλπ.)