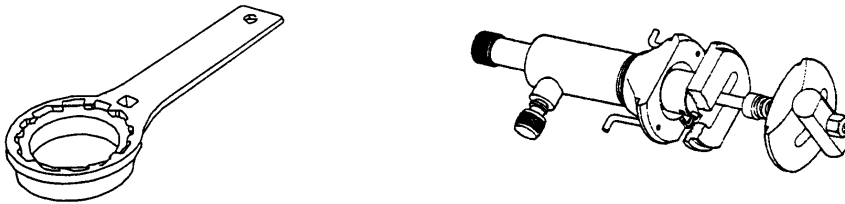
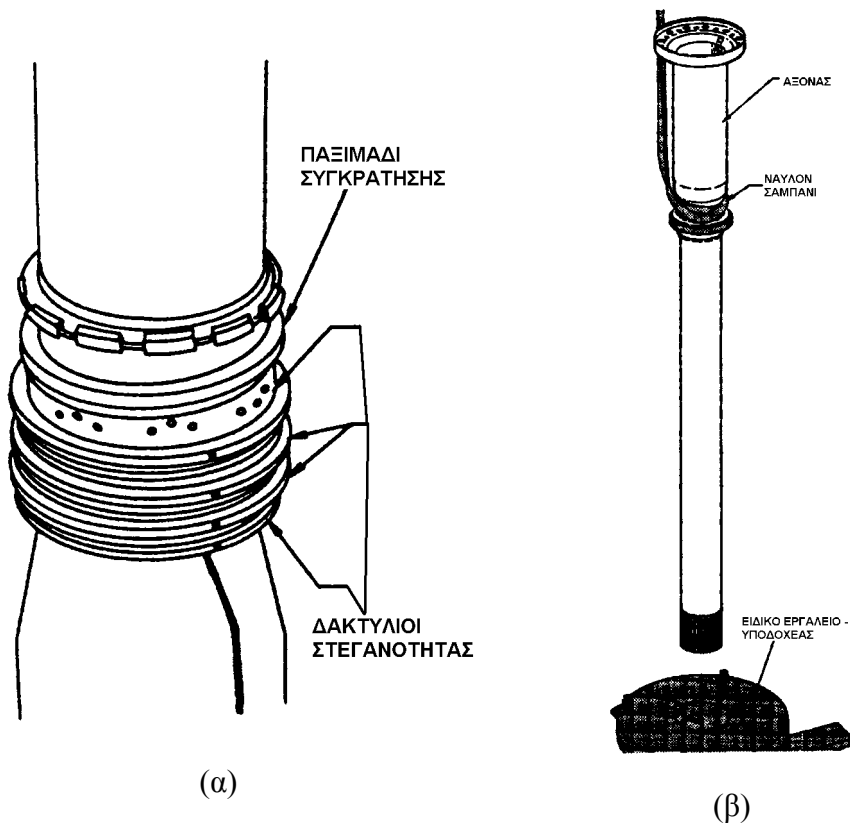


τριβέα Νο 4 ½. Αφού θερμάνετε τον ειδικό τριβέα ζυγοστάθμισης¹, τοποθετήστε τον στον άξονα και, στη συνέχεια, τοποθετήστε το παξιμάδι ασφάλισης χρησιμοποιώντας το κατάλληλο ειδικό εργαλείο για την ασφάλισή του (Σχήμα 3.111α). Χρησιμοποιώντας ειδικό μάντα από νάυλον και γερανό τοποθετήστε τον άξονα στον κατάλληλο υποδοχέα, Σχήμα 3.111β.



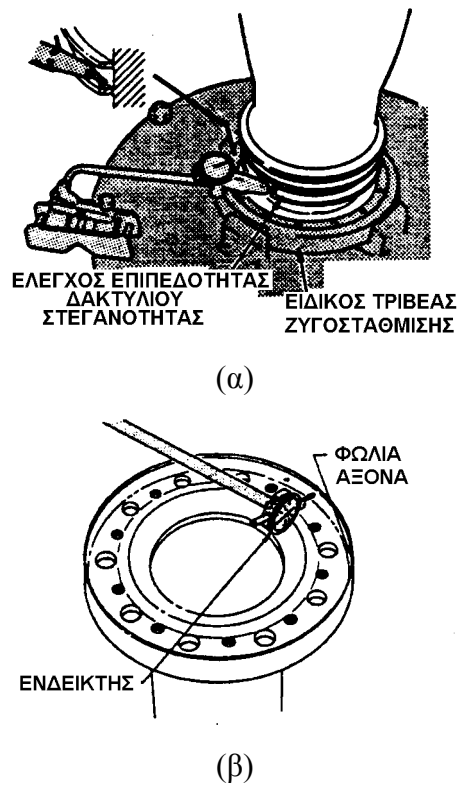
Σχήμα 3.110 Ειδικά εργαλεία



Σχήμα 3.111 (α) Τοποθέτηση στεγανοποιητικών δακτυλίων του τριβέα Νο 4 ½, (β) Τοποθέτηση του άξονα στον κατάλληλο υποδοχέα.

¹ Σημειώστε τον αριθμό οικογένειας του τριβέα στο ειδικό αρχείο. Με τον τρόπο αυτόν υπολογίζεται η υπολειπόμενη χρονική διάρκεια ζωής του τριβέα.

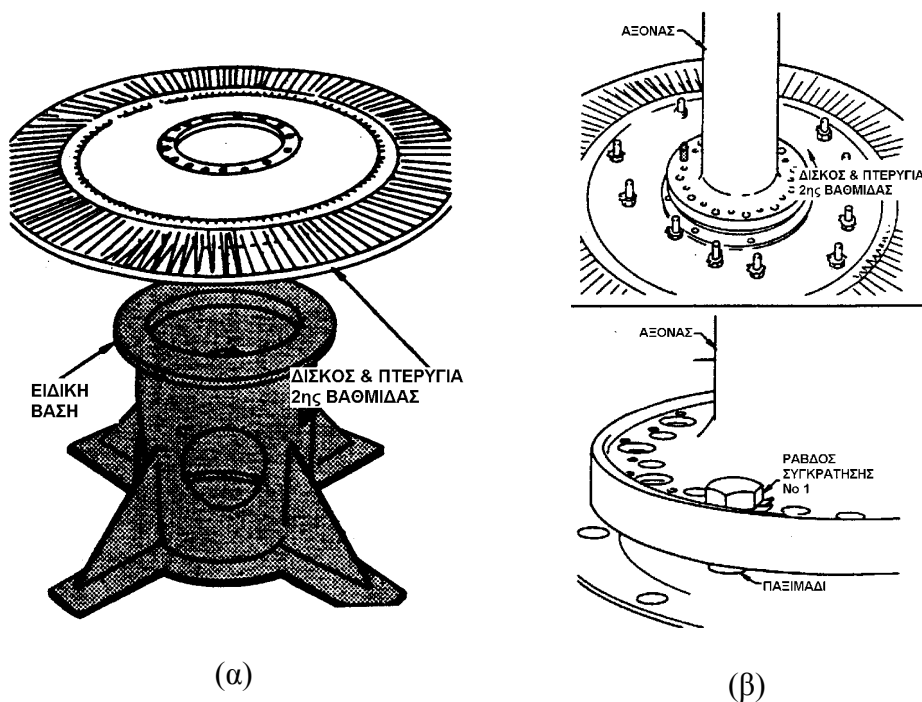
- ◆ Χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο μετρητικό ενδείκτη (dial indicator), μετρήστε την **επιπεδότητα**¹ (**squareness**) των στεγανοποιητικών δακτυλίων (Σχήμα 3.112α). Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο Γενικής Επισκευής για το επιτρεπτό όριο. Στην περίπτωση υπέρβασής του περιστρέψτε το δακτύλιο για να επιτύχετε την επιθυμητή ανοχή. Με filler 0.001 in μετρήστε το διάκενο της θέσης του μεσαίου από τους στεγανοποιητές.
- ◆ Χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο μετρητικό ενδείκτη επιβεβαιώστε ότι η οριζόντια μετατόπιση (**runout**) της φλάντζας του άξονα δεν υπερβαίνει τις 0.002 in (Σχήμα 3.112(β)). Σε αντίθετη περίπτωση, τοποθετήστε ξανά τον άξονα στον υποδοχέα και επαναλάβετε τη μέτρηση ή αφαιρέστε μικρές ακαθαρσίες και μικροφθορές από την μετρούμενη επιφάνεια χρησιμοποιώντας κατάλληλο υλικό.



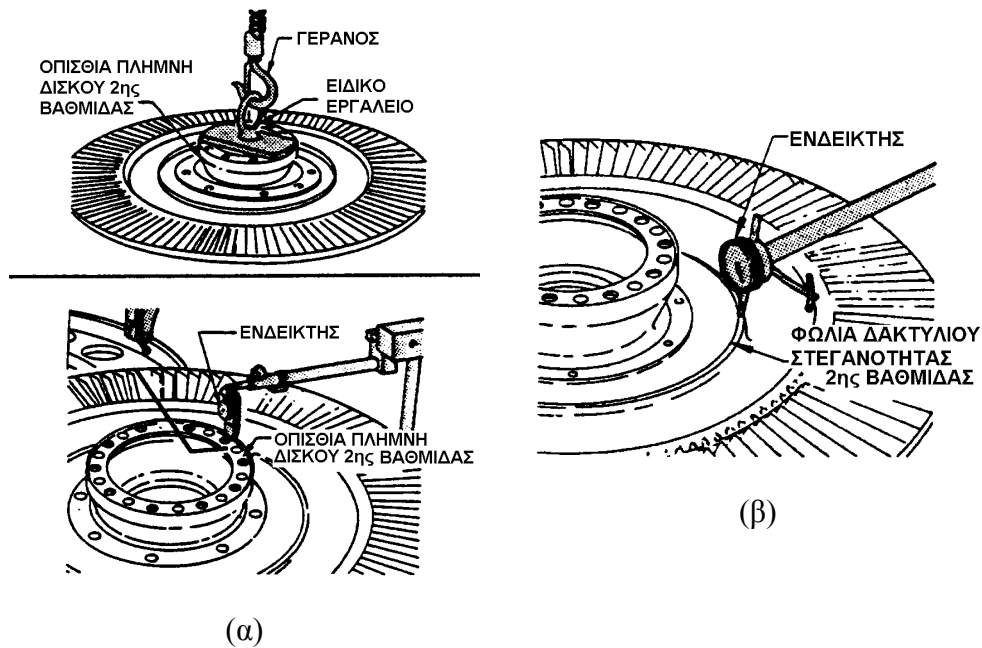
Σχήμα 3.112 (α) Μέτρηση επιπεδότητας στεγανοποιητικών δακτυλίων, (β) μέτρηση οριζόντιας μετατόπισης φλάντζας άξονα.

¹ Ως επιπεδότητα εννοείται η σωστή τοποθέτηση του δακτυλίου στον άξονα, δηλαδή η επίτευξη παραλληλίας των κατακόρυφων αξόνων του άξονα και του δακτυλίου.

- ◆ Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο Γενικής Επισκευής και αριθμήστε τις οπές του άξονα και του δίσκου της 2^{ης} βαθμίδας. Τοποθετήστε το δίσκο και τα κινητά πτερύγια της 2^{ης} βαθμίδας στην κατάλληλη βάση (Σχήμα 3.113α). Ψύξτε την εσωτερική διάμετρο του δίσκου χρησιμοποιώντας ξηρό πάγο.
- ◆ Μετακινήστε τον άξονα από τον υποδοχέα του και τοποθετήστε τον στο δίσκο της 2^{ης} βαθμίδας. Ακολουθώντας τις οδηγίες του εγχειριδίου, σφίξτε τις βίδες με τους δακτύλιους και τα παξιμάδια (Σχήμα 3.113β).
- ◆ Χρησιμοποιώντας τον ειδικό μάντα από νάυλον και το γερανό μετακινήστε τον άξονα και το δίσκο με τα πτερύγια και τοποθετήστε τα στον κατάλληλο υποδοχέα. Μετρήστε με τη βοήθεια του ενδείκτη την οριζόντια απόκλιση και την επιπεδότητα στα σημεία που υποδεικνύει το εγχειρίδιο Γενικής Επισκευής (Σχήμα 3.114).

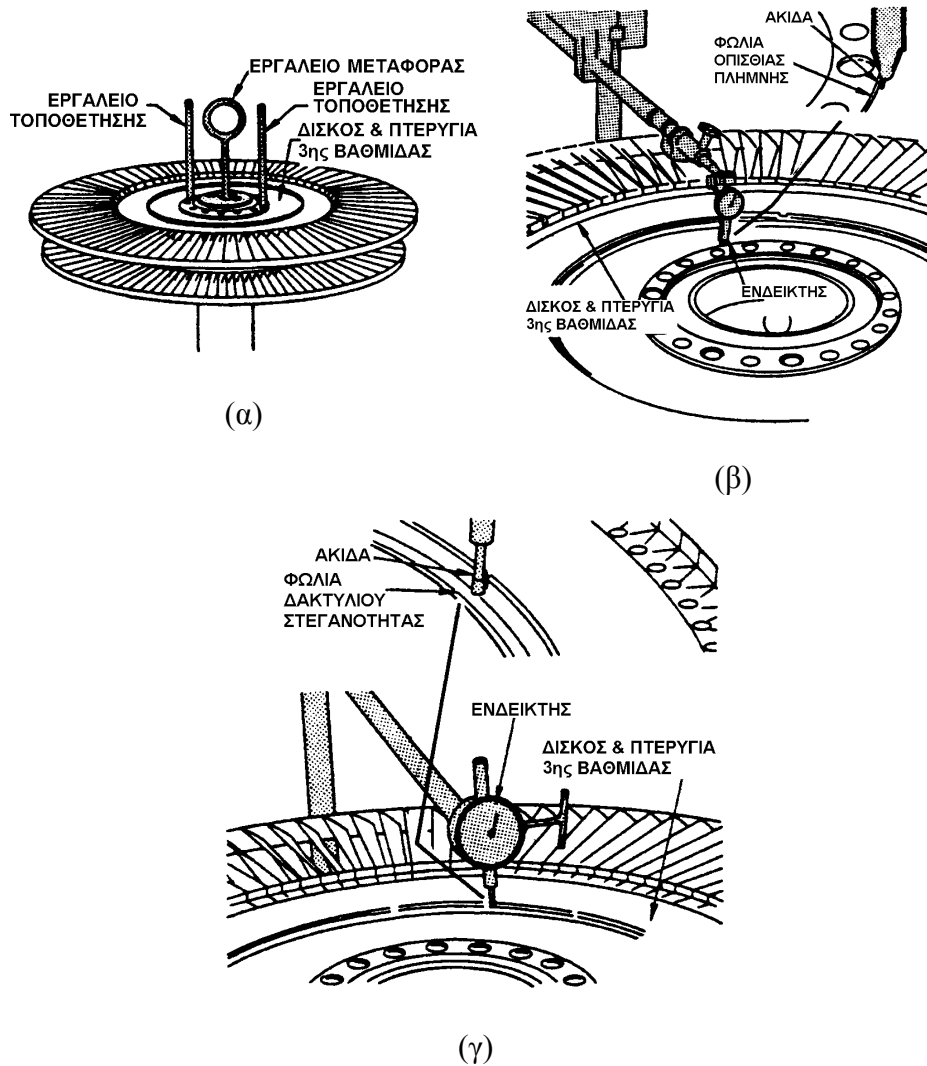


Σχήμα 3.113 (α) Τοποθέτηση δίσκου και πτερυγίων 2^{ης} βαθμίδας σε κατάλληλη βάση και (β) σύσφιγξη βιδών.



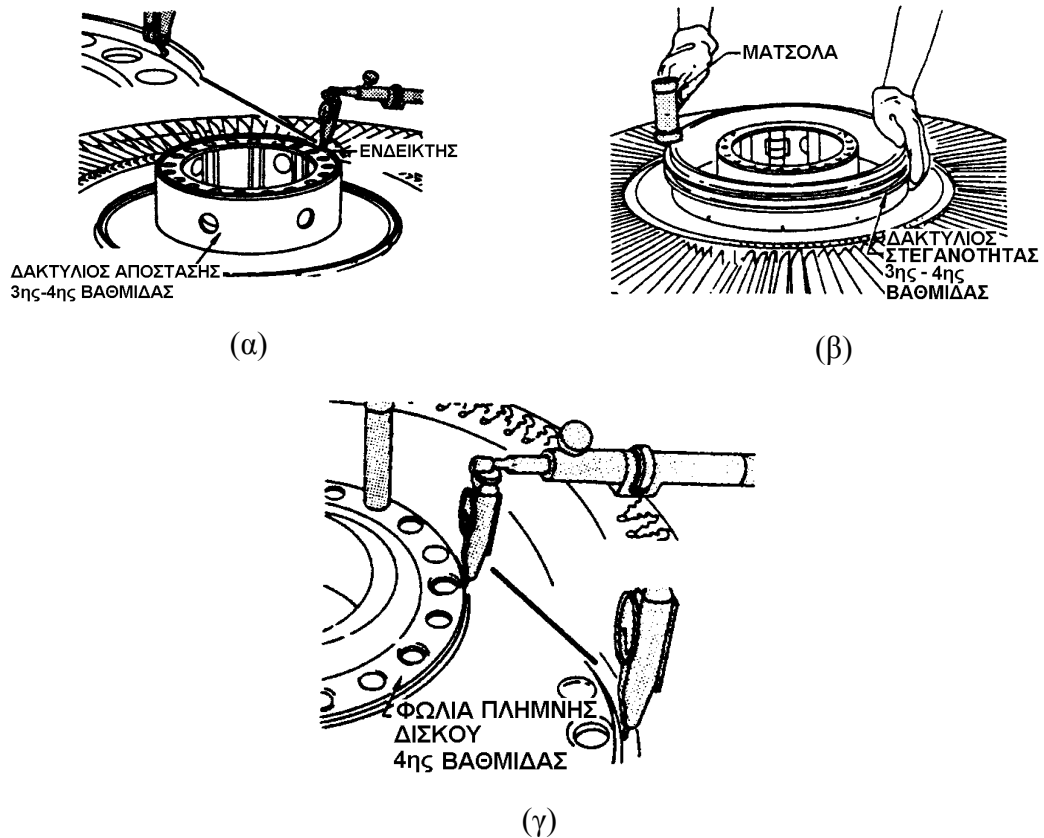
Σχήμα 3.114 Μέτρηση (α) οριζόντιας απόκλισης και (β) επιπεδότητας.

- ◆ Στη συνέχεια, πραγματοποιήστε τις απαραίτητες μετρήσεις διαστάσεων και οριζόντιων αποκλίσεων, σύμφωνα με το εγχειρίδιο Γενικής Επισκευής.
- ◆ Ακολουθώντας τις οδηγίες του εγχειριδίου, τοποθετήστε το δίσκο και τα κινητά πτερύγια της 3^{ης} βαθμίδας στην οπίσθια πλήμνη του δίσκου της 2^{ης} βαθμίδας (Σχήμα 3.115α). Μετρήστε την οριζόντια απόκλιση στην εξωτερική ακμή της πλήμνης (Σχήμα 3.115β) και την επιπεδότητα του στεγανοποιητή του δίσκου της 3^{ης} βαθμίδας (Σχήμα 3.115γ).
- ◆ Θερμάνετε το δακτύλιο απόστασης 3^{ης} – 4^{ης} βαθμίδας και τοποθετήστε τον στο δίσκο της 3^{ης} βαθμίδας, σύμφωνα με τα σημάδια ευθυγράμμισης. Ελέγξτε την οριζόντια απόκλισή του (Σχήμα 3.116α).
- ◆ Πραγματοποιήστε τις μετρήσεις που αναφέρονται στο εγχειρίδιο Γενικής Επισκευής. Θερμάνετε το στεγανοποιητή αέρα 3^{ης} – 4^{ης} βαθμίδας και τοποθετήστε τον, σύμφωνα με τα σημάδια ευθυγράμμισης (Σχήμα 3.116β).



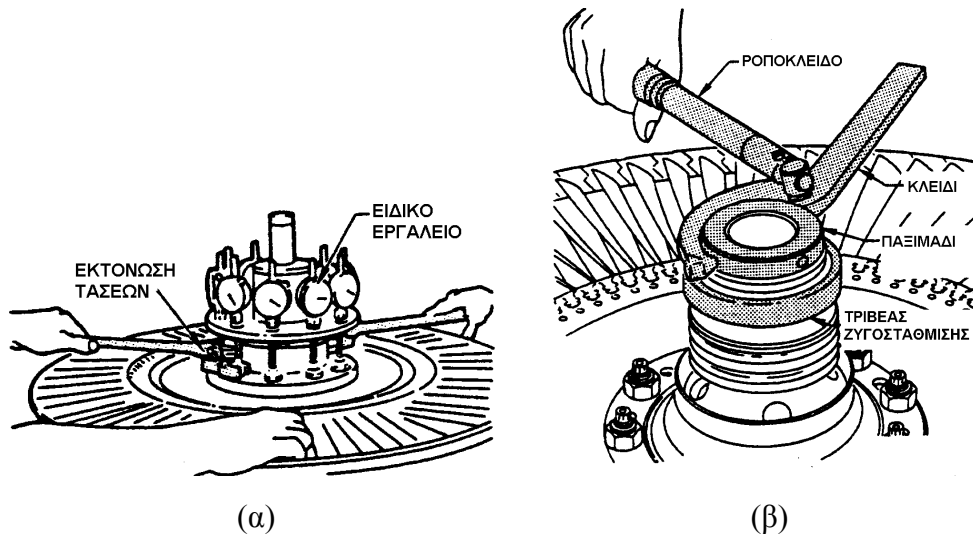
Σχήμα 3.115 (α) Τοποθέτηση δίσκου και πτερυγίων 3ης βαθμίδας στην πλήμνη του δίσκου της 2ης βαθμίδας, (β) μέτρηση οριζόντιας απόκλισης και (γ) μέτρηση επιπεδότητας.

- ♦ Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο ειδικό εργαλείο και το γεράνο, τοποθετήστε το δίσκο και τα κινητά πτερύγια της 4^{ης} βαθμίδας στο δακτύλιο απόστασης 3^{ης} – 4^{ης} βαθμίδας. Μετρήστε την οριζόντια απόκλισή του (Σχήμα 3.116γ).

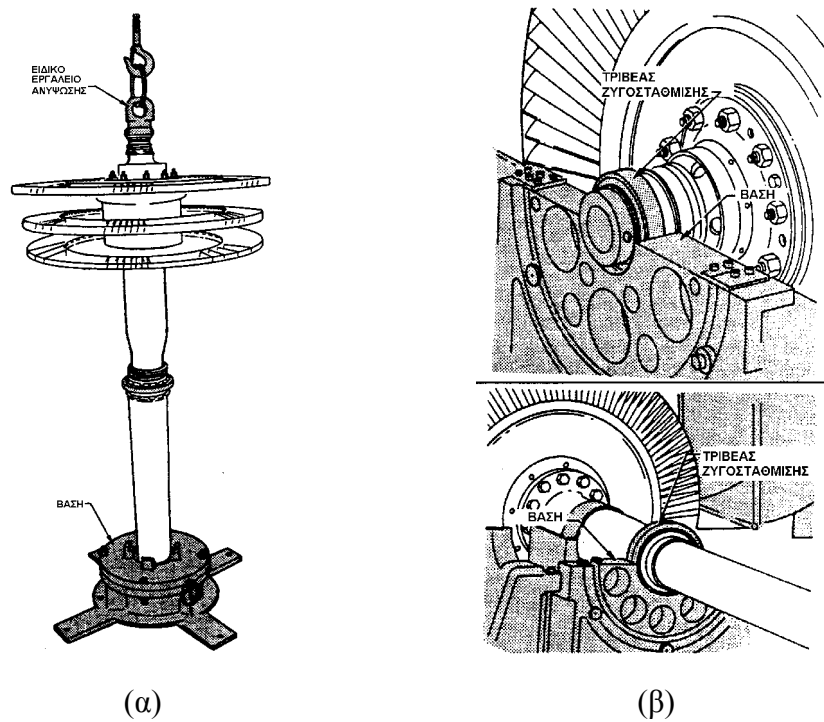


Σχήμα 3.116 (α) Μέτρηση οριζόντιας απόκλισης δακτυλίου απόστασης 3ης – 4ης βαθμίδας, (β) τοποθέτηση στεγανοποιητή αέρα 3ης – 4ης βαθμίδας, (γ) μέτρηση οριζόντιας απόκλισης δίσκου 4ης βαθμίδας

- ◆ Στη συνέχεια, ακολουθείστε τις οδηγίες του εγχειριδίου Γενικής Επισκευής και τοποθετήστε τα υπόλοιπα εξαρτήματα όπως ελατήρια, σωλήνα λαδιού τριβέα No 4 ½, κομβίο τριβέα ζυγοστάθμισης No 6.
- ◆ Μετρήστε την οριζόντια απόκλιση του κομβίου και την επιπεδότητα του δίσκου της 4^{ης} βαθμίδας. Σφίξτε τις βίδες του δίσκου και εκτονώστε τα τάσεις τους (Σχήμα 3.117α).
- ◆ Τέλος, τοποθετήστε το παξιμάδι ασφαλείας του τριβέα ζυγοστάθμισης No 6, χρησιμοποιώντας το κατάλληλο ειδικό εργαλείο (Σχήμα 3.117β).



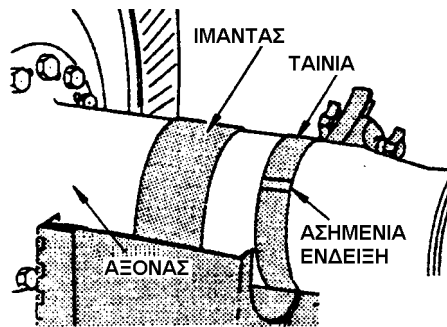
Σχήμα 3.117 (α) Εκτόνωση τάσης στις βίδες του δίσκου της 4ης βαθμίδας, (β) Τοποθέτηση παξιμαδιού ασφαλείας στον ειδικό τριβέα ζυγοστάθμισης.



Σχήμα 3.118 (α) Μεταφορά στροβίλου χαμηλής πίεσης – άξονα και (β) τοποθέτησή τους στο μηχάνημα δυναμικής ζυγοστάθμισης.

6. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗ ΡΟΤΟΡΑ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ.

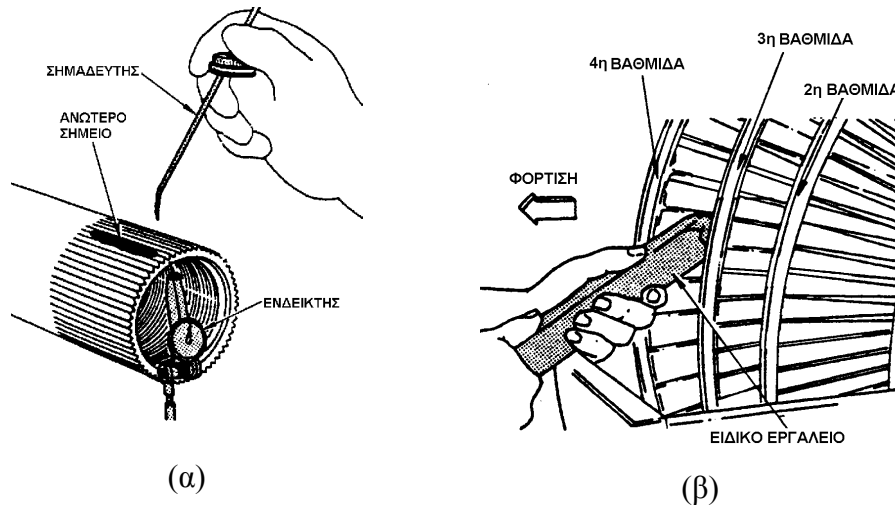
- ◆ Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την πραγματοποίηση των εργασιών της ενότητας αυτής.
- ◆ Η διαδικασία της δυναμικής ζυγοστάθμισης θα πραγματοποιηθεί σε ειδική μηχανή. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο του κατασκευαστή για τις συγκεκριμένες ενέργειες που πρέπει να κάνετε πριν, κατά διάρκεια και μετά το πέρας της διαδικασίας της δυναμικής ζυγοστάθμισης.
- ◆ Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο ειδικό εργαλείο και το γερανό, απομακρύνετε τον άξονα με τις κινητές βαθμίδες του στροβίλου χαμηλής πίεσης από τον υποδοχέα (Σχήμα 3.118α), γυρίστε τον σε οριζόντια θέση και τοποθετήστε τον στη μηχανή οριζόντιας ζυγοστάθμισης (Σχήμα 3.118β).
- ◆ Τοποθετήστε τον μάντα στον άξονα. Τοποθετήστε την ειδική ασημένια ταινία στον άξονα, ευθυγραμμίζοντάς τη με το φωτοκύτταρο του μηχανήματος ζυγοστάθμισης (Σχήμα 3.119).



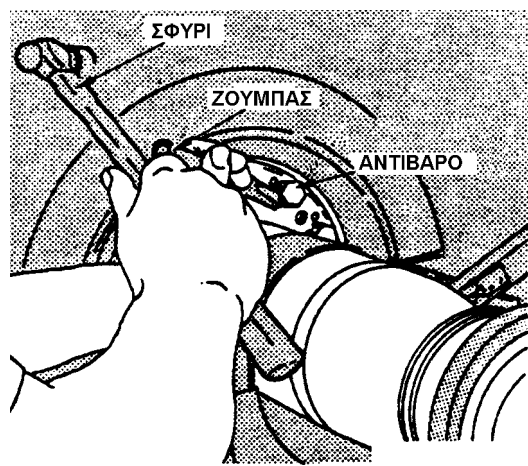
Σχήμα 3.119 Προετοιμασία για τη δυναμική ζυγοστάθμιση του στροβίλου χαμηλής πίεσης.

- ◆ Μετρήστε την οριζόντια απόκλιση του άξονα (Σχήμα 3.120).
- ◆ Χρησιμοποιώντας μία κατάλληλη πλαστική ράβδο, πιέστε τα κινητά πτερύγια της κάθε βαθμίδας προς τα πίσω (Σχήμα 3.120β), δηλαδή προς την **κατεύθυνση φόρτισης (loaded direction)**. Στην κατεύθυνση αυτή κινούνται τα πτερύγια κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του κινητήρα.
- ◆ Κλείστε το κάλυμμα προστασίας της μηχανής ζυγοστάθμισης και Ξεκινήστε τη λειτουργία του μηχανήματος ζυγοστάθμισης στις 900 RPM τουλάχιστον.

- ◆ Ελέγξτε την αζυγοσταθμία σύμφωνα με τα όρια που δίνονται στο εγχειρίδιο Γενικής Επισκευής. Τοποθετήστε αντίβαρα διόρθωσης. Στην περίπτωση που η αζυγοσταθμία είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων διόρθωσης, ακολουθείστε τις διορθωτικές ενέργειες του εγχειριδίου Γενικής Επισκευής και στη συνέχεια, τοποθετήστε τα αντίβαρα διόρθωσης.
- ◆ Επαναλάβετε τη μέτρηση της αζυγοσταθμίας. Στην περίπτωση που αυτή παραμένει εκτός των επιτρεπτών ορίων, αποσυναρμολογήστε το ρότορα από τον άξονα και αναζητήστε τα πιθανά αίτια.
- ◆ Μετά την επίτευξη της τελικής αζυγοσταθμίας, ασφαλίστε τα αντίβαρα ζυγοστάθμισης (Σχήμα 3.121).

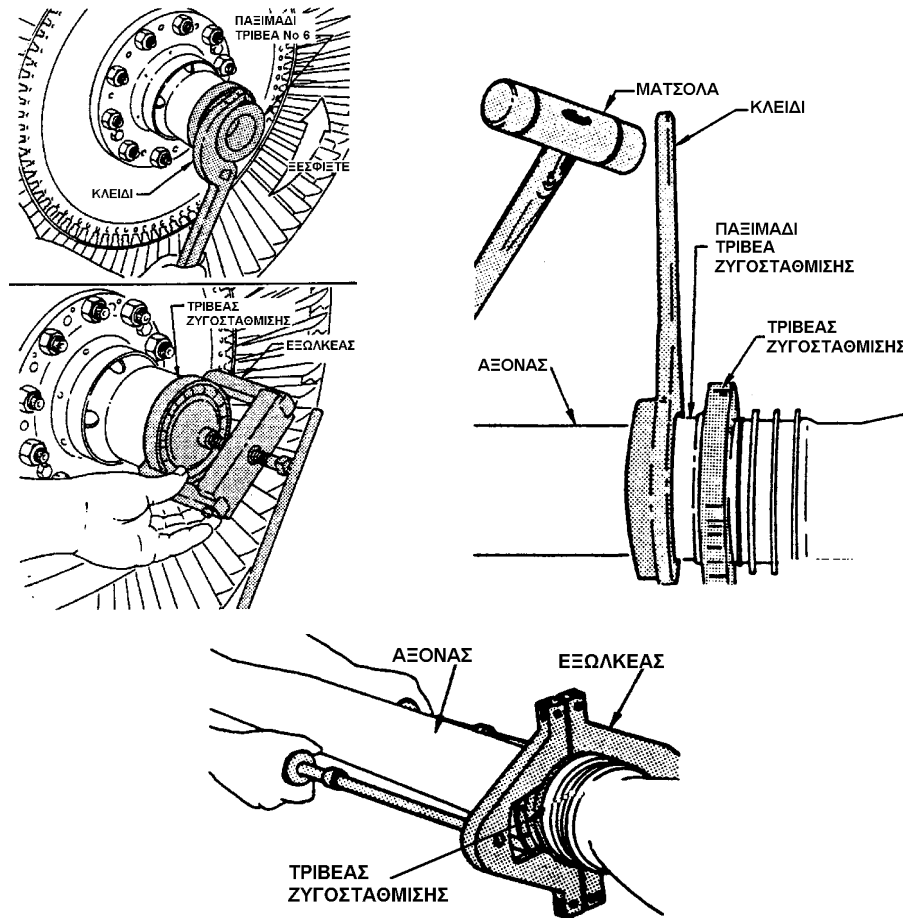


Σχήμα 3.120 (α) Μέτρηση οριζόντιας απόκλισης άξονα, (β) τοποθέτηση των κινητών πτερυγίων στην κανονική θέση.



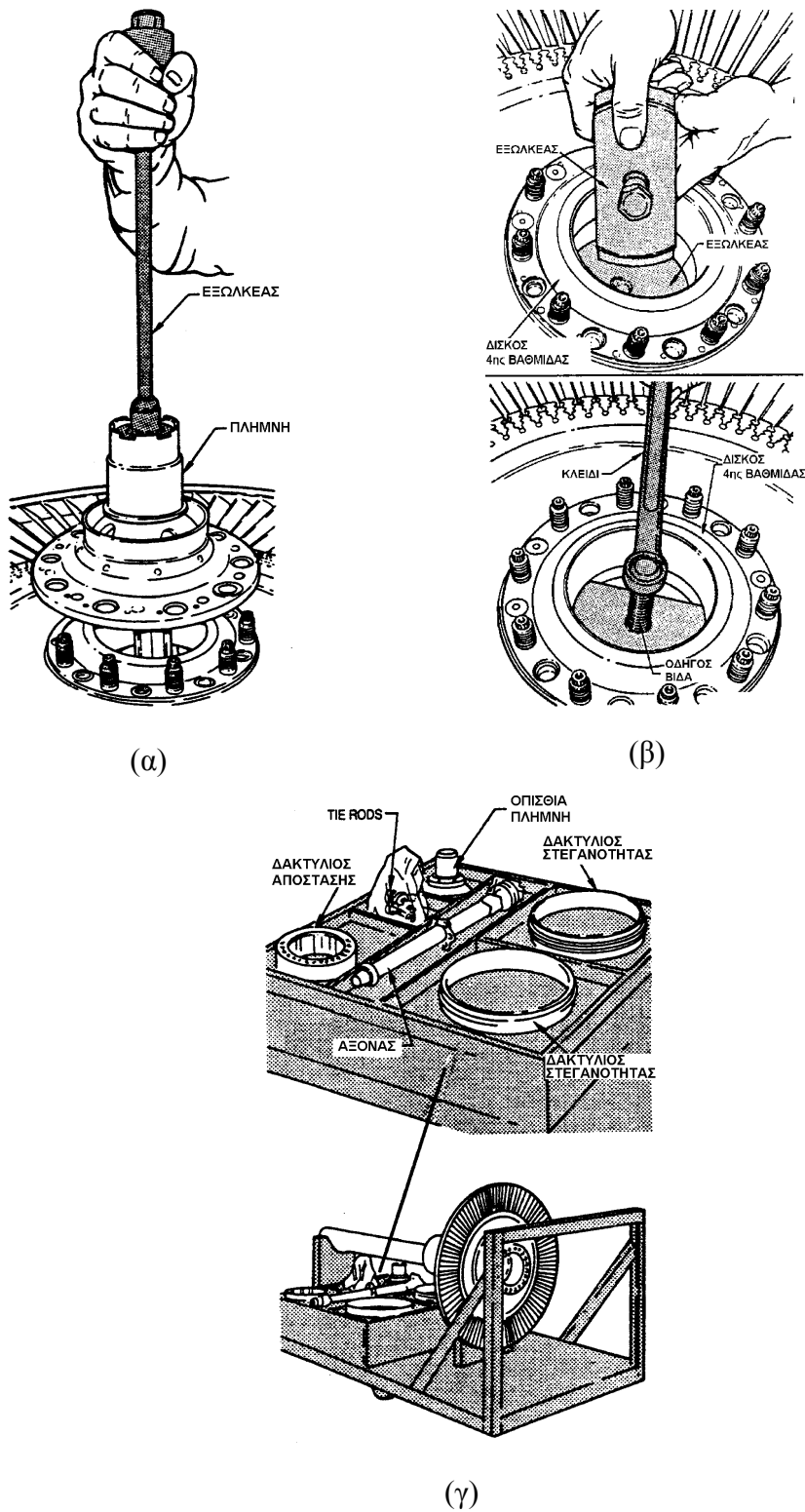
Σχήμα 3.121 Ασφάλισης αντίβαρων μετά το πέρας της δυναμικής ζυγοστάθμισης

- ◆ Στη συνέχεια, αφαιρέστε τον μάντα και μετακινήστε το συγκρότημα τον άξονα από το μηχάνημα δυναμικής ζυγοστάθμισης με τη βοήθεια των σαμπανιών και του γερανού. Τοποθετήστε τον στον ειδικό υποδοχέα σε οριζόντια θέση.
- ◆ Χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα ειδικά εργαλεία, σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου Γενικής Επισκευής, αφαιρέστε τα μέρη των τριβών ζυγοστάθμισης (Σχήμα 3.122). Προφυλάξτε τα ανάλογα.



Σχήμα 3.122 Αφαίρεση των μερών του ειδικού τριβέα ζυγοστάθμισης.

- ◆ Στη συνέχεια, αφαιρέστε την οπίσθια πλήμνη (Σχήμα 3.123α), το δίσκο και τα πτερύγια της 4^{ης} βαθμίδας (Σχήμα 3.123β), το δακτύλιο απόστασης 3^{ης} – 4^{ης} βαθμίδας, το δίσκο και τα πτερύγια της 3^{ης} βαθμίδας και στεγανοποιητή αέρα 2^{ης} – 3^{ης} βαθμίδας.
- ◆ Τέλος, τοποθετήστε τον άξονα με το δίσκο και τα πτερύγια της 2^{ης} βαθμίδας καθώς και τα υπόλοιπα εξαρτήματα στους κατάλληλους υποδοχείς (Σχήμα 3.123γ).



Σχήμα 3.123 Αφαίρεση (α) οπίσθιας πλήμνης και (β) δίσκου και πτερυγίων 4ης βαθμίδας, (γ) τοποθέτηση όλων των εξαρτημάτων του συγκροτήματος σε ειδικούς υποδοχής.

Εργαστηριακή άσκηση 3.3: Ειδικός εξοπλισμός συντήρησης αεροπορικών κινητήρων -Μη καταστροφικοί έλεγχοι : MPI

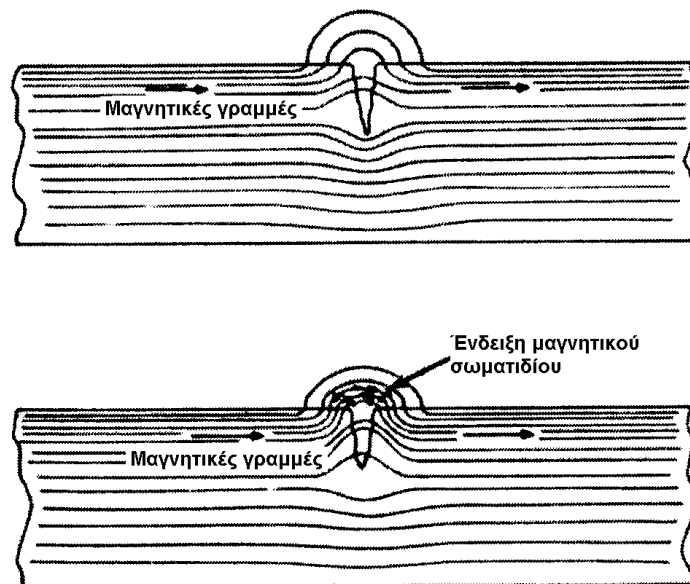
Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αναφέρετε τις βασικές απαιτήσεις εξοπλισμού για την πραγματοποίηση μαγνητικής επιθεώρησης (MPI).
- β) Να αναγνωρίζετε τα βασικά στάδια της επιθεώρησης MPI που παρουσιάζεται στην άσκηση.
- γ) Να εκτελείτε μη καταστροφικούς ελέγχους με τη μέθοδο MPI.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Η χρήση των μαγνητικών σωματιδίων για τον έλεγχο και την ανίχνευση ατελειών σε κάποιο αντικείμενο, είναι μια μη καταστρεπτική μέθοδος που χρησιμοποιείται σε φερρομαγνητικά υλικά (π.χ. χάλυβες). Με τον όρο αυτόν εννοούμε εκείνα τα υλικά, τα οποία μπορούν εύκολα να μαγνητιστούν υπό την επίδραση μαγνητικού πεδίου.



Σχήμα 3.124 Συγκέντρωση μαγνητικών σωματιδίων σε επιφανειακή ασυνέχεια, λόγω της διατάραξης της μαγνητικής ροής σε ράβδο

Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου που εφαρμόζεται στο εξεταζόμενο αντικείμενο, ακολουθούν τη διαδρομή μέσα από τον όγκο του αντικειμένου λόγω του φερρομαγνητικού χαρακτήρα του αντικειμένου. Εάν σε κάποιο

σημείο υπάρχει ασυνέχεια στο υλικό, αυτή θα δημιουργήσει εκτροπή στη ροή του μαγνητικού πεδίου, δημιουργώντας πόλους στα άκρα της ρωγμής (Σχήμα 3.124).

Λόγω της ιδιότητας των μαγνητισμένων υλικών να έλκουν έντονα όταν υπάρχουν πόλοι, τα μαγνητικά σωματίδια θα συγκεντρωθούν γύρω από τη ρωγμή. Εφόσον το μαγνητικό πεδίο δεν αλλοιώνεται, τα μαγνητικά σωματίδια δεν παρουσιάζουν την τάση να συγκεντρωθούν σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο.

Τα στάδια που περιγράφουν τη μέθοδο αυτή είναι:

- Καθαρισμός του αντικειμένου που πρόκειται να επιθεωρηθεί.
- Δημιουργία μαγνητικού πεδίου στο αντικείμενο που θέλουμε να εξετάσουμε.
- Εφαρμογή των μαγνητικών σωματιδίων στην επιφάνεια του αντικειμένου.
- Έλεγχος για την ύπαρξη ατελειών.

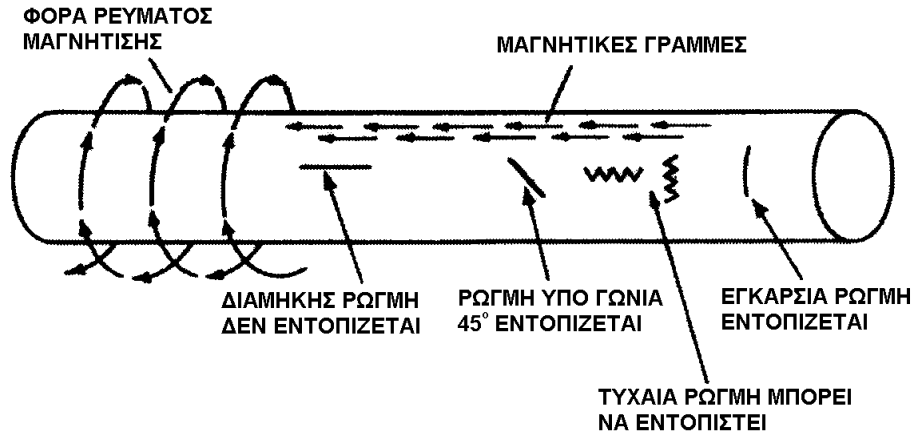
Ο καθαρισμός του αντικειμένου κρίνεται απαραίτητος εφόσον οποιαδήποτε ακαθαρσία, όπως ξένα στοιχεία από άλλα υλικά, οξείδωση της επιφάνειας, σκόνη ή ύπαρξη γράσου δεν αφήνουν τα μαγνητικά σωματίδια να δώσουν τις σωστές ενδείξεις, εμποδίζοντας την κίνησή τους.

Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται μπορεί να εμφανίζεται κατά μήκος του αντικειμένου ή κατά την περιφέρειά του, ανάλογα με τον τρόπο μαγνητισμού του. Η κατεύθυνση και το μέγεθος της ρωγμής, σχετικά με τις γραμμές του μαγνητικού πεδίου, παίζει σημαντικό ρόλο στην ανίχνευσή της. Όσο μεγαλύτερη είναι η διατάραξη που προκαλεί η ρωγμή στο μαγνητικό πεδίο, τόσο πιο έντονη θα είναι και η συσσώρευση των σωματιδίων κοντά σε αυτή. Επομένως καλύτερη ένδειξη θα έχουμε όταν η κατεύθυνση της ασυνέχειας βρίσκεται κάθετα στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου (Σχήμα 3.125 και Σχήμα 3.126).

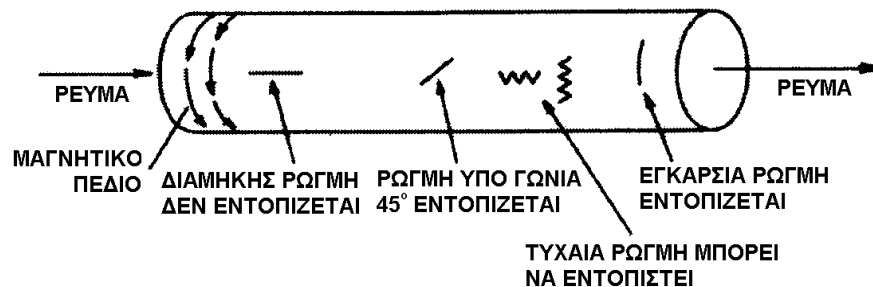
Τα μαγνητικά σωματίδια που χρησιμοποιούνται, διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με:

- το μέγεθός τους: Όσο μικρότερα τα σωματίδια τόσο ακριβέστερες είναι οι ενδείξεις. Για παράδειγμα σε ένα ασθενές μαγνητικό πεδίο τα μεγαλύτερα σωματίδια έχουν μεγαλύτερη δυσκολία να συγκρατηθούν από το πεδίο.
- το σχήμα τους: Σωματίδια επιμηκυμένα κατά τη μια κατεύθυνση δίνουν καλύτερες ενδείξεις από τα πιο ομοιόμορφα και σφαιρικά

σωματίδια, εφόσον ευθυγραμμίζονται με τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.



Σχήμα 3.125 Επίδραση της κατεύθυνσης της ροής σε αξονικά μαγνητιζόμενη ράβδο



Σχήμα 3.126 Επίδραση της κατεύθυνσης της ροής σε περιφερειακά μαγνητιζόμενη ράβδο

- τη μαγνητική τους διαπερατότητα: δηλαδή την ευκολία τους να μαγνητίζονται. Εξαρτάται από το υλικό των σωματιδίων.
- τις προϋπάρχουσες δυνάμεις μεταξύ των σωματιδίων: Αυτές προκαλούν συσσώρευση των σωματιδίων πριν την εφαρμογή τους.

Τα σωματίδια συναντώνται συνήθως είτε σε μορφή σκόνης, είτε σε συνδυασμό με κάποιο υγρό, όπου και χρησιμοποιούνται σωματίδια μικρότερου μεγέθους. Για τη διευκόλυνση της επιθεώρησης τα σωματίδια μπορεί να έχουν κάποιο είδος χρωστικής ουσίας, έτσι ώστε να διακρίνονται καλύτερα κάτω από λευκό φως ή κάποια φωσφορίζουσα ουσία που βελτιώνει τις ενδείξεις με τη βοήθεια υπεριώδους ακτινοβολίας.

Με τη μέθοδο των μαγνητικών σωματιδίων μπορεί να ανιχνευθεί ρωγμή και κάτω από την επιφάνεια του υλικού, ωστόσο κάτι τέτοιο απαιτεί εμπειρία από την πλευρά του χειριστή. Μπορούν επίσης να εντοπιστούν και άλλες ατέλειες (επιφανειακές ή μικρού βάθους), όπως αναδιπλώσεις ή μη μεταλλικές προσμείξεις. Υπάρχει συχνά η απαίτηση μετά το πέρας του έλεγχου, λόγω του παραμένουστος μαγνητικού πεδίου, το αντικείμενο να απομαγνητίζεται.

Απαιτούμενα μέσα

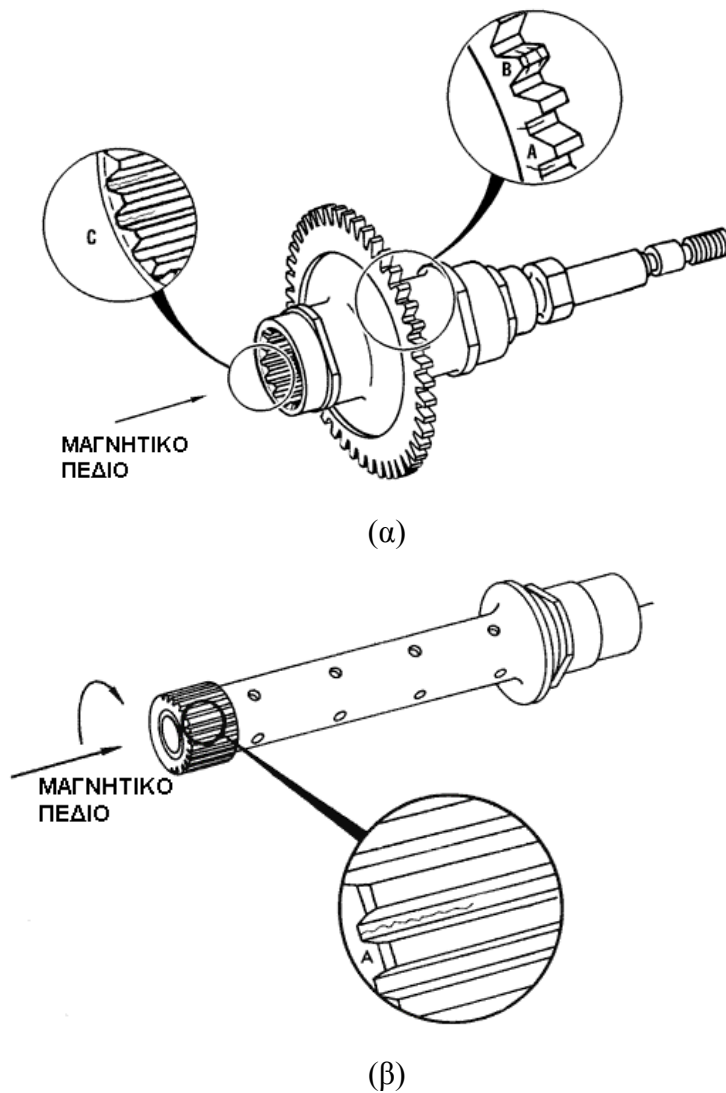
- Εξαρτήματα αεριοστρόβιλου κινητήρα, κατασκευασμένα από φερρομαγνητικά υλικά.
- Εξοπλισμός μαγνητικής επιθεώρησης (§2...3.4.2.1).
- Τεχνικά εγχειρίδια του κατασκευαστή, όπου περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία επιθεώρησης.
- Γενικά εργαλεία (συγκράτησης, κλπ.).
- Μικρός γερανός για τη μετακίνηση των εξαρτημάτων, εάν αυτά είναι μεγάλου βάρους.
- Διάλυμα καθαρισμού.

Μέτρα ασφάλειας

- Ο απομαγνητισμός των εξαρτημάτων πρέπει να είναι πλήρης. Ο μερικός απομαγνητισμός, επιτρέπει στο εξάρτημα να δρα σαν μαγνήτης, με τον κίνδυνο να έλξει μεταλλικά αντικείμενα, προκαλώντας πιθανώς ζημιές.
- Τα διαλύματα καθαρισμού είναι συνήθως εύφλεκτα, τοξικά και μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ενοχλήσεις, αν έρθουν σε επαφή με το δέρμα, μάτια ή αν γίνει εισπνοή τους. Χρησιμοποιείτε προστατευτικά γυαλιά και κατάλληλο ρουχισμό. Φροντίστε για τον καλό αερισμό του χώρου πραγματοποίησης της επιθεώρησης.
- Γενικά, ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που περιγράφονται στο Παράρτημα Β.

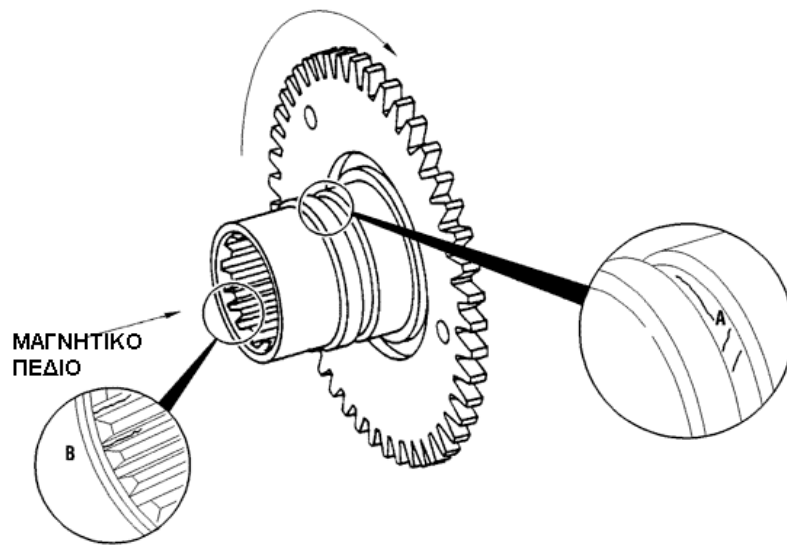
Πορεία εργασίας

Για την εκτέλεση της εργασίας θα πρέπει να επιλεγεί κάποιο εξάρτημα, το οποίο είναι κατασκευασμένο από φερρομαγνητικό υλικό. Τέτοια εξαρτήματα μπορεί να είναι:

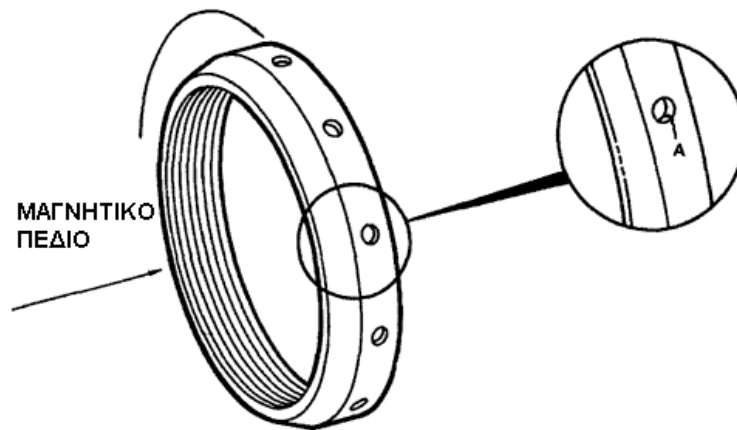


Σχήμα 3.127 Κρίσιμες περιοχές μαγνητικής επιθεώρησης αξονίσκων

- άξονες (Σχήμα 3.127 α & β),
- σύνδεσμοι αξόνων (Σχήμα 3.128),
- περικόχλια (Σχήμα 3.129),
- ελάσματα (Σχήμα 3.130),
- αποστάτες (Σχήμα 3.131),
- συγκρατητές (Σχήμα 3.132)



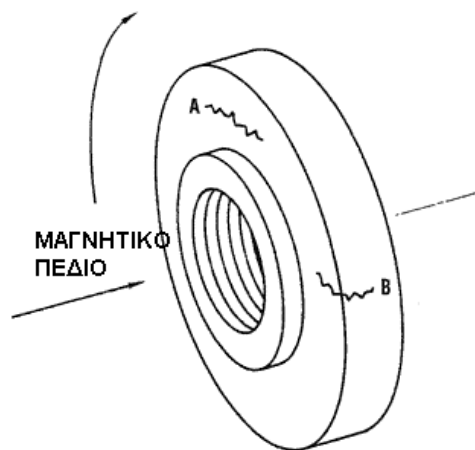
Σχήμα 3.128 Κρίσιμες περιοχές μαγνητικής επιθεώρησης συνδέσμου αξόνων (shaft coupling)



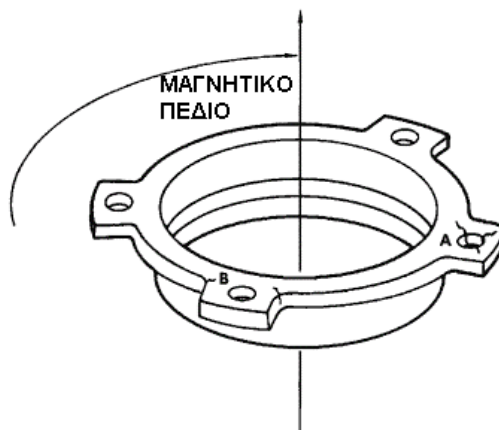
Σχήμα 3.129 Κρίσιμες περιοχές μαγνητικής επιθεώρησης περικόχλιου (nut)



Σχήμα 3.130 Κρίσιμες περιοχές μαγνητικής επιθεώρησης ελάσματος (liner)



Σχήμα 3.131 Κρίσιμες περιοχές μαγνητικής επιθεώρησης αποστάτη (spacer)



Σχήμα 3.132 Κρίσιμες περιοχές μαγνητικής επιθεώρησης συγκρατητή (retainer)

Μετά την επιλογή του εξαρτήματος, η επιθεώρησή του με τη μέθοδο των μαγνητικών σωματιδίων γίνεται ως εξής (είναι φυσικά απαραίτητο, να έχετε συμβουλευθεί και να ακολουθείτε κατά την πορεία της επιθεώρησης το εγχειρίδιο του κατασκευαστή):

1. Μελετήστε το τεχνικό εγχειρίδιο. Προδιαγράψτε τη σειρά των εργασιών που θα πραγματοποιήσετε στα πλαίσια της επιθεώρησης. Βεβαιωθείτε για την ύπαρξη του απαραίτητου εξοπλισμού, που θα απαιτηθεί για την απρόσκοπτη διεξαγωγή της επιθεώρησης.
2. Καθαρίστε το εξάρτημα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

3. Εφαρμόστε το ηλεκτρικό πεδίο, ακολουθώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή, αναφορικά με την ένταση του ρεύματος (Amperes DC).
4. Μαγνητίστε το εξάρτημα κατά τη διεύθυνση που απαιτεί η επιθεώρηση (βλέπε και Σχήμα 3.127 έως Σχήμα 3.132).
5. Εμβαπτίστε το εξάρτημα στο διάλυμα των μαγνητικών σωματιδίων.
6. Επιθεωρήστε το εξάρτημα χρησιμοποιώντας υπεριώδες φως (UV ή μαύρο φως).
7. Διαβάστε προσεκτικά τις υποδείξεις του κατασκευαστή, όσον αφορά την ερμηνεία των ενδείξεων. Σε περιπτώσεις που παρουσιάζεται δυσκολία στην ερμηνεία των ενδείξεων, είναι πιθανόν να απαιτηθεί η επανάληψη της επιθεώρησης, ή χρήση λευκού φωτός και μεγεθυντικού φακού.
8. Απομαγνητίστε το εξάρτημα, ακολουθώντας τις οδηγίες του εγχειριδίου.

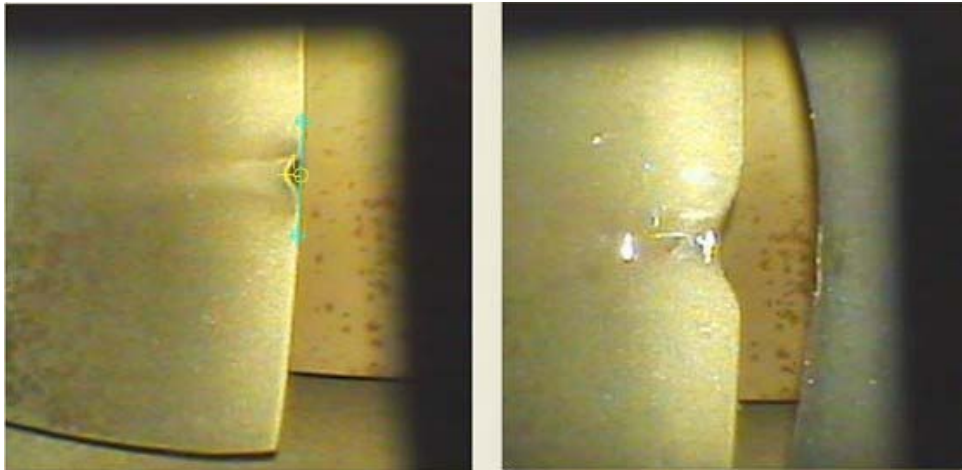
Εργαστηριακή άσκηση 3.4: Επιθεώρηση – επισκευή περιστρεφόμενων πτερυγίων συμπιεστή

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αναγνωρίζετε τους βασικούς τύπους ευρημάτων, τα οποία εμφανίζονται κατά την επιθεώρηση πτερυγίων συμπιεστή.
- β) Να εφαρμόζετε μεθόδους μη καταστροφικών ελέγχων (κυρίως οπτική, FPI και MPI) για την επιθεώρηση των πτερυγίων.
- γ) Να επισκευάζετε τα πτερύγια με λείανση και να αντικαθιστάτε τις προστατευτικές επικαλύψεις.

Εισαγωγικές πληροφορίες



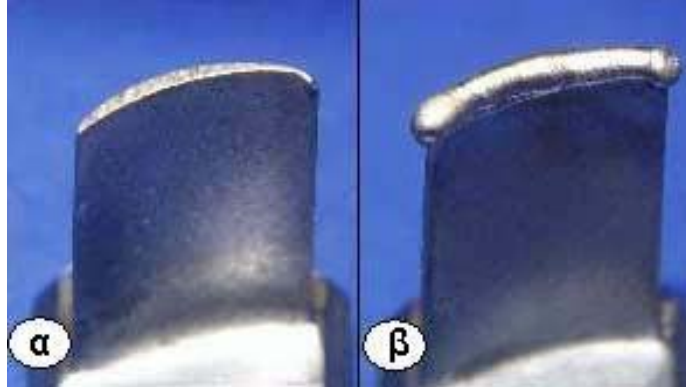
(α)

(β)

Σχήμα 3.133 (α) Αποκόλληση τεμαχίου και (β) λείανση χείλους προσβολής πτερυγίου

Ένα από τα συνηθέστερα ευρήματα κατά την επιθεώρηση των πτερυγίων του ανεμιστήρα και του συμπιεστή είναι χτυπήματα (πολλές φορές και σπασίματα) στα χείλη προσβολής ή εκφυγής των πτερυγίων (Σχήμα 3.133(α)). Αυτά τα ευρήματα μπορούν να επηρεάσουν σ'ένα βαθμό την επίδοση, την καλή λειτουργία και σε ορισμένες περιπτώσεις την ακεραιότητα του κινητήρα, μια και αποτελούν πιθανές εστίες έναρξης ρωγμών. Για την αποκατάσταση τέτοιων βλαβών ακολουθείται διαδικασία λείανσης, η οποία

αποσκοπεί στην αφαίρεση των αιχμηρών ακμών¹, οι οποίες έχουν προκληθεί από το χτύπημα και στη δημιουργία ενός στρογγυλεμένου περιγράμματος (Σχήμα 3.133(β)). Σε πολλές περιπτώσεις, η λείανση μπορεί να επεκταθεί σε όλο το μήκος των χειλών προσβολής και εκφυγής. Σημειώνεται ότι υπάρχουν ειδικές τεχνικές λείανσης, οι οποίες προδιαγράφονται από την κατασκευάστρια εταιρεία. Αυτές πραγματοποιούνται συνήθως από ειδικά εκπαιδευμένο και εξουσιοδοτημένο τεχνικό προσωπικό.



Σχήμα 3.134 (α) Καθαρισμός και (β) συγκόλληση άκρου σε πτερύγιο συμπιεστή

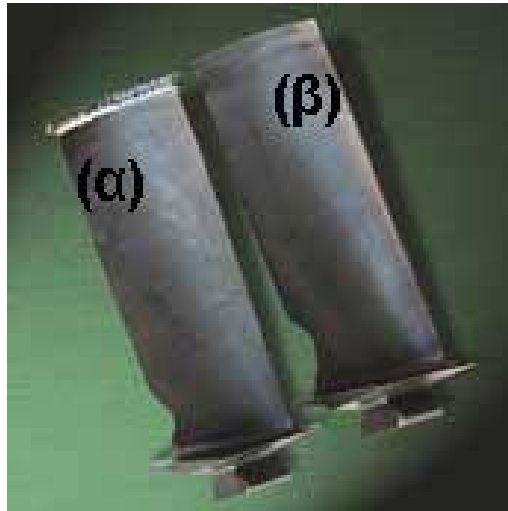
Τα άκρα των πτερυγίων (blade tips) συνήθως παρουσιάζουν φθορές, εξαιτίας της τριβής τους με το εσωτερικό του περιβλήματος. Κατά τη διάρκεια της γενικής επισκευής είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί ανάκτηση του αρχικού μήκους του πτερυγίου με συγκόλληση (**blade tip weld**). Σε αυτή την περίπτωση και αφού καθαρισθεί καλά η φθαρμένη περιοχή, εναποτίθεται αρχικά υλικό με συγκόλληση (Σχήμα 3.134). Στη συνέχεια αποκαθίσταται η αρχική μορφή του πτερυγίου με μηχανουργική κατεργασία (τρόχισμα - Σχήμα 3.135). Τέτοιες επισκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικές, μια και επιτρέπουν την περαιτέρω χρήση υλικών μεγάλης αξίας.

Άλλες επισκευές, οι οποίες πραγματοποιούνται στα πτερύγια του συμπιεστή, κατά τη διάρκεια γενικών επισκευών περιλαμβάνουν την αντικατάσταση της προστατευτικής επίστρωσης² (**wear coating**) ή του σιλικονούχου στεγανοποιητικού (**RTV sealant**) της ρίζας των πτερυγίων. Απαιτείται φυσικά ειδικός εξοπλισμός. Συνήθης επίσης κατεργασία, η οποία

¹ Οι αιχμηρές ακμές αποτελούν περιοχές ανάπτυξης υψηλών καταπονήσεων, οι οποίες είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερη ζημιά, ακόμη και θραύση.

² Σύνθετος υλικό επίστρωσης είναι πούδρα Χαλκού-Νικελίου-Ινδίου (Cu-Ni-In), η οποία εφαρμόζεται με ψεκασμό.

εφαρμόζεται στις βάσεις των πτερυγίων, είναι ο «βομβαρδισμός» της περιοχής με σφαιρίδια (**shot-peening**).



Σχήμα 3.135 (α) Συγκόλληση ακροπτερυγίου και (β) αποκατάσταση περιγράμματος μετά από μηχανουργική κατεργασία (τρόχισμα)

Τέλος, αφαιρείται και εφαρμόζεται εκ νέου η ειδική επίστρωση για την προστασία των πτερυγίων από μηχανική διάβρωση. Πρόκειται συνήθως για διαδικασία ψεκασμού των πτερυγίων με ειδική πούδρα, η οποία κατασκευάζεται με βάση το αλουμίνιο (Σχήμα 3.136)



Σχήμα 3.136 Πτερύγια που έχουν υποστεί αντιδιαβρωτική προστασία με πούδρα «αλουμινίου»

Στην παρούσα εργαστηριακή άσκηση προτείνεται η επιθεώρηση πτερυγίων από τις 8 βαθμίδες του συμπιεστή του κινητήρα J85, και περιγράφονται οι επισκευές, οι οποίες απαιτούνται, ανάλογα με τα ευρήματα της επιθεώρησης.

Απαιτούμενα μέσα

- Πτερύγια συμπιεστή.
- Εγχειρίδια επιθεώρησης και επισκευών της κατασκευάστριας εταιρείας.
- Μεγεθυντικός φακός.
- Εξοπλισμός πραγματοποίησης μη καταστροφικών ελέγχων με διεισδυτικά υγρά ή με μαγνητικά σωματίδια.
- Ο απαραίτητος εξοπλισμός για την πραγματοποίηση των επισκευών: εφαρμοστήριο, συνεργείο συγκολλήσεων κλπ.

Μέτρα ασφάλειας

Ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας του Παραρτήματος Β.

Πορεία εργασίας

1. Μελετήστε τα τεχνικά εγχειρίδια. Προδιαγράψτε τη σειρά των εργασιών που θα πραγματοποιήσετε στα πλαίσια της επιθεώρησης των πτερυγίων και των πιθανών επισκευών.

Μελετήστε το Σχήμα 3.137 και αναγνωρίστε τις περιοχές, οι οποίες αναφέρονται στο σχήμα, στα πραγματικά πτερύγια.

2. Εξασφαλίστε ικανό αριθμό πάγκων εργασίας, χωρίς αντικείμενα στην επιφάνειά τους.
3. Επιθεωρήστε τα πτερύγια οπτικά. Σημειώστε τυχόν ευρήματα.
4. Επιθεωρήστε τα πτερύγια με τη μέθοδο των διεισδυτικών υγρών (FPI) ή με αυτή των μαγνητικών σωματιδίων (MPI) (βλέπε και §2.3.4.2). Αξιολογήστε τυχόν ευρήματα, συμβουλευόμενοι το τεχνικό εγχειρίδιο. Παραθέτουμε ενδεικτικές οδηγίες για τα πτερύγια της άσκησης:

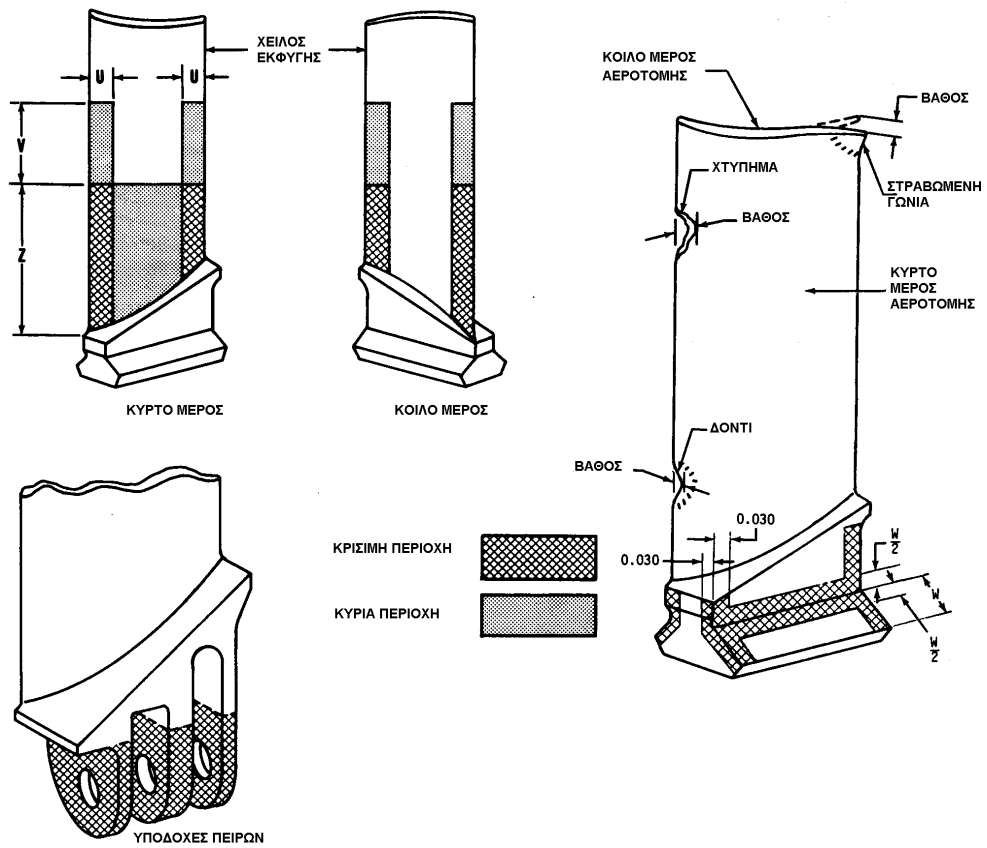
- i. Ρωγμές οι οποίες έχουν προκληθεί από εξωτερικό αντικείμενο, σκισίματα, χτυπήματα, κοψίματα στα χείλη προσβολής και εκφυγής και στα ακροπτερύγια αντιμετωπίζονται με λείανση, εφόσον η τελική διαμόρφωση του πτερυγίου βρίσκεται εντός των ορίων, τα οποία προδιαγράφονται στο Σχήμα 3.138 (α) και (β).

- ii. Η διαπίστωση άλλων ρωγμών, ιδιαίτερα στις κρίσιμες περιοχές, σύμφωνα με το Σχήμα 3.137, αποτελεί αιτία αχρήστευσης του πτερυγίου.
- iii. Φθορά στις οπές του πείρου συγκράτησης των πτερυγίων της 1^{ης} βαθμίδας, μπορεί να γίνει αποδεκτή, εφόσον δεν υπερβαίνει κάποιο όριο ευχρηστότητας.
- iv. **Εκτοπισμένο υλικό (high metal)** θα πρέπει να καθαρίζεται.
- v. Ενδείξεις αποφλοίωσης στην αντιδιαβρωτική επίστρωση (**diffused aluminum coating**) των πτερυγίων ή στην αντιτριβική επίστρωση (**Cu-Ni-In coating**) της ρίζας (**dovetail**) των πτερυγίων αντιμετωπίζονται με αφαίρεση και εκ νέου εφαρμογή των επιστρώσεων.

Θα πρέπει να σημειώσουμε, ότι η εφαρμογή μιας επίστρωσης απαιτεί καλή προετοιμασία του εξαρτήματος, η οποία περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την **κάλυψη (masking)** των περιοχών, οι οποίες δεν θα πρέπει να επιστρωθούν (Σχήμα 3.139). Η κάλυψη γίνεται συνήθως με την χρήση κατάλληλης ταινίας.

Περιγράφουμε στη συνέχεια τη διαδικασία λείανσης των χειλών προσβολής και εκφυγής των πτερυγίων:

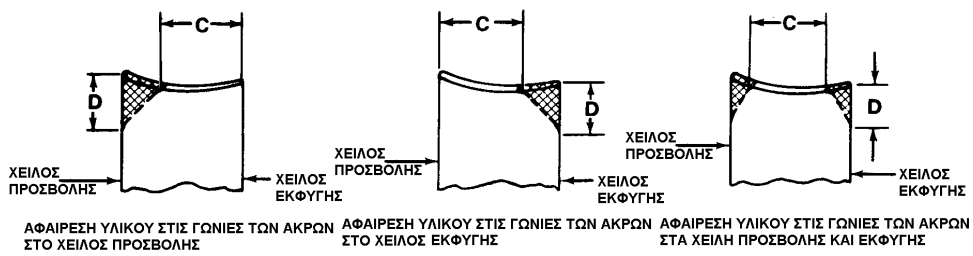
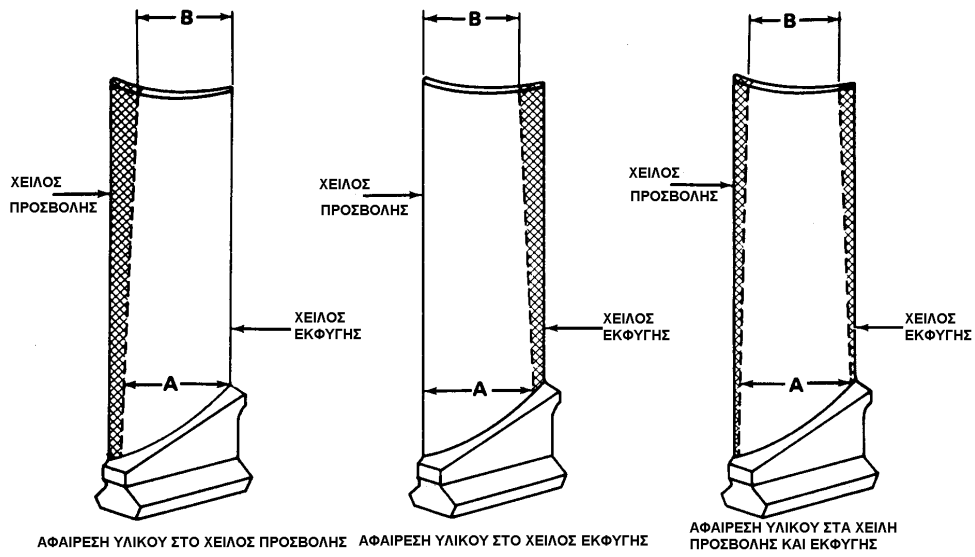
1. Καθαρίστε αρχικά την περιοχή της ζημιάς με χονδρόκοκκο τροχό ή στυπόχαρτο. Προσέξτε ιδιαίτερα να μην αφαιρέσετε περισσότερο υλικό, από όσο απαιτείται για την εξάλειψη της ζημιάς:
 - Καθαρίστε και τις δύο ακμές μέσα στα όρια που δίνει το Σχήμα 3.138 (α,β).
 - Καθαρίστε και ενώστε περιοχές ευρημάτων, οι οποίες απέχουν λιγότερο από 0.250in. μεταξύ τους.
 - Στρογγυλέψτε την ακμή εκφυγής, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.140.
2. Μετρήστε τα μήκη των χορδών, όπως απαιτεί το Σχήμα 3.138.
3. Ολοκληρώστε την επισκευή λειάνοντας τις κατεργασμένες περιοχές, με την χρήση ψιλόκοκκου τροχού, πέτρας ή στυπόχαρτου. Η τελική ποιότητα της κατεργασμένης επιφάνειας (**surface finish**) πρέπει να είναι ισοδύναμη με αυτή των μη κατεργασμένων περιοχών.



ΒΑΘΜΙΔΑ	1	2	3	4	5	6	7	8
ΔΙΑΣΤΑΣΗ Z	1.375	2.0	.812	.688	.500	.438	.750	.375
	1 3/8	2	13/16	11/16	1/2	7/16	3/4	3/8
ΔΙΑΣΤΑΣΗ V	1.375	—	.812	.688	.500	.438	—	.375
	1 3/8	—	13/16	11/16	1/2	7/16	—	3/8
ΔΙΑΣΤΑΣΗ U	.125	.094	.063	.063	.063	.047	.047	.047
	1/8	3/32	1/16	1/16	1/16	3/64	3/64	3/64

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΙΝΤΣΕΣ

Σχήμα 3.137 Αναγνώριση περιοχών επιθεώρησης και πιθανών ευρημάτων

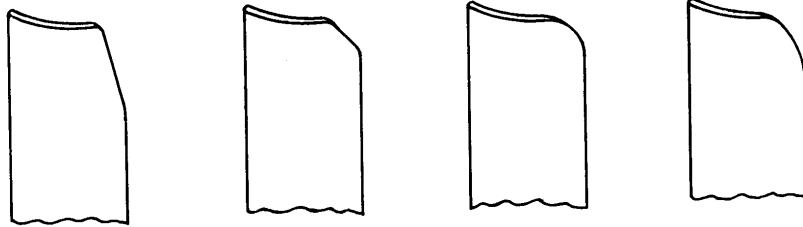


ΒΑΘΜΙΔΑ	1	2	3	4	5	6	7	8
A: ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΧΟΡΔΗ ΣΤΗ ΡΙΖΑ	1.250	0.790	0.620	0.547	0.467	0.425	0.407	0.497
B: ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΧΟΡΔΗ ΣΤΟ ΑΚΡΟΠΤΕΡΥΓΙΟ	1.470	0.760	0.590	0.520	0.447	0.418	0.404	0.442
C: ΕΛΑΧΙΣΤΟ	1.190	0.647	0.503	0.436	0.368	0.360	0.353	0.362
D: ΕΛΑΧΙΣΤΟ	0.375	0.251	0.209	0.168	0.126	0.126	0.126	0.126

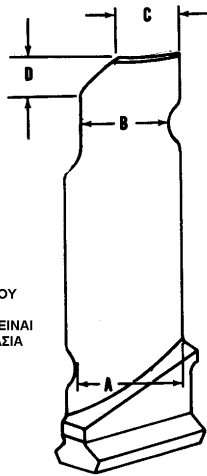
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΙΝΤΣΕΣ

(α)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΩΣΤΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΙΣ
ΓΩΝΙΕΣ ΤΩΝ ΑΚΡΟΠΤΕΡΥΓΙΩΝ



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΛΑΘΑΣΜΕΝΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΙΣ
ΓΩΝΙΕΣ ΤΩΝ ΑΚΡΟΠΤΕΡΥΓΙΩΝ

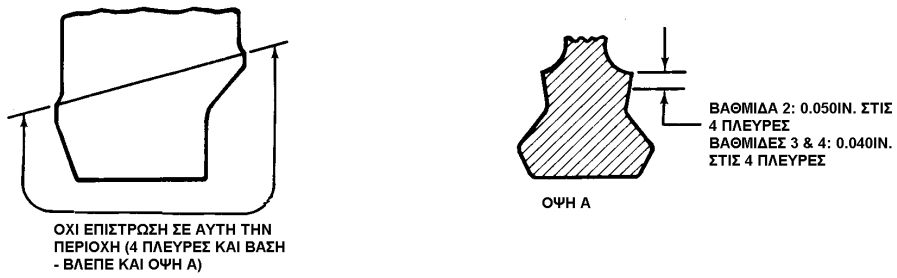


ΜΗΝ ΑΦΑΙΡΕΙΤΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ
ΥΛΙΚΟ ΑΠΟ ΟΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ
ΣΤΑ ΧΕΙΛΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΚΑΙ
ΕΚΦΥΓΗΣ. ΕΑΝ ΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΙΝΑΙ
ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ Η ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΙΝΑΙ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

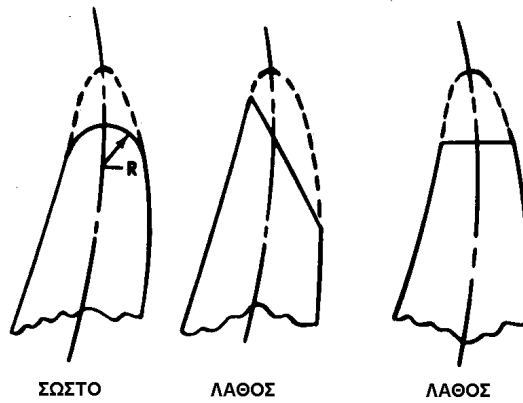
(β)

Σχήμα 3.138 Όρια επισκευής των πτερυγίων



ΒΑΘΜΙΔΕΣ 2, 3 & 4

Σχήμα 3.139 Προστασία (masking) της ρίζας των πτερυγίων των βαθμίδων 2-4 πριν την εφαρμογή της αντιδιαβρωτικής επίστρωσης



Σχήμα 3.140 Λείανση χείλους προσβολής

Εργαστηριακή άσκηση 3.5: Επιθεώρηση – επισκευή θαλάμου καύσηςΕπιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αναγνωρίζετε τους βασικούς τύπους ευρημάτων, τα οποία εμφανίζονται κατά την επιθεώρηση ενός θαλάμου καύσης.
- β) Να εφαρμόζετε μεθόδους μη καταστροφικών ελέγχων (κυρίως οπτική και FPI) για την επιθεώρηση εξαρτημάτων, όπως αυτά που απαρτίζουν τους θαλάμους καύσης.
- γ) Να επισκευάζετε τα παραπάνω εξαρτήματα με λείανση, συγκόλληση κ.ά.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Ο θάλαμος καύσης ενός αεριοστρόβιλου κινητήρα υπόκειται σε σημαντικές καταπονήσεις, εξαιτίας των μεγάλων θερμοκρασιών, οι οποίες αναπτύσσονται κατά τη λειτουργία του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αποτελεί ένα από τα κύρια υποσυγκροτήματα του κινητήρα, τα οποία χρειάζονται λεπτομερή επιθεώρηση και εκτεταμένες επισκευές κατά τη διάρκεια της γενικής επισκευής. Όπως αναφέρθηκε και στην §3.3.2.1 (βλ. και Σχήμα 3.11) τα συνήθη ευρήματα κατά την επιθεώρηση των θαλάμων καύσης περιλαμβάνουν ρωγμές, «καψίματα» (burns), ενδείξεις υπερθέρμανσης (hot spots), στρεβλώσεις (warpage) και μηχανική διάβρωση (erosion) (Πίνακας 2.4). Η αποκατάσταση των ρωγμών γίνεται συνήθως με συγκόλληση.

Στην παρούσα εργαστηριακή άσκηση προτείνεται η επιθεώρηση ενός θαλάμου καύσης, δακτυλιοειδούς τύπου, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζεται ο τρόπος εφαρμογής ορισμένων μεθόδων επισκευής.

Απαιτούμενα μέσα

- Αποσυναρμολογημένος θάλαμος καύσης, δακτυλιοειδούς τύπου.
- Εγχειρίδια επιθεώρησης και επισκευών της κατασκευάστριας εταιρείας.
- Μεγεθυντικός φακός.
- Εξοπλισμός πραγματοποίησης μη καταστροφικών ελέγχων με διεισδυτικά υγρά.
- Ο απαραίτητος εξοπλισμός για την πραγματοποίηση των επισκευών: εφαρμοστήριο, συνεργείο συγκολλήσεων κλπ.

Δεδομένης της αναμενόμενης δυσκολίας για την πραγματοποίηση των επισκευών σε πραγματικά κομμάτια, συνιστάται η πραγματοποίηση αυτών με την χρήση απλών λαμαρινών, από το ίδιο υλικό και παραπλήσιας, κατά το δυνατόν, γεωμετρικής διαμόρφωσης¹.

Μέτρα ασφάλειας

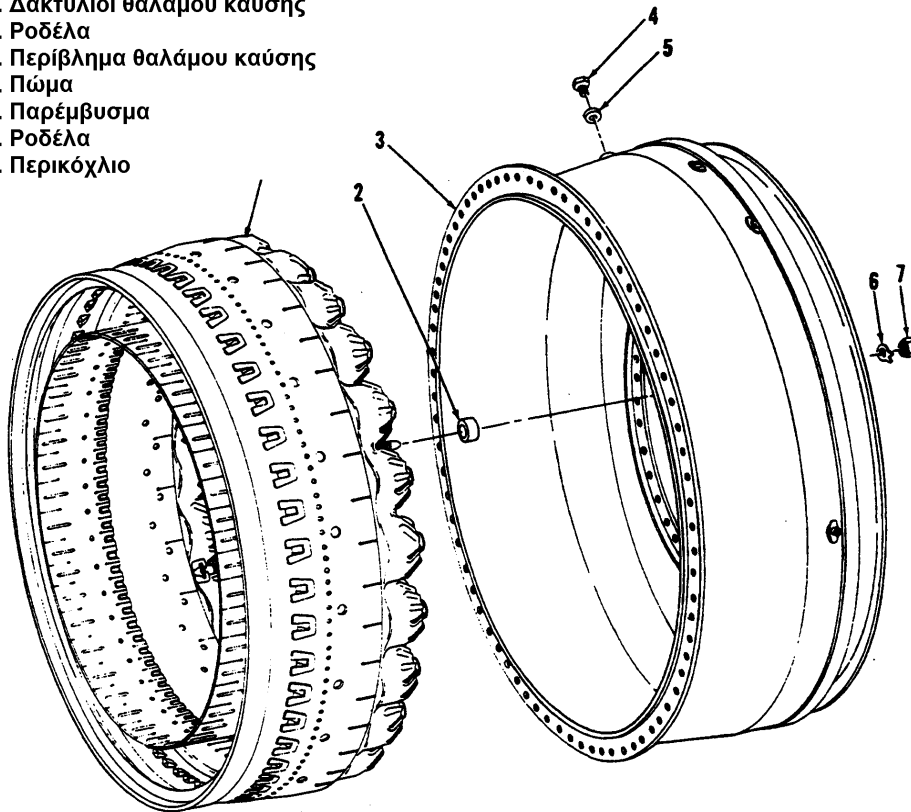
Ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που περιγράφονται στο Παράρτημα Β.

Πορεία εργασίας

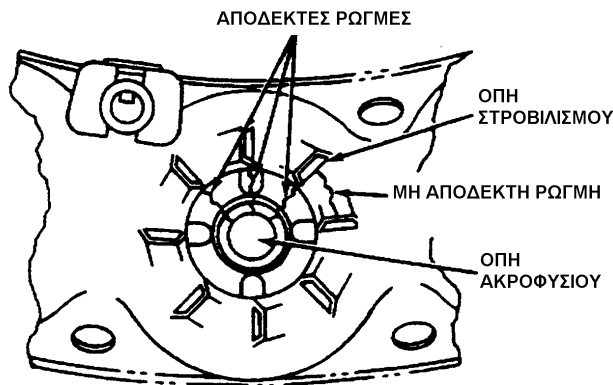
1. Μελετήστε τα τεχνικά εγχειρίδια. Προδιαγράψτε τη σειρά των εργασιών που θα πραγματοποιήσετε στα πλαίσια της επιθεώρησης του ή των δακτυλίων του θαλάμου καύσης (combustion chamber liner – Σχήμα 3.141) και των πιθανών επισκευών.
2. Εξασφαλίστε ικανό αριθμό πάγκων εργασίας, χωρίς αντικείμενα στην επιφάνειά τους.
3. Επιθεωρήστε οπτικά το δακτύλιο του θαλάμου καύσης. Βεβαιωθείτε ότι δεν έχει εκτεταμένες ζημιές, οι οποίες θα απέτρεπαν οποιαδήποτε προσπάθεια επισκευής, σύμφωνα με το τεχνικό εγχειρίδιο.
4. Επιθεωρήστε το εξάρτημα με τη μέθοδο των διεισδυτικών υγρών (FPI). Αξιολογήστε τυχόν ευρήματα, συμβουλευόμενοι το τεχνικό εγχειρίδιο. Παραθέτουμε ενδεικτικές οδηγίες για το δακτύλιο της παρούσας άσκησης:
 - i. Ρωγμές στην περιοχή ψεκασμού του καυσίμου (Σχήμα 3.142) μικρού μήκους είναι αποδεκτές.
 - ii. Στο Σχήμα 3.142 παρατίθενται ρωγμές, οι οποίες είναι πιθανόν να εμφανιστούν στην περιοχή ψεκασμού του καυσίμου.
 - iii. Το Σχήμα 3.143 περιέχει πληροφορίες σχετικές με τις αναμενόμενες ρωγμές στον εσωτερικό και στον εξωτερικό δακτύλιο.

¹ Υπάρχει φυσικά η δυνατότητα πραγματοποίησης της άσκησης σε μη εύχρηστους θαλάμους καύσης, οι οποίοι μπορούν να προμηθευθούν από οργανισμούς γενικής επισκευής, από τους χρήστες, κλπ.

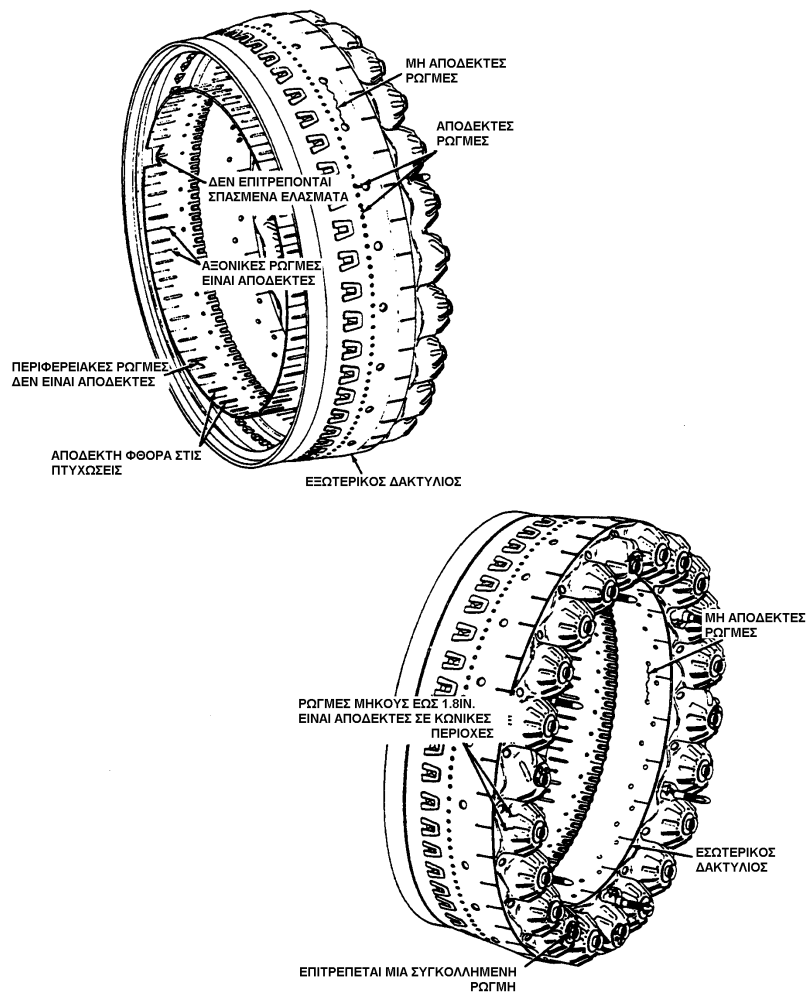
1. Δακτύλιοι θαλάμου καύσης
2. Ροδέλα
3. Περίβλημα θαλάμου καύσης
4. Πώμα
5. Παρέμβυσμα
6. Ροδέλα
7. Περικόχλιο



Σχήμα 3.141 Συγκρότημα θαλάμου καύσης



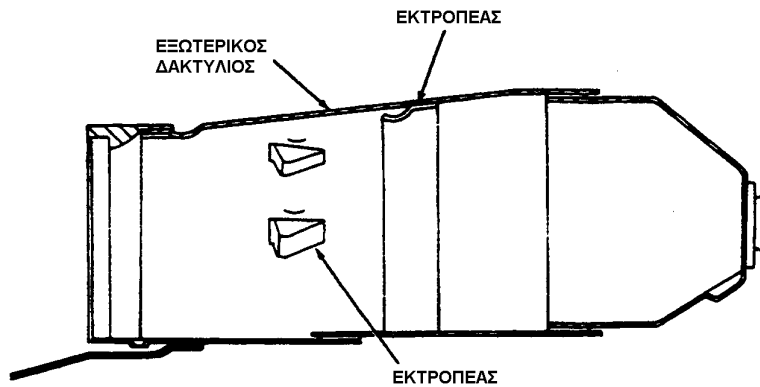
Σχήμα 3.142 Περιοχή ψεκασμού



Σχήμα 3.143 Ευρήματα στον εσωτερικό και στον εξωτερικό δακτύλιο

- iv. Ορισμένες από τις μη αποδεκτές ρωγμές είναι δυνατόν να επισκευασθούν με συγκόλληση. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις απαιτείται αντικατάσταση του δακτυλίου.
5. Επιθεωρήστε οπτικά τους εκτροπείς (deflectors), οι οποίοι βρίσκονται στον εξωτερικό δακτύλιο (Σχήμα 3.144):
- i. Ορισμένες από τις μη αποδεκτές ρωγμές είναι δυνατόν να επισκευασθούν με συγκόλληση. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις απαιτείται αντικατάσταση του δακτυλίου.
 - ii. Αιχμηρά χτυπήματα (nicks) αποκαθίστανται με λείανση.
 - iii. Παραμορφωμένες περιοχές (bent areas) θα πρέπει να αποκαθίστανται με σφυρηλάτηση.
 - iv. Ρωγμές κοντά σε πονταρισίες πρέπει να συγκολλούνται.

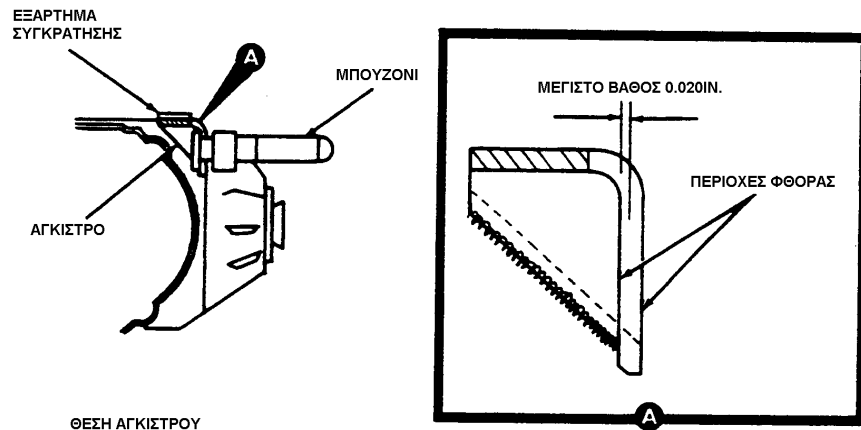
v. Σπασμένοι εκτροπέες πρέπει να αποκαθίστανται.



Σχήμα 3.144 Θέση των εκτροπέων

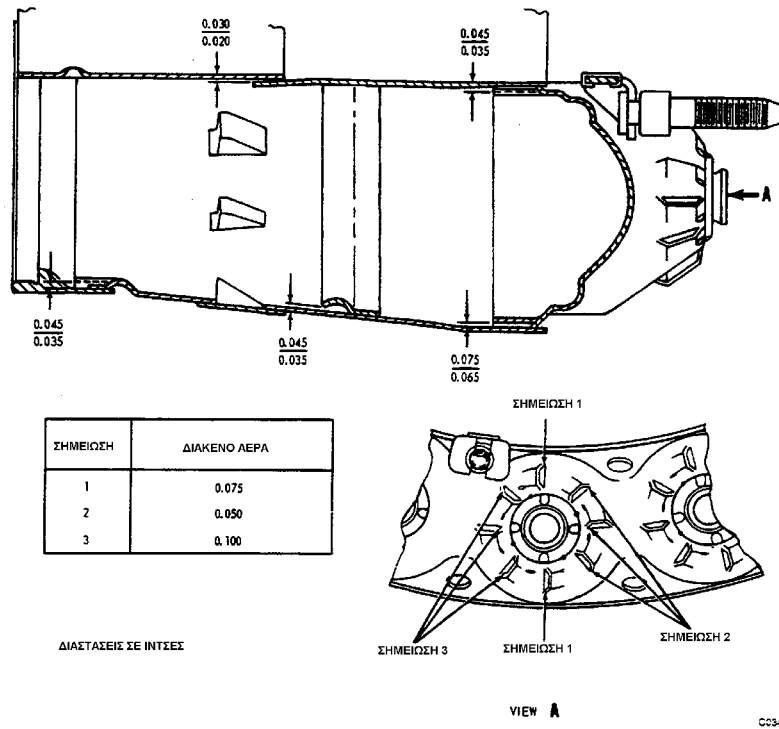
6. Εντοπίστε καμένες περιοχές:

Καμένες περιοχές στον εσωτερικό ή εξωτερικό δακτύλιο είναι αποδεκτές, εφόσον δεν ξεπερνούν συγκεκριμένα όρια. Σε αντίθετη περίπτωση, εφαρμόζεται επισκευή μπαλώματος (**patch repair**).

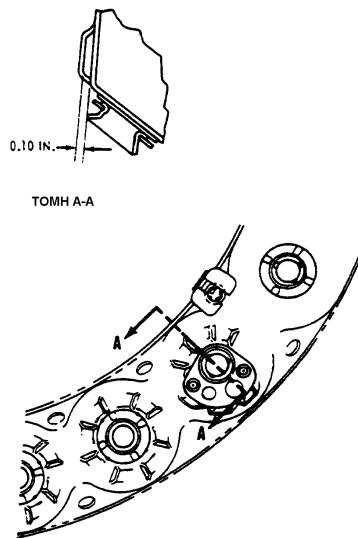


Σχήμα 3.145 Τυφλός κοχλίας (μπουζόνι) και άγκιστρο

7. Επιθεωρήστε τις **οπές στροβιλισμού (cooling louvers)** για απόφραξη (clogging). Καθαρίστε τις οπές, εάν απαιτείται.
8. Επιθεωρείστε τους δακτυλίους για παραμόρφωση και αποκαταστήστε τη γεωμετρία τους, εάν η παραμόρφωση υπερβαίνει τα όρια του κατασκευαστή.



(α)



(β)

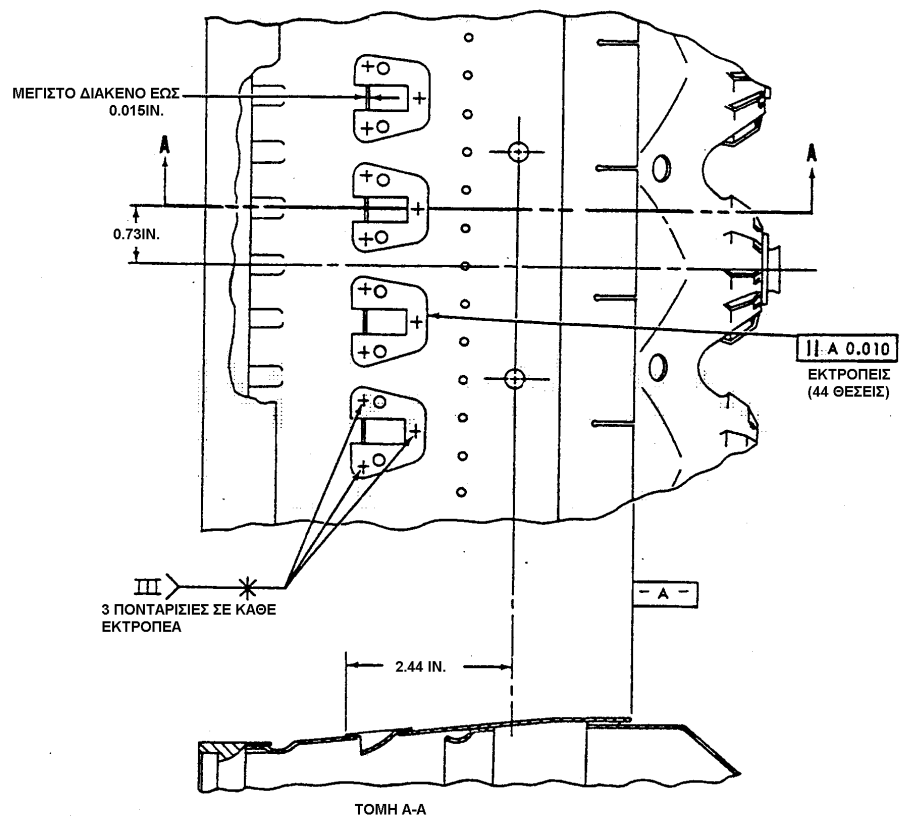
Σχήμα 3.146 Έλεγχος διάκενου αέρα

9. Επιθεωρήστε τους τυφλούς κοχλίες (studs – Σχήμα 3.145). Επισκευάστε το σπείρωμα αν απαιτείται, ή αντικαταστήστε τους με καινούργιους.

10. Επιθεωρήστε τα άγκιστρα (stud bracket – Σχήμα 3.145) για φθορά. Αντικαταστήστε τα κομμάτια, αν η φθορά υπερβαίνει το όριο του κατασκευαστή.
11. Ελέγξτε τις ανοχές των διακένων αέρα (air gap clearances – Σχήμα 3.146). Στην περίπτωση που οι μετρήσεις σας δεν είναι εντός των ορίων του σχήματος, αποκαταστήστε τα διάκενα, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Προτείνεται στη συνέχεια η επισκευή των εκτροπέων και η διαδικασία αντικατάστασής τους (αν αυτό απαιτείται).

1. Εξαλείψτε τα αιχμηρά χτυπήματα με λείανση.
2. Αποκαταστήστε τις στραβωμένες περιοχές με **ψυχρή κατεργασία (cold straightening)**. Μην χρησιμοποιείτε αιχμηρά εργαλεία.
3. Συγκολλείτε τις ρωγμές, χρησιμοποιώντας το κατάλληλο σύρμα συγκόλλησης (**filler wire**). Ελέγξτε τις συγκολλήσεις.
4. Αντικαταστήστε τους σπασμένους εκτροπέις ως ακολούθως:
 - Χρησιμοποιώντας λεπτό τροχό κοπής, κόψτε τον εκτροπέα σύρριζα με την επιφάνεια του εξωτερικού δακτυλίου.
 - Λειάνετε με το κατάλληλο εργαλείο, τις περιοχές απ'όπου αφαιρέθηκε ο εκτροπέας.
 - Καθαρίστε (degrease) τον δακτύλιο από σκόνες, λάδια, κλπ.
 - Συγκολλείτε τις ρωγμές, που θα εντοπίσετε ενδεχομένως στην περιοχή, χρησιμοποιώντας το κατάλληλο σύρμα συγκόλλησης. Ελέγξτε τις συγκολλήσεις.
 - Τοποθετήστε τον καινούργιο εκτροπέα με ποντάρισμα (**spot weld** – Σχήμα 3.147). Ελέγξτε τα πονταρίσματα.



Σχήμα 3.147 Αντικατάσταση εκτροπέα

Εργαστηριακή άσκηση 3.6: Αποσυναρμολόγηση των κύριων παρελκομένων του συστήματος καυσίμου και ελέγχου ενός αξονοστρόβιλου κινητήρα. Επιθεώρηση των εγχυτήρων καυσίμου.

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να πραγματοποιείτε τις απαιτούμενες διαδικασίες προετοιμασίας ενός κινητήρα πριν την αποσυναρμολόγησή του.
- β) Να αναγνωρίζετε τα επιμέρους εξαρτήματα του συστήματος καυσίμου πάνω στον κινητήρα και να γνωρίζετε τη σειρά αφαίρεσής τους.
- γ) Να αποσυναρμολογείτε το σύστημα καυσίμου ενός αξονοστρόβιλου κινητήρα και να επιθεωρείτε τα επιμέρους εξαρτήματά του.
- δ) Να εφαρμόζετε τις διαδικασίες επιθεώρησης και επισκευής τους.
- ε) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιείτε όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες

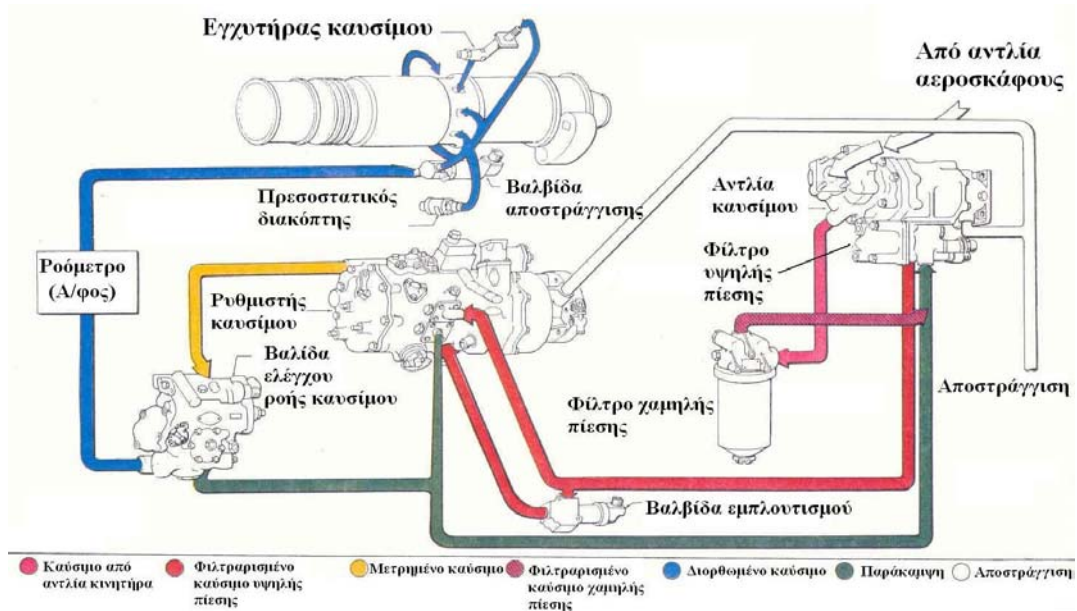
Το σύστημα καυσίμου ενός αξονοστρόβιλου κινητήρα έχει ως σκοπό την παροχή της απαιτούμενης ποσότητας καυσίμου στο θάλαμο καύσης του κινητήρα ελέγχοντας τη ροπή που αναπτύσσεται στον άξονα του έλικα. Η παραγόμενη ώση από τον έλικα σχετίζεται με τη ροπή που αναπτύσσεται στον άξονα του κινητήρα αλλά και με την γωνία του βήματος του έλικα. Αυξάνοντας το βήμα του έλικα αυξάνεται και η απαιτούμενη ροπή για την περιστροφή του λόγω μεγαλύτερης αεροδυναμικής αντίστασης.

Τα **βασικά παρελκόμενα** (Σχήμα 3.148) του συστήματος καυσίμου είναι τα ακόλουθα:

1. Αντλία καυσίμου
2. Συγκρότημα φίλτρου χαμηλής πίεσης
3. Συγκρότημα φίλτρου υψηλής πίεσης
4. Ρυθμιστής καυσίμου
5. Σύστημα εκκίνησης βαλβίδας εμπλουτισμού
6. Βαλβίδα ελέγχου θερμοκρασίας
7. Διανομέας καυσίμου (Πολλαπλή)
8. Εγχυτήρες καυσίμου

9. Βαλβίδα αποστράγγισης διανομέα καυσίμου

10. Βαλβίδες αποστράγγισης θαλάμου καύσης



Σχήμα 3.148 Διάγραμμα συστήματος καυσίμου του κινητήρα

Μέτρα ασφάλειας

Κατά τη διάρκεια των εργασιών αποσυναρμολόγησης του συστήματος καυσίμου - ελέγχου του κινητήρα θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη λήψη των παρακάτω μέτρων ασφάλειας:

- Βεβαιωθείτε ότι έχει γίνει αποστράγγιση του καυσίμου από τον κινητήρα προτού εκτελέσετε οποιαδήποτε εργασία στον κινητήρα.
- Οι εργασίες θα πρέπει να γίνονται σε ανοικτό χώρο με καλό εξαερισμό για αποφυγή συγκέντρωσης τοξικών και εύφλεκτων αναθυμιάσεων.
- Γενικά, ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που περιγράφονται στο Παράρτημα Β.

Απαιτούμενα μέσα

Τα μέσα που απαιτούνται για την εκτέλεση της άσκησης είναι τα ακόλουθα:

- Ένας αξονοστρόβιλος κινητήρας τοποθετημένος στην κλίση γενικής επισκευής. (Σχήμα 3.149).
- Τα απαραίτητα τεχνικά εγχειρίδια της κατασκευάστριας εταιρείας που αναφέρονται στις διαδικασίες των εργασιών αποσυναρμολόγησης των παρελκομένων του συστήματος καυσίμου.

- Μικρός ανυψωτικός γερανός και ιμάντες για την ανύψωση την ανάρτηση και την αφαίρεση των υποσυγκροτημάτων του κινητήρα.
- Κλίνη για την τοποθέτηση του συγκροτήματος παρελκομένων.
- Πάγκοι εργασίας για την τοποθέτηση των παρελκόμενων που αφαιρούνται από τον κινητήρα.
- Μία σειρά των απαραίτητων ειδικών εργαλείων για τη διαδικασία της αποσυναρμολόγησης.
- Γενικά εργαλεία αποσυναρμολόγησης όπως γερμανικά κλειδιά, κόφτης συρματασφαλίσεων κ.ά.

Πορεία εργασίας

1. Προετοιμασία του χώρου εργασίας και των εργαλείων

- Μελετήστε το εγχειρίδιο αφαίρεσης των υποσυγκροτημάτων του συστήματος καυσίμου και προετοιμάστε τα ειδικά εργαλεία που θα χρειαστούν για την αφαίρεσή τους.
- Βεβαιωθείτε ότι έχετε όλα τα απαραίτητα γενικά εργαλεία που χρειάζονται για τις εργασίες αποσυναρμολόγησης.
- Προετοιμάστε ένα πρόχειρο πλάνο με τις εργασίες αποσυναρμολόγησης με τη σειρά που θα πραγματοποιηθούν.
- Εξασφαλίστε κατάλληλο διαθέσιμο χώρο για την τοποθέτηση των παρελκόμενων μετά την αφαίρεσή τους από τον κινητήρα.

2. Αφαίρεση των παρελκομένων από τον κινητήρα

- Πριν προχωρήσετε σε οποιαδήποτε εργασία αποσυναρμολόγησης παρελκομένων προβείτε σε αποστράγγιση του καυσίμου από το σύστημα από τις βαλβίδες αποστράγγισης που διαθέτουν ο διανομέας, ο ρυθμιστής, και η αντλία καυσίμου. Ποσότητα καυσίμου μπορεί επίσης να αφαιρεθεί και αποσυνδέοντας του αγωγούς καυσίμου που συνδέουν τα παρελκόμενα.
- Η αποστράγγιση του καυσίμου (καθώς και των υπόλοιπων υγρών του κινητήρα) είναι μια διαδικασία που λαμβάνει μέρος στο χώρο του πλυντηρίου κινητήρων, χώρο ανοιχτό, εκτός του υπόστεγου αποσυναρμολόγησης.



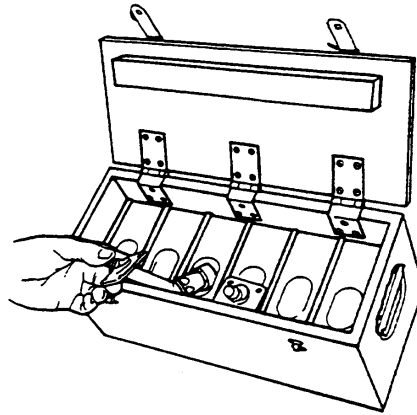
Σχήμα 3.149 Γενική άποψη του κινητήρα σε κλίση

3. Αφαίρεση εγχυτήρων καυσίμου και του διανομέα καυσίμου

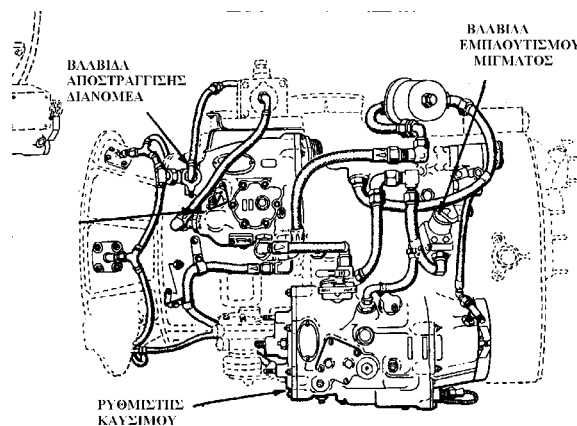
Αφαιρέστε του εγχυτήρες καυσίμου ως εξής:

- Κόψτε τις συρματασφαλίσεις από τα ρακόρ σύσφιξης (unions) και ξεβιδώστε τα για να αφαιρέσετε τους αγωγούς καυσίμου από τους εγχυτήρες. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή στρέβλωσης των αγωγών καυσίμου κατά την αποσύνδεση των ρακόρ.
- Ξεβιδώστε τους κοχλίες που συγκρατούν τους εγχυτήρες με τον διαχύτη του κινητήρα.
- Αφαιρέστε ένα προς ένα τους εγχυτήρες δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή να μην προκληθεί βλάβη στα ακροφύσια ψεκασμού καυσίμου. Τυχόν παραμόρφωση των οπών ροής καυσίμου (ή αέρα) που βρίσκονται στο ακροφύσιο - από χτύπημα ή πτώση του εγχυτήρα - μπορεί να το καταστήσει μη εύχρηστο.
- Αντικαταστήστε το παρεμβύσμα της φλάντζας κάθε εγχυτήρα με καινούργιο.
- Τοποθετείστε τους εγχυτήρες σε κατάλληλη προστατευτική θήκη (Σχήμα 3.150) για την ασφαλή διακίνησή τους μέσα στο συνεργείο.
- Αποσυνδέστε τις σωληνώσεις καυσίμου των εγχυτήρων από τη βαλβίδα αποστράγγισης (Σχήμα 3.151) και από τον πρεσοστατικό διακόπτη καυσίμου (Σχήμα 3.127) και αφαιρέστε τις από το περίβλημα του κινητήρα. Μετά την αφαίρεση των σωληνώσεων από

τον κινητήρα ακολουθεί ο εσωτερικός καθαρισμός τους με κατάλληλο διαλύτη ή επιθεώρησή και η δοκιμή τους για τυχόν διαρροές με ειδικό λιπαντικό.



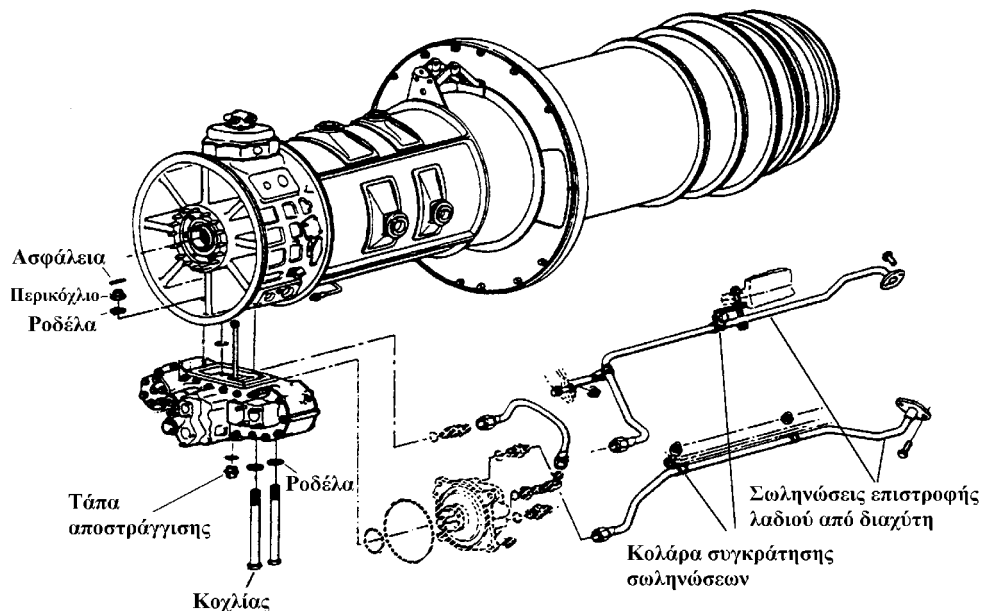
Σχήμα 3.150 Θήκη τοποθέτησης εγχυτήρων καυσίμου



Σχήμα 3.151 Θέση βαλβίδας αποστράγγισης καυσίμου

4. Αφαίρεση της αντλίας και του φίλτρου καυσίμου
 - Για την αφαίρεση της αντλίας καυσίμου είναι απαραίτητη η αφαίρεση του κιβωτίου μετάδοσης ισχύος του κινητήρα από το περίβλημα του συμπιεστή και η τοποθέτησή του στην κλίση αποσυναρμολόγησής του (Σχήμα 3.149).
 - Βεβαιωθείτε ότι ο κινητήρας είναι σε θέση με το κιβώτιο στο χαμηλότερο σημείο. Αφαιρέστε την τάπα αποστράγγισης του κιβωτίου μετάδοσης ισχύος αφού έχετε πριν τοποθετήσει κατάλληλο δοχείο αποστράγγισης κάτω από τον κινητήρα.

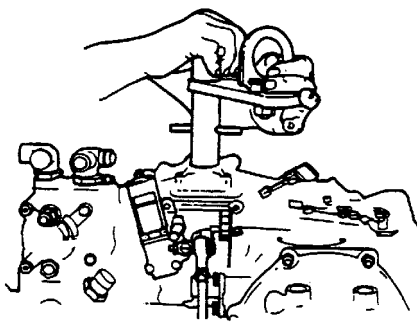
- Περιστρέψτε τον κινητήρα κατά μισή στροφή ώστε να έρθει το κιβώτιο στο υψηλότερο σημείο και αφαιρέστε τις ασφάλειες, τα περικόχλια, τους κοχλίες και τις ροδέλες από το εσωτερικό του συγκροτήματος της εισαγωγής.
- Αποσυνδέστε τις σωληνώσεις επιστροφής λαδιού του διαχύτη από το διαχύτη. Αφαιρέστε τις βίδες από τα κολάρα συγκράτησης και τέλος αφαιρέστε τις σωλήνες από την αντλία επιστροφής λιπαντικού.
- Τοποθετήστε κατάλληλες τάπες στα άκρα των σωλήνων και στα σημεία σύνδεσης που μένουν εκτεθειμένα μετά την αφαίρεση των σωλήνων για αποφυγή εισαγωγής σκουπιδιών, σκόνης και υγρασίας από το περιβάλλον στα παρελκόμενα.



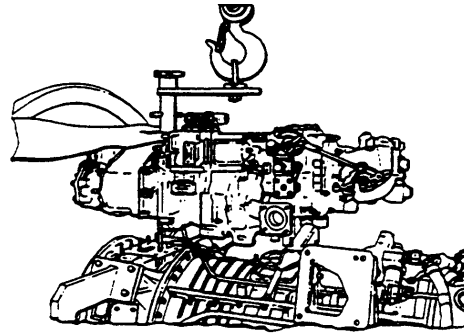
Σχήμα 3.152 Αποσύνδεση του συγκροτήματος των παρελκομένων από το περίβλημα της εισαγωγής του κινητήρα

- Τοποθετείστε τον βραχίονα ανύψωσης του κιβωτίου στην κατάλληλη υποδοχή που διαθέτει (Σχήμα 3.153) και αφαιρέστε το κιβώτιο από το περίβλημα της εισαγωγής με τη χρήση του ανυψωτικού γερανού.(Σχήμα 3.154). Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε η αφαίρεση του να γίνει προοδευτικά, χωρίς να προκληθεί φθορά στις επιφάνειες εφαρμογής των δύο μερών και στον κινητήρα.
- Τοποθετείστε και ασφαλίστε το κιβώτιο στην κλίση του.

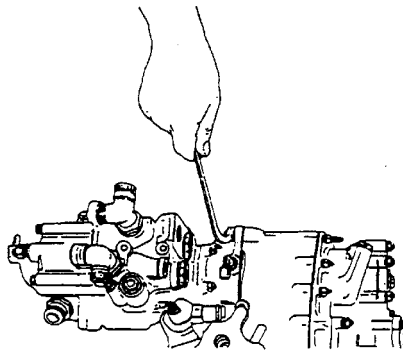
- Αφαιρέστε την αντλία καυσίμου (Σχήμα 3.155) αφαιρώντας τα περικόχλια συγκράτησης της με το κιβώτιο, και τα μεταξύ τους παρεμβύσματα. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την αφαίρεση των παρεμβυσμάτων για την αποφυγή πρόκλησης φθοράς στις επιφάνειες επαφής.



Σχήμα 3.153 Τοποθέτηση του βραχίονα ανάρτησης



Σχήμα 3.154 Αφαίρεση του κιβωτίου από τον κινητήρα

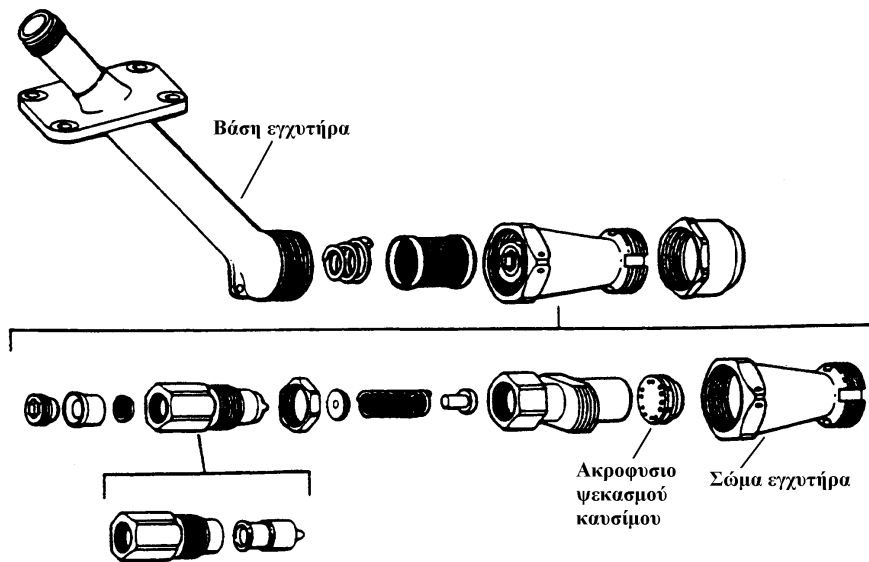


Σχήμα 3.155 Αφαίρεση της αντλίας καυσίμου

5. Επιθεώρηση εκχυτήρων καυσίμου¹
 - Τοποθετείστε έναν εγχυτήρα καυσίμου στον πάγκο εργασίας και αποσυναρμολογήστε τον στα επιμέρους εξαρτήματά του.(Σχήμα 3.156)
 - Επιθεωρήστε το σώμα του εγχυτήρα και βάση του με τη μέθοδο των διεισδυτικών υγρών για ρωγμές. Η ύπαρξη ρωγμών δεν επιτρέπεται.
 - Επιθεωρήστε τα σπειρώματα του σώματος του εγχυτήρα και την επιφάνεια έδρασής του με μεγεθυντικό φακό (10X) για ρωγμές και φθορές. Η ύπαρξη ρωγμών δεν επιτρέπεται.

¹ Η διαδικασία επιθεώρησης προϋποθέτει τον καθαρισμό των εγχυτήρων μετά την αφαίρεσή τους από τον κινητήρα

- Επιθεωρήστε τις επιφάνειες έδρασης των εξαρτημάτων για αμυχές, χαρακιές και χτυπήματα. Τυχόν ύπαρξη τέτοιων ενδείξεων θα πρέπει να αφαιρείται με λείανση (για την αποφυγή διαρροών καυσίμου) αφού εξασφαλιστεί ότι δεν γίνεται υπέρβαση των διαστατικών ορίων του κατασκευαστή.
- Οι επιφάνειες του ακροφυσίου ψεκασμού καυσίμου δεν θα πρέπει να έχουν ίχνη διάβρωσης, ρωγμών, χτυπημάτων και χαρακιών. Χρησιμοποιείτε μεγεθυντικό φακό 20X και έντονο φως για την επιθεώρηση τους. Τα ακροφύσια που παρουσιάζουν τις παραπάνω ενδείξεις θα πρέπει να απορρίπτονται.



Σχήμα 3.156 Αποσυναρμολογημένος εγχυτήρας

- Το όριο των φθορών στην εξωτερική επιφάνεια του ακροφυσίου αέρα δεν πρέπει να ξεπερνά τις 0,003 in. Τυχόν αιχμηρές ακμές από διάβρωση ή απώλεια μετάλλου θα πρέπει να λειαινούνται.
- Ύπαρξη ρωγμών δεν επιτρέπεται στην εξωτερική επιφάνεια του ακροφυσίου.

Εργαστηριακή άσκηση 3.7: Αποσυναρμολόγηση και επιθεώρηση του συστήματος λίπανσης ενός αξονοστρόβιλου κινητήρα

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί::

- α) Να πραγματοποιείτε τις απαιτούμενες διαδικασίες προετοιμασίας ενός κινητήρα πριν την αποσυναρμολόγηση του συστήματος λίπανσης
- β) Να αναγνωρίζετε τα επιμέρους εξαρτήματα του συστήματος λίπανσης πάνω στον κινητήρα και να αναφέρετε τη σειρά αφαίρεσής τους.
- γ) Να αποσυναρμολογείτε το σύστημα λίπανσης ενός αξονοστρόβιλου κινητήρα και να επιθεωρείτε τα επιμέρους εξαρτήματά του.
- δ) Να εφαρμόζετε τις διαδικασίες επιθεώρησης σε εξαρτήματα συστήματος λίπανσης

Εισαγωγικές πληροφορίες

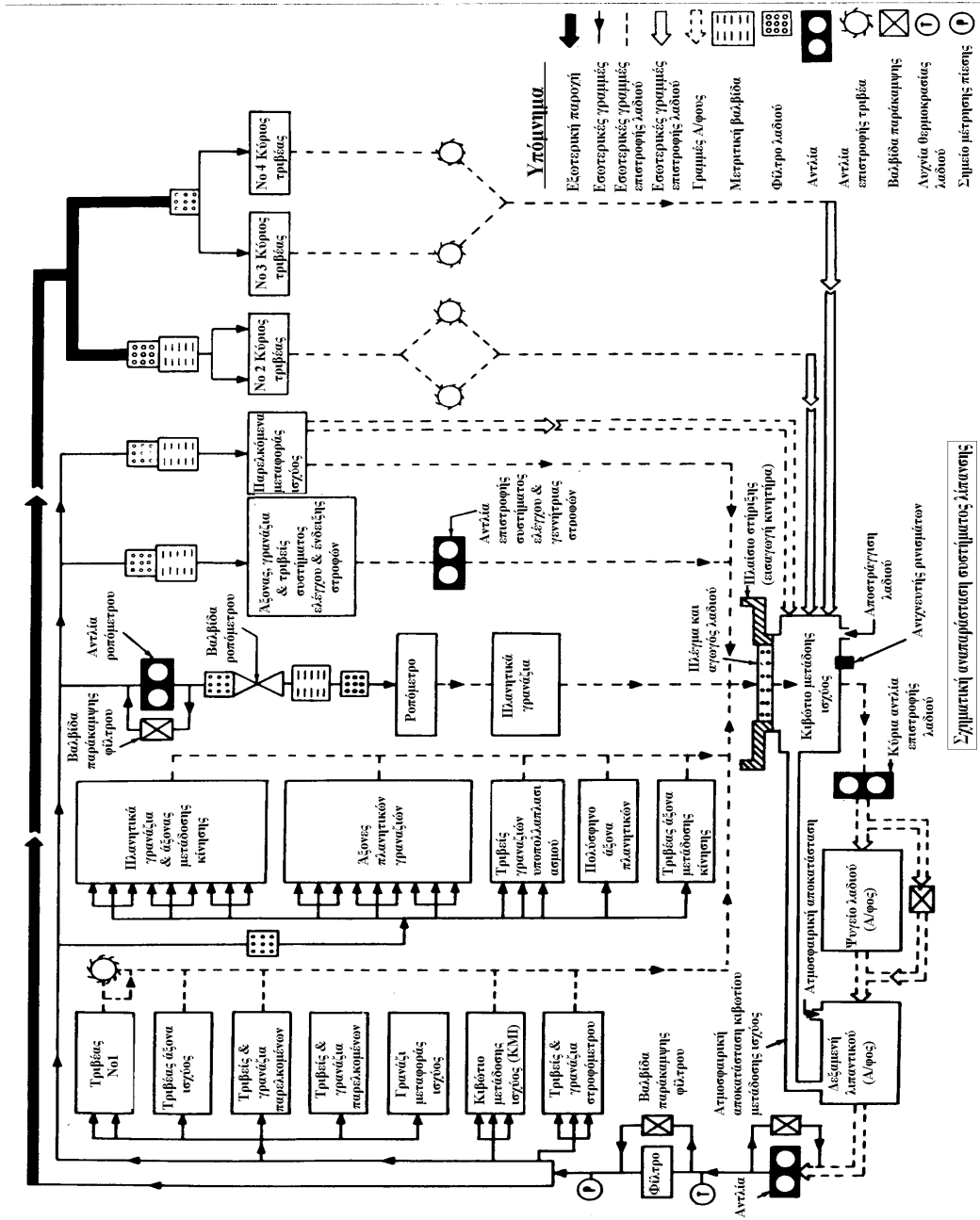
Το σύστημα λίπανσης του κινητήρα αποτελείται από το κύριο σύστημα παροχής λιπαντικού ή σύστημα πίεσης (pressure) και το σύστημα επιστροφής (scavenge) λιπαντικού. Η σχηματική αναπαράσταση του συστήματος λίπανσης φαίνεται στο Σχήμα 3.157.

Τα κύρια εξαρτήματα τα του συστήματος λίπανσης είναι τα παρακάτω (Σχήμα 3.158):

1. Το συγκρότημα του φίλτρου του λιπαντικού
2. Η ενισχυτική αντλία λιπαντικού
3. Η αντλία λιπαντικού
4. Εξωτερικές σωληνώσεις μεταφοράς λιπαντικού και εσωτερικές δίοδοι λίπανσης των τριβέων.

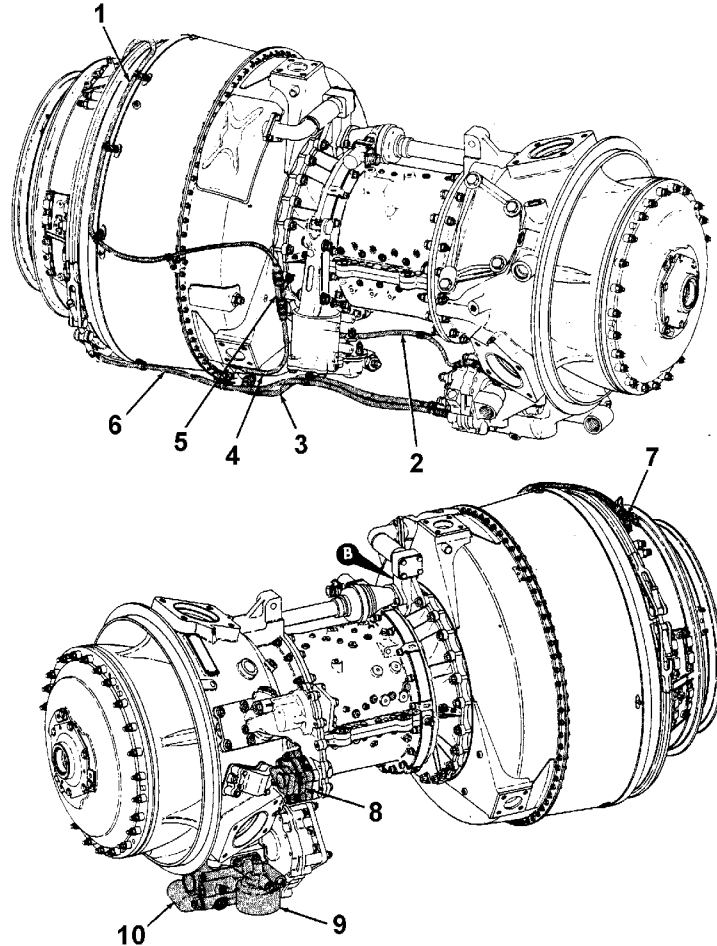
Το λιπαντικό διοχετεύεται στον κινητήρα από τη δεξαμενή λιπαντικού που βρίσκεται στο ελικόπτερο. Εισέρχεται στην αντλία λιπαντικού η οποία είναι τοποθετημένη πάνω στο κιβώτιο μετάδοσης ισχύος του κινητήρα, και εξέρχεται με αυξημένη πίεση στο συγκρότημα του φίλτρου λιπαντικού. Το λιπαντικό φιλτραρισμένο διοχετεύεται στα εξαρτήματα του κινητήρα - το κιβώτιο μετάδοσης ισχύος, τους τριβείς, και τις στεγανοποιητικές διατάξεις των τριβέων.

Οι αντλίες παροχής και επιστροφής λιπαντικού παίρνουν κίνηση από το κιβώτιο μετάδοσης ισχύος του κινητήρα .



Σχήμα 3.157 Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος λίπανσης αξονοστρόβιλου κινητήρα

Το σύστημα λίπανσης είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί ικανοποιητικά σε θερμοκρασίες από $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως $95\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Σχήμα 3.158 Κύρια εξαρτήματα του συστήματος λίπανσης του κινητήρα

Στο Σχήμα 3.158 φαίνονται τα παρακάτω εξαρτήματα.

1. Συγκρότημα αγωγών λιπαντικού παροχής (pressure) των Νο3 και Νο 4 τριβέων
2. Συγκρότημα αγωγών λιπαντικού παροχής στον διανομέα λιπαντικού
3. Συγκρότημα αγωγών λιπαντικού επιστροφής (scavenge) από τον Νο 2 τριβέα
4. Συγκρότημα αγωγών λιπαντικού παροχής στο φίλτρο του Νο 2 τριβέα
5. Διανομέας λιπαντικού (Oil Manifold)

6. Συγκρότημα αγωγών λιπαντικού επιστροφής από τους Νο 3 και Νο 4 τριβείς
7. Προσαρμογέας φίλτρου λιπαντικού των Νο 3 και Νο 4 τριβέων
8. Ενισχυτική αντλία λιπαντικού (Booster Pump)
9. Συγκρότημα φίλτρου λιπαντικού
10. Περιστροφική αντλία λιπαντικού

Μέτρα ασφάλειας

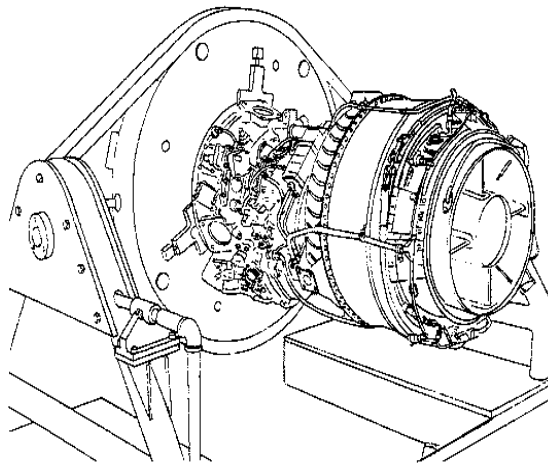
Κατά τη διάρκεια των εργασιών αποσυναρμολόγησης του συστήματος καυσίμου - ελέγχου του κινητήρα θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη λήψη των παρακάτω μέτρων ασφάλειας:

- Αποφύγετε την επαφή με το λιπαντικό του κινητήρα. Τα συνθετικά λάδια που χρησιμοποιούνται στους αεριοστρόβιλους κινητήρες είναι τοξικά και μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στο δέρμα
- Η εργασία θα πρέπει να γίνεται σε ανοικτό χώρο με καλό εξαερισμό για αποφυγή συγκέντρωσης τοξικών αναθυμιάσεων
- Γενικά, ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που περιγράφονται στο Παράρτημα Β.

Απαιτούμενα μέσα

Τα μέσα που απαιτούνται για την εκτέλεση της άσκησης είναι τα ακόλουθα:

- Ένας αξονοστρόβιλος κινητήρας τοποθετημένος στην κλίνη γενικής επισκευής. (Σχήμα 3.159).



Σχήμα 3.159 Αξονοστρόβιλος κινητήρας ελικοπτέρου σε κλίνη αποσυναρμολόγησης

- Τα απαραίτητα τεχνικά εγχειρίδια της κατασκευάστριας εταιρείας που αναφέρονται στις διαδικασίες των εργασιών αποσυναρμολόγησης των παρελκομένων του συστήματος καυσίμου.
- Μικρός ανυψωτικός γερανός και ιμάντες για την ανύψωση την ανάρτηση και την αφαίρεση των υποσυγκροτημάτων του κινητήρα.
- Κλίνη για την τοποθέτηση του συγκροτήματος παρελκομένων.
- Πάγκοι εργασίας για την τοποθέτηση των παρελκόμενων που αφαιρούνται από τον κινητήρα.
- Μία σειρά των απαραίτητων ειδικών εργαλείων για την διαδικασία της αποσυναρμολόγησης.
- Γενικά εργαλεία αποσυναρμολόγησης όπως γερμανικά κλειδιά, κόφτης συρματασφαλίσεων κ.α.

Πορεία εργασίας

1 Προετοιμασία του χώρου εργασίας και των εργαλείων

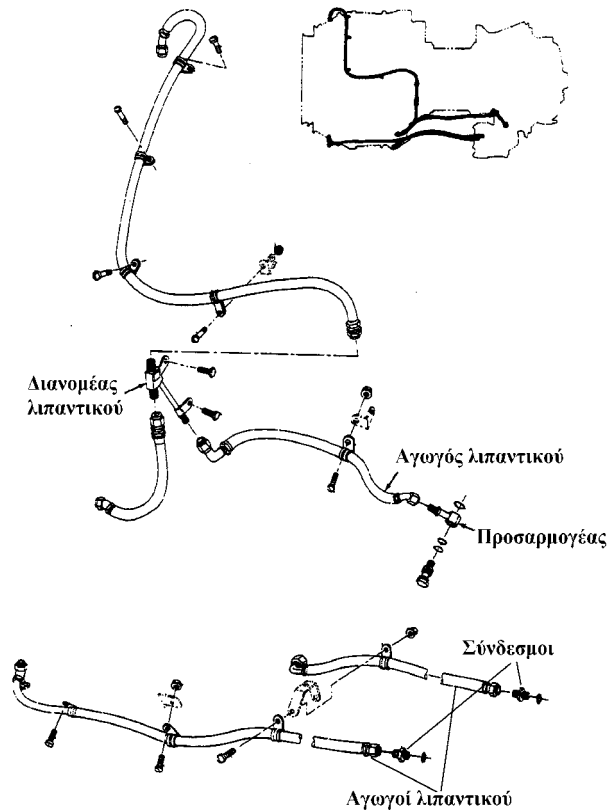
- Μελετήστε το εγχειρίδιο αφαίρεσης των υποσυγκροτημάτων του συστήματος καυσίμου και προετοιμάστε τα ειδικά εργαλεία που θα χρειαστούν για την αφαίρεσή τους.
- Βεβαιωθείτε ότι έχετε όλα τα απαραίτητα γενικά εργαλεία που χρειάζονται για τις εργασίες αποσυναρμολόγησης.
- Προετοιμάστε ένα πρόχειρο πλάνο με τις εργασίες αποσυναρμολόγησης με τη σειρά που θα πραγματοποιηθούν.
- Εξασφαλίστε κατάλληλο διαθέσιμο χώρο για την τοποθέτηση των παρελκομένων μετά την αφαίρεσή τους από τον κινητήρα.

2. Αφαίρεση των παρελκομένων από τον κινητήρα

- Πριν προχωρήσετε στις εργασίες αποσυναρμολόγησης των παρελκομένων του συστήματος καυσίμου προβείτε σε αποστράγγιση του λιπαντικού του κινητήρα τοποθετώντας κατάλληλο δοχείο αποστράγγισης και αφαιρώντας τον ανιχνευτή ρινισμάτων από το κιβώτιο μετάδοσης ισχύος και τον αγωγό επιστροφής λιπαντικού (Σχήμα 3.160).
- Αποσυναρμολογήστε διαδοχικά τις σωληνώσεις του συστήματος αφαιρώντας αρχικά τις βίδες συγκράτησης από τα κολάρα συγκράτησης και ξεβιδώνοντας τα ρακόρ σύσφιξης των αγωγών. Αφαιρέστε αρχικά τον αγωγό λιπαντικού από τον προσαρμογέα του

πλέγματος- φίλτρου του λιπαντικού (oil strainer) και από το διανομέα λιπαντικού.

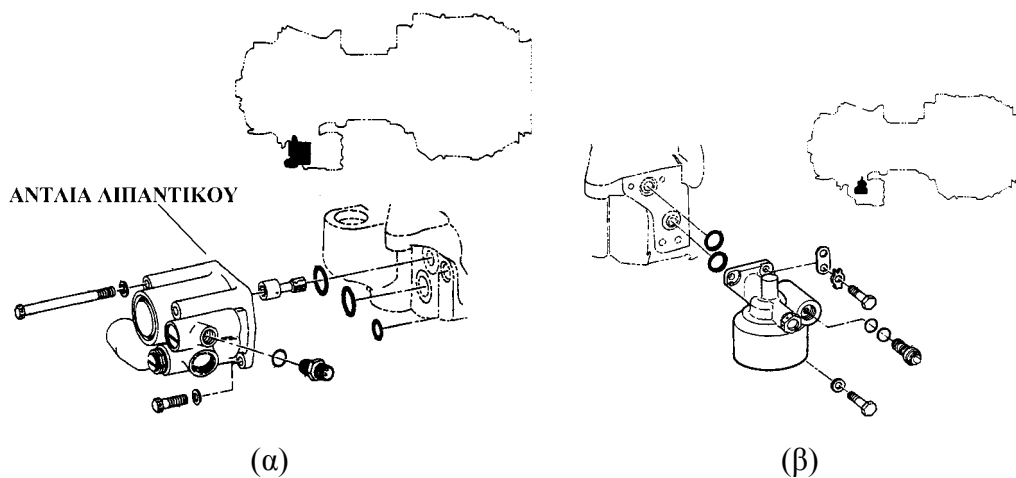
- Αφαιρέστε τον αγωγό λιπαντικού από τον σύνδεσμο του Νο 2 τριβέα στο συγκρότημα έδρασης του διαχύτη και από το διανομέα λιπαντικού.



Σχήμα 3.160 Σωληνώσεις συστήματος λίπανσης και θέση τους στο κινητήρα

- Αφαιρέστε τον αγωγό λιπαντικού από τον προσαρμογέα και από τον διανομέα λιπαντικού.
- Αφαιρέστε τις βίδες συγκράτησης του διανομέα και αφαιρέστε τον από το σημείο στήριξής του στο περίβλημα του κινητήρα..
- Αφαιρέστε τέλος τους αγωγούς λιπαντικού, αποσυνδέοντάς τους από τους συνδέσμους.
- Αφαιρέστε την **αντλία λιπαντικού** κρατώντας τη σταθερά και αφαιρώντας τους κοχλίες συγκράτησής της (Σχήμα 3.161α).

- Τραβήξτε την αντλία έξω από το κιβώτιο του κινητήρα προσέχοντας να μην χτυπήσετε ή λυγίσετε το συγκρότημα του άξονα μετάδοσης κίνησης. Αφαιρέστε και πετάξτε τα παρεμβύσματα της αντλίας.
- Αφαιρέστε το συγκρότημα του **φίλτρου λιπαντικού** (Σχήμα 3.161β) ισιώνοντας τα «αυτιά» των ασφαλιστικών ροδελών των κοχλιών συγκράτησης και ξεβιδώνοντας τους κοχλίες.
- Κρατήστε σταθερά το συγκρότημα του φίλτρου λίπανσης και αφαιρέστε το μετά την αφαίρεση και των κοχλιών.



Σχήμα 3.161 (α) Αντλία και (β) συγκρότημα φίλτρου λιπαντικού και θέση τους στον κινητήρα

3. Επιθεώρηση της αντλίας λιπαντικού

Η αντλία πίεσης λιπαντικού είναι αντλία τύπου αξονικής περωτής δύο στοιχείων. Το ένα στοιχείο αυξάνει την πίεση του λιπαντικού που εισέρχεται στον κινητήρα ενώ το άλλο επιστρέφει το λιπαντικό που γυρίζει από τον κινητήρα στην δεξαμενή λιπαντικού του σκάφους. Οι δύο βαθμίδες της αντλίας οδηγούνται από έναν άξονα ο οποίος παίρνει κίνηση από το κιβώτιο μετάδοσης ισχύος.

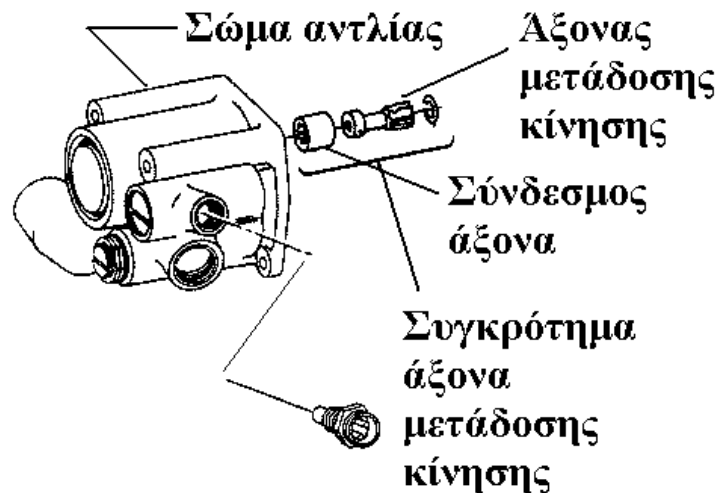
- Αποσυναρμολογήστε την αντλία για την επιθεώρησή της ως ακολούθως:
 1. Αφαιρέστε την ασφάλεια του άξονα μετάδοσης κίνησης (Σχήμα 3.162).
 2. Τρυπήστε το ένα άκρο του ασφαλιστικού πύρου σε σταθερό τρυπάνι αφού πρώτα το τοποθετήσετε σε μέγγενη και

χρησιμοποιώντας υδραυλική πρέσα αφαιρέστε τον σύνδεσμο από τον άξονα.

3. Αφαιρέστε το βολβό του αισθητήρα μέτρησης θερμοκρασίας.

- Επιθεωρήστε το σώμα της αντλίας οπτικά για φθορές, χτυπήματα και οξείδωση. Επισκευάστε τις φθορές σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- Επιθεωρήστε τον άξονα μετάδοσης κίνησης για στρέβλωση, χτυπήματα και φθορές. Αντικαταστήστε τον άξονα εάν οι παραπάνω φθορές είναι εμφανείς.

Εκτελέστε μη καταστροφικό έλεγχο με τη μέθοδο του διεισδυτικού υγρού στο συγκρότημα του άξονα μετάδοσης κίνησης και στον σύνδεσμο του άξονα. Αντικαταστήστε τα εξαρτήματα εάν εντοπίσετε ρωγμές.



Σχήμα 3.162 Αντλία λιπαντικού τύπου αξονικής περωτής

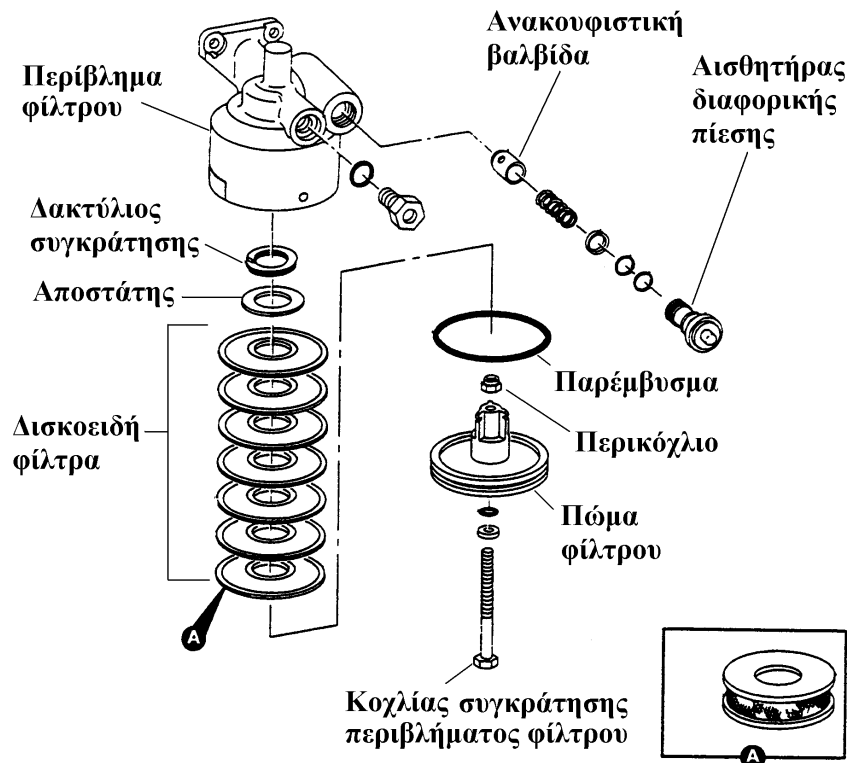
- Επιθεωρήστε τον άξονα για φθαρμένο πολύσφηνο χρησιμοποιώντας μικρόμετρο. Εάν η φθορά είναι μεγαλύτερη από 0.010in ο άξονας πρέπει να αντικατασταθεί. Σε διαφορετική περίπτωση είναι αποδεκτός.

4. Επιθεώρηση του φίλτρου λιπαντικού

Το συγκρότημα του φίλτρου λιπαντικού του κινητήρα αποτελείται από ένα φίλτρο τύπου πολλαπλών δίσκων μεταλλικού πλέγματος (Σχήμα 3.163). Το φίλτρο έχει ενσωματωμένη μια βαλβίδα παράκαμψης ρυθμισμένη να ανοίγει σε διαφορετική πίεση τα 15 – 20 psi επιτρέποντας στο λιπαντικό να παρακάμπτει το φίλτρο όταν αυτό βουλώσει. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η ροή του λιπαντικού στον κινητήρα έστω και αν αυτό δεν έχει περάσει από το φίλτρο. Ένας μηχανικός αισθητήρας διαφορετικής πίεσης

είναι τοποθετημένος δίπλα από τη γραμμή εισαγωγής του φίλτρου ο οποίος ανοίγει σε περίπτωση που η πίεση υπερβεί τα 9 με 13 psi προειδοποιώντας επικείμενη απόφραξη του φίλτρου κατά την επιθεώρηση γραμμής του αεροσκάφους.

- Αποσυναρμολογήστε το φίλτρο λιπαντικού για την επιθεώρησή του ως ακολούθως:
 1. Χαλαρώστε τον κοχλία που συγκρατεί το πώμα του φίλτρου στο σώμα του. Αφαιρέστε το παρέμβυσμα, το δακτύλιο συγκράτησης, τον αποστάτη και τέλος το περίβλημα του φίλτρου μαζί με τους δίσκους.
 2. Χαλαρώστε το περικόχλιο από τον κοχλία για να αποσυναρμολογήσετε τους δίσκους του φίλτρου.
 3. Αφαιρέστε τον αισθητήρα διαφορικής πίεσης από την έδρα του χρησιμοποιώντας το κατάλληλο κλειδί, και την ανακουφιστική βαλβίδα.
- Επιθεωρήστε το συγκρότημα του φίλτρου οπτικά για φθορές, χτυπήματα και παραμόρφωση. Αντικαταστήστε το, εάν έχει εμφανείς φθορές.



Σχήμα 3.163 Συγκρότημα φίλτρου λιπαντικού

- Επιθεωρήστε τον κοχλία συγκράτησης του φίλτρου για κατεστραμμένες σπείρες ή ρωγμές. Αντικαταστήστε τον, εάν είναι εμφανή τα προαναφερθέντα ευρήματα.
- Επιθεωρήστε το σταθερό περίβλημα του φίλτρου για ρωγμές και φθαρμένες ή αποσπασμένες σπείρες. Αντικαταστήστε το περίβλημα εάν παρουσιάζονται τα ευρήματα αυτά.
- Επιθεωρήστε διαστατικά την εσωτερική διάμετρο των δίσκων (18) για το πάχος των δακτυλίων με παχύμετρο. Εάν η μέτρηση είναι εκτός του ορίου των 0,140 – 0,160 in, αντικαταστήστε τον δίσκο.
- Επιθεωρήστε οπτικά όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα του συγκροτήματος του φίλτρου για φθορές. Αντικαταστήστε τα εάν παρουσιάζουν εμφανείς φθορές.

Εργαστηριακή άσκηση 3.8: Αποσυναρμολόγηση και επιθεώρηση του συστήματος ανάφλεξης ενός αξονοστρόβιλου κινητήρα

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί::

- α) Να πραγματοποιείτε τις απαιτούμενες ενέργειες πριν από οποιαδήποτε εργασία στο σύστημα ανάφλεξης ενός αξονοστρόβιλου κινητήρα.
- β) Να αναγνωρίζετε τα επιμέρους εξαρτήματα του συστήματος ανάφλεξης πάνω στον κινητήρα και να αναφέρετε την σειρά αφαίρεσής τους.
- γ) Να αποσυναρμολογείτε το σύστημα ανάφλεξης ενός αξονοστρόβιλου κινητήρα και να επιθεωρείτε τα επιμέρους εξαρτήματά του.
- δ) Να εφαρμόζετε τις διαδικασίες επιθεώρησης σε εξαρτήματα συστήματος ανάφλεξης.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Το σύστημα ανάφλεξης του κινητήρα είναι σύστημα υψηλής ενέργειας, μέσης τάσης (βλέπε και §3.8), το οποίο αποτελείται από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

1. Τις μονάδες ανάφλεξης (ignition units)
2. Τους πολλαπλασιαστές τάσης (ignition coils)
3. Την καλωδίωση υψηλής τάσης (ignition wiring)
4. Τους αναφλεκτήρες (igniters)

Τα παραπάνω εξαρτήματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.164, σαν μέρος του ηλεκτρικού συστήματος του κινητήρα ενώ η θέση τους στον κινητήρα φαίνεται στο Σχήμα 3.165. Το σύστημα ανάφλεξης περιλαμβάνει 4 συνολικά αναφλεκτήρες τοποθετημένους περίπου ανά 90° στην περίμετρο του θαλάμου καύσης για βελτιστοποιημένη καύση και γρήγορη ανάφλεξη και εξάπλωση της φλόγας μέσα στο θάλαμο καύσης κατά την εκκίνηση και επανεκκίνηση του κινητήρα. Η απαίτηση του σε παροχή ρεύματος είναι 24V συνεχούς ρεύματος με 3.5A μέγιστη ένταση.

Απαιτούμενα μέσα

Τα μέσα που απαιτούνται για την εκτέλεση της άσκησης είναι τα ακόλουθα:

- Ένας αξονοστρόβιλος κινητήρας τοποθετημένος στην κλίνη γενικής επισκευής. Ο κινητήρας στον οποίο πραγματοποιείται η αφαίρεση των εξαρτημάτων φαίνεται στο Σχήμα 3.165.
- Τα τεχνικά εγχειρίδια της κατασκευάστριας εταιρείας που αναφέρονται στις διαδικασίες των εργασιών αποσυναρμολόγησης των παρελκομένων του συστήματος ανάφλεξης.
- Πάγκοι εργασίας για την τοποθέτηση των παρελκόμενων που αφαιρούνται από τον κινητήρα.
- Μία σειρά των απαραίτητων ειδικών εργαλείων για την διαδικασία της αποσυναρμολόγησης.
- Γενικά εργαλεία αποσυναρμολόγησης όπως γερμανικά κλειδιά, κόφτης συρματασφαλίσεων κ.α.

Μέτρα ασφάλειας

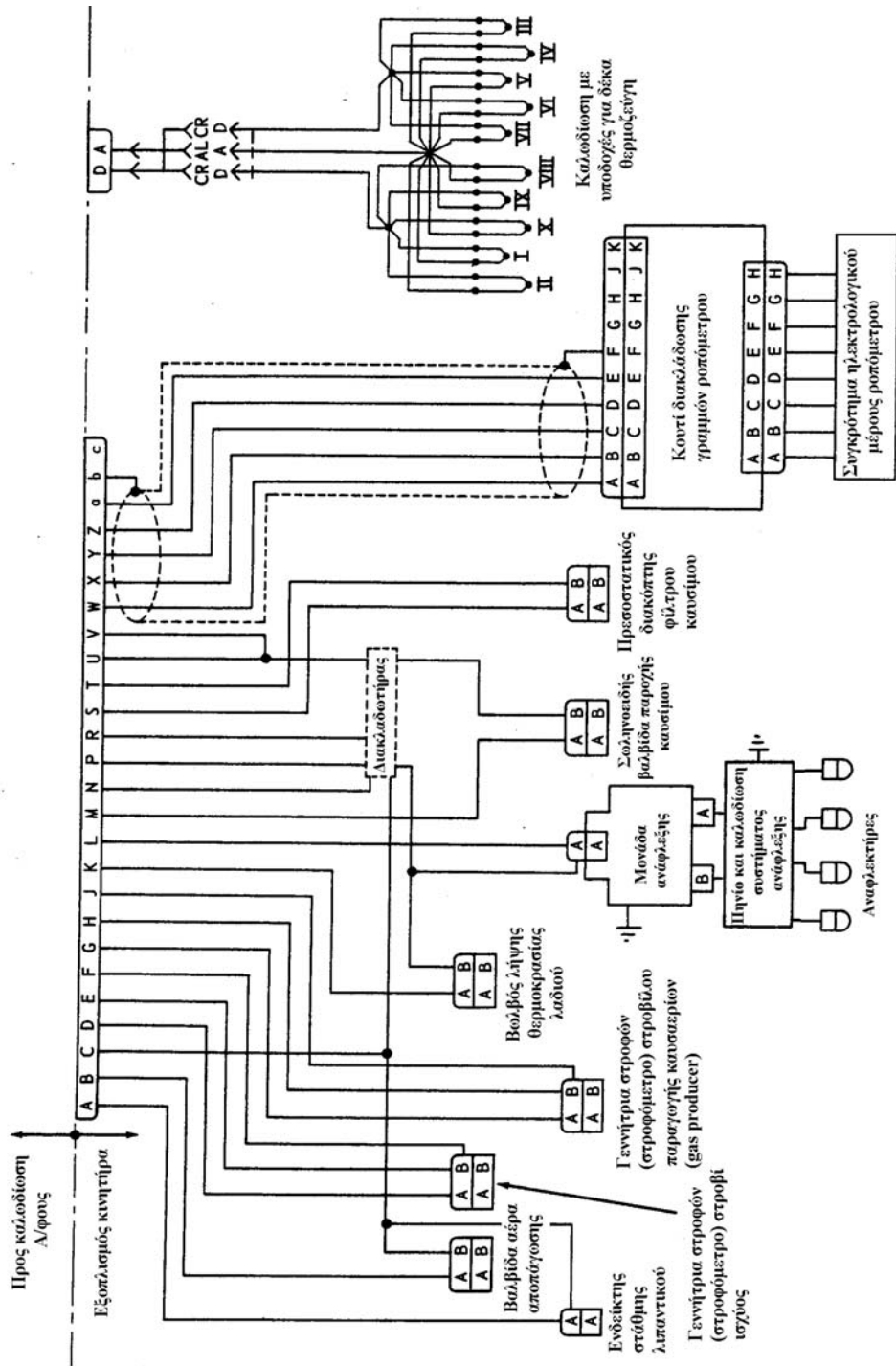
Κατά τη διάρκεια των εργασιών αποσυναρμολόγησης ή τη συντήρηση γραμμής του συστήματος ανάφλεξης του κινητήρα θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη λήψη των παρακάτω μέτρων ασφάλειας:

- Πριν από οποιαδήποτε εργασία συντήρησης επιπέδου γραμμής στα εξαρτήματα του συστήματος ανάφλεξης βεβαιωθείτε ότι έχει διακοπεί η παροχή ρεύματος στο σύστημα από το πιλοτήριο. Τα επίπεδα της τάσης που δημιουργούνται στο κύκλωμα ανάφλεξης είναι υψηλά και υπάρχει ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.
- Γενικά, ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που περιγράφονται στο Παράρτημα Β.

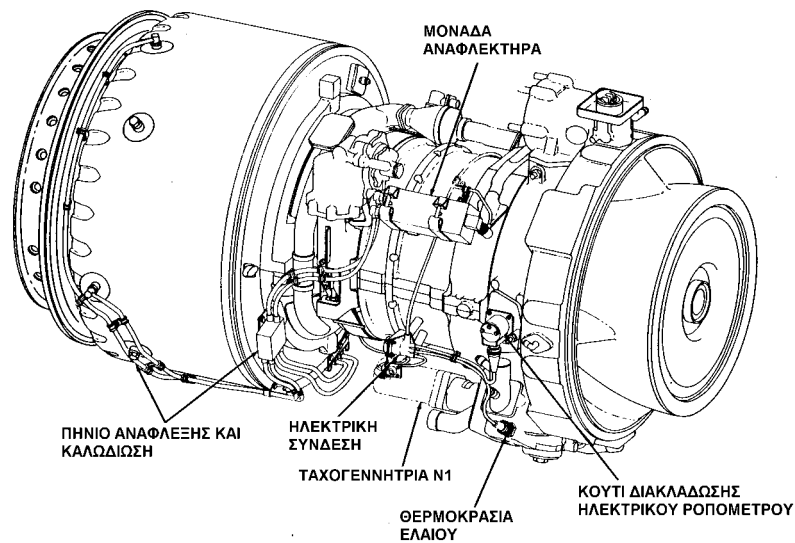
Πορεία εργασίας

1. Προετοιμασία του χώρου εργασίας και των εργαλείων

- Μελετήστε το εγχειρίδιο αφαίρεσης των υποσυγκροτημάτων του συστήματος ανάφλεξης και προετοιμάστε τα ειδικά εργαλεία που θα χρειαστούν για την αφαίρεσή τους.
- Βεβαιωθείτε, ότι έχετε όλα τα απαραίτητα γενικά εργαλεία που χρειάζονται για τις εργασίες αποσυναρμολόγησης.
- Προετοιμάστε ένα πρόχειρο πλάνο με τις εργασίες αποσυναρμολόγησης με τη σειρά που θα πραγματοποιηθούν.
- Εξασφαλίστε κατάλληλο διαθέσιμο χώρο για την τοποθέτηση των παρελκομένων μετά την αφαίρεσή τους από τον κινητήρα.



Σχήμα 3.164 Σχηματική αναπαράσταση του ηλεκτρικού συστήματος του κινητήρα



Σχήμα 3.165 Θέση των εξαρτημάτων του συστήματος ανάφλεξης στον κινητήρα

2. Αφαίρεση των παρελκομένων από τον κινητήρα

- Προτού αρχίσετε την αφαίρεση των παρελκομένων του συστήματος βεβαιωθείτε ότι η παροχή ηλεκτρικής ισχύος προς το σύστημα είναι αποσυνδεδεμένη. Εκφορτίστε το ρεύμα που είναι συσσωρευμένο στη μονάδα ανάφλεξης γειώνοντας τις καλωδιώσεις των αναφλεκτήρων.
- Κόψτε την συρματασφάλιση και αποσυνδέστε τους συζευκτήρες (connectors) των καλωδιώσεων του πολλαπλασιαστή από τη μονάδα ανάφλεξης.
- Με τον ίδιο τρόπο αποσυνδέστε τα τέσσερα καλώδια του πολλαπλασιαστή από κάθε αναφλεκτήρα.
- Αφαιρέστε τις βίδες από τα κολάρα συγκράτησης των καλωδιώσεων και τους κοχλίες συγκράτησης, για να απομακρύνετε τις καλωδιώσεις και τον πολλαπλασιαστή από το περίβλημα του θαλάμου καύσης.

3. Επιθεώρηση του πολλαπλασιαστή και των καλωδιώσεών του

Πριν την επιθεώρηση ή τη δοκιμή των καλωδιώσεων δεν θα πρέπει οι συζευκτήρες να είναι βρεγμένοι ή να έχουν ακαθαρσίες για την αποφυγή βραχυκυκλωμάτων και λάθος ενδείξεων κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης.

- Επιθεωρήστε οπτικά τους συζευκτήρες για φθορές στα σπειρώματά τους και για σπασμένη ή φθαρμένη μόνωση. Τα φθαρμένα

σπειρώματα θα πρέπει να επισκευάζονται χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο κολαούζο.

- Μονωτήρες που παρουσιάζουν ρωγμές ή σπασίματα θα πρέπει να αντικαθίστανται.
- Επιθεωρήστε οπτικά τις καλωδιώσεις του συστήματος για φθαρμένη, ξεφτισμένη ή καμένη μόνωση. Επίσης επιθεωρήστε για χαλαρές ή κομμένες συνδέσεις των καλωδιώσεων με τους συζευκτήρες. Αντικαταστήστε τον πολλαπλασιαστή με τα καλώδια εάν εντοπιστούν κάποιες από τις παραπάνω ενδείξεις.

4. Επιθεώρηση της μονάδας ανάφλεξης

- Επιθεωρήστε οπτικά για φθαρμένα σπειρώματα, ακροδέκτες και σπασμένη μόνωση ή ρωγμές γύρω από τους ακροδέκτες. Ελαφρές φθορές στα σπειρώματα ή στραβωμένοι ακροδέκτες μπορούν να επισκευαστούν με τους ακόλουθους τρόπους:
 1. Χρησιμοποιήστε φιλιέρα κατάλληλου μεγέθους για να επαναφέρετε τα φθαρμένα σπειρώματα.
 2. Ισιώστε τους λυγισμένους ακροδέκτες, έτσι ώστε να είναι ομόκεντροι με την εσωτερική διάμετρο του αντίστοιχου ακροδέκτη της καλωδίωσης εντός του ορίου 0.020in.
- Αντικαταστήστε τη μονάδα ανάφλεξης εάν η φθορά στα σπειρώματα ή στους ακροδέκτες δεν μπορεί να επισκευαστεί με τις παραπάνω μεθόδους, ή εάν η μόνωση γύρω από τους ακροδέκτες έχει ρωγμές.

Εργαστηριακή άσκηση 3.9: 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 αεριοστρόβιλων αεροπορικών κινητήρων.
- β) Να χρησιμοποιείτε επιτυχώς και να αντλείτε πληροφορίες από τα εγχειρίδια συντήρησης των αεριοστρόβιλων αεροπορικών κινητήρων.
- γ) Να διαβάζετε και να συμπληρώνετε μητρώα αεριοστρόβιλων αεροπορικών κινητήρων.
- δ) Να εκδίδετε πλάνα εργασίας για απαιτούμενες εργασίες επί αεριοστρόβιλων αεροπορικού κινητήρα.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Όπως και στην περίπτωση των εμβολοφόρων αεροπορικών κινητήρων, τα σημαντικά ιστορικά στοιχεία ενός αεριοστρόβιλου κινητήρα καταγράφονται σε ειδικούς φακέλους, τα «**μητρώα του κινητήρα**». Οι φάκελοι αυτοί, που είναι πια ηλεκτρονικοί για τους σύγχρονους κινητήρες, περιέχουν 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. Έτσι ανάμεσα σε αυτά τα στοιχεία μπορεί να είναι:

- Ο χρόνος λειτουργίας του κινητήρα (**TSN**: Time Since New - Ώρες λειτουργίας από κατασκευής, **TSO**: Time Since Overhaul - Ώρες λειτουργίας από την τελευταία γενική επισκευή)
- Ο χρόνος, ο τόπος και ο φορέας που πραγματοποίησε κάθε γενική επισκευή.
- Ιδιαίτερα συμβάντα, τα οποία συνέβησαν κατά τη λειτουργία του αεροσκάφους / αεροκινητήρα, όπως υπερστροφία (overspeed), υπέρβαση ορίων θερμοκρασίας (overtemperature).
- Στοιχεία αναγνώρισης «κρίσιμων» εξαρτημάτων (δίσκοι στροβίλου, περύγια, σταθερές βαθμίδες, κ.ά.). Τέτοια στοιχεία είναι συνήθως το P/N (Part Number), S/N (Serial Number), πραγματοποιηθείσες τροποποιήσεις (Service Bulletins), κλπ.
- Στοιχεία παρακολούθησης «κρίσιμων» εξαρτημάτων, όπως κύκλοι κόπωσης ή ώρες λειτουργίας. Πολλά από τα κρίσιμα εξαρτήματα,

τα οποία πρέπει να αντικαθίστανται μετά από ορισμένο χρόνο λειτουργίας, χαρακτηρίζονται και ως υλικά ΛΟΖ (Λήξη Ορίου Ζωής).

Πέρα από τα παραπάνω στοιχεία, τα οποία συνοδεύουν τον κινητήρα, ένας φορέας γενικής επισκευής διατηρεί επιπλέον στοιχεία για τις εργασίες που πραγματοποιούνται σε κάθε κινητήρα. Αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνουν τις αρχικές απαιτήσεις του πελάτη, τις επιθεωρήσεις και επισκευές που πραγματοποιήθηκαν, τις αιτίες απόρριψης και αντικατάστασης εξαρτημάτων κ.ά. Η διαχείριση και αποθήκευση αυτών των στοιχείων ανήκει συνήθως στις αρμοδιότητες του **τμήματος ποιοτικής διασφάλισης (Quality Assurance Department)**.

Τα βασικά έντυπα, τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τον προγραμματισμό εργασιών ενός αεριοστρόβιλου κινητήρα δεν διαφέρουν από τα αντίστοιχα των εμβολοφόρων αεροπορικών κινητήρων, όπως αυτά αναφέρθηκαν στην αντίστοιχη άσκηση του βιβλίου «**Κινητήρες Αεροσκαφών Ι**». Έτσι και σε αυτή την περίπτωση, το τμήμα τεχνικού προγραμματισμού ενημερώνεται για τις απαιτήσεις εργασιών, οι οποίες πρέπει να εκτελεσθούν σε έναν κινητήρα, μέσω ειδικού εντύπου (π.χ **WEI – Workscope Evaluation Instructions**), το οποίο συνήθως εκδίδεται από το τμήμα ποιοτικής διασφάλισης.

Οι απαραίτητες οδηγίες για την εκτέλεση των εργασιών καταχωρούνται από το τμήμα τεχνικού προγραμματισμού σε ειδικά έντυπα, τα οποία συνοπτικά αναφέρουμε παρακάτω¹:

- **Έντυπα δρομολόγησης (Traveler)**: Συνοδεύει κάθε κύριο υποσυγκρότημα (ή παρελκόμενο) σε όλες τις φάσεις και κέντρα εργασίας, από τα οποία διέρχεται αυτό κατά την παραμονή του στο εργοστάσιο.
- **Έντυπα ελέγχου εργασιών (RCC-Routine Control Card, ή WCD-Work Control Document)**: Συνοδεύει κάθε εξάρτημα και περιέχει αναλυτικές οδηγίες για την πραγματοποίηση των απαραίτητων εργασιών.
- **Φύλλα εργασίας (Operation Sheet)**: Περιγράφει αναλυτικά μια ομάδα εργασιών (π.χ. επισκευή), οι οποίες πραγματοποιούνται σε ένα σταθμό εργασίας. Οι οδηγίες αυτού του εντύπου αφορούν την οικογένεια (Part Number) και όχι το συγκεκριμένο κάθε φορά κομμάτι.

¹ Αναλυτικότερη περιγραφή έχει γίνει στο βιβλίο «Κινητήρες Αεροσκαφών Ι»

Ενδεικτικά παραθέτουμε το **έντυπο ελέγχου εργασιών (WCD)**, οι οποίες αφορούν εξάρτημα στροβιλοανεμιστήρα και συγκεκριμένα το **divergent flap** του κινητήρα **F110** (Σχήμα 3.166). Πρόκειται για ένα εξάρτημα του ακροφυσίου εξαγωγής, το οποίο υπόκειται σε σημαντική θερμική καταπόνηση, κυρίως κατά τη λειτουργία μετάκαυσης. Συνήθη ευρήματα περιλαμβάνουν αποκόλληση της προστατευτικής επίστρωσης, ρωγματώσεις και καψίματα. Οι εργασίες που πραγματοποιούνται είναι σύμφωνες με τις οδηγίες των παραγράφων του εγχειριδίου Γενικής Επισκευής που φαίνονται στη γραμμή (5), καθώς και με διαδικασίες που ακολουθεί το εργοστάσιο επισκευής, η ΕΑΒ στην προκειμένη περίπτωση. Οι εργασίες αυτές είναι οι ακόλουθες (οι αριθμοί αναφέρονται στη γραμμή του εντύπου, όπου περιγράφεται κάθε εργασία και σημειώνονται δίπλα στην εικόνα του εντύπου στο Σχήμα 3.166):

(6): Καθαρίστε το εξάρτημα σύμφωνα με τις (εσωτερικές) διαδικασίες 1.02Α και 1.04Α.

(7): Αφαιρέστε όλους τους εσωτερικούς δακτυλίους σύμφωνα με την παράγραφο (του εγχειριδίου Γενικής Επισκευής) 4 c-f. Καταγράψτε τη διάσταση της διαμέτρου C.

(8): Αφαιρέστε την αρχική επικάλυψη του στρώματος θερμικής προστασίας με διεργασία **grit blast**, σύμφωνα με την (εσωτερική) διαδικασία PR-2.01. ΠΡΟΣΟΧΗ: η διεργασία θα πραγματοποιηθεί **ΜΟΝΟ για τα εξαρτήματα με αριθμό οικογένειας 5051M72G02**.

(9): Αφαιρέστε το στρώμα θερμικής προστασίας σύμφωνα με το φύλλο εργασίας Νο 64. ΠΡΟΣΟΧΗ: η διεργασία θα πραγματοποιηθεί **ΜΟΝΟ για τα εξαρτήματα με αριθμό οικογένειας 5051M72G02**.

(10): Αφαιρέστε το χρωμιούχο καρβίδιο (chrome carbide) σύμφωνα με το φύλλο εργασίας Νο 124.

(11): Αφαιρέστε την υπολειπόμενη ποσότητα χρωμιούχου καρβιδίου με διεργασία grit blast, σύμφωνα με την (εσωτερική) διαδικασία PR-2.01.

(12): Πραγματοποιείτε επιθεώρηση με διεισδυτικό υγρό (FPI) σύμφωνα με την (εσωτερική) διαδικασία PR-13.01.

(13): Πραγματοποιείτε επιθεώρηση σύμφωνα με τα σχετικά εγχειρίδια (1) και (2).

(14): Αφαιρέστε τους ειδικούς εσωτερικούς δακτυλίους ασφάλειας (clevis bushings), αν τους έχετε τοποθετήσει προηγουμένως, σύμφωνα με την παράγραφο (του εγχειριδίου Γενικής Επισκευής) 6a1-2. Καταγράψτε τη διάσταση M.

1	HELLENIC AEROSPACE INDUSTRY ENGINE DIVISION		WORK CONTROL DOCUMENT				
2	WORK ORDER	ITEM SERIAL NO.	DATE:	PAGE 2 OF 5			
3	W.C. D. No: 37202		QTY:	PART NAME : DIVERGENT FLAP			
4	OPERAT. NO.	WORK TO BE ACCOMPLISHED	APPL. INDE X	WORK STATION	OPRT &DT	INSP &DT	MAN/HR
5		T.O REF. (1) 2J-F110-3-5 WP11200 (2) 2J-F110-3-6 WP11200					
6	37202-10	CLEAN PART PER PR-1.02A, PR-1.04A		CP 9000		XXX XXX	
7	37202-20	REMOVE ALL FORWARD LUG BUSHINGS PER PAR 4 c-f RECORD DIA C=		RH 9000			
8	37202-30	GRIT BLAST TO REMOVE TOP COATING OF T.B.C PER PR-2.01 <u>ONLY P/N 5051M72G02</u>		SG 9000		XXX XXX XXX	
9	37202-40	REMOVE T.B.C PER OP. SHEET No. 64 <u>ONLY P/N 5051M72G02</u>		CP 9000			
10	37202-50	STRIP CHROME CARBIDE PER OPER. SHEET No. 124		CP 9000			
11	37202-60	GRIT BLAST TO REMOVE REMAINING CHROME CARBIDE PER PR-2.01		SG 9000		XXX XXX	
12	37202-70	FPI PER PR-13.01		FP 9000	XXX XXX XXX		
13	37202-80	WORKSCOPE INSPECT PER T.O REF. (1),(2)		WS 9000	XXX XXX XXX		
14	37202-90	REMOVE MID CLEVIS BUSHINGS IF PREVIOUSLY INSTALLED PER PAR 6a1-2 . RECORD M= REQ.	6-7-8 9-10- 11-15- 16	RH 9000			
15	37202-100	GRIND OFF 2 TACK WELDS TO REMOVE CLEVIS PER PAR 10 A (2a-b-c). THIS STEP REQ/D ONLY IF SOLUTION HEAT TREAT IS REQ/D. REQ.	7-8-9- 10-11- 15-16	RH 9000		XXX XXX XXX	
16	37202-110	CLEAN PER PR-1.01A REQ.	7-8-9 10-15 16	CP 9000		XXX XXX XXX	
17	37202-120	SOLUTION HEAT TREAT PER OPER. SHEET No. 94 REQ.	9-15	HT 9000		XXX XXX	
18	37202-130	CLEAN PER PR-1.01A REQ.	9-15	CP 9000		XXX XXX	
19	37202-140	BLEND AND HOT FORM ALL BENDS, TEARS AND DISTORTION PER PAR 10 STEP F REQ.	10	RH 9000			
PLANNED BY :		PROD . PLAN APPROVAL:		Q.A APPROVAL:			
DATE:		DATE:		DATE:			

Σχήμα 3.166 Πλάνο εργασιών σε εξάρτημα στροβιλοανεμιστήρα

(15): Απομακρύνετε με λείανση (**grinding**) το άγκιστρο ασφάλειας σύμφωνα με την παράγραφο (του εγχειριδίου Γενικής Επισκευής) 10 A (2a-b-c). Το

βήμα αυτό απαιτείται μόνο στην περίπτωση όπου θα εφαρμοστεί **θερμική διεργασία (heat treatment)**.

(16): Καθαρίστε σύμφωνα την (εσωτερική) διαδικασία PR-1.01A.

(17): Πραγματοποιείτε διεργασία heat treatment σύμφωνα με το φύλλο εργασίας No 94.

(18): Καθαρίστε σύμφωνα την (εσωτερική) διαδικασία PR-1.01A.

(19): Αφαιρέστε όλες τις ατέλειες σύμφωνα με την παράγραφο (του εγχειριδίου Γενικής Επισκευής) 10, βήμα F.

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. Ως εκ τούτου θα πρέπει να ακολουθούνται οι γενικότεροι κανόνες συμπεριφοράς και προστασίας από ατυχήματα, οι οποίοι ισχύουν σε αυτούς τους χώρους.

Πορεία εργασίας

ΕΠΙΛΟΓΗ Α': Στην «Εργαστηριακή άσκηση 3.1» και στην «Εργαστηριακή άσκηση 3.2» δόθηκαν αναλυτικές οδηγίες για την πραγματοποίηση εργασιών συναρμολόγησης στροφίων ανεμιστήρα, συμπιεστή χαμηλής πίεσης και στροβίλου χαμηλής πίεσης. Στην παρούσα άσκηση προτείνεται η εκπόνηση πλάνων εργασίας, τα οποία να παρέχουν δομημένες οδηγίες εκτέλεσης αυτών των εργασιών.

1. Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες του κατασκευαστή και την πορεία εργασίας των ασκήσεων.
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 στην αντίστοιχη άσκηση του βιβλίου «**Κινητήρες Αεροσκαφών Ι**», 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.

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.

Εργαστηριακή άσκηση 3.10: Επίδειξη οργάνων για τον έλεγχο της λειτουργίας αεριοστρόβιλου κινητήρα.

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί::

- α) Να αναγνωρίζετε τα βασικά όργανα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της λειτουργίας των αεριοστρόβιλων κινητήρων.
- β) Να αναφέρετε τις αρχές λειτουργίας των οργάνων.
- γ) Να ελέγχετε τη λειτουργία του κινητήρα, μέσω των ενδείξεων των οργάνων.

Εισαγωγικές πληροφορίες

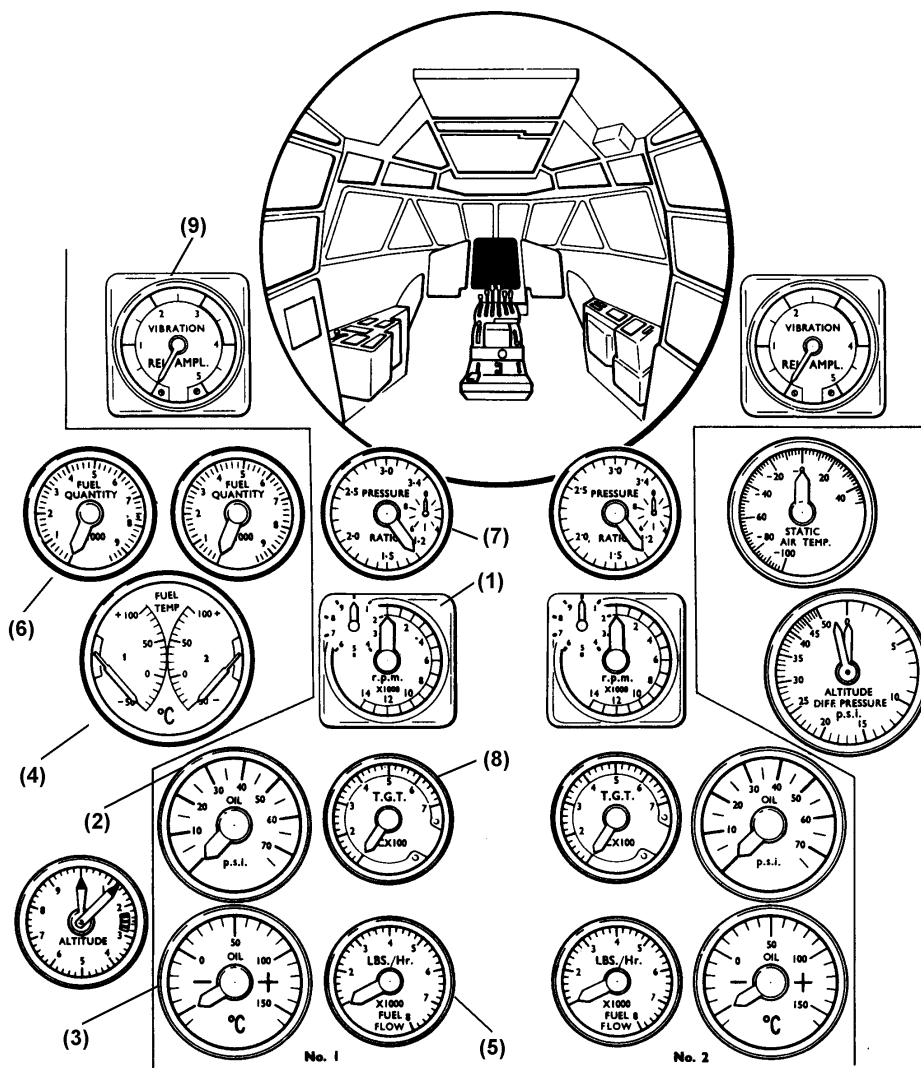
Τα όργανα ελέγχου και παρακολούθησης της λειτουργίας ενός αεριοστρόβιλου κινητήρα βρίσκονται στην κονσόλα του θαλάμου διακυβέρνησης. Βοηθούν τον χειριστή να γνωρίζει τις ταχύτητες περιστροφής των στροφίων του κινητήρα και του έλικα, τις τιμές πίεσης και θερμοκρασίας σε διάφορα κρίσιμα σημεία του κινητήρα και των παρελκομένων και να έχει μία καλή γενική άποψη της συμπεριφοράς του κινητήρα. Πρόκειται για συσκευές, οι οποίες συνήθως παρέχουν μετρήσεις και απαιτούν, ως εκ τούτου περιοδικό έλεγχο για την αξιοπιστία τους. Η ρύθμισή τους γίνεται με διαδικασίες που συνήθως παρέχονται από τον κατασκευαστή του αεροσκάφους.

Ανάλογα όργανα συναντώνται και στα δοκιμαστήρια των κινητήρων. Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις ένα δοκιμαστήριο είναι υποχρεωμένο να ελέγχει περισσότερες παραμέτρους της λειτουργίας του κινητήρα και είναι συνεπώς εφοδιασμένο με επιπλέον εξοπλισμό.

Τα κυριότερα όργανα τα οποία συναντάμε στο χειριστήριο του πιλοτηρίου ενός αεροσκάφους (Σχήμα 3.167), ή της αίθουσας ελέγχου ενός δοκιμαστηρίου είναι τα ακόλουθα (βλέπε και §3.11):

- Στροφόμετρο (tachometer): (1) στο Σχήμα 3.167.
- Ενδείκτες πίεσης και θερμοκρασίας λιπαντικού (oil pressure & oil temperature gages): (2) και (3) στο Σχήμα 3.167.
- Ενδείκτες θερμοκρασίας, παροχής και στάθμης καυσίμου (fuel temperature, fuel flow & fuel level gages): (4), (5) και (6) στο Σχήμα 3.167.

- Ενδείκτης λόγου συμπίεσης κινητήρα (Engine Pressure Ratio indicator – σε στροβιλοαντιδραστήρες και στροβιλοανεμιστήρες): (7) στο Σχήμα 3.167
- Όργανο μέτρησης θερμοκρασίας εξόδου καυσαερίων (Exhaust Gas Temperature): (8) στο Σχήμα 3.167, ή θερμοκρασίας εισόδου στροβίλου (Turbine Inlet Temperature).
- Ενδείκτης ροπής (Torquemeter indicator – σε αξονοστρόβιλους και ελικοστρόβιλους).
- Ενδείκτης κραδασμών (Vibration indicator): (9) στο Σχήμα 3.167.



Σχήμα 3.167 Διάταξη οργάνων ελέγχου αεριοστρόβιλων κινητήρων

Απαιτούμενα μέσα

- Χειριστήριο αεροσκάφους με αεριοστρόβιλους κινητήρες, και/ή,

- Δοκιμαστήριο αεριοστρόβιλων κινητήρων.

Μέτρα ασφάλειας

Η παρούσα άσκηση δεν απαιτεί ιδιαίτερα μέσα ασφαλείας. Κατά την επίσκεψή σας σε δοκιμαστήριο αεριοστρόβιλων κινητήρων, θα πρέπει να ακολουθείτε τις οδηγίες των υπευθύνων και να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στον χειρισμό ευαίσθητων οργάνων.

Πορεία εργασίας

1. Αναγνωρίστε στην κονσόλα, την οποία διαθέτει το σχολείο σας, τα βασικά όργανα ελέγχου λειτουργίας των αεριοστρόβιλων κινητήρων, τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω. Μία τυπική κονσόλα δικινητήριου αεροσκάφους με στροβιλοαντιδραστήρες φαίνεται στο Σχήμα 3.168.
2. Περιγράψτε τις αρχές λειτουργίας και το ρόλο κάθε οργάνου.



Σχήμα 3.168 Κονσόλα ελέγχου δικινητήριου αεροσκάφους

Εναλλακτικά, εκτελέστε τα παραπάνω βήματα κατά τη διάρκεια επίσκεψής σας σε αίθουσα ελέγχου δοκιμαστηρίου κινητήρων. Στο Σχήμα 3.169 παρουσιάζονται δύο κονσόλες ελέγχου από δοκιμαστήρια αξονοστρόβιλων / ελικοστρόβιλων κινητήρων. Στο σύγχρονο δοκιμαστήριο (Σχήμα 3.169 (β)) τα όργανα ελέγχου λειτουργίας έχουν αντικατασταθεί από λογισμικό παρακολούθησης και καταγραφής της λειτουργίας του κινητήρα (Data Acquisition System).



(α)



(β)

Σχήμα 3.169 (α) «Αναλογική» και (β) «ψηφιακή» κονσόλα ελέγχου δοκιμαστηρίων αξονοστρόβιλων κινητήρων

Εργαστηριακή άσκηση 3.11: Επιθεώρηση και έλεγχος θερμοστοιχείων μέτρησης θερμοκρασίας καυσαερίων.

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αφαιρείτε και να επανατοποθετείτε στον κινητήρα τα θερμοστοιχεία μέτρησης θερμοκρασίας εξαγωγής καυσαερίων ή εισόδου στροβίλου.
- β) Να ελέγχετε την ευχρηστότητα των θερμοστοιχείων.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Η θερμοκρασία του θερμού τμήματος ενός αεριοστρόβιλου κινητήρα είναι η σημαντικότερη ίσως ένδειξη, όσον αφορά την θερμική καταπόνηση του στροβίλου αλλά και του τμήματος εξαγωγής. Αποτελεί μία από τις κύριες παραμέτρους για τον έλεγχο της λειτουργίας του ρυθμιστή καυσίμου, έτσι ώστε να αποφεύγονται υπερθερμάνσεις των σταθερών και κινητών πτερυγίων του στροβίλου, καθώς επίσης σαφής ένδειξη, σε συνδυασμό με άλλες παραμέτρους, της απόδοσης του κινητήρα.

Ανάλογα με την θέση των θερμοστοιχείων, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, αυτή χαρακτηρίζεται ως:

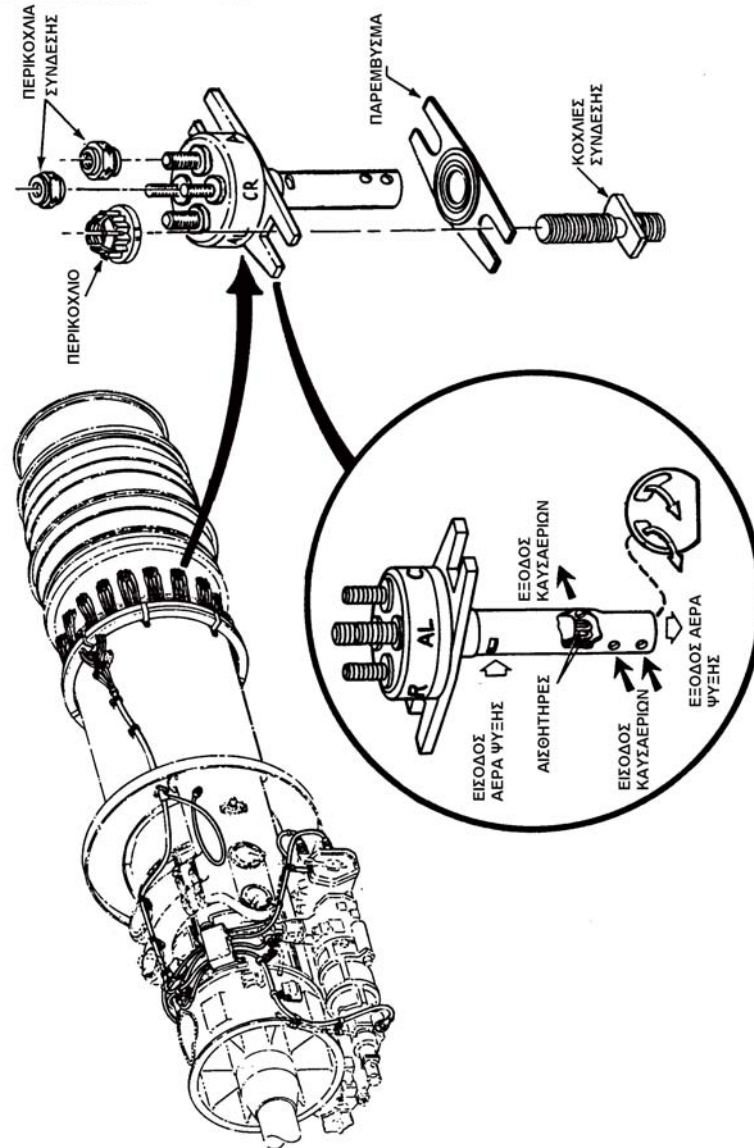
- **θερμοκρασία εξόδου καυσαερίων (exhaust gas temperature, EGT),**
- **θερμοκρασία εισόδου στροβίλου (turbine inlet temperature, TIT),**
- **θερμοκρασία καυσαερίων μεταξύ στροβίλων (interstage turbine temperature, ITT)**

Η θερμοκρασία εισόδου στροβίλου (TIT–Σχήμα 3.170) καθορίζει γενικά τη βέλτιστη απόδοση που μπορεί να επιτύχει ο κινητήρας. Συνήθως όμως, για λόγους αντοχής των θερμοζευγών, μετριέται η θερμοκρασία εξόδου καυσαερίων (βλέπε και §3.11.2.4)

Η μέγιστη θερμοκρασία εισόδου στροβίλου, στην οποία μπορεί να λειτουργήσει ο κινητήρας, περιορίζεται από τα υλικά κατασκευής των τμημάτων του στροβίλου (κυρίως των σταθερών και κινητών πτερυγίων)¹. Ως εκ τούτου, η μέγιστη θερμοκρασία εισόδου στροβίλου κατά τη λειτουργία

¹ Μια τυπική τιμή αυτής της θερμοκρασίας είναι 1200°C. Η χρήση ψυχόμενων πτερυγίων μπορεί να επιτρέψει την αύξηση της θερμοκρασίας εισόδου στροβίλου, διατηρώντας την θερμοκρασία του μετάλλου σε ανεκτά επίπεδα.

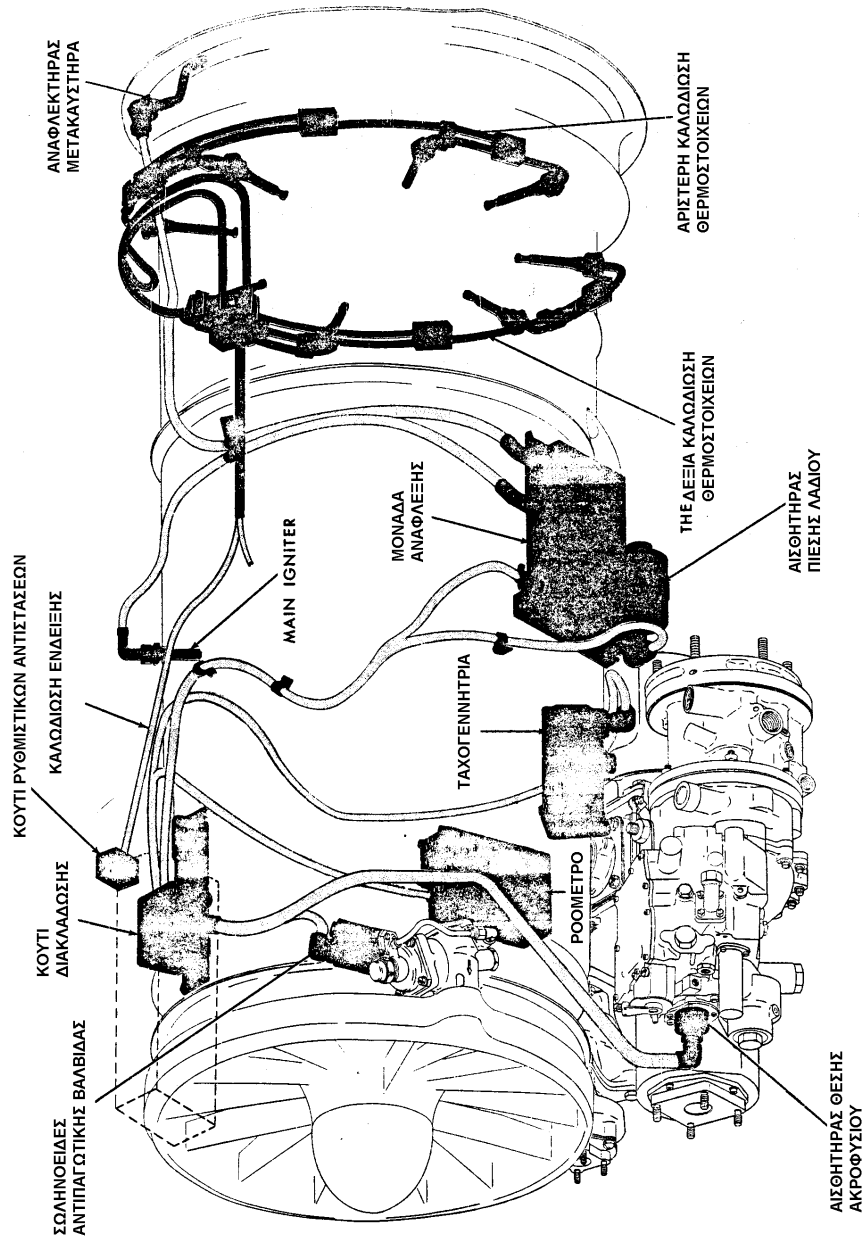
του κινητήρα, προκύπτει από τον συνυπολογισμό των δύο προαναφερθέντων απαιτήσεων: Υψηλός βαθμός απόδοσης και μεγάλη χρονική διάρκεια ασφαλούς λειτουργίας του κινητήρα. Περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας λειτουργίας μπορεί να μειώσει δραστικά τη «ζωή» του κινητήρα.



Σχήμα 3.170 Μέτρηση θερμοκρασίας εισόδου στροβίλου σε κινητήρα T56

Αν και η θερμοκρασία εισόδου στροβίλου είναι η κρισιμότερη από τις προαναφερθείσες, η μέτρησή της είναι γενικά δύσκολη εξαιτίας κυρίως των αυξημένων φθορών, οι οποίες μπορούν να προκληθούν στα θερμοστοιχεία κατά τη λειτουργία τους σε περιβάλλον εξαιρετικά υψηλών θερμοκρασιών. Έτσι, στις περισσότερες περιπτώσεις, προκρίνεται η μέτρηση της θερμοκρασίας εξόδου των καυσαερίων, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί

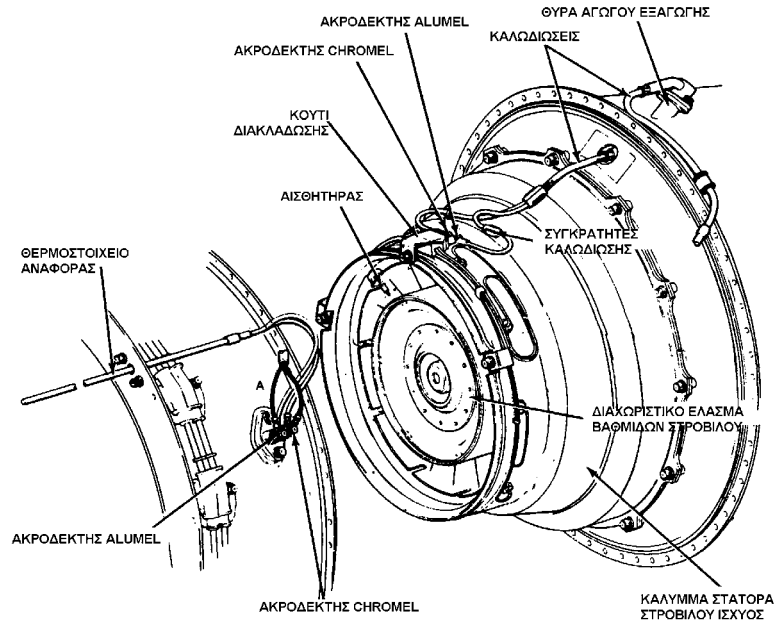
σαν ένδειξη της θερμοκρασίας εισόδου των καυσαερίων στο στρόβιλο (Σχήμα 3.171).



Σχήμα 3.171 Μέτρηση θερμοκρασίας εξόδου καυσαερίων

Σε ορισμένους κινητήρες τέλος, ο κατασκευαστής έχει τοποθετήσει θερμοστοιχεία μέτρησης της θερμοκρασίας μεταξύ των δύο στρόβιλων (Σχήμα 3.172). Παράλληλα με τη μέτρηση αυτής της θερμοκρασίας, μετριέται και η θερμοκρασία εισόδου του συμπιεστή (trim thermocouple). Η ένδειξη αυτή χρησιμοποιείται για τη διόρθωση (trimming) της

ενδεικνυόμενης θερμοκρασίας ITT^1 , σχετικά με την θερμοκρασία εισόδου του συμπιεστή.



Σχήμα 3.172 Μέτρηση θερμοκρασίας καυσαερίων μεταξύ δύο στροβίλων

Απαιτούμενα μέσα

- Ελικοστρόβιλος κινητήρας με θερμοστοιχεία και την καλωδίωσή τους.
- Οι απαιτούμενες συσκευές δοκιμής λειτουργίας των θερμοστοιχείων και της καλωδίωσής τους.
- Τα απαραίτητα τεχνικά εγχειρίδια της κατασκευάστριας εταιρείας.
- Τα απαραίτητα ειδικά εργαλεία για τη διαδικασία της αφαίρεσης.
- Γενικά εργαλεία (συγκράτησης, κοπής, κλπ.).

Μέτρα ασφάλειας

Ακολουθείστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που περιγράφονται στο Παράρτημα Β.

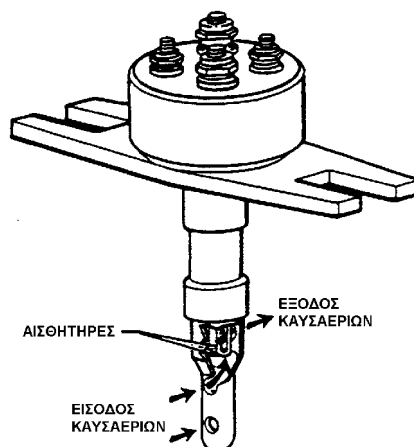
Πορεία εργασίας

Η άσκηση βασίζεται στην αφαίρεση και επιθεώρηση των θερμοστοιχείων μέτρησης θερμοκρασίας εισόδου στροβίλου του αεροκινητήρα T56-A-7/-15.

¹ Η διόρθωση αυτή παρέχει μια, «ανεξάρτητη» από τις συνθήκες εισόδου, ένδειξη της θερμοκρασίας ITT , έτσι ώστε να γίνεται ευκολότερος ο έλεγχος από τον χειριστή

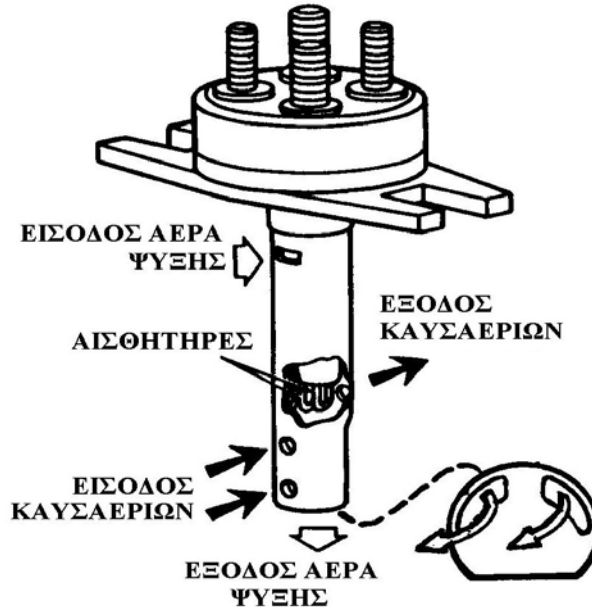
1. Μελετήστε τα τεχνικά εγχειρίδια. Προδιαγράψτε τη σειρά των εργασιών που θα πραγματοποιήσετε στα πλαίσια της αφαίρεσης των θερμοστοιχείων και της καλωδίωσής τους. Βεβαιωθείτε για την ύπαρξη των ειδικών εργαλείων και όλου γενικότερα του εξοπλισμού, που τυχόν χρειάζεστε για τη διεξαγωγή της άσκησης.
2. Εξασφαλίστε ικανό αριθμό πάγκων εργασίας, χωρίς αντικείμενα στην επιφάνειά τους.
3. Αφαίρεση θερμοστοιχείων από τον κινητήρα.
 - ◆ Κόψτε τις συρματασφαλίσεις.
 - ◆ Αποσυνδέστε τους ακροδέκτες της καλωδίωσης από τα θερμοστοιχεία.
 - ◆ Χαλαρώστε και αφαιρέστε τα παξιμάδια συγκράτησης των θερμοστοιχείων στο περίβλημα του κινητήρα (Σχήμα 3.170).
 - ◆ Τραβήξτε τα θερμοστοιχεία. Η αφαίρεση πρέπει να γίνει με ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή πρόκλησης ζημιάς στα θερμοστοιχεία.
 - ◆ Τα αφαιρούμενα παρεμβύσματα απορρίπτονται.
 - ◆ Μετά την αφαίρεση των θερμοστοιχείων καλύψτε τις οπές στο περίβλημα για την αποφυγή εισαγωγής ξένων σωματιδίων.
4. Καθαρισμός και επιθεώρηση θερμοστοιχείων.

Στους κινητήρες του παραδείγματος χρησιμοποιούνται δύο είδη θερμοστοιχείων. Η πρώτη κατηγορία θερμοστοιχείων φέρει δύο οπές εισαγωγής και μία οπή εξαγωγής των καυσαερίων (Σχήμα 3.173).



Σχήμα 3.173 Θερμοστοιχείο χωρίς ψύξη

Η δεύτερη κατηγορία έχει μία οπή κοντά στη βάση του στελέχους (Σχήμα 3.174). Αέρας ψύξης εισάγεται από αυτή την οπή και βγαίνει από οπές που βρίσκονται στο άκρο του στελέχους.

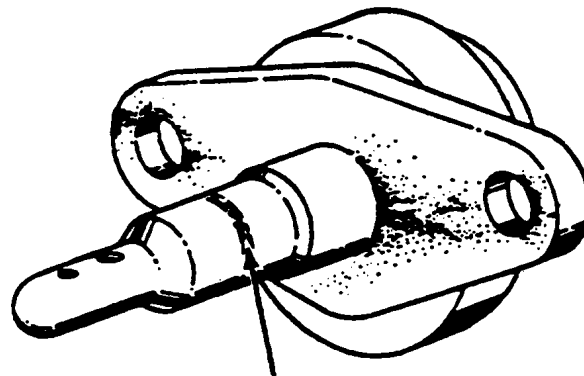


Σχήμα 3.174 Ψυχόμενο θερμοστοιχείο

- ◆ Καθαρίστε τους κοχλίες σύνδεσης (connector studs) των θερμοστοιχείων με την χρήση διαλυτικού. Δεν απαιτείται άλλος καθαρισμός.

Οι παρακάτω έλεγχοι είναι χαρακτηριστικοί των επιθεωρήσεων που περιέχονται στο τεχνικό εγχειρίδιο (το οποίο και θα πρέπει να συμβουλευθείτε):

- ◆ Ελέγξτε τη διάμετρο της οπής εισαγωγής. Εάν μπορείτε να εισάγετε τρυπάνι συγκεκριμένης διαμέτρου (βλέπε το τεχνικό εγχειρίδιο), το θερμοστοιχείο απορρίπτεται.
- ◆ Ελέγξτε εάν υπάρχουν καψίματα ή ενδείξεις διάβρωσης που επηρεάζουν τη ροή των καυσαερίων μέσα στο στέλεχος του θερμοστοιχείου. Σε αυτή την περίπτωση το θερμοστοιχείο απορρίπτεται.
- ◆ Μετρήστε τη φθορά του στελέχους του θερμοστοιχείου (Σχήμα 3.175). Υπερβολική φθορά είναι αιτία απόρριψης του κομματιού.



ΤΟΠΙΚΗ ΦΘΟΡΑ

Σχήμα 3.175 Ενδείξεις φθοράς στο στέλεχος των θερμοστοιχείων

- ◆ Ελέγξτε τη στιβαρότητα των κοχλιών σύνδεσης, εφαρμόζοντας συγκεκριμένη ροπή στρέψης.
 - ◆ Επιθεωρήστε τις οπές ψύξης των ψυχόμενων θερμοστοιχείων.
 - ◆ Χρησιμοποιώντας ωμόμετρο, μετρήστε την αντίσταση μεταξύ των κοχλιών σύνδεσης και του στελέχους. Εάν η μετρούμενη αντίσταση είναι μικρότερη των ορίων του κατασκευαστή, θα πρέπει να ζεστάνετε το θερμοστοιχείο, έτσι ώστε να απομακρυνθεί η υγρασία και να το ξαναμετρήσετε. Στην περίπτωση που η αντίσταση παραμένει μικρότερη των ορίων, αντικαταστήστε την.
5. Δοκιμή θερμοστοιχείου.
- ◆ Ελέγξτε την αξιοπιστία των μετρήσεων κάθε θερμοστοιχείου, δοκιμάζοντάς το με την κατάλληλη συσκευή. Για τα θερμοστοιχεία της άσκησης, η δοκιμή περιλαμβάνει μέτρηση της αντίστασης κάθε αισθητήρα (junction) με ωμόμετρο. Τιμές αντίστασης εκτός των ορίων του κατασκευαστή αποτελεί αιτία απόρριψης του θερμοζεύγους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Α.1. Οργανισμοί ελέγχου και πιστοποίησης – Κανονισμοί

Οι βασικοί φορείς εκπόνησης κανονισμών και ελέγχου σχετικά με τις κάθε είδους αεροπορικές δραστηριότητες είναι οι υπηρεσίες πολιτικής αεροπορίας (Civil Aviation Authorities - CAA) των διαφόρων κρατών. Στην Ελλάδα, το έργο αυτό είναι αρμοδιότητα της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ, Σχήμα Α.1), η οποία ουσιαστικά λειτουργεί από το 1931 και υπάγεται στο Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών.

Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο δημιουργήθηκε το 1970 η υπηρεσία JAA (η υπηρεσία ονομαζόταν αρχικά Joint Airworthiness Authorities και στη συνέχεια Joint Aviation Authorities, Σχήμα Α.1), η οποία είχε αρχικά σαν αποστολή την εκπόνηση κοινών κανόνων πιστοποίησης για μεγάλα αεροπλάνα και κινητήρες (η Ελλάδα συμμετέχει στη JAA). Από το 1987, οι αρμοδιότητες της JAA επεκτάθηκαν και στην εκπόνηση προτύπων και κανονισμών που αφορούν σχεδιασμό, αδειοδότηση, πιστοποίηση, λειτουργία και συντήρηση όλων των τύπων αεροσκαφών. Περιλαμβάνονται επίσης και διαδικασίες έγκρισης / πιστοποίησης εταιριών σχεδιασμού, παραγωγής και συντήρησης αεροσκαφών και κινητήρων, καθώς επίσης και διαδικασίες πιστοποίησης φυσικών προσώπων (χειριστών, μηχανικών, κλπ.). Κανονισμοί και διαδικασίες, οι οποίες εκπονούνται ή εγκρίνονται από τη JAA, τίθενται σε ισχύ και στα κράτη μέλη. Η συμμετοχή στη JAA βασίζεται στο κείμενο με τον τίτλο “JAA Arrangements”, το οποίο υπογράφηκε αρχικά στην Κύπρο το 1990.

Στις Η.Π.Α., η αντίστοιχη υπηρεσία ελέγχου και έκδοσης κανονισμών είναι η FAA (Federal Aviation Administration, Σχήμα Α.1), η οποία λειτουργεί από το 1926 και με τη σημερινή της μορφή και ονομασία από το 1966.

Πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη δρομολογήσει τη δημιουργία του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Ασφάλειας στις Αερομεταφορές (European Aviation Safety Agency), κατά το πρότυπο της FAA. Ο οργανισμός αυτός θα διαδεχθεί τη JAA και προβλέπεται να είναι σε θέση να προδιαγράψει κοινούς κανονισμούς και πρότυπα (σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, αλλά και συμβατά με τα αντίστοιχα των Η.Π.Α.), τα οποία θα προσφέρουν τον υψηλότερο βαθμό ασφάλειας αλλά και περιβαλλοντικής προστασίας.

Οι κανονισμοί, οι οποίοι διέπουν τις διάφορες αεροπορικές δραστηριότητες εκπονούνται κυρίως από τις JAA για την Ευρώπη και την FAA για τις Η.Π.Α. Είναι τα Joint Airworthiness Requirements-JAR και Federal Aviation Regulations – FAR. Υπάρχει γενικότερα αντιστοιχία στην κωδικοποίηση (αριθμός “Part”) μεταξύ των δύο οργανισμών, ενώ υπάρχει συνεργασία για την ομογενοποίηση των κανονισμών μεταξύ Ευρώπης και Αμερικής.



Σχήμα Α.1 Τα σήματα των ΥΠΑ, JAA & FAA

Στη συνέχεια αναφέρεται περιληπτικά το αντικείμενο ορισμένων κανονισμών, οι οποίοι παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τεχνικούς συντήρησης αεροπορικών κινητήρων:

- JAR-1, FAR Part 1: Περιέχονται ορισμοί και συντομογραφίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε κάθε είδους αεροπορική δραστηριότητα (σχεδίαση, παραγωγή, λειτουργία, συντήρηση). Ο πίνακας, στο τέλος του παραρτήματος, περιέχει επιλεγμένους ορισμούς, οι οποίοι περιέχονται σε αυτούς τους κανονισμούς.
- JAR-21, FAR Part 21: Αναφέρονται στις διαδικασίες πιστοποίησης που απαιτούνται για το σχεδιασμό, παραγωγή και λειτουργία αεροπορικών προϊόντων και εξαρτημάτων.

- JAR-22/-23/-25/-27/-29 και τα αντίστοιχα FAR Parts: Περιέχουν προδιαγραφές για το σχεδιασμό και τις δοκιμές αποδοχής διαφόρων τύπων αεροσκαφών.
- JAR-E, FAR Part 33: Περιέχουν προδιαγραφές για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τις δοκιμές αποδοχής αεροπορικών κινητήρων (εμβολοφόρων και αεριοστρόβιλων).
- FAR Part 43: Παρέχονται οι νομικές απαιτήσεις αναφορικά με την προληπτική και διορθωτική συντήρηση, ανακατασκευές και τροποποιήσεις πιστοποιημένων αεροσκαφών.
- JAR-66, FAR Part 65 & 66: Απαιτήσεις πιστοποίησης του προσωπικού συντήρησης αεροσκαφών και κινητήρων.
- FAR Part 91: Αναφέρεται σε γενικούς κανόνες λειτουργίας και πτήσης. Περιέχει επίσης τις γενικές απαιτήσεις αναφορικά με τη συντήρηση, επιθεώρηση και διατήρηση μητρώων.
- JAR-145, FAR Part 145: Περιέχει τις προϋποθέσεις, οι οποίες θα πρέπει να πληρούνται από οργανισμούς ή εταιρείες επισκευής, ενώ κατηγοριοποιεί τα επισκευαστικά κέντρα.
- JAR-147, FAR Part 147: Καταγράφονται οι απαιτήσεις για την πιστοποίηση κέντρων εκπαίδευσης στη συντήρηση αεροσκαφών και κινητήρων.

Παρατίθενται για ενημερωτικούς λόγους, στο τέλος του παραρτήματος, κατάλογοι JARs και FARs, (Πίνακας Α.1 και ο Πίνακας Α.2 αντίστοιχα).

Α.2. Πιστοποίηση προσωπικού κατά JAR-66

Ο αρχικός κανονισμός FAR Part 65 προδιαγράφει τις απαιτήσεις πιστοποίησης του προσωπικού συντήρησης αεροσκαφών και κινητήρων καθώς επίσης και άλλων ειδικοτήτων (ελεγκτές πτήσεων κ.ά.). Εξαιτίας των αυξημένων πλέον απαιτήσεων δεξιοτήτων του προσωπικού συντήρησης, αλλά και του ιδιαίτερου ρόλου που έχει αυτό στην καλή λειτουργία αεροσκαφών και κινητήρων, αποφασίσθηκε η εκπόνηση ιδιαίτερων κανονισμών (JAR-66, FAR Part 66) οι οποίοι καλύπτουν αποκλειστικά τις απαιτήσεις για την πιστοποίηση των τεχνικών και μηχανικών συντήρησης. Το Σχήμα Α.2 παρουσιάζει ενδεικτικά μία σελίδα του JAR-66.

Το JAR-66 προβλέπει τρεις κατηγορίες προσωπικού συντήρησης (βλ. και Σχήμα Α.3):

- Κατ. Α: Πιστοποιημένος τεχνίτης συντήρησης γραμμής πτήσης, ο οποίος μπορεί να διεκπεραιώνει¹ απλές εργασίες συντήρησης και αντικατάστασης.
- Κατ. Β: Πιστοποιημένος τεχνικός συντήρησης γραμμής πτήσης, ο οποίος μπορεί να διεκπεραιώνει εργασίες συντήρησης στη δομή του αεροσκάφους, στον κινητήρα και στα ηλεκτρικά μέρη (κατ. Β1), καθώς επίσης και στα ηλεκτρονικά του σκάφους (Avionics – κατ. Β2).
- Κατ. C: Πιστοποιημένος μηχανικός συντήρησης υποστέγου, ο οποίος μπορεί να διεκπεραιώνει εργασίες γενικής επισκευής.

Η πιστοποίηση στις διάφορες κατηγορίες του JAR-66 εξαρτάται από την εκπαίδευση, αλλά και από την πρακτική εμπειρία.

A.3.Τεχνικά εγχειρίδια

Κάθε είδους εργασία, η οποία εκτελείται σε αεροπορικό κινητήρα εκτελείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, ή άλλου εξουσιοδοτημένου οίκου. Οι οδηγίες παρέχονται στον τεχνικό συντήρησης μέσω κατάλληλων τεχνικών εγχειριδίων, τα οποία αποκαλούνται συνήθως “Technical Manuals” ή “Technical Orders”. Τα εγχειρίδια αυτά, φέρουν ειδική κωδικοποίηση, ανάλογα συνήθως με τον κατασκευαστή του κινητήρα, ή του εξουσιοδοτημένου κέντρου, το οποίο εκδίδει την τεχνική οδηγία. Ενδεικτικά αναφέρουμε ορισμένους τύπους τεχνικών οδηγιών, με τις οποίες έρχεται σε καθημερινή επαφή ένας τεχνικός συντήρησης κινητήρων:

- Ευρετήρια (Indexes)
- Κατάλογοι εξαρτημάτων (Illustrated Parts Catalog – Illustrated Parts Breakdown)
- Οδηγίες επιθεώρησης (Inspection Requirements)
- Οδηγίες επισκευής (Structural Repair Manuals - Structural Repair Instructions)
- Οδηγίες συντήρησης (Maintenance Instructions)
- Οδηγίες από-/συναρμολόγησης (Disassembly / Assembly instructions)
- Λειτουργική προσθήκη (Operational supplement)

¹ Ως διεκπεραίωση εννοείται η αποδέσμευση του αεροσκάφους ή του κινητήρα μετά τις εργασίες συντήρησης.

SECTION 1

JAR-66

JAR 66.1 General
(See AMC 66.1)

(a) JAR-145 requires appropriately authorised certifying staff to issue a certificate of release to service on behalf of the JAR-145 approved maintenance organisation when satisfied that all required maintenance has been completed.

(b) Except where stated otherwise in paragraphs (c), (d), (e) and (f), certifying staff responsible for issuing the certificate of release to service must be qualified in accordance with the appropriate requirements of this JAR-66.

(c) This JAR-66 is limited to those certifying staff responsible for issuing the certificate of release to service for aeroplanes and helicopters with a maximum take off mass of 5700 kg and above.

Note: The application of JAR 66 to aeroplanes and helicopters with a maximum take off mass below 5700 kg, airships and aircraft components will be considered in a future issue. Aircraft components include engines, auxiliary power units and propellers.

(d) Personnel authorised to exercise certification privileges in accordance with National aviation regulations valid before the effective date of JAR-66, may continue to exercise these privileges.

(e) Personnel undergoing a course of approved basic or type training at the JAR-66.3(b) compliance date in accordance with National aviation regulations valid before the effective date of JAR-66, may continue to be qualified in accordance with these National aviation regulations. The qualifications gained following such training will be recognised for the purposes of certification privileges in accordance with JAR-66.1(d).

(f) Certifying staff qualified in accordance with paragraph (d) or (e) may continue to exercise the authorisation except in the case of adding other basic categories / sub-categories of qualification to that authorisation when the appropriate additional requirements of JAR-66 will apply to such extension. Certifying staff qualified in accordance with paragraph (d) or (e) may extend the scope of their authorisation to include new aircraft types subject to compliance with National aviation regulations valid before the effective date of JAR-66.

(g) Notwithstanding that paragraph (d), (e) and (f) personnel may continue to exercise such privileges, such personnel must be issued a

JAR 66.1(g) (continued)

JAR-66 aircraft maintenance licence based upon the National qualification without further examination but within the time limits of JAR 66.3 (d). The JAR-66 aircraft maintenance licence may contain technical limitations in relation to JAR-66 where not appropriately qualified but does not change any existing certification privileges. Technical limitations will be deleted, as appropriate, when the person satisfactorily sits the relevant conversion examination.

JAR 66.3 Effectivity

(a) This JAR-66 was first issued on 03 April 1998 and becomes effective on 01 June 1998.

(b) After 01 June 2001 any person required to be approved in accordance with JAR-66.1(b) or (f) must be in compliance with this JAR-66.

(c) A JAR-66 aircraft maintenance licence may be issued by the JAA full member Authority during the sub-paragraph (b) transition period.

(d) Any person required by JAR-66.1 (g) to convert a National qualification to a JAR-66 aircraft maintenance licence must do so not later than 10 years after the end of the transition period of sub-paragraph (b).

JAR 66.5 Definitions

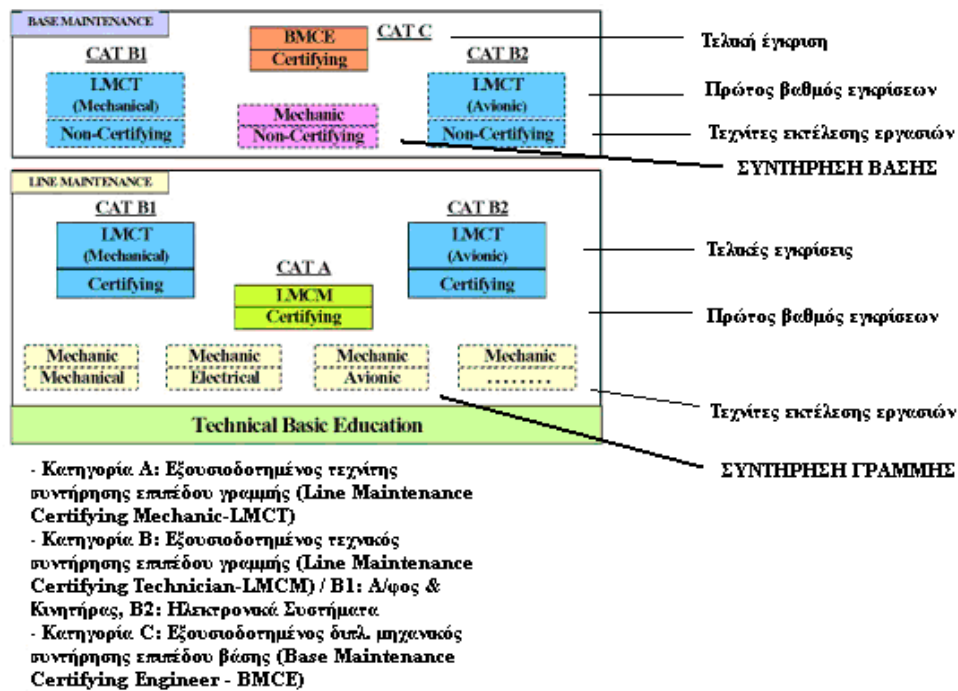
For the purpose of this JAR-66, the following definitions shall apply:

'Aircraft maintenance licence' means a document issued as evidence of qualification confirming that the person to whom it refers has met the JAR-66 knowledge and experience requirements for any aircraft basic category and aircraft type rating specified in the document.

Note: The aircraft maintenance licence alone does not permit the holder to issue certificates of release to service in respect of aircraft used for commercial air transport. To issue a certificate of release to service for such aircraft, the aircraft maintenance licence holder must in addition hold a JAR-145 certification authorisation issued by the JAR-145 approved maintenance organisation.

'Certification' means the issuance of a certificate of release to service.

Σχήμα Α.2 Απόσπασμα από το Section 1 του JAR-66



Σχήμα A.3 Οργάνωση εργασιών συντήρησης κατά JAR

- Τεχνική οδηγία άμεσης συμμόρφωσης (Time Compliance Technical Order)
- Τεχνικές οδηγίες μεθόδων και διαδικασιών (Methods and Procedures Technical Orders)
- Τεχνικές οδηγίες συντήρησης παρελκομένων (Accessories Maintenance instructions), κ.ά.

Οι εταιρείες κατασκευής κινητήρων έχουν αρχίσει πλέον να διαθέτουν τα τεχνικά εγχειρίδια σε ηλεκτρονική μορφή, απλοποιώντας σημαντικά την εργασία του τεχνικού συντήρησης, απαλλάσσοντάς τον από τη χρονοβόρα διαδικασία αναζήτησης μέσα στους ογκώδεις τόμους της τεχνικής βιβλιογραφίας (βλ. Σχήμα A.4, Σχήμα A.5).

A.4. Έντυπα εργασιών

Η απαίτηση τεκμηρίωσης είναι από τις σημαντικότερες υποχρεώσεις του τεχνικού συντήρησης, έτσι ώστε να διασφαλίζεται στο μέγιστο η ασφάλεια των πτήσεων. Για το λόγο αυτό, οι οργανισμοί πιστοποίησης διατυπώνουν σαφώς, μέσω των διάφορων σχετικών κανονισμών (π.χ. JAR-145, FAR Part 43 κλπ.), την ανάγκη λεπτομερούς καταγραφής των εργασιών οι οποίοι επιτελούνται στον κινητήρα. Για το σκοπό αυτό έχουν προδιαγραφεί ειδικά

έντυπα για την αναλυτική καταγραφή των διαφόρων εργασιών, οι οποίες εκτελούνται σε έναν κινητήρα και της συμμόρφωσης εξαρτημάτων / εργασιών με τις αντίστοιχες προδιαγραφές (π.χ. FAR FORM 337, JAR FORM ONE).



Σχήμα Α.4 Η κεντρική σελίδα «ηλεκτρονικού» εγχειριδίου συντήρησης

Πέραν τούτων, ακόμη και η καθημερινή εργασία σε ένα εργοστάσιο συντήρησης κινητήρων απαιτεί την ύπαρξη πλάνων εργασίας, όπου πιστοποιείται εγγράφως κάθε φάση της προδιαγεγραμμένης διαδικασίας επιθεώρησης, επισκευής ή συναρμολόγησης (Σχήμα 2.103). Η πιστοποίηση γίνεται από τον τεχνικό ή / και τον επιθεωρητή συντήρησης.

**WP 046 00 Repair
Compressor Rotor Blades
Stages 1 Through 3
Repair**

REFERENCE MATERIAL REQUIRED

Number	Title
TO 2J-F110-3-4	Cleaning And Stripping
SWP 005 17	Dry Abrasive Grit-blast - Cleaning
SWP 006 02	Solid Film Lubricant - Stripping
SWP 006 03	Silicone Rubber Coating - Stripping
SWP 006 05	Rubber Masking - Stripping
TO 2J-F110-3-5	Inspection
WP 046 00	Compressor Rotor Blades - Stages 1 Through 3 - Inspection
TO 2J-F110-3-6	Repair
WP 003 00	General Repair Procedures
SWP 003 01	Application Of Dry Film Lubricant
SWP 003 06	Metal Finishing - Repair
SWP 003 15	Application Of Maskants
SWP 003 17	Glass Bead Peening - Repair
SWP 003 19	Almen Test Procedures For Peening - Repair
TO 33B-1-11	Nondestructive Inspection

APPLICABLE TC TO
None

CONSUMABLE MATERIALS

Nomenclature	Material/Specification	Part Number/Qty
Acetone, Technical	O-A-51	-

<http://f110-100dmm.haicorp.com/>

30/07/2003

Σχήμα Α.5 Η χρήση του «ηλεκτρονικού» εγχειριδίου γίνεται μέσω προγράμματος “browser” και είναι ιδιαίτερα εύκολη για τον χρήστη

Πίνακας Α.1 Ενδεικτικός Κατάλογος JARs

<u>JAR-1</u>	Definitions and Abbreviations
<u>JAR-11</u>	JAA Regulatory And Related Procedures
<u>JAR-21</u>	Certification Procedures for Aircraft and Related Products and Parts
<u>JAR-22</u>	Sailplanes and Powered Sailplanes
<u>JAR-23</u>	Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes
<u>JAR-25</u>	Large Aeroplanes
<u>JAR-26</u>	Additional Airworthiness Requirements for Operations
<u>JAR-27</u>	Small Rotorcraft
<u>JAR-29</u>	Large Rotorcraft
<u>JAR-36</u>	Aircraft Noise
<u>JAR-39</u>	Airworthiness Directives
<u>JAR-66</u>	Certifying Staff Maintenance
<u>JAR-145</u>	Approved Maintenance Organisations
<u>JAR 147</u>	Approved Maintenance Training/Examinations
<u>JAR-APU</u>	Auxiliary Power Units
<u>JAR-AWO</u>	All Weather Operations
<u>JAR-E</u>	Engines
<u>JAR-FCL 1</u>	Flight Crew Licensing (Aeroplane)
<u>JAR-FCL 2</u>	Flight Crew Licensing (Helicopter)
<u>JAR-FCL 3</u>	Flight Crew Licensing (Medical)
<u>JAR-FCL 4</u>	Flight Crew Licensing (Flight Engineers)
<u>JAR-MMEL/MEL</u>	Master Minimum Equipment List / Minimum Equipment List

JAR-OPS 1 Commercial Air Transportation (Aeroplanes)

JAR-OPS 3 Commercial Air Transportation (Helicopters)

JAR-P Propellers

JAR-STD 1A Aeroplane Flight Simulators

JAR-STD 1H Helicopter Flight Simulators

JAR-STD 2A Aeroplane Flight Training Devices

JAR-STD 3A Aeroplane Flight and Navigation Procedures Trainers

JAR-STD 3H Helicopter Flight and Navigation Procedures Trainers

JAR-STD 4A Basic Instrument Training Devices

JAR-TSO Joint Technical Standard Orders

JAR-VLA Very Light Aeroplanes

Πίνακας Α.2 Ενδεικτικός Κατάλογος FARs

Part 1 - DEFINITIONS AND ABBREVIATIONS

Part 11 - GENERAL RULEMAKING PROCEDURES

Part 13 - INVESTIGATIVE AND ENFORCEMENT PROCEDURES

Part 21 - CERTIFICATION PROCEDURES FOR PRODUCTS AND PARTS

**Part 23 - AIRWORTHINESS STANDARDS: NORMAL, UTILITY, ACROBATIC,
AND COMMUTER CATEGORY AIRPLANES**

**Part 25 - AIRWORTHINESS STANDARDS: TRANSPORT CATEGORY
AIRPLANES**

**Part 27 - AIRWORTHINESS STANDARDS: NORMAL CATEGORY
ROTORCRAFT**

**Part 29 - AIRWORTHINESS STANDARDS: TRANSPORT CATEGORY
ROTORCRAFT**

Part 31 - AIRWORTHINESS STANDARDS: MANNED FREE BALLOONS

Part 33 - AIRWORTHINESS STANDARDS: AIRCRAFT ENGINES

**Part 34 - FUEL VENTING AND EXHAUST EMISSION REQUIREMENTS FOR
TURBINE ENGINE POWERED AIRPLANES**

Part 35 - AIRWORTHINESS STANDARDS: PROPELLERS

**Part 36 - NOISE STANDARDS: AIRCRAFT TYPE AND AIRWORTHINESS
CERTIFICATION**

Part 39 - AIRWORTHINESS DIRECTIVES

**Part 43 - MAINTENANCE, PREVENTIVE MAINTENANCE, REBUILDING,
AND ALTERATION**

Part 45 - IDENTIFICATION AND REGISTRATION MARKING

Part 47 - AIRCRAFT REGISTRATION

Part 61 - CERTIFICATION: PILOTS, FLIGHT INSTRUCTORS, AND GROUND INSTRUCTORS

Part 63 - CERTIFICATION: FLIGHT CREWMEMBERS OTHER THAN PILOTS

Part 65 - CERTIFICATION: AIRMEN OTHER THAN FLIGHT CREWMEMBERS

Part 91 - GENERAL OPERATING AND FLIGHT RULES

Part 103 - ULTRALIGHT VEHICLES

Part 119 - CERTIFICATION: AIR CARRIERS AND COMMERCIAL OPERATORS

Part 121 - OPERATING REQUIREMENTS: DOMESTIC, FLAG, AND SUPPLEMENTAL OPERATIONS

Part 125 - CERTIFICATION AND OPERATIONS: AIRPLANES HAVING A SEATING CAPACITY OF 20 OR MORE PASSENGERS OR A MAXIMUM PAYLOAD CAPACITY OF 6,000 POUNDS OR MORE

Part 129 - OPERATIONS: FOREIGN AIR CARRIERS FOREIGN OPERATORS OF U.S.-REGISTERED AIRCRAFT ENGAGED IN COMMON CARRIAGE

Part 133 - ROTORCRAFT EXTERNAL-LOAD OPERATIONS

Part 135 - OPERATING REQUIREMENTS: COMMUTER AND ON-DEMAND OPERATIONS AND RULES GOVERNING PERSONS ON BOARD SUCH A/C

Part 137 - AGRICULTURAL AIRCRAFT OPERATIONS

Part 141 - PILOT SCHOOLS

Part 142 - TRAINING CENTERS

Part 145 - REPAIR STATIONS

Part 183 - REPRESENTATIVES OF THE ADMINISTRATOR

Part 193 - PROTECTION OF VOLUNTARILY SUBMITTED INFORMATION

Πίνακας Α.3 Ορισμοί μερικών βασικών εννοιών κατά JAR-1, FAR Prt 1

«**Αεροσκάφος**» ("**Aircraft**") : Συσκευή που χρησιμοποιείται, ή πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, για πτήση στον αέρα.

«**Κινητήρας αεροσκάφους**» ("**Aircraft engine**") : Κινητήρας που χρησιμοποιείται, ή πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, για την πρόωση αεροσκάφους. Περιλαμβάνονται οι στρόβιλοι υπερπλήρωσης, τα παρελκόμενα, όχι όμως οι έλικες.

«**Αεροπλάνο**» ("**Airplane**") : Αεροσκάφος με κινητήρα και σταθερές πτέρυγες, πιο βαρύ από τον αέρα, η πτήση του οποίου βασίζεται στη δυναμική αντίδραση του αέρα στις πτέρυγες.

«**Αεροδρόμιο**» ("**Airport**") : Περιοχή ξηράς ή νερού, η οποία προορίζεται για την προσγείωση και απογείωση αεροσκαφών. Περιλαμβάνει τυχόν υπάρχοντα κτίρια και εγκαταστάσεις.

«**Ισχύς πέδης**» ("**Brake horsepower**") : Η ισχύς που αποδίδεται στον άξονα του έλικα ενός κινητήρα αεροσκάφους.

«**Ελικόπτερο**» ("**Helicopter**") : Αεροσκάφος, η οριζόντια κίνηση του οποίου εξασφαλίζεται από τις πτέρυγές του, οι οποίες περιστρέφονται με τη βοήθεια κινητήρων.

«**Συντήρηση**» ("**Maintenance**") : Περιλαμβάνει την επιθεώρηση, γενική επισκευή, επισκευή, προετοιμασία αποθήκευσης και την αντικατάσταση εξαρτημάτων. Δεν περιλαμβάνει την προληπτική συντήρηση.

«**Μεγάλη τροποποίηση**» ("**Major alteration**") : Τροποποίηση η οποία δεν περιλαμβάνεται στις προδιαγραφές του αεροσκάφους, του κινητήρα ή του έλικα, η οποία: (1) μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το βάρος, τη δομική αντοχή, τις επιδόσεις, τη λειτουργία του κινητήρα, τα χαρακτηριστικά της πτήσης, ή άλλα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την πλοϊμότητα, ή, (2) απαιτεί ιδιαίτερες συνθήκες για την πραγματοποίησή της.

«**Εκτεταμένη επισκευή**» ("**Major repair**") : Επισκευή, η οποία (1) αν δεν πραγματοποιηθεί σωστά μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το βάρος, τη δομική αντοχή, τις επιδόσεις, τη λειτουργία του κινητήρα, τα χαρακτηριστικά της πτήσης, ή άλλα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την πλοϊμότητα, ή, (2) απαιτεί ιδιαίτερες συνθήκες για την πραγματοποίησή της.

«**Έλικας**» ("**Propeller**") : Συσκευή με πτερύγια, η οποία χρησιμοποιείται για την πρόωση ενός αεροσκάφους και η οποία όταν περιστρέφεται παράγει ώση, που είναι περίπου κάθετη στο επίπεδο περιστροφής. Περιλαμβάνει τα απαραίτητα συστήματα ελέγχου.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ
ΑΣΚΗΣΕΩΝ**

Κατά τη διάρκεια των εργασιών που θα πραγματοποιηθούν στα πλαίσια των εργαστηριακών ασκήσεων, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη λήψη των απαραίτητων μέτρων ασφαλείας, ώστε να εξαλειφθεί η οποιαδήποτε πιθανότητα τραυματισμού των συμμετεχόντων:

- Πραγματοποιείτε τις όποιες εργασίες αργά και μεθοδικά. Βιαστικές κινήσεις μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμούς και ζημιές στα κομμάτια.
- Εξασφαλίστε την καλή κατάσταση των εργαλείων που θα χρησιμοποιηθούν.
- Εξασφαλίστε την καλή κατάσταση των μέσων ανάρτησης (σχοινί, συρματόσχοινο, ιμάντας ή αλυσίδα) που ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν.
- Εξασφαλίστε την καθαριότητα του χώρου εργασίας (καθαρίστε λάδια, γράσα, κόλλες και άλλα).
- Διατηρείτε την ευταξία του χώρου εργασίας.
- Αποφύγετε να φοράτε ρούχα που είναι φαρδιά και, γενικά, εξέχουν. Είναι προτιμότερη η χρήση φόρμας και παπουτσιών εργασίας. Σε ειδικές περιπτώσεις πρέπει να χρησιμοποιούνται τα ειδικά γυαλιά ασφαλείας.
- Αποφεύγετε την εισπνοή των σπρέι που, πιθανόν, χρησιμοποιείτε κατά τη διάρκεια των εργασιών.
- Πλένετε καλά και με επιμέλεια τα χέρια σας μετά το τέλος των εργασιών.
- Μην επιχειρείτε να σηκώνετε εξαρτήματα τα οποία είναι βαριά ή είναι άγνωστο το βάρος τους.
- Μην καπνίζετε στο χώρο της εργασίας ακόμη και κατά τη διάρκεια του διαλείμματος.
- Ενημερωθείτε για τη λειτουργία των πυροσβεστικών μέσων του χώρου εργασίας καθώς και για την ύπαρξη εξόδων κινδύνου.
- Μη θεωρήσετε υπερβολικά ή αστεία τα μέτρα ασφαλείας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Καρκανιάς, Κ., Γούλιος, Γ., «Εμβολοφόροι Αεροπορικοί Κινητήρες», Εκδόσεις ΑΛΦΑ, Αθήνα
2. Καρκανιάς, Κ., «Αεροστρόβιλοι κινητήρες», Εκδόσεις ΑΛΦΑ, Αθήνα.
3. Κουρεμένος, Δ., Α., «Σημειώσεις Θερμοδυναμικής Ι», Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 1978.
4. Μαυροματάκος, Α., Κ., «Φυσική», Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου
5. Σαββάλας Α., Σαββάλας, Σ., «Θερμοδυναμική-Εντροπία-Ταλαντώσεις», Εκδόσεις Σαββάλα
6. Abbott, A., F., “Physics”, 5th edition, Heinman Educational
7. “A & P Technician Powerplant Textbook”, Jeppesen Sanderson Inc.,2003
8. Crane, D., Otis, C., Delp, F., “Aviation Technician Training Series, 1) Powerplant Section, 2) General Section”, AMP
9. Hellenic Aerospace Industry, Technical Directorate, “Technical Publications Course”, Τανάγρα, 2002
10. Joint Aviation Authorities, “JARs”, <http://www.jaa.nl>, The World Wide Web, 2003
11. Kroes, M. J., Wild, T., W., “Aircraft Powerplants”, McGraw-Hill, INTERNATIONAL EDITIONS, Seventh Edition, 1994.
12. Rogers and Mayhew, “Engineering thermodynamics- Work and Heat Transfer”, Third Edition, Longman Scientific Technical
13. “Training Manual, Powerplant Section”, Aviation Maintenance Publishers, 1983
14. Treager, I., E., “Aircraft Gas Turbine Engine Technology”, Glencoe McGraw-Hill, Third Edition, 1996.
15. Young D. Huch, “University Physics”, 8th edition, Addison-Wesley publishing, Inc.
16. Avco Lycoming, “Engine Mounted Oil Filter Kits and Replacement Filters”, Service letter No 1319B

Το φωτογραφικό υλικό των εικόνων του βιβλίου, αποτελεί μέρος από το προσωπικό αρχείο των συγγραφέων ή δημιουργήθηκε για τις ανάγκες του βιβλίου με ευθύνη των συγγραφέων. Υποδείγματα εντύπων, κατάλογοι διεργασιών και φωτογραφίες εξοπλισμού της Ελληνικής Αεροπορικής Βιομηχανίας έχουν περιληφθεί μετά από σχετική ενημέρωση της εταιρείας.

Ενέργεια 2.3.2: «Ανάπτυξη των Τ.Ε.Ε. και Σ.Ε.Κ.»

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Σταμάτης Αλαχιώτης

Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών

Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Έργο:

«Εκπόνηση βιβλίων, ντοσιέ και τετραδίων εργασίας και προγραμμάτων σπουδών της Τεχνικής Επαγγελματικής Εκπαίδευσης Τ.Ε.Ε.»

- Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου

Γεώργιος Βούτσινος

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

- Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα

Ολύμπιος Δαφέρμος

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Συντονιστική Επιτροπή του Έργου

- **Βούτσινος Γεώργιος**, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου
- **Γκιζελή Βίκα**, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- **Γκλαβάς Σωτήρης**, Μόνιμος Πάρεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- **Καφετζόπουλος Κωνσταντίνος**, Πάρεδρος ε.θ. Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- **Στάππα Ματίνα**, Πάρεδρος ε.θ. Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- **Καβαλάρη Παναγιώτα**, Εκπ/κος Α/θμιας Εκπ/σης, αποσπ. στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο
- **Μεργκούνη Καλλιόπη**, Εκπ/κος Β/θμιας Εκπ/σης, αποσπ. στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο