

3. Ρυθμίζοντας την επιθυμητή ροπή στην οθόνη του ηλεκτρονικού δυναμόμετρου.

Τα δυναμόμετρα είναι εργαλεία μεγάλης ακρίβειας στην ένδειξή τους, καθώς απαιτείται ακρίβεια στην ροπή σύσφιξης στους αεροπορικούς κοχλίες. Για την εξασφάλιση της σωστής ροπής σύσφιξης είναι απαραίτητο να διακριβώνονται¹ περιοδικά (Σχήμα 1.125) . Το διάστημα για το οποίο είναι διακριβωμένο ένα δυναμόκλειδο αναγράφεται σε ειδικό ταμπελάκι που φέρει και δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται μετά το πέρας της ημερομηνίας αυτής.



Σχήμα 1.125 Συσσκευή διακρίβωσης δυναμόκλειδου

Στην περίπτωση που θέλουμε να συσφίξουμε ένα κοχλία σε μια ροπή μεγαλύτερη από αυτή που μπορεί να ρυθμιστεί το δυναμόμετρο που διαθέτουμε, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κατάλληλη προέκταση(Σχήμα 1.126) . Σε αυτή την περίπτωση η ασκούμενη ροπή στον κοχλία T_A υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$T_A = \frac{T_W (L + A)}{L}$$

όπου: T_W η ροπή που διαβάζουμε στο δυναμόκλειδο.

L το μήκος του δυναμόκλειδου.

A το μήκος της προέκτασης του δυναμόκλειδου.

Πρακτικές που πρέπει να ακολουθούνται για την πραγματοποίηση μιας σωστής δυναμομέτρησης περιγράφονται στη συνέχεια:

1. Εκτός από τη σωστή ρύθμιση της τιμής της ροπής σε ένα δυναμόκλειδο, για να πραγματοποιηθεί σωστά η δυναμομέτρηση ενός κοχλία

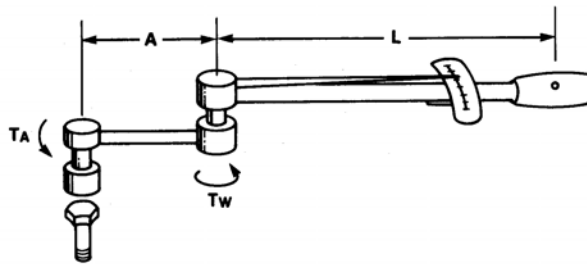
¹ Ως διακρίβωση ορίζεται η διαδικασία λήψης προκαθορισμένων μετρήσεων και η σύγκριση αυτών με τα αποτελέσματα των ίδιων μετρήσεων, οι οποίες λαμβάνονται με πρότυπα εργαλεία.

θα πρέπει να γίνεται σωστά και ο χειρισμός του. Κατά τη διάρκεια της δυναμομέτρησης ο προσαρμογέας του δυναμόμετρου θα πρέπει να είναι παράλληλος με τον άξονα του κοχλία προς αποφυγή φθοράς του περικοχλίου από το καρυδάκι.

2. Επίσης το δυναμόκλειδο θα πρέπει να συγκρατείται από τη χειρολαβή του με το ένα χέρι και με το άλλο να υποστηρίζεται στον άξονα περιστροφής του. Η χρήση του δυναμόκλειδου με το ένα χέρι δεν αποτελεί σωστό τρόπο δυναμομέτρησης και ενέχει τον κίνδυνο ατυχήματος και φθοράς στον κινητήρα κατά τη διάρκεια της περιστροφής του.

3. Αν για κάποιο λόγο ξεπεραστεί το όριο σύσφιξης ενός κοχλία αυτός θα πρέπει να χαλαρωθεί και να συσφιχθεί με τη σωστή τιμή ροπής. Ποτέ δεν πρέπει να χαλαρώνεται ένας κοχλίας και κατόπιν να μην δυναμομετρείται στην περίπτωση που υπερβούμε το όριο της προβλεπόμενης ροπής.

4. Η περιστροφή του δυναμόμετρου θα πρέπει να γίνεται ομαλά και με ήπιο τρόπο χωρίς απότομη περιστροφή για να αποφευχθεί η σύσφιξη του κοχλία πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια.



Σχήμα 1.126 Χρησιμοποιώντας προέκταση για την αύξηση της δυνατότητας σύσφιξης ενός δυναμόμετρου

Συρματοσφάλιση

Με τη σωστή σύσφιξη, και συνεπώς προφόρτιση, ενός κοχλία σε έναν αεροκινητήρα δεν μπορούμε να πούμε ότι αυτός έχει ασφαλιστεί στη θέση του κατά 100%. Αυτό συμβαίνει γιατί κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός κινητήρα μπορεί να υπάρξουν τέτοιες συνθήκες, όπως κραδασιμοί και θερμοκρασιακές διαφορές, που να δημιουργήσουν δυνάμεις στα δύο εξαρτήματα, μεγαλύτερες από τη δύναμη προφόρτισης του κοχλία. Σε αυτή την περίπτωση ο κοχλίας βρίσκεται χωρίς φορτίο και η χαλάρωσή του είναι θέμα χρόνου. Αυτό δε συμβαίνει στην περίπτωση των **αυτασφαλιζόμενων περικοχλίων** τα οποία, λόγω της κατασκευής τους, ασφαλίζουν στο σπείρωμα μετά τη ροπομέτρησή τους.

Ένας τρόπος για να εξασφαλίσουμε ότι ένας κοχλίας θα παραμείνει στη θέση του είναι ασφαρίζοντάς τον με σύρμα. Η ασφάλιση αυτή πραγματοποιείται περνώντας από την ή τις τρύπες, της κατάλληλα διαμορφωμένης κεφαλής του κοχλίου, ένα σύρμα και δένοντάς το με έναν άλλο κοχλίο ή κάποιο σταθερό σημείο του κινητήρα (Σχήμα 1.127).

Η ασφάλιση αυτή δεν συνεπάγεται απλά το δέσιμο του κοχλίου για να μην περιστραφεί και ξεβιδώσει. Η συρματασφάλιση γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η τάση που έχει ο κοχλίας να περιστραφεί, εξισορροπείται και αντισταθμίζεται από την εφελκυστική τάση που δημιουργείται στο σύρμα κατά τη διάρκεια της συρματασφάλισης. Ο τύπος του σύρματος, δηλαδή το υλικό και το πάχος που χρησιμοποιείται για μια συρματασφάλιση καθορίζεται για κάθε τύπο κοχλίου και για το σημείο του κινητήρα στο οποίο αυτός τοποθετείται, από τον κατασκευαστή και αναφέρεται στη βιβλιογραφία του κινητήρα.



Σχήμα 1.127 Συρματασφάλιση κοχλιών

Το σύρμα που χρησιμοποιείται κατ' εξοχήν σε αεροπορικούς κινητήρες είναι από μαλακό ανοξείδωτο ατσάλι. Σε μερικές περιπτώσεις και για περιοχές που δεν υπάρχουν υψηλές θερμοκρασίες χρησιμοποιείται και σύρμα από ορείχαλκο. Η διάμετρος του σύρματος εξαρτάται από το μέγεθος του κοχλίου που ασφαρίζεται και συνεπώς από τη ροπή σύσφιξης που ασκούμε, η οποία μεταφράζεται και σε απαιτούμενη εφελκυστική τάση που πρέπει να ασκεί το σύρμα στον κοχλίο. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η τάση, τόσο μεγαλύτερο πρέπει να είναι το πάχος του σύρματος.

Το εργαλείο που χρησιμοποιείται για να ασφαρίζουμε κοχλίες με σύρμα ονομάζεται **συρματασφαιστής**. Είναι ένα είδος τανάλιας, το οποίο έχει τη δυνατότητα με ένα μηχανισμό που διαθέτει, να «κλειδώνει» στην κλειστή θέση των σιαγόνων του κρατώντας το σύρμα χωρίς να χρειάζεται να ασκούμε συνέχεια πίεση για να συγκρατούμε το σύρμα. Ένας δεύτερος

μηχανισμός, με τον κοχλία που διαθέτει, του επιτρέπει να περιστρέφεται, καθώς βρίσκεται σε κλειστή θέση με το σύρμα στις σιαγόνες του, στρίβοντας με αυτό τον τρόπο το σύρμα. Αντιπροσωπευτικοί τύποι συρματασφαλιστών φαίνονται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1.128). Οι συρματασφαλιστές κατασκευάζονται σε διάφορα μήκη για εφαρμογές ανάλογα με την ευκολία πρόσβασης σε διάφορα μέρη του κινητήρα.

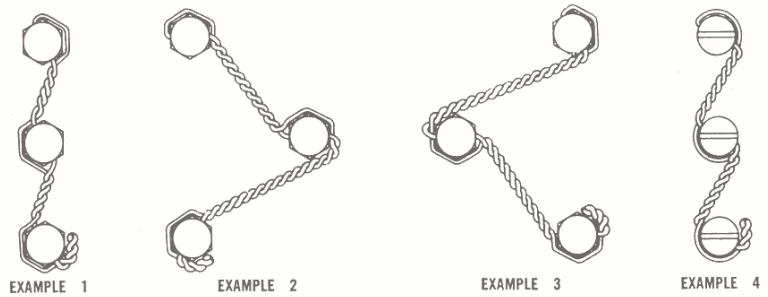


Σχήμα 1.128 Συρματασφαλιστές

Πρακτικές που πρέπει να ακολουθούνται για την πραγματοποίηση μιας σωστής συρματασφάλισης περιγράφονται στη συνέχεια:

1. **Το σύρμα θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να έχει την τάση να βιδώνει τον κοχλία.** Το σύρμα θα πρέπει να έχει τέτοια θέση ώστε πάντα να αντιτίθεται στην τάση του κοχλία να χαλαρώσει.
2. **Το σύρμα που χρησιμοποιείται για συρματασφάλιση δεν επαναχρησιμοποιείται.** Πάντοτε θα πρέπει να χρησιμοποιείται καινούργιο σύρμα.
3. **Το σύρμα δεν θα πρέπει να είναι υπερβολικά τεντωμένο.** Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά τη διάρκεια του στριψίματος των δύο άκρων του σύρματος, έτσι ώστε να είναι μεν στριμμένα σφιχτά αλλά όχι υπερβολικά, σε σημείο που να κοπεί το σύρμα με μικρή κάμψη του ή με το παραμικρό φορτίο. Το σωστό στρίψιμο του σύρματος σε μια συρματασφάλιση είναι μια δεξιότητα που αποκτάται με την εμπειρία. Ένας πρακτικός κανόνας για μια σωστή συρματασφάλιση και για το μέγεθος των κοχλιών που χρησιμοποιούνται σε αεροπορικές εφαρμογές, είναι ότι ο αριθμός των στροφών μιας συρματασφάλισης θα πρέπει να κυμαίνεται από 8 έως 10 στροφές ανά ίντσα μήκους σύρματος.
4. **Το σύρμα μετά το πέρας της συρματασφάλισης θα πρέπει να είναι καλά τεντωμένο.** Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται ταλάντωση του σύρματος και θραύση του από κόπωση του καθώς επίσης και τριβή του με παρακείμενα μέρη του κινητήρα.

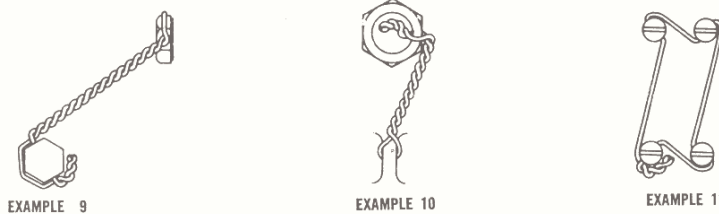
5. Οι άκρες του σύρματος μετά το πέρας της συρματασφάλισης θα πρέπει να γυρίζονται προς τον κινητήρα. Αυτή η πρακτική θα πρέπει να ακολουθείται για λόγους πρόληψης τραυματισμών των τεχνικών που εργάζονται στον κινητήρα. Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται παραδείγματα από τυπικές εφαρμογές συρματασφάλισης.



Examples 1, 2, 3, and 4 apply to all types of bolts, fillister head screws, square head plugs, and other similar parts which are wired so that the loosening tendency of either part is counteracted by tightening of the other part. The direction of twist – from the second to the third unit is counterclockwise to keep the loop in position against the head of the bolt. The wire entering the hole in the third unit will be the lower wire and by making a counterclockwise twist after it leaves the hole, the loop will be secured in place around the head of that bolt.



Examples 5, 6, 7 & 8 show methods for wiring various standard items. Note: Wire may be wrapped over the unit rather than around it when wiring castellated nuts or on other items when there is a clearance problem.



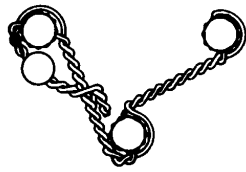
Example 9 shows the method for wiring bolts in different planes. Note that wire should always be applied so that tension is in the tightening direction.

Hollow head plugs shall be wired as shown with the tab bent inside the hole to avoid snags and possible injury to personnel working on the engine.

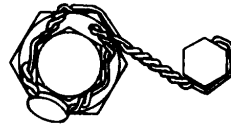
Correct application of single wire to closely spaced multiple group.

L-5246

Σχήμα 1.129 Παραδείγματα συρματασφάλισης κοχλιών- 1 έως 4: Η συρματασφάλιση γίνεται έτσι ώστε η χαλάρωση στο σφίξιμο ενός εξαρτήματος να προκαλεί το σφίξιμο του άλλου, 5 έως 8: Μέθοδοι συρματασφάλισης τυπικών εξαρτημάτων, 9: Συρματασφάλιση κοχλιών που βρίσκονται σε διαφορετικά επίπεδα, 10: Συρματασφάλιση τάπας με πατούρα, 11: Συρματασφάλιση μονού σύρματος πολλών γειτνιαζόντων εξαρτημάτων



EXAMPLE 12



EXAMPLE 13

Examples 12 & 13 show methods for attaching lead seal to protect critical adjustments.



EXAMPLE 14

Example 14 shows bolt wired to a right angle bracket with the wire wrapped around the bracket.



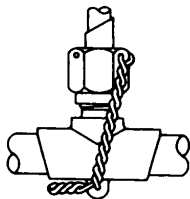
EXAMPLE 15

Example 15 shows correct method for wiring adjustable connecting rod.



EXAMPLE 16

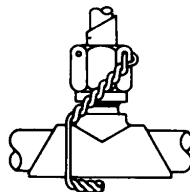
Example 16 shows correct method for wiring the coupling nut on flexible line to the straight connector brazed on rigid tube.



EXAMPLE 17



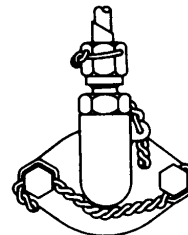
EXAMPLE 18



EXAMPLE 19



EXAMPLE 20



EXAMPLE 21

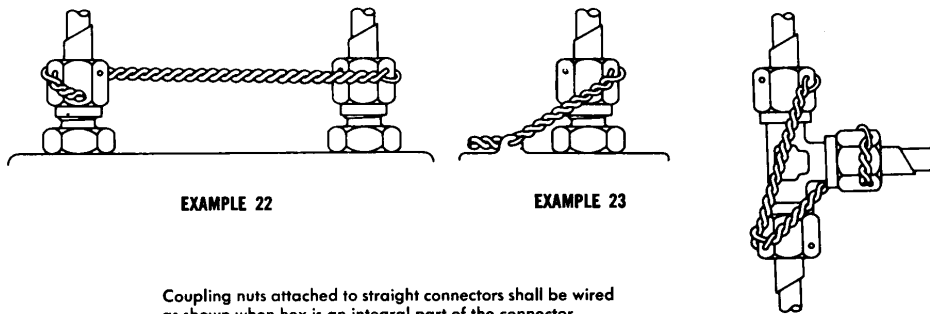
Fittings incorporating wire lugs shall be wired as shown in Examples 17 & 18. Where no lockwire lug is provided, wire should be applied as shown in Examples 19 & 20 with caution being exerted to ensure that wire is wrapped tightly around the fitting.

L-5247

Small size coupling nuts shall be wired by wrapping the wire around the nut and inserting it through the holes as shown.

Σχήμα 1.130 Παραδείγματα συρματασφάλισης εξαρτημάτων σωληνώσεων

– 12 & 13: Προστασία κρίσιμων ρυθμίσεων, 14: Συρματασφάλιση κοχλία σε άγκιστρο, 15: Συρματασφάλιση ρυθμιστικής ράβδου, 16: Συρματασφάλιση περικοχλίου εμπλοκής, 17 έως 21: Συρματασφάλιση ρακόρ



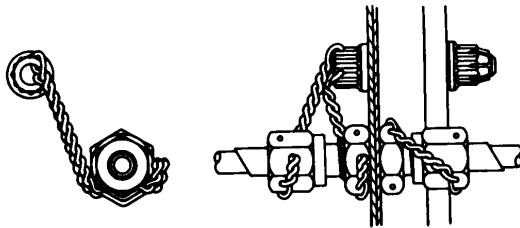
EXAMPLE 22

EXAMPLE 23

EXAMPLE 24

Coupling nuts attached to straight connectors shall be wired as shown when hex is an integral part of the connector.

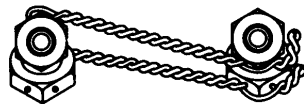
Coupling nuts on a tee shall be wired as shown above so that tension is always in the tightening direction.



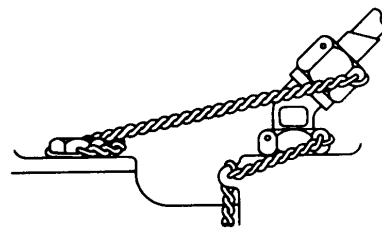
EXAMPLE 25

EXAMPLE 26

Straight Connector
(Bulkhead Type)



EXAMPLE 27



EXAMPLE 28

Examples 26, 27 & 28 show the proper method for wiring various standard fittings with check nut wired independently so that it need not be disturbed when removing the coupling nut.

L-5248

Σχήμα 1.131 Παραδείγματα συρματασφάλισης εξαρτημάτων σωληνώσεων

- 22 & 23: Συρματασφάλιση περικοχλίων εμπλοκής και ευθέων συνδέσεων, 24: Συρματασφάλιση περικοχλίου εμπλοκής σε “T”, 25: Ευθύς σύνδεσμος, 26 έως 28: Συρματασφάλιση ρακόρ.

Απαιτούμενα μέσα

Η παρούσα άσκηση παρέχει γενικές οδηγίες για την δυναμομέτρηση και στη συνέχεια συρματασφάλιση κοχλίων σε αεροπορικούς κινητήρες. Τα μέσα

που απαιτούνται για την πραγματοποίηση της παρούσας άσκησης είναι τα ακόλουθα:

- Ένας αεροπορικός κινητήρας πάνω στον οποίο θα πραγματοποιηθεί η άσκηση
- Ικανή ποσότητα σύρματος από ανοξείδωτο χάλυβα διαμέτρου 0,51mm ή 0,81 mm.
- Ένα ματκάπι με το ανάλογο καρυδάκι για τον κοχλία που θα δυναμομετρηθεί.
- Ένα δυναμόκλειδο με δυνατότητα ρύθμισης σε ροπή ανάλογη με τον κοχλία στον οποίο θα γίνει η δυναμομέτρηση. Για την επιλογή τύπου δυναμόκλειδου και της ροπής σύσφιξης του κοχλία που επιλέξατε για συρματασφάλιση αναφερθείτε στα σχήματα Σχήμα 1.132 και Σχήμα 1.133.
- Ένας συρματασφαλιστής.

TORQUE WRENCH SIZE (Μέγεθος δυναμόκλειδου)	TORQUE LIMITS (Όρια ροπής)
30 lb in. (3,39 N.m)	0-25 lb in. (0,000-2,82 N.m)
150 lb in. (16,94 N.m)	26-140 lb in. (2,93-15,82 N.m)
600 lb in. (67,79 N.m)	141-550 lb in. (15,83-62,14 N.m)
1800 lb in. (203,37 N.m)	360-1680 lb in. (40,87-189,81 N.m)
3000 lb in. (338,95 N.m)	1692-2880 lb in. (189,82-325,39 N.m)
12000 lb in. (1355,81 N.m)	2892-12000 lb in. (325,40-1355,00 N.m)

Σχήμα 1.132 Τυπικά μεγέθη δυναμόκλειδων

Μέτρα ασφαλείας

Κατά τη διάρκεια των εργασιών της ροπομέτρησης και συρματασφάλισης θα πρέπει να επιστήσετε την προσοχή σας στα ακόλουθα σημεία:

- Η περιστροφή του δυναμόμετρου θα πρέπει να γίνεται προσεκτικά προς αποφυγή τραυματισμών και ζημιών σε κοντινά εξαρτήματα του κινητήρα.
- Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί κατά τον χειρισμό του σύρματος προς αποφυγή τραυματισμών.

Διάμετρος σπειρώματος (in)	Αριθμός σπειρών ανά in	Όρια ροπής	
		lb in.	Nm
3/8	16	160 - 210	18.080 - 23.730
		190 - 230	21.470 - 25.990
7/16	14	250 - 320	28.250 - 36.160
		300 - 360	33.900 - 40.680
1/2	13	420 - 510	47.460 - 57.630
		480 - 570	54.240 - 64.410
9/16	12	575 - 685	64.975 - 77.405
		48 - 57	65 lb ft - 77.405 Nm
5/8	11	840 - 960	94.920 - 108.480
		70 - 80	82 - 95 lb ft
3/4	10	1620 - 1800	183.060 - 203.400
		135 - 150	165 lb ft - 203.400 Nm
7/8	9	2460 - 2750	277.980 - 311.880
		205 - 230	235 - 265 lb ft
1.000	8	3600 - 4080	406.800 - 461.040
		300 - 340	350 - 400 lb ft
1-1/8	7	5000 - 5720	565.000 - 646.360
		415 - 480	485 - 565 lb ft
1-1/4	7	7200 - 8400	813.600 - 949.200
		600 - 700	690 - 800 lb ft
1-3/8	6	9600 - 11100	1084.800 - 1254.300
		800 - 930	900 - 1060 lb ft
1-1/2	6	12000 - 14400	1356.000 - 1627.200
		1000 - 1200	1200 - 1400 lb ft

Σχήμα 1.133 Τιμές δυναμομέτρησης κοχλιών σε inlb και Nm σε συνάρτηση με το μέγεθός τους

Πορεία εργασίας

Δυναμομέτρηση

Για την πραγματοποίηση σωστής δυναμομέτρησης θα πρέπει αρχικά να **επιλεγεί το κατάλληλο μέγεθος δυναμόμετρου** για το μέγεθος του κοχλία που πρόκειται να δυναμομετρηθεί. Για κοχλίες μικρού και μεσαίου μεγέθους, δηλαδή σε διάμετρο που δεν ξεπερνάει τα 3/4-in χρησιμοποιούνται δυναμόμετρα βαθμονομημένα σε inlb. Από αυτό το μέγεθος και πάνω χρησιμοποιούνται δυναμόμετρα βαθμονομημένα σε ftlb.

Διαδικασία δυναμομέτρησης

1. Επιλέξτε αρχικά τον ή τους κοχλίες που θέλετε να δυναμομετρήσετε και προμηθευτείτε με τα αντίστοιχα για το μέγεθος τους, καρυδάκια. Σε περίπτωση που οι κοχλίες δεν είναι βιδωμένοι στη θέση τους, χρησιμοποιήστε το ματικάπι για να τους βιδώσετε μέχρι να τερματίσει το σπείρωμα.

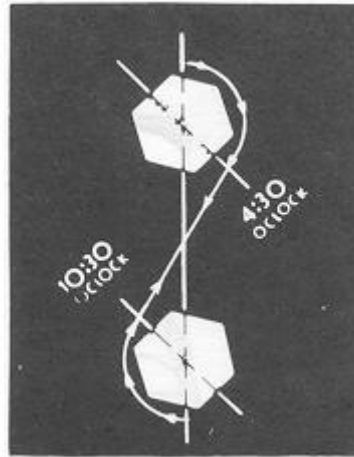
2. Συμβουλευτείτε την βιβλιογραφία του κατασκευαστή για το μέγεθος της ροπής που πρέπει να δυναμομετρηθούν οι επιλεχθέντες κοχλίες. Η πλειοψηφία των κοχλιών στους κινητήρες δυναμομετρείται με μια συγκεκριμένη ροπή για το μέγεθος του κοχλία η οποία αναγράφεται σε πίνακες στην βιβλιογραφία παρόμοιους με αυτόν που παρουσιάζεται στο (Σχήμα 1.133). Αν πρόκειται για ειδικούς τύπους κοχλία η ροπή σύσφιξης αυτών αναφέρεται επίσης στην βιβλιογραφία.

3. Ρυθμίστε το δυναμόκλειδο στην ενδεικνυόμενη ροπή περιστρέφοντας το ρυθμιστικό κοχλία που διαθέτει στο άκρο του, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα, μέχρι η ένδειξη της ροπής που θέλετε να αποκαλυφθεί στο σταθερό μέρος του δυναμόκλειδου, το οποίο βρίσκεται κάτω από το κινητό. Περιστρέφοντας δεξιόστροφα το ρυθμιστικό κοχλία αυξάνεται η τιμή της ροπής ενώ αντίθετα μειώνεται καθώς τον περιστρέφουμε αριστερόστροφα. Σε περίπτωση που διαθέτετε δυναμόμετρο καμπτόμενης ράβδου τότε καθώς σφίγγετε τον κοχλία η εφαρμοζόμενη ροπή φαίνεται από την βελόνα στην κλίμακα που διαθέτει το δυναμόμετρο.

4. Αφού ρυθμίσετε το δυναμόκλειδο στην ενδεικνυόμενη ροπή περιστρέψτε τον κοχλία ομαλά μέχρι να «σπάσει» το δυναμόμετρο ή στην περίπτωση που χρησιμοποιείτε δυναμόμετρο καμπτόμενης ράβδου, μέχρι να φθάσει η βελόνα του δυναμόμετρου στην ένδειξη της επιθυμητής ροπής.

*Συρματασφάλιση**Διαδικασία συρματασφάλισης*

1. Βεβαιωθείτε ότι οι κοχλίες που θα συρματασφάλισετε έχουν εκ των προτέρων δυναμομετρηθεί με την ενδεικνυόμενη από τον κατασκευαστή ροπή και ότι οι τρύπες στις κεφαλές τους είναι στην κατάλληλη θέση. Όταν η ασφάλιση γίνεται σε δύο τρύπες θα πρέπει η τρύπα του πρώτου κοχλία να είναι τοποθετημένη μεταξύ της 3^{ης} και 6^{ης} ώρας και η τρύπα του δεύτερου μεταξύ της 9^{ης} και 12^{ης} ώρας (Σχήμα 1.134).



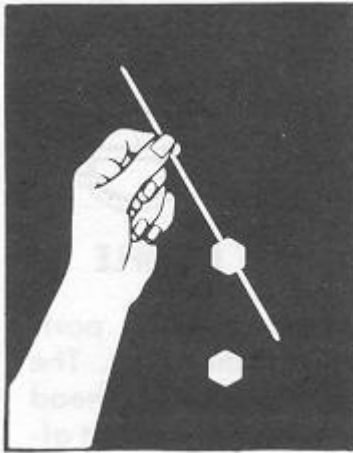
Σχήμα 1.134 Οριοθέτηση κοχλιών για συρματασφάλιση

Οριοθετώντας τις τρύπες των κοχλιών με τον παραπάνω τρόπο εξασφαλίζει ότι το σύρμα θα έχει πάντα την τάση να συσφίγγει και τους δύο κοχλίες.

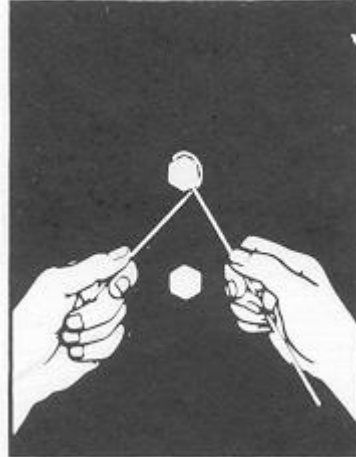
ΠΡΟΣΟΧΗ : Δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να σφίγγονται ή να χαλαρώνονται κοχλίες με σκοπό να φέρουμε τις τρύπες στην κατάλληλη θέση. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να αντικαθίσταται ο κοχλίας αυτός με άλλον με τον οποίο είναι δυνατή η σωστή οριοθέτηση των τρυπών.

2. Περάστε το σύρμα από την τρύπα στην κεφαλή του κοχλία που βρίσκεται μεταξύ της 3^{ης} και της 6^{ης} ώρας (Σχήμα 1.135).
3. Συγκρατείστε την αριστερή άκρη του σύρματος σταθερή και λυγίστε την άλλη άκρη **δεξιόστροφα** γύρω από την κεφαλή του κοχλία και κάτω από αριστερή άκρη. Τραβήξτε το βρόγχο πολύ σφιχτά γύρω από την κεφαλή του κοχλία με το συρματασφαιστή. Σε αυτό το σημείο πρέπει να δώσετε ιδιαίτερη προσοχή συγκρατώντας το σύρμα με το συρματασφαιστή από την άκρη του για να αποφύγετε να σημαδέψετε το σύρμα σε κάποιο ενδιάμεσο σημείο γεγονός που μπορεί να προκαλέσει θραύση του στη φάση της συστροφής του σύρματος(Σχήμα 1.136).
4. Κρατώντας τις άκρες του σύρματος σε απόσταση και ταυτόχρονα τραβώντας το σύρμα σφιχτά γύρω από την κεφαλή του κοχλία, στρέψατε με το χέρι τις δύο άκρες του σύρματος δεξιόστροφα σε όλη την απόσταση που υπολείπεται μέχρι την τρύπα του επόμενου κοχλία που βρίσκεται μεταξύ της 9^{ης} και 12^{ης} ώρας ή το σταθερό σημείο του κινητήρα (Σχήμα 1.137).
5. Βεβαιωθείτε ότι ο βρόγχος γύρω από την κεφαλή του πρώτου κοχλία δεν έχει χαλαρώσει και ότι δε έχει φύγει από τη θέση του. Στη

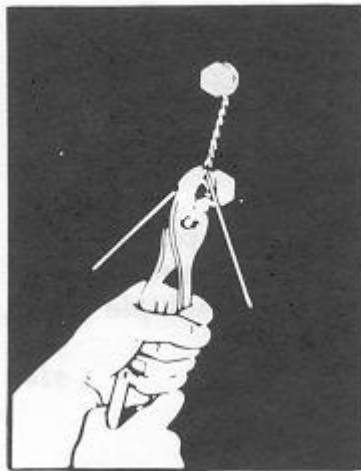
συνέχεια πιάστε τις δύο άκρες του σύρματος με τις σιαγόνες του συρματασφαλιστή πίσω από το σημείο που τελειώνει το τυλιγμένο μέρος του σύρματος (από το προηγούμενο βήμα) και με το σύρμα τεντωμένο στρίψτε δεξιόστροφα το σύρμα μέχρι αυτό να γίνει άκαμπτο, σχηματίζοντας ένα αριθμό 8-10 στροφών ανά ίντσα μήκους σύρματος.



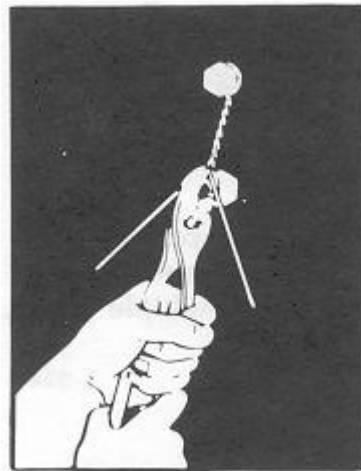
Σχήμα 1.135



Σχήμα 1.136

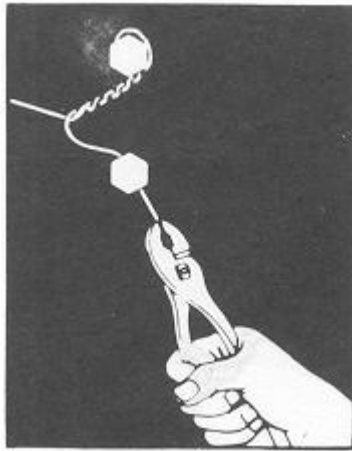


Σχήμα 1.137

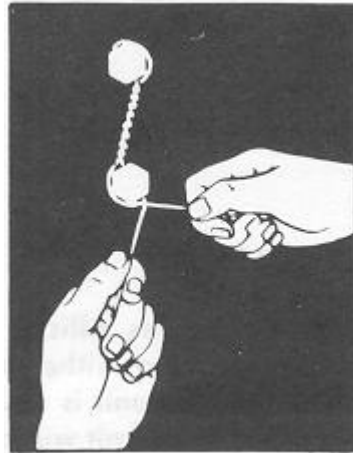


Σχήμα 1.138

6. Βεβαιωθείτε ότι το τυλιγμένο μήκος του σύρματος δεν είναι πιο μακρύ από την απόσταση μεταξύ των δύο κοχλιών, έτσι ώστε να μην μπορεί να τεντωθεί στη μεταξύ τους απόσταση. Περάστε τη μία άκρη του σύρματος από την τρύπα που βρίσκεται μεταξύ της 9^{ης} και της 12^{ης} ώρας του δεύτερου κοχλία και συγκρατώντας το με το συρματασφαλιστή τραβήξτε το για να τεντώσει μεταξύ των δύο κοχλιών (Σχήμα 1.139).



Σχήμα 1.139



Σχήμα 1.140

7. Περάστε το άλλο άκρο του σύρματος αριστερόστροφα από την κεφαλή του δεύτερου κοχλία και κάτω από το καλώδιο που εξέρχει από την τρύπα του κοχλία. Σφίξτε τον βρόγχο που σχηματίζεται με το συρματασφαλιστή και για να συγκρατήσετε το σύρμα στη θέση του γύρω από την κεφαλή του δεύτερου κοχλία, τυλίξτε αριστερόστροφα τα δύο άκρα μαζί (Σχήμα 1.140).
8. Συγκρατείστε τις δύο άκρες του σύρματος με το συρματασφαλιστή στο τέλος του μήκους που τυλίξατε στο προηγούμενο βήμα και στρίψτε το αριστερόστροφα ενώ ταυτόχρονα το κρατάτε τεντωμένο μέχρι να γίνει άκαμπτο (Σχήμα 1.141).

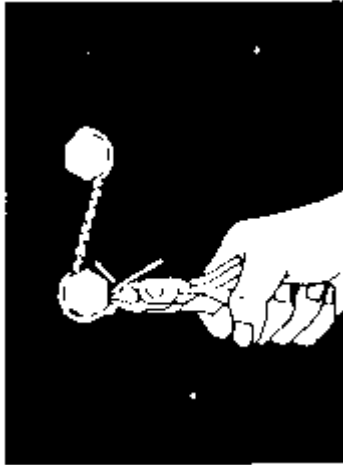


Σχήμα 1.141



Σχήμα 1.142

9. Με την τελευταία κίνηση στρέψης του συρματασφαλιστή, λυγίστε το τέλος του στριμμένου σύρματος αριστερόστροφα γύρω από την κεφαλή του δεύτερου κοιλία (Σχήμα 1.142).
10. Κόψτε το μήκος του σύρματος που περισσεύει με το συρματασφαλιστή, αφήνοντας τουλάχιστον 3 πλήρεις στροφές και αποφύγετε αιχμηρές άκρες που προεξέχουν (Σχήμα 1.143) γυρίζοντας το μήκος του σύρματος που περισσεύει προς το εσωτερικό του κινητήρα για την αποφυγή τραυματισμών.



Σχήμα 1.143

Εργαστηριακή άσκηση 1.4: Φθαρμένα και κατεστραμμένα σπειρώματα

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

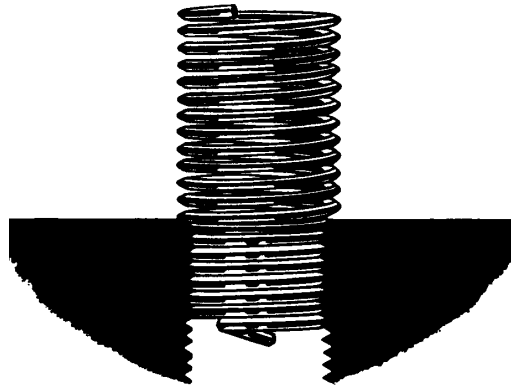
- α) Να γνωρίζετε και να εφαρμόζετε τις μεθόδους επισκευής εσωτερικών σπειρωμάτων που έχουν ζημιωθεί.
- β) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιούν όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Η τοποθέτηση ή η αντικατάσταση των κοχλιών (bolts) είναι ευκολότερη από αυτή των μπουζονιών (studs). Οι κεφαλές των κοχλιών και τα παξιμάδια κόβονται ενώ τοποθετούνται σε εσωτερικές σπείρες ενός χυτού εξαρτήματος. Οι κατεστραμμένες σπείρες στους κοχλίες και τα παξιμάδια είναι εμφανή και απαιτούν την αντικατάσταση του ζημιωμένου τμήματος. Στην περίπτωση, όμως, φθοράς των εσωτερικών σπειρωμάτων ενός εξαρτήματος, υπάρχουν δύο εναλλακτικές λύσεις: η αντικατάσταση του εξαρτήματος και η αντικατάσταση ή η επισκευή του εσωτερικού σπειρώματος. Συνήθως, η επισκευή του εσωτερικού σπειρώματος εμφανίζεται ως φθηνή και αξιόπιστη επιλογή. Διακρίνονται δύο είδη επισκευής: η τοποθέτηση **δακτυλίου (bushing)** ή η τοποθέτηση ενός εξαρτήματος που είναι γνωστό με την ονομασία **Heli-coil**.

Οι δακτύλιοι κατασκευάζονται, συνήθως, από σίδηρο ή ορείχαλκο. Βέβαια, σε περιπτώσεις όπου το περιβάλλον λειτουργίας του εξαρτήματος είναι ιδιαίτερο, χρησιμοποιούνται υλικά τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερη αντοχή σε αυτό. Με την τοποθέτηση του δακτυλίου τοποθετείται μία ειδική ουσία για την καλή συναρμογή του στην οπή. Σε πολλές εφαρμογές, ο δακτύλιος φέρει αριστερόστροφο σπείρωμα στην εξωτερική του περιφέρεια και δεξιόστροφο στην εσωτερική του. Με αυτήν την κατασκευή εξασφαλίζεται καλή συναρμογή του δακτυλίου κατά την αφαίρεση του κοχλία ή του μπουζονιού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, πριν την συναρμογή πραγματοποιείται θέρμανση του εξαρτήματος και ψύξη του δακτυλίου.

Τα Heli-coils είναι σπειρώματα βίδας εξαιρετικής ακρίβειας. Το υλικό κατασκευής τους είναι ανοξείδωτο σύρμα, του οποίου η τομή έχει μορφή διαμαντιού, Σχήμα 1.144.



Σχήμα 1.144 Το εξάρτημα Helicoil

Το Heli-coil έχει αρσενικά σπειρώματα. Επίσης, φέρει μία οδηγό - γλώσσα με εγκοπή για την αφαίρεσή της μετά την εγκατάσταση του.

Το Heli-coil χρησιμοποιείται, ουσιαστικά, ως δακτύλιος. Εκτός από τη χρήση του σε ζημιωμένα σπειρώματα, το Heli-coil τοποθετείται και κατά την αρχική κατασκευή εξαρτημάτων αεροπορικών κινητήρων για την προστασία και τη βελτίωση της αντοχής σπειρωμάτων από ελαφρά υλικά, μέταλλα και πλαστικά (ιδιαίτερα σε εξαρτήματα τα οποία αφαιρούνται και συναρμολογούνται συχνά).

Απαιτούμενα μέσα

Για την πραγματοποίηση της παρούσας άσκησης απαιτούνται πάγκος εργασίας, γενικά εργαλεία, κολαούζο, εξωλκέας, εξάρτημα Heli-coil και τα υλικά που το συνοδεύουν καθώς και το εγχειρίδιο Γενικής Επισκευής ή Συντήρησης του κινητήρα σε μέρος του οποίου πρόκειται να εκτελεστεί η εργασία.

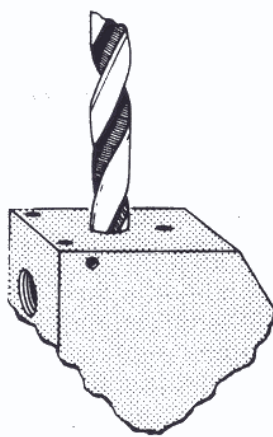
Μέτρα ασφάλειας

Κατά τη διάρκεια της εργασίας τοποθέτησης του Heli-coil θα πρέπει να τηρούνται τα βασικά μέτρα ασφαλείας τα οποία απαιτούνται για την εκτέλεση εργασιών με γενικά εργαλεία.

Πορεία εργασίας

1. Καθαρίστε τον πάγκο εργασίας.
2. Καλύψτε τον πάγκο με λευκό απορροφητικό χαρτί.
3. Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες που παρέχονται από τον κατασκευαστή του κινητήρα για την εκτέλεση εφαρμογής του εξαρτήματος Heli-coil.
4. Εντοπίστε το σπείρωμα το οποίο έχει υποστεί φθορά.

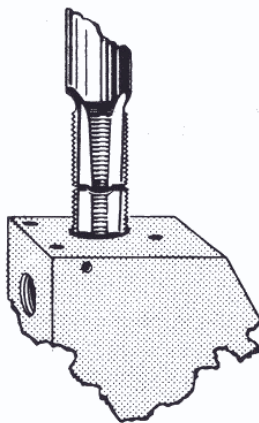
5. Τρυπήστε με τρυπάνι το κατεστραμμένο σπείρωμα μέχρι το ελάχιστο καθορισμένο βάθος, Σχήμα 1.145.



Σχήμα 1.145 Τρύπημα του κατεστραμμένου σπειρώματος

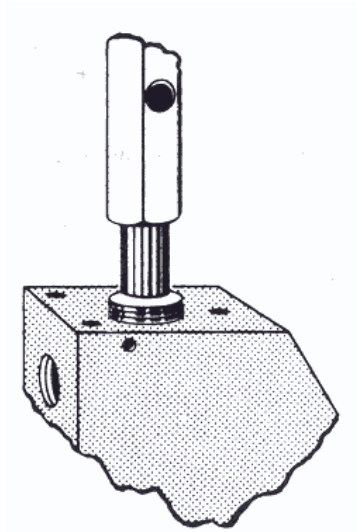
Στην περίπτωση που θα αντικαταστήσετε φθαρμένο Heli-coil, χρησιμοποιήστε τον κατάλληλο εξωλκέα. Τοποθετήστε τον σε γωνία 90° σε σχέση με την άκρη του φθαρμένου Heli-coil. Χτυπήστε με σφυρί τον εξωλκέα για να «καθήσει» σε αυτήν τη θέση. Στρίψτε τον εξωλκέα μέχρι το φθαρμένο Heli-coil να εξέλθει.

6. Χρησιμοποιήστε κολαούζο (Σχήμα 1.146) με την απαιτούμενη διάσταση. Το μήκος του κολαούζου πρέπει να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από αυτό της οπής με το κατεστραμμένο σπείρωμα.



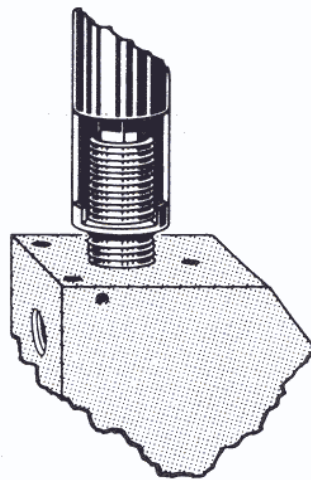
Σχήμα 1.146 Εφαρμογή κολαούζου

7. Αφαιρέστε το κολαούζο από την οπή και ελέγξτε τις σπείρες με το ειδικό εργαλείο ελέγχου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.147.



Σχήμα 1.147 Έλεγχος των σπειρών

8. Εισάγετε το Heli-coil χρησιμοποιώντας το κατάλληλο εργαλείο που το συνοδεύει (Σχήμα 1.148). Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο για την ακριβή θέση που το Heli-coil θα καταλάβει κατά μήκος της οπής.



Σχήμα 1.148 Εισαγωγή Heli-coil

9. Σπάστε τη γλώσσα – οδηγό του Heli-coil, χρησιμοποιώντας κατάλληλο εργαλείο.

Εργαστηριακή άσκηση 1.5: Αφαίρεση από αεροσκάφος αεροπορικού εμβολοφόρου κινητήρα

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αφαιρείτε από αεροσκάφος αεροπορικό εμβολοφόρο κινητήρα, ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδικασίες, όπως αυτές περιγράφονται στο σχετικό εγχειρίδιο.
- γ) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιείτε όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν για την αφαίρεση και τοποθέτηση ενός κινητήρα εξαρτώνται από τον τύπο του κινητήρα και φυσικά από τον τύπο του αεροσκάφους στο οποίο είναι τοποθετημένος. Δεν υπάρχει συνεπώς μία συγκεκριμένη ακολουθία οδηγιών, η οποία να μπορεί να εφαρμοσθεί σε όλες τις περιπτώσεις. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες των τεχνικών εγχειριδίων του κατασκευαστή για τον τύπο του κινητήρα πριν προβεί κάποιος σε εργασίες αφαίρεσής του. Θα πρέπει επίσης τα άτομα που θα εμπλακούν, να έχουν το κατάλληλο πιστοποιητικό σε ισχύ για τον τύπο του κινητήρα.

Συνήθεις αιτίες αφαίρεσης του κινητήρα από το αεροσκάφος είναι οι ακόλουθες:

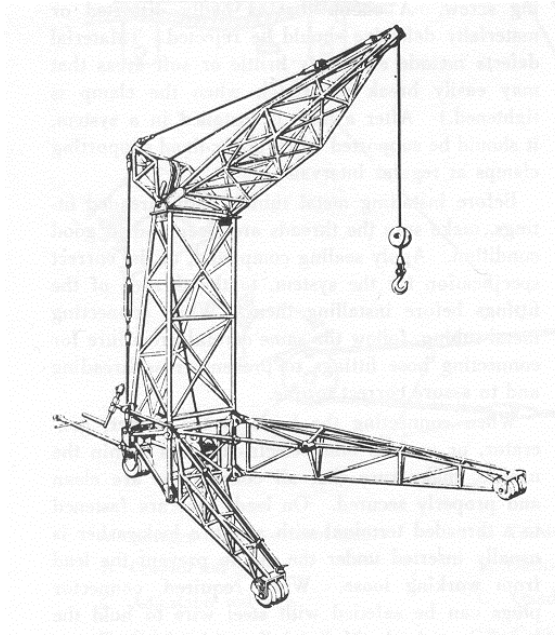
- Συμπλήρωση των προβλεπομένων ωρών λειτουργίας για τη γενική επισκευή.
- Ενδείξεις κραδασμών, πάνω από τα επιτρεπτά όρια.
- Ανάφλεξη μείγματος στο σύστημα εισαγωγής (back firing).
- Σβήσιμο κατά τη διάρκεια της πτήσης.
- Χαμηλή ισχύς (πτώση της απόδοσης).
- Εντοπισμός μεγάλης ποσότητας μεταλλικών ρινισμάτων στον ανιχνευτή (chip detector).
- Απότομο σταμάτημα του κινητήρα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του.

Η αφαίρεση του κινητήρα από το αεροσκάφος γίνεται βάσει των διαδικασιών που αναγράφονται σε αντίστοιχο πλάνο εργασίας. Οι αναλυτικές πληροφορίες αναγράφονται στο σχετικό τεχνικό εγχειρίδιο του

αεροσκάφος. Στη συνέχεια, παρέχονται γενικές οδηγίες για την αφαίρεση και τοποθέτηση εμβολοφόρου κινητήρα σε αεροσκάφος. Κατά την εκτέλεση της άσκησης θα πρέπει να συμβουλευθείτε τη βιβλιογραφία του εργαστηρίου σας.

Απαιτούμενα μέσα

- Αεροσκάφος με εμβολοφόρο κινητήρα.
- Τεχνικά εγχειρίδια περιγραφής των διαδικασιών αφαίρεσης και τοποθέτησης.
- Κατάλληλος γερανός για την ανάρτηση και μετακίνηση του κινητήρα (π.χ. Σχήμα 1.149).
- Κλίμακες και υποστηλώματα.
- Γενικά και ειδικά εργαλεία (συγκράτησης, κλπ.).



Σχήμα 1.149 Φορητός γερανός

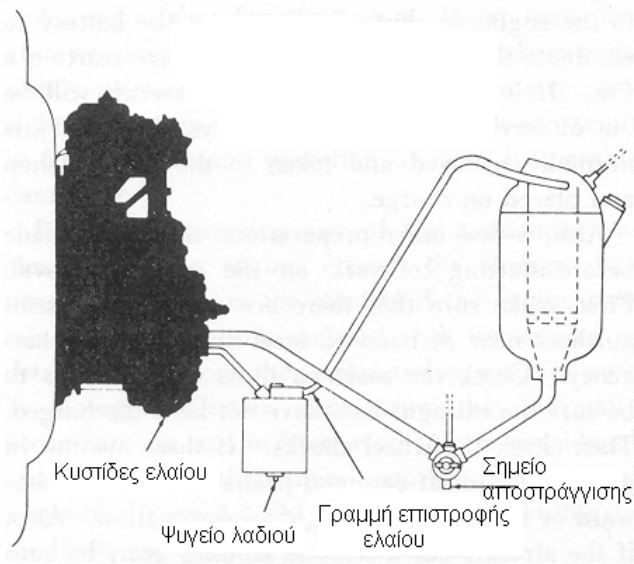
Μέτρα ασφάλειας

Ακολουθήστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Α.

Πορεία εργασίας

1. Βεβαιωθείτε ότι ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος με τα κατάλληλα σημεία γείωσης που βρίσκονται στο δάπεδο του υποστέγου.

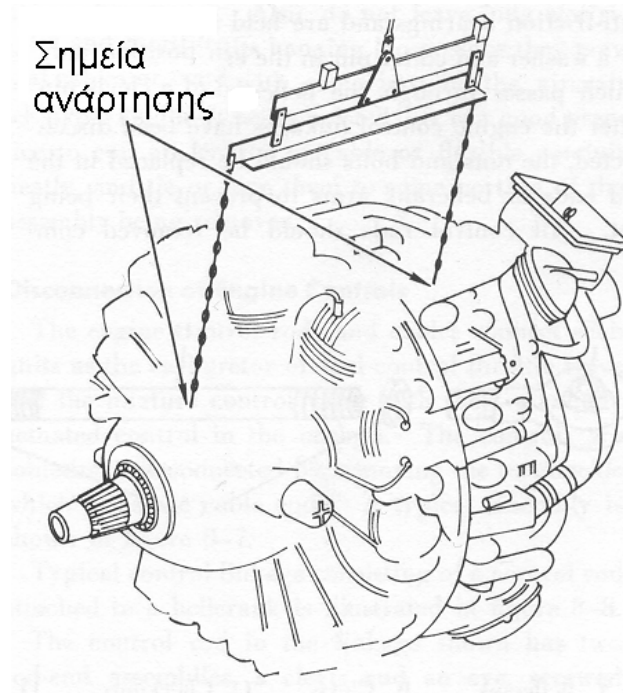
2. Εξασφαλίστε την κατάλληλη στήριξη του ουραίου τμήματος του αεροσκάφους, εάν αυτό απαιτείται, για την αποφυγή ανατροπής του μετά την αφαίρεση του κινητήρα.
3. Τοποθετήστε το διακόπτη του συστήματος ανάφλεξης στη θέση OFF (κλειστό).
4. Κλείστε τη βαλβίδα επιλογής καυσίμου (selector valve).
5. Αποσυνδέστε τις μπαταρίες του σκάφους.
6. Αφαιρέστε τα αεροδυναμικά καλύμματα.
7. Αποστραγγίστε τα συστήματα καυσίμου και λίπανσης (Σχήμα 1.150), αφού προηγουμένως βεβαιωθείτε για τον επαρκή αερισμό του χώρου και τη διαθεσιμότητα πυροσβεστήρα.



Σχήμα 1.150 Σημεία αποστράγγισης συστήματος λίπανσης

8. Αφαιρέστε τον έλικα.
9. Αποσυνδέστε τις σωληνώσεις των συστημάτων λίπανσης, καυσίμου και υδραυλικού.
10. Αποσυνδέστε τη σωλήνα αναθυμιάσεων καυσίμου.
11. Αποσυνδέστε τα σημεία ανάρτησης του κινητήρα στο αεροσκάφος.
12. Αποσυνδέστε τη σωλήνωση του συστήματος πυρόσβεσης.
13. Αποσυνδέστε τη γραμμή ένδειξη πίεσης εισαγωγής καυσίμου (manifold pressure).
14. Αποσυνδέστε τη γραμμή ένδειξης πίεσης ελαίου.

15. Αποσυνδέστε τη γραμμή παροχής καυσίμου στο θερμαντήρα καυσίμου.
16. Αποσυνδέστε τη γραμμή ένδειξης πίεσης καυσίμου.
17. Αποσυνδέστε τη γραμμή ένδειξης θερμοκρασίας κεφαλής κυλίνδρου.
18. Αποσυνδέστε τη σωλήνα παροχής καυσίμου.
19. Αποσυνδέστε το σύνδεσμο του συστήματος ανάφλεξης.
20. Αποσυνδέστε τη γραμμή συστήματος αποπαγοποίησης (de-icing).
21. Αποσυνδέστε τη γραμμή αναθυμιάσεων στροφαλοθαλάμου.
22. Αποσυνδέστε τη ράβδο ελέγχου υπερσυμπιεστή.
23. Αποσυνδέστε τις ράβδους της μανέτας (throttle) και ελέγχου μείγματος.
24. Αποσυνδέστε τους αγωγούς του συστήματος εισαγωγής και εξαγωγής του κινητήρα.
25. Προσαρμόστε τον εξοπλισμό ανάρτησης (engine sling) στα σημεία ανάρτησης του κινητήρα.
26. Προσαρμόστε το βραχίονα ανάρτησης στον κινητήρα.
27. Ανυψώστε τον κινητήρα με το γερανό.



Σχήμα 1.151 Ανάρτηση εμβολοφόρου κινητήρα πριν την αφαίρεσή του

Εργαστηριακή άσκηση 1.6: Αποσυναρμολόγηση αεροπορικού εμβολοφόρου κινητήρα

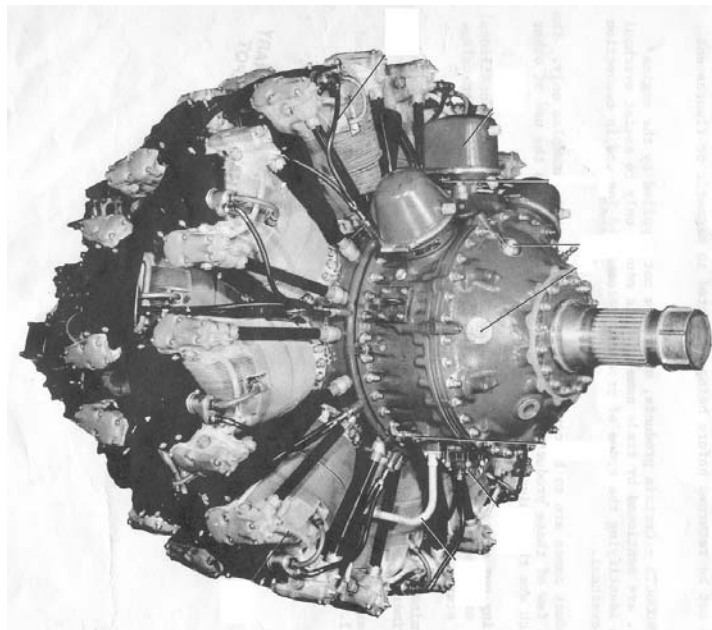
Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

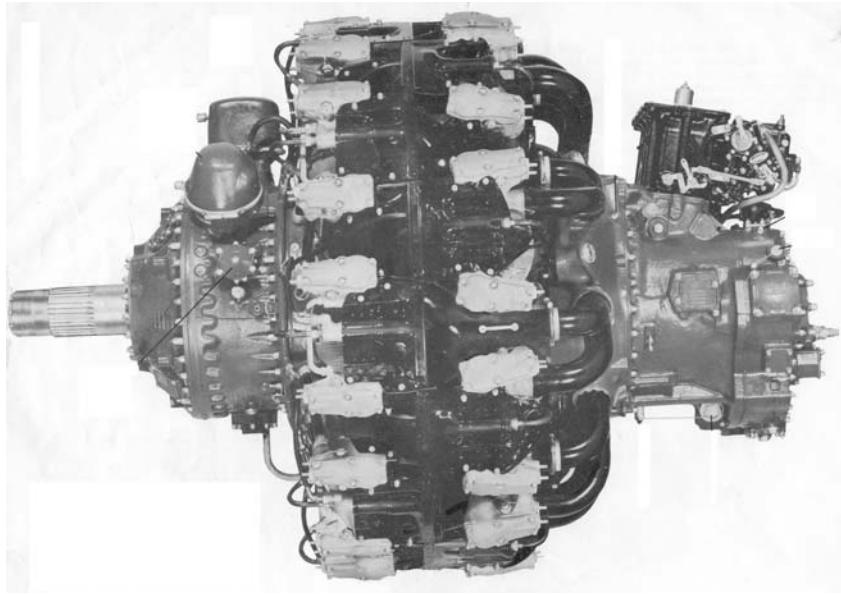
- α) Να αποσυναρμολογείτε έναν αεροπορικό, τετράχρονο βενζινοκινητήρα, ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδικασίες, όπως αυτές περιγράφονται στο εγχειρίδιο γενικής επισκευής του κατασκευαστή.
- β) Να εφαρμόζετε τις διαδικασίες ελέγχου των επιμέρους τμημάτων του κινητήρα πριν αυτά οδηγηθούν στο ειδικό χώρο αποσυναρμολόγησης τους.
- γ) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιούν όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Η διαδικασία αποσυναρμολόγησης βασίζεται στον κινητήρα PW R-2800, (Σχήμα 1.152 και Σχήμα 1.153). Είναι εμβολοφόρος, αστεροειδής, διπλής σειράς, αερόψυκτος. Φέρει 18 κυλίνδρους και λειτουργεί με σύστημα υπερπλήρωσης. Έχει ιπποδύναμη 2.300 HP και χωρητικότητα κυλίνδρων 46 lt.

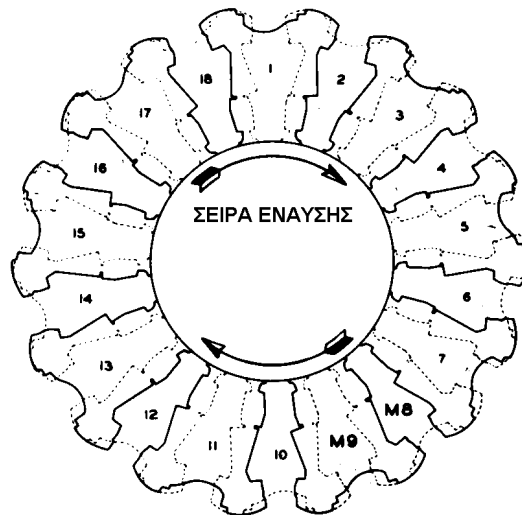


Σχήμα 1.152 Εμπρόσθια δεξιά όψη του κινητήρα R-2800



Σχήμα 1.153 Αριστερή όψη του κινητήρα R-2800

Η σειρά ανάφλεξης είναι: 1-12-5-16-9-2-13-6-17-10-3-14-7-18-11-4-15-8. Στο Σχήμα 1.154, η παραπάνω σειρά υπολογίζεται κοιτώντας το οπίσθιο μέρος του κινητήρα, ενώ οι διακεκομμένες γραμμές δηλώνουν τον εμπρόσθια σειρά κυλίνδρων και το γράμμα Μ τους δύο βασικούς κυλίνδρους.

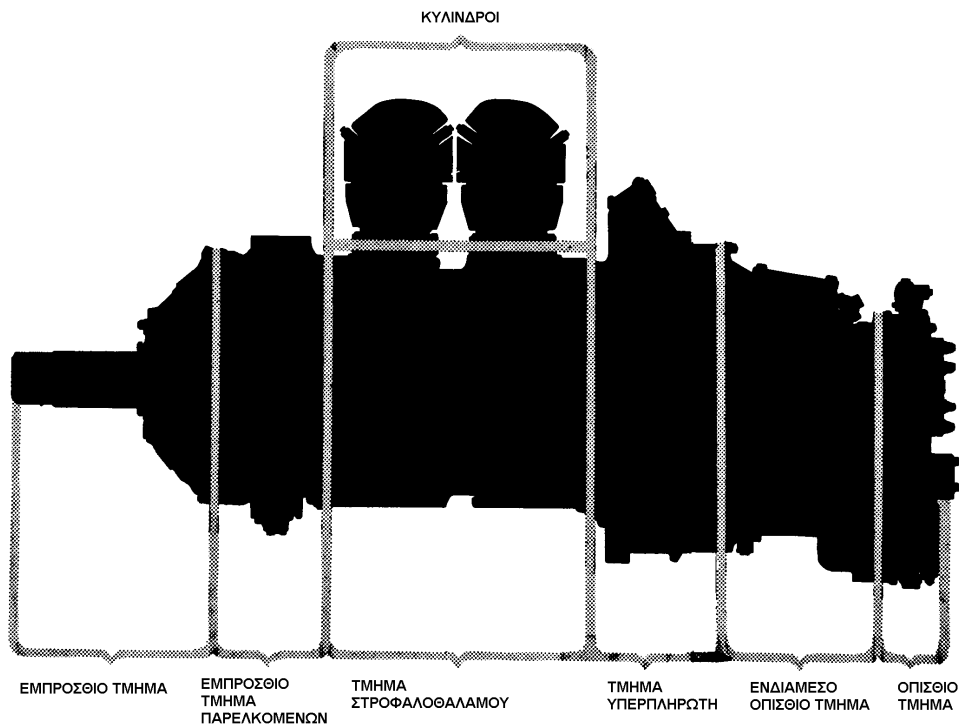


Σχήμα 1.154 Σειρά έναυσης κυλίνδρων

Τα βασικά τμήματα στα οποία είναι δομημένος ο κινητήρας είναι τα ακόλουθα (όπως παρουσιάζονται και στο Σχήμα 1.155):

- Εμπρόσθιο τμήμα (front section)

- Εμπρόσθιο τμήμα παρελκομένων (front accessory section) και εμπρόσθια πλάκα στήριξης - διάφραγμα (front support plate)
- Τμήμα στροφαλοθαλάμου (crankcase section)
- Κύλινδροι και έμβολα (cylinders & Pistons)
- Τμήμα υπερπληρωτή (supercharger collector section)
- Ενδιάμεσο οπίσθιο τμήμα (intermediate rear section)
- Οπίσθιο τμήμα (rear section)



Σχήμα 1.155 Τα βασικά τμήματα του κινητήρα R-2800

Απαιτούμενα μέσα

Κινητήρας του προαναφερόμενου τύπου, περιστρεφόμενη κλίνη για την τοποθέτησή του, εγχειρίδιο γενικής επισκευής από την κατασκευάστρια εταιρεία, μία σειρά των απαραίτητων ειδικών εργαλείων για την διαδικασία της αποσυναρμολόγησης, γενικά εργαλεία (συγκράτησης, μέτρησης, χάραξης, κοπής, κρούσης), μικρός γερανός με σχοινιά ανάρτησης («σαμπάνια») ή αλυσίδες ή μιάντες βαρούλκων, κηροζίνη ή άλλο κατάλληλο καθαριστικό διάλυμα.

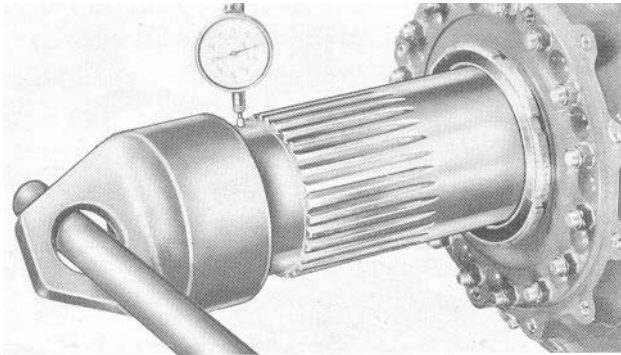
Μέτρα ασφάλειας

Ακουλουθήστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Α.

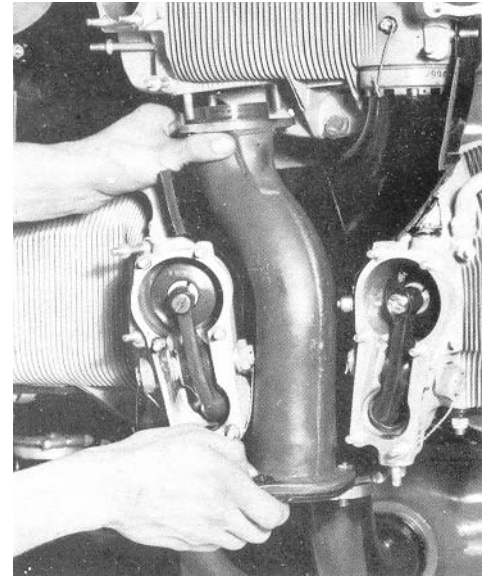
Πορεία εργασίας

Αρχικά, πριν τα κύρια μέρη του κινητήρα, θα πραγματοποιηθούν εργασίες σε περιφερειακά εξαρτήματα του.

1. Καθαρίστε τις εξωτερικές επιφάνειες του κινητήρα από βρωμιές, λάδια, γράσα χρησιμοποιώντας το προβλεπόμενο από τον κατασκευαστή καθαριστικό διάλυμα. Προσέξτε να μην εισέλθει στην πολλαπλή σωλήνωση εισαγωγής και στο μανιατό.
2. Τοποθετείστε τον κινητήρα σε οριζόντια θέση, επί της κλίνης.
3. Μελετήστε το εγχειρίδιο γενικής επισκευής. Προδιαγράψτε τη σειρά των εργασιών αποσυναρμολόγησης και συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που θα απαιτηθούν για την απρόσκοπτη διεξαγωγή τους.
4. Εξασφαλίστε ικανούς πάγκους εργασίας, χωρίς αντικείμενα στην επιφάνειά τους.
5. Τοποθετείστε στο πάτωμα κατάλληλο δοχείο για τη συλλογή του λαδιού που θα αφαιρεθεί από τον κινητήρα. Αφαιρέστε όλες τις προστατευτικές τάπες και τα πλέγματα (screens) και εξετάστε τα, αμέσως, προσεκτικά για την ύπαρξη πιθανών ξένων σωματιδίων ή μεταλλικών ρινισμάτων. Αυτά αποτελούν ενδείξεις φθοράς ή κακής λειτουργίας κάποιου εξαρτήματος. Προκαλέστε αποστράγγιση του λαδιού λίπανσης αφαιρώντας τις προστατευτικές τάπες και τα πλέγματα των σωληνώσεων κυκλοφορίας λαδιού. Αφαιρέστε εξαρτήματα όπως σωληνώσεις εξαγωγής (Σχήμα 1.156(β)), μανιατό (Σχήμα 1.156(γ)), καλωδιώσεις ανάφλεξης (Σχήμα 1.156(δ)), σπινθηριστές, σύμφωνα με το εγχειρίδιο γενικής επισκευής. Πραγματοποιήστε τις μετρήσεις που απαιτούνται κατά το στάδιο της αποσυναρμολόγησης (π.χ. οριζόντια απόκλιση άξονα έλικα - propeller shaft runout, Σχήμα 1.156(α)).



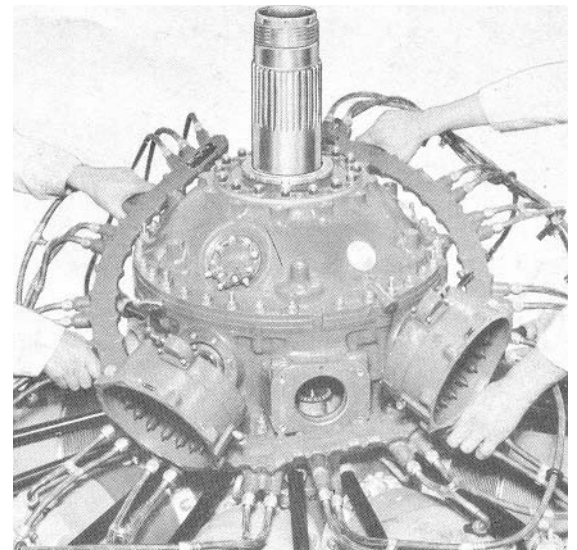
(α)



(β)



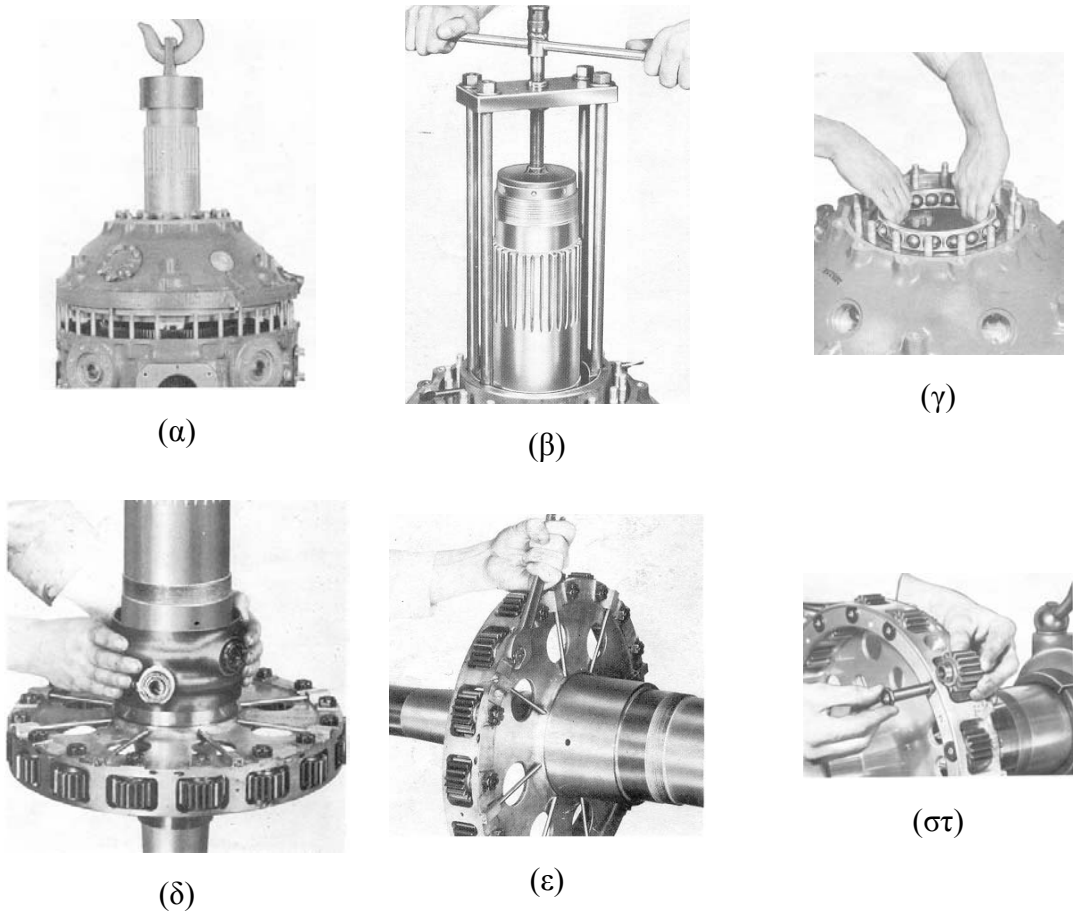
(γ)



(δ)

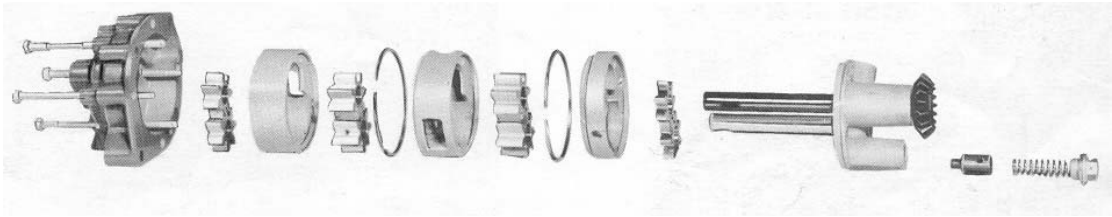
Σχήμα 1.156 Αποσυναρμολόγηση περιφερειακών εξαρτημάτων

6. ΕΜΠΡΟΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού (όπως αυτά που φαίνονται στο Σχήμα 1.157 (α) και (β)). Αφαιρέστε τις σωληνώσεις κυκλοφορίας λαδιού που στηρίζονται σε αυτό το τμήμα. Τα παρεμβύσματα τους δεν ξαναχρησιμοποιούνται. Αφαιρέστε το έδρανο του άξονα του έλικα (Σχήμα 1.157(γ) και (δ)) και τα πλανητικά γρανάζια (Σχήμα 1.157(ε) και (στ)). Αφαιρέστε τους άξονες και τα γρανάζια που βρίσκονται στο τμήμα αυτό.

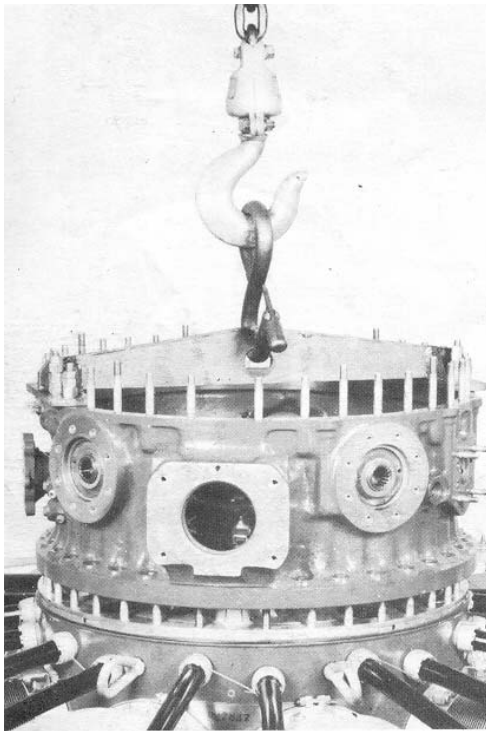


Σχήμα 1.157 Αποσυναρμολόγηση του εμπρόσθιου τμήματος

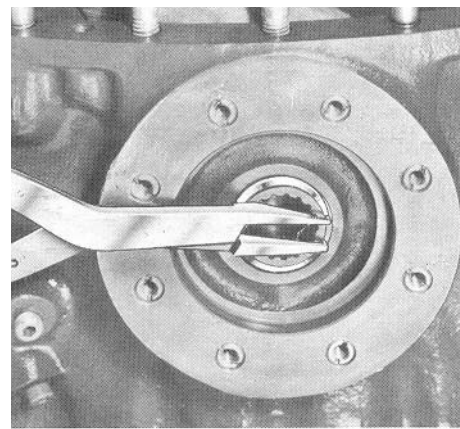
7. ΕΜΠΡΟΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΩΝ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε την εμπρόσθια αντλία τροφοδοσίας και ανακυκλοφορίας λαδιού (front scavenge oil and booster pump) και τη βαλβίδα παράκαμψης ροής (bypass valve), Σχήμα 1.158(α). Αφαιρέστε τις σωληνώσεις του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε το περίβλημα των παρελκομένων (front accessory case), όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.158(β) και τα γρανάζια του διανομέα και του ρυθμιστή (Σχήμα 1.158(γ)).



(α)



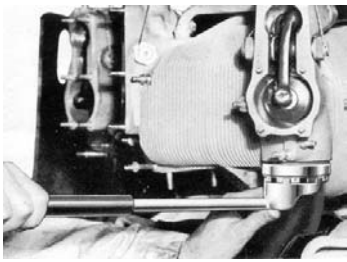
(β)



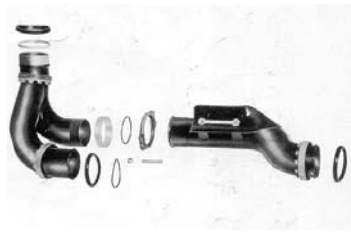
(γ)

Σχήμα 1.158 Αποσυναρμολόγηση του εμπρόσθιου τμήματος παρελκομένων

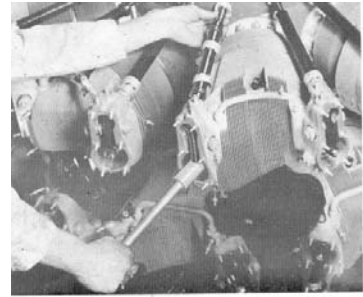
8. ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ, ΕΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΔΟΧΕΙΟ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΛΑΔΙΟΥ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε την πολλαπλή σωλήνωση εισαγωγής αέρα (Σχήμα 1.159 (α) και (β)) και το δοχείο απόρριψης λαδιού. Αφαιρέστε καλύμματα και τις ωστήριες ράβδους των βαλβίδων (Σχήμα 1.159(γ)). Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο γενικής επισκευής για τη σειρά και τη μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθήσετε κατά την αποσυναρμολόγηση των κυλίνδρων και των εμβόλων. Προχωρήστε στην αποσυναρμολόγησή τους (Σχήμα 1.159 (δ) έως (ζ)). Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο εργαλείο αφαιρέστε τα ελατήρια των εμβόλων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.159(η). Αφαιρέστε τις βαλβίδες και τους ζυγούς (Σχήμα 1.159(θ)).



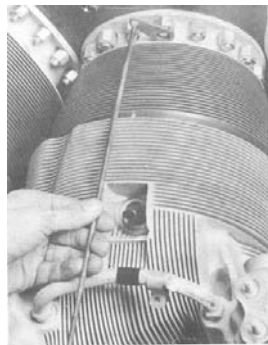
(α)



(β)



(γ)



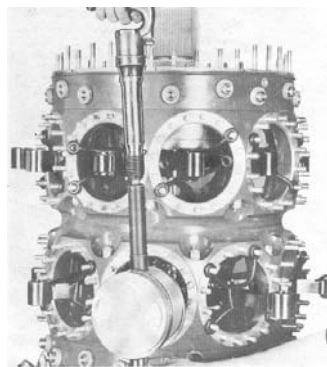
(δ)



(ε)



(στ)



(ζ)



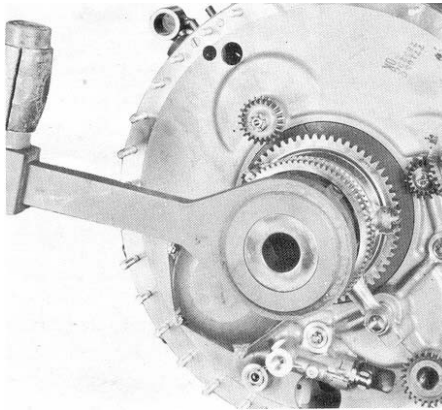
(η)



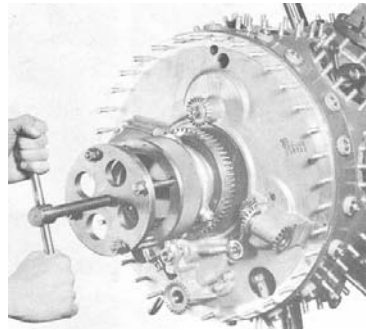
(θ)

Σχήμα 1.159 Αποσυναρμολόγηση κυλίνδρων και εμβόλων

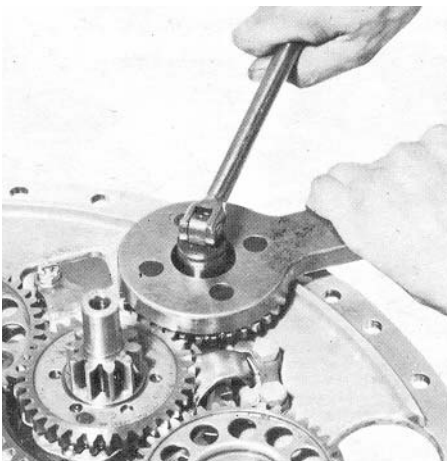
9. ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΠΛΑΚΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε το στροφαλοθάλαμο από το περίβλημα του υπερπληρωτή. Αφαιρέστε τους διάφορους μηχανισμούς κίνησης των συστημάτων λίπανσης και έναυσης που βρίσκονται στο τμήμα αυτό (Σχήμα 1.160 (α) έως (δ)).



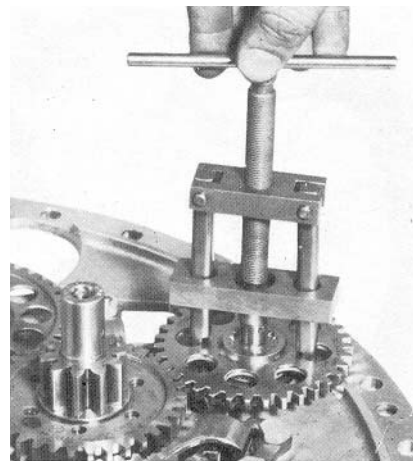
(α)



(β)



(γ)

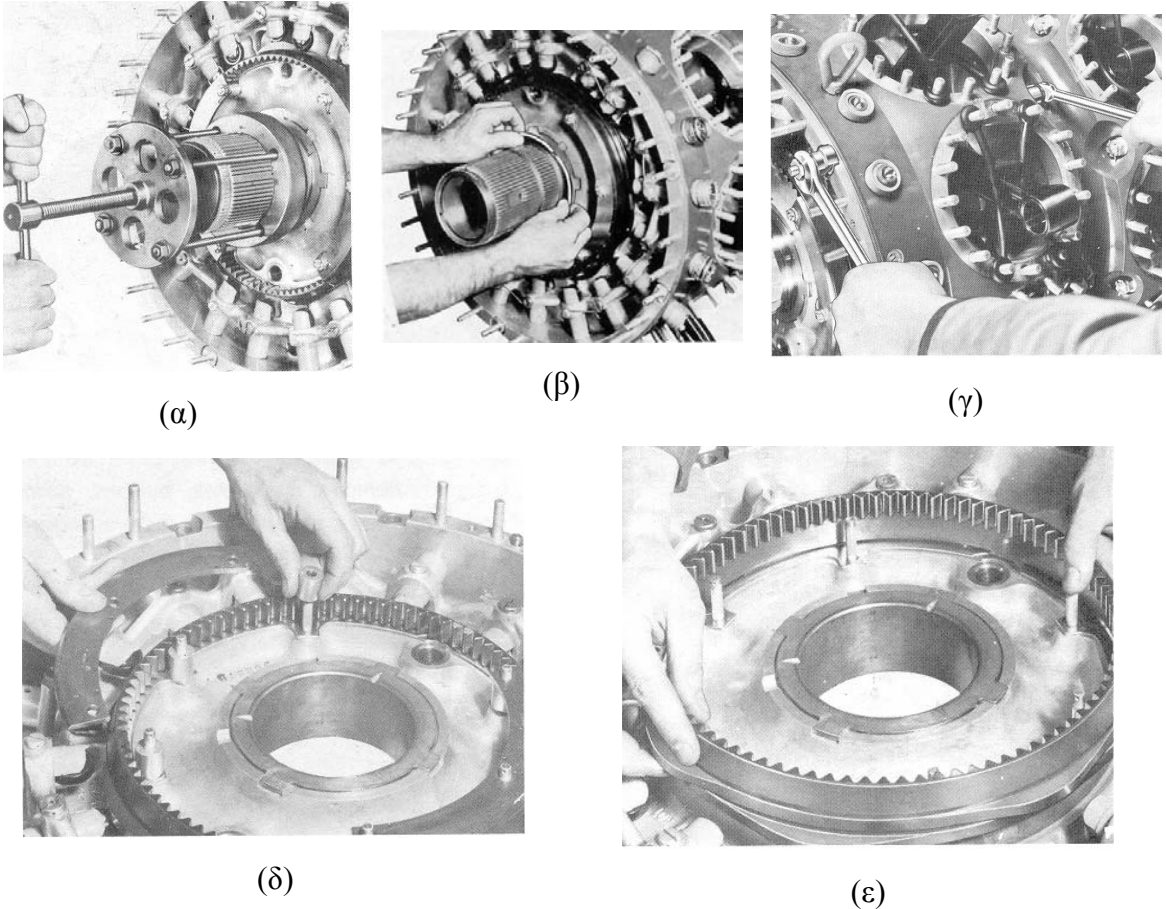


(δ)

Σχήμα 1.160 Αποσυναρμολόγηση της εμπρόσθιας πλάκας στήριξης

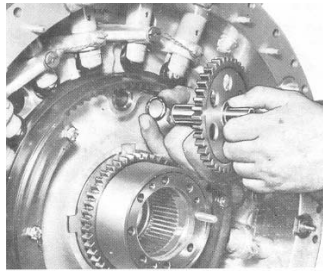
10. ΕΜΠΡΟΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ ΣΤΡΟΦΑΛΟΘΑΛΑΜΟΥ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε το εμπρόσθιο γρανάτζι στροφαλοφόρου άξονα (crankshaft front gear) και το δακτύλιό του, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.161. Στη συνέχεια, αφού αφαιρέσετε τους κοχλίες ασφάλειας (Σχήμα 1.161 (δ) και (ε)), αφαιρέστε το εμπρόσθιο τμήμα του στροφαλοθαλάμου. Αφαιρέστε διάφορα άλλα εξαρτήματα – σύμφωνα με

το εγχειρίδιο - καταλήγοντας στα λοιπά εξαρτήματα του μηχανισμού κίνησης των βαλβίδων (ανυψωτικές ράβδοι, τροχοί και πείροι).

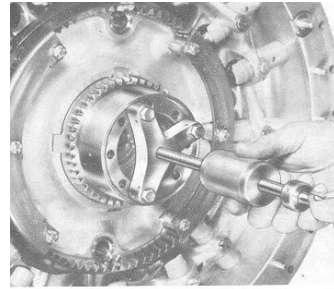


Σχήμα 1.161 Αποσυναρμολόγηση του εμπρόσθιου τμήματος στροφαλοθαλάμου

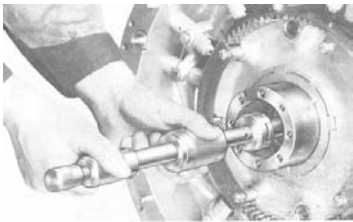
11. ΟΠΙΣΘΙΑ ΠΛΑΚΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε αρχικά τα εξαρτήματα που περιγράφονται στο εγχειρίδιο της γενικής επισκευής. Στη συνέχεια, αφαιρέστε την ίδια την οπίσθια πλάκα στήριξης.
12. ΟΠΙΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ ΣΤΡΟΦΑΛΟΘΑΛΑΜΟΥ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε τα γράναζια και τους δακτυλίους, σύμφωνα με το εγχειρίδιο γενικής επισκευής (Σχήμα 1.162 (α) έως (γ)) , και στη συνέχεια αποσυναρμολογήστε το οπίσθιο τμήμα του στροφαλοθαλάμου (Σχήμα 1.162 (δ) και (ε)).



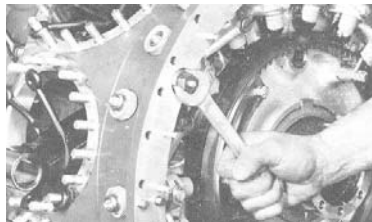
(α)



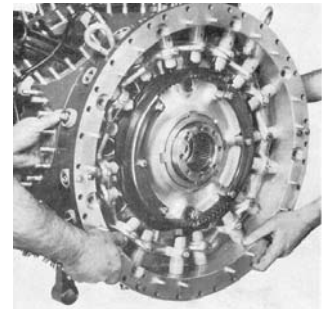
(β)



(γ)



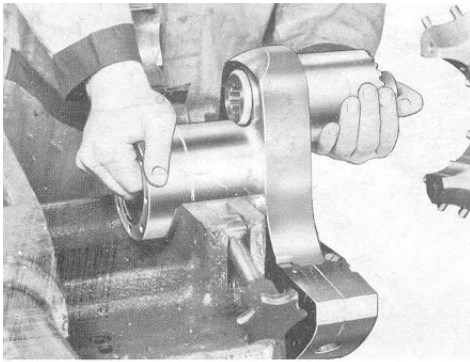
(δ)



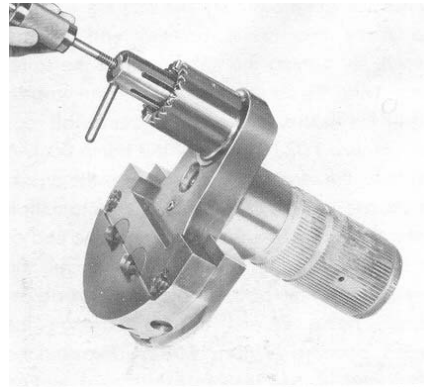
(ε)

**Σχήμα 1.162 Αποσυναρμολόγηση του οπίσθιου τμήματος
στροφαλοθαλάμου**

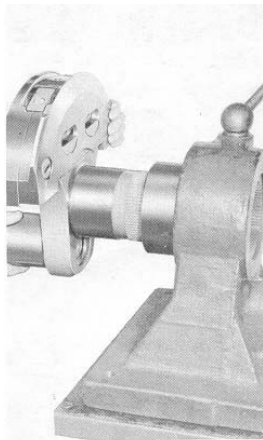
13. ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε βίδες, παξιμάδια, δακτύλιους, και αποσυναρμολογήστε με τη σειρά που αναφέρονται το οπίσθιο και το εμπρόσθιο τμήμα του στροφαλοφόρου άξονα. Στη συνέχεια, συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο γενικής επισκευής για τη μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθήσετε για να αφαιρέσετε το κεντρικό τμήμα του στροφαλοθαλάμου και το κεντρικό τμήμα του στροφαλοφόρου άξονα. Τοποθετείστε το τελευταίο στην ειδική μέγγενη που αναφέρει το εγχειρίδιο γενικής επισκευής και αφαιρέστε τα αντίβάρά του (Σχήμα 1.163 (α) έως (ζ)). Τέλος, αφαιρέστε τα συγκροτήματα που αποτελούν τον κύριο διωστήρα και τοποθετείστε τα εξαρτήματά τους σε ξεχωριστό κουτί, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.164.



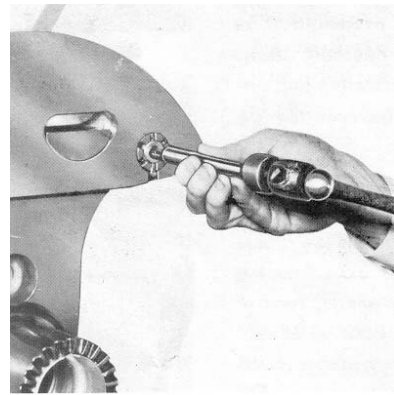
(α)



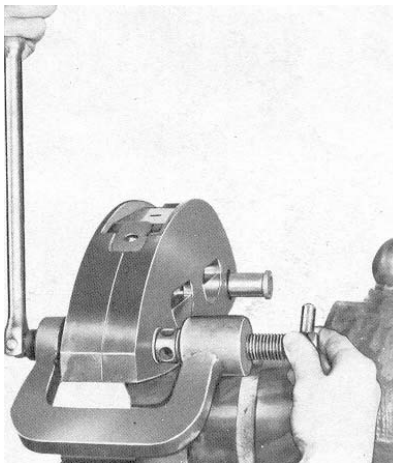
(β)



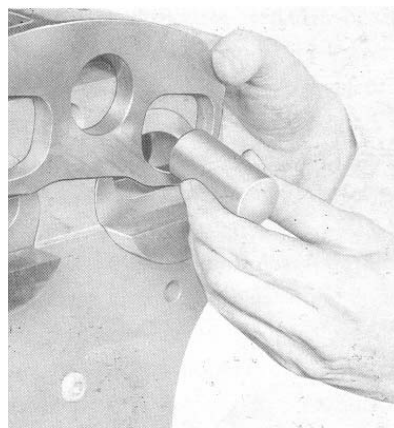
(γ)



(δ)

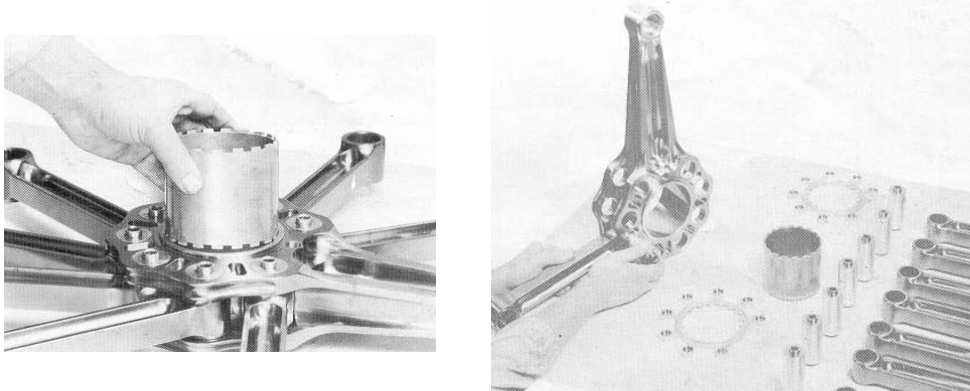


(στ)



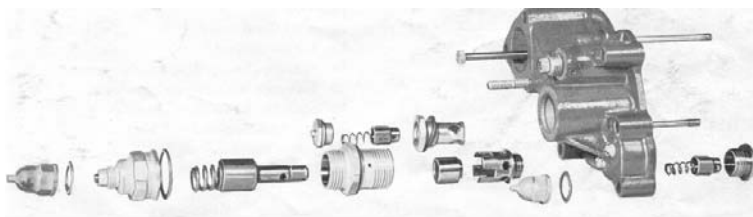
(ζ)

Σχήμα 1.163 Αποσυναρμολόγηση του στροφαλοφόρου άξονα

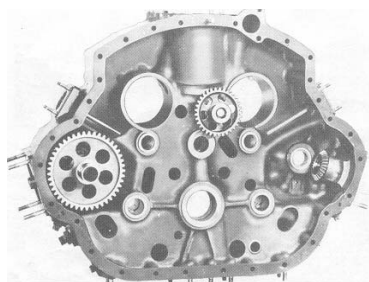


Σχήμα 1.164 Τακτοποίηση των εξαρτημάτων

14. ΟΠΙΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε βίδες, παξιμάδια, δακτύλιους, και αποσυναρμολογήστε με τη σειρά που αναφέρονται αντλία κυκλοφορίας λαδιού (pressure oil pump), τις ανακουφιστικές βαλβίδες Σχήμα 1.165 (α), τη βαλβίδα παράκαμψης της ροής λαδιού (bypass valve) και την αντλία επιστροφής λαδιού (scavenge oil pump). Στη συνέχεια, αφαιρέστε το οπίσθιο τμήμα του κινητήρα Σχήμα 1.165 (β) και τα γρανάζια που βρίσκονται σε αυτό.



(α)

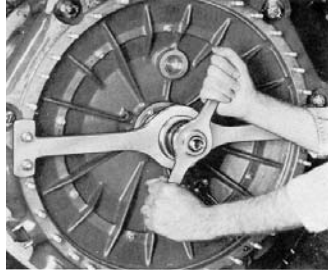


(β)

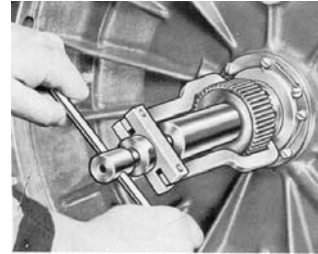
Σχήμα 1.165 Αποσυναρμολόγηση του οπίσθιου τμήματος

15. ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΟΠΙΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου γενικής επισκευής αφαιρέστε τους άξονες και τα οδηγά γρανάζια των συστημάτων του

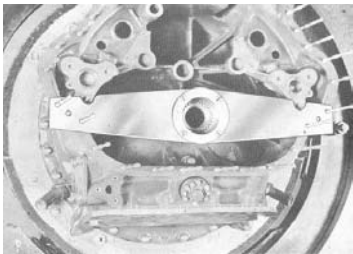
κινητήρα (Σχήμα 1.166 (α) και (β)). Στη συνέχεια, αφαιρέστε το συγκρότημα του συμπιεστή του συστήματος υπερπλήρωσης, το διαχύτη, την εισαγωγή του διαχύτη (Σχήμα 1.166 (γ) έως (ζ)) και τις βαλβίδες παροχής και αποστράγγισης καυσίμου.



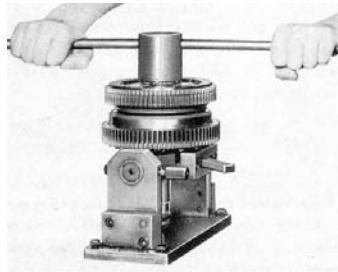
(α)



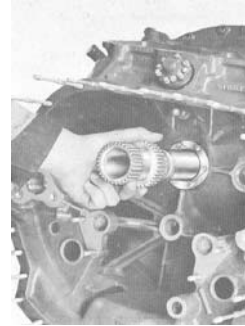
(β)



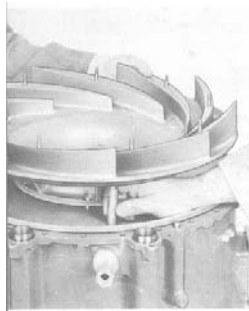
(γ)



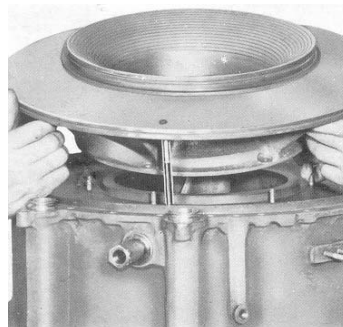
(δ)



(ε)



(στ)



(ζ)

Σχήμα 1.166 Αποσυναρμολόγηση του ενδιάμεσου οπίσθιου τμήματος

16. ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΤΗ. Συγκεντρώστε τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση των μερών του τμήματος αυτού. Αφαιρέστε τα εξαρτήματα του τμήματος αυτού, σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου γενικής επισκευής.

Εργαστηριακή άσκηση 1.7: Αφαίρεση, επιθεώρηση και συναρμολόγηση εξαρτημάτων συστήματος λίπανσης

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να γνωρίζετε τη διαδικασία αποσυναρμολόγησης εξαρτημάτων του συστήματος λίπανσης ενός αεροπορικού εμβολοφόρου βενζινοκινητήρα, ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδικασίες, όπως αυτές περιγράφονται στο εγχειρίδιο γενικής επισκευής του κατασκευαστή.
- β) Να εφαρμόζετε τις απαιτούμενες διαδικασίες επιθεώρησης στα επιμέρους εξαρτήματα που αποσυναρμολογείτε, πριν από τη συναρμολόγηση και δοκιμή του συστήματος λίπανσης.
- γ) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιείτε όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Η λίπανση ενός κινητήρα είναι απαραίτητη ώστε να ελαττωθούν οι τριβές που αναπτύσσονται στα τριβόμενα μέρη του κατά τη λειτουργία του. Επιτυγχάνεται με την κυκλοφορία λιπαντικού μέσου με συγκεκριμένες ιδιότητες, ανάλογα με το είδος του κινητήρα και τις συνθήκες λειτουργίας του, μέσω του συστήματος λίπανσης. Ανάλογα με το είδος του εξαρτήματος το οποίο θα λιπανθεί, χρησιμοποιούνται διαφορετικά λιπαντικά μέσα: τα λιπαντικά λάδια, τα συνθετικά λιπαντικά και τα λιπαντικά γράσα.

Απαιτούμενα μέσα

Για την πραγματοποίηση της παρούσας άσκησης απαιτείται κινητήρας του προαναφερόμενου τύπου, περιστρεφόμενη κλίνη για την τοποθέτησή του, εγχειρίδιο Συντήρησης ή γενικής επισκευής, καθώς και τα ακόλουθα έγγραφα, μέσα και εργαλεία:

- εγχειρίδιο οδηγιών γενικής επισκευής και συντήρησης των επιμέρους εξαρτημάτων του συστήματος λίπανσης από την κατασκευάστρια εταιρεία τους,
- γενικά (κατσαβίδια, τανάλιες, κλειδιά) και ειδικά εργαλεία, τα οποία προδιαγράφονται στο παραπάνω εγχειρίδιο,
- επαρκείς πάγκοι εργασίας,
- τα ενδεικνύόμενα από τον κατασκευαστή μέσα καθαρισμού,
- μεγεθυντικός φακός και καλός φωτισμός για την επιθεώρηση,

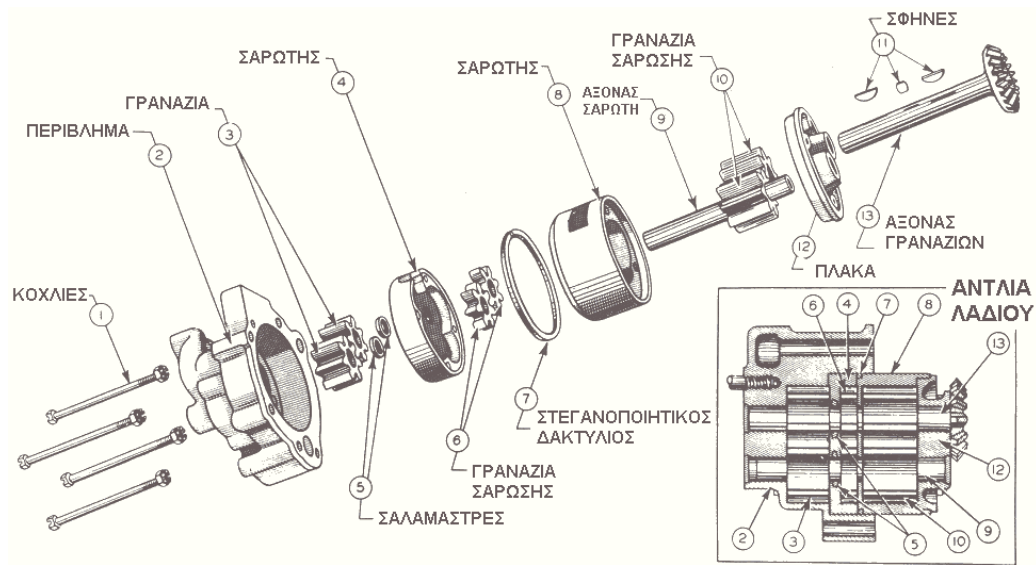
- γάντια χειρός, γυαλιά προστασίας.

Μέτρα ασφάλειας

Ακουλουθήστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Α.

Πορεία εργασίας

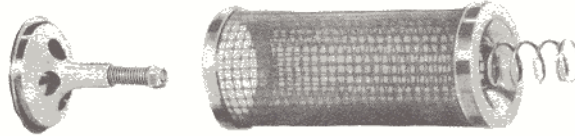
1. Καθαρίστε προσεκτικά τον πάγκο εργασίας.
2. Καλύψτε τον πάγκο με λευκό απορροφητικό χαρτί.
3. Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες αποσυναρμολόγησης των κυρίων εξαρτημάτων του συστήματος λίπανσης, που παρέχονται από τον κατασκευαστή.
4. Αναγνωρίστε τα γενικά και ειδικά εργαλεία, τα οποία απαιτούνται και βεβαιωθείτε ότι είναι διαθέσιμα.
5. Αρχικά, εντοπίστε της θέση της ανακουφιστικής βαλβίδας λαδιού (oil pressure relief valve) στον κινητήρα. Λειτουργεί με έμβολο.
6. Αφαιρέστε το κάλυμμα και μετακινήστε το σώμα της ανακουφιστικής βαλβίδας. Στη συνέχεια, αφαιρέστε το ελατήριο και το έμβολό της. Χρησιμοποιώντας κατάλληλο κλειδί, αφαιρέστε τη βάση της βαλβίδας από το οπίσθιο περίβλημα (rear case) του κινητήρα.
7. Ελέγξτε την κατάσταση του ελατηρίου της βαλβίδας. Επιθεωρείστε την κατάσταση της βάσης της βαλβίδας και των οδηγών της. Χρησιμοποιήστε λάδι καθαρισμού και πανί σε καλή κατάσταση (χωρίς ίνες που εξέχουν) για τον καθαρισμό των επιφανειών.
8. Επανατοποθετείστε τη βάση της βαλβίδας στο οπίσθιο περίβλημα του κινητήρα. Εισάγετε το έμβολο και το ελατήριο στο σώμα της. Χρησιμοποιήστε καινούριο παρέμβυσμα στη φλάντζα του σώματος της βαλβίδας. Βιδώστε το σώμα στη βάση της βαλβίδας.
9. Ρυθμίστε την πίεση του λαδιού. Βιδώστε ή ξεβιδώστε τη βίδα ελέγχου της πίεσης.
10. Τοποθετείστε το κάλυμμα της βαλβίδας και συρματασφαλίστε το.
11. Στη συνέχεια, εντοπίστε τη θέση της αντλίας λαδιού στον κινητήρα. Στο Σχήμα 1.167 φαίνεται η επιμέρους κατασκευή της.



Σχήμα 1.167 Τα εξαρτήματα που αποτελούν την αντλία λαδιού

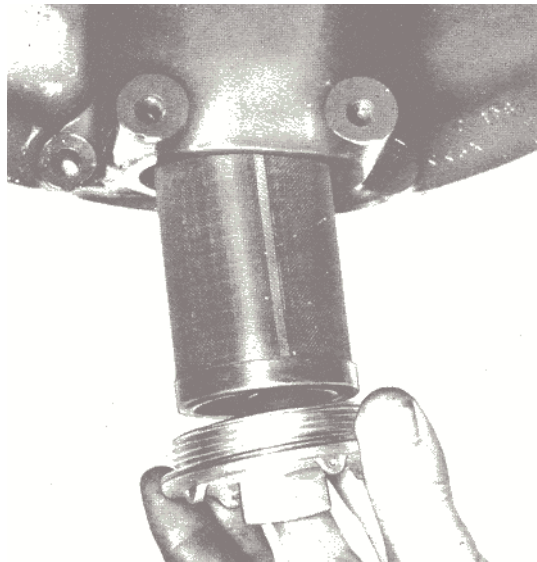
12. Χρησιμοποιώντας ειδικό εξωλκέα, αφαιρέστε την αντλία από το οπίσθιο περίβλημα του κινητήρα.
13. Επιθεωρείστε την αντλία πριν από την αποσυναρμολόγηση. Εντοπίστε πιθανές διαρροές λαδιού ή σημεία κακής συναρμογής (μοχλούς, άξονες κλπ.). Δοκιμάστε να περιστρέψετε την αντλία. Τα γρανάζια πρέπει να γυρνούν χωρίς αντίσταση, χωρίς να χτυπούν στο περίβλημα της αντλίας.
14. Προχωρήστε στην αποσυναρμολόγηση σύμφωνα με τις οδηγίες και με τη σειρά, που αυτές περιγράφονται στο εγχειρίδιο συντήρησης.
15. Ελέγξτε το εσωτερικό του περιβλήματος. Δεν πρέπει να υπάρχουν ίχνη αυλάκων από την περιστροφή των γραναζιών. Επίσης, ελέγξτε την ύπαρξη ρωγμών (cracks), εγκοπών (scoring) καθώς και την κατάσταση της επικαλυπτικής μπογιάς.
16. Επιθεωρείστε τα δόντια των γραναζιών για ίχνη αυλάκων διάβρωσης (pitting) και σπασίματα από κακή επαφή μεταξύ τους.
17. Βεβαιωθείτε ότι όλες οι δίοδοι λαδιού είναι καθαρές και ελέγξτε την καλή κατάσταση των δακτυλίων στεγανότητας (oil seal rings).
18. Χρησιμοποιήστε καινούργια στεγανοποιητικά παρεμβύσματα κατά τη διαδικασία της επανασυναρμολόγησης της αντλίας.
19. Τοποθετήστε την αντλία στο οπίσθιο περίβλημα του κινητήρα, σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου της Συντήρησης. Προσαρμόστε το οδηγό της γρανάζι με το οδηγό γρανάζι του συστήματος παρελκομένων.

20. Στη συνέχεια, εντοπίστε τη θέση του πλέγματος λαδιού (pressure oil screen, Σχήμα 1.168) στον κινητήρα.



Σχήμα 1.168 Πλέγμα λαδιού

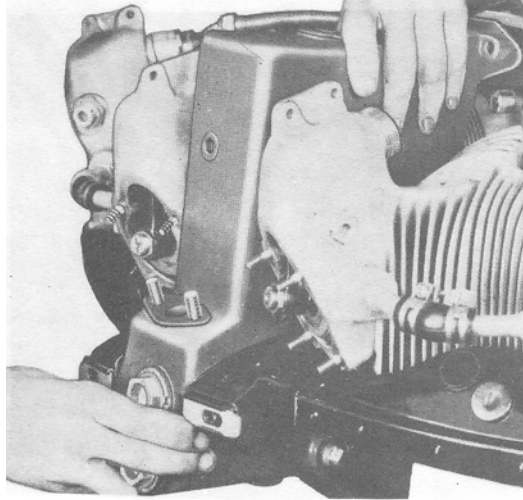
21. Χρησιμοποιώντας κατάλληλο κλειδί, αφαιρέστε το παξιμάδι του και αποσυναρμολογείστε (Σχήμα 1.169) το κάλυμμα, το ελατήριο, το πλέγμα λαδιού και τη βαλβίδα ελέγχου (check valve).



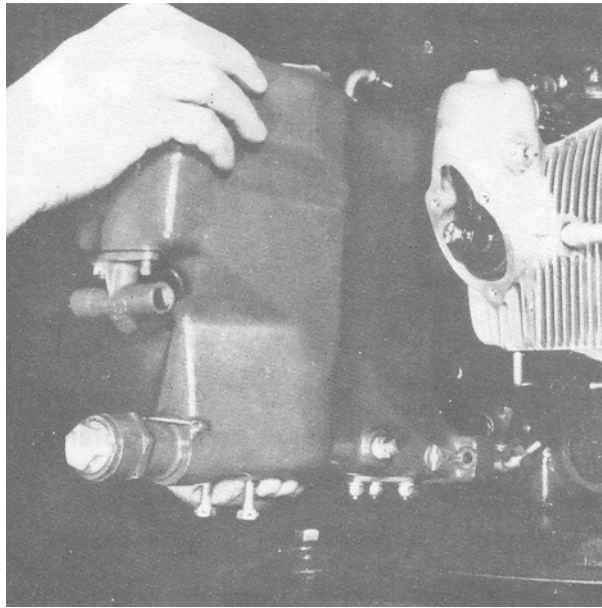
Σχήμα 1.169 Αποσυναρμολόγηση επιμέρους εξαρτημάτων

22. Επιθεωρείστε προσεκτικά το πλέγμα για την ύπαρξη μεταλλικών γρεζιών ή άλλων ξένων σωματιδίων. Ένα τέτοιο εύρημα αποτελεί ένδειξη κακής λειτουργίας ή / και αστοχίας κάποιου εξαρτήματος του κινητήρα. Ελέγξτε την καλή συναρμογή του πλέγματος.
23. Ελέγξτε την καλή εφαρμογή της βαλβίδας ελέγχου και την καλή κατάσταση του ελατηρίου και του καλύμματος.
24. Επανατοποθετείστε τα εξαρτήματα του πλέγματος στο θάλαμο τους, στο οπίσθιο περίβλημα του κινητήρα. Χρησιμοποιήστε καινούριο παρέμβυσμα στεγανότητας. Βιδώστε με ειδικό κλειδί το κάλυμμα του πλέγματος. Συρματασφαλίστε.

25. Τέλος, εντοπίστε την ελαιολεκάνη (oil sump, Σχήμα 1.170) του συστήματος λίπανσης. Αφαιρέστε τη με τη βοήθεια των οδηγιών του εγχειριδίου Συντήρησης (Σχήμα 1.171). Δώστε ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην τραυματίσετε τους σωλήνες λαδιού που καταλήγουν σε αυτήν.



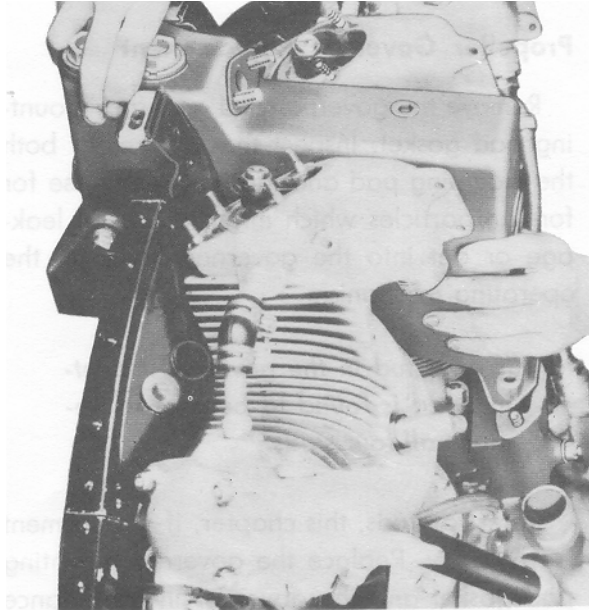
Σχήμα 1.170 Θέση ελαιολεκάνης



Σχήμα 1.171 Αφαίρεση ελαιολεκάνης

26. Επιθεωρείστε την ελαιολεκάνη για την ύπαρξη ρωγμών. Ελέγξτε το πλέγμα επιστροφής λαδιού. Η συναρμογή του πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση. Καθαρίστε το πλέγμα σχολαστικά.
27. Επανατοποθετείστε την ελαιολεκάνη σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου Συντήρησης (Σχήμα 1.172). Χρησιμοποιείτε καινούρια στεγανοποιητικά παρεμβύσματα όπου αυτά υπάρχουν. Η σύσφιξη των

κοχλιών θα πρέπει να ροπομετρείται, σύμφωνα με τα όρια των οδηγιών του εγχειριδίου.



Σχήμα 1.172 Επανατοποθέτηση ελαιολεκάνης

28. Στην περίπτωση που πραγματοποιήσετε πρώτα τις εργασίες αποσυναρμολόγησης όλων των παραπάνω εξαρτημάτων, βεβαιωθείτε ότι τα μέρη κάθε εξαρτήματος τοποθετούνται μαζί, για την αποφυγή απωλειών και πιθανών συγχύσεων κατά τη φάση της επανασυναρμολόγησης.

Εργαστηριακή άσκηση 1.8: Αφαίρεση, επιθεώρηση και συναρμολόγηση αντλίας καυσίμου αεροπορικού εμβολοφόρου βενζινοκινητήρα

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να πραγματοποιείτε τη διαδικασία αποσυναρμολόγησης και συναρμολόγησης της αντλίας καυσίμου αεροπορικού, εμβολοφόρου βενζινοκινητήρα, ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδικασίες, όπως αυτές περιγράφονται στο εγχειρίδιο γενικής επισκευής του κατασκευαστή.
- β) Να εφαρμόζετε τις απαιτούμενες διαδικασίες επιθεώρησης στα επιμέρους εξαρτήματα που αποσυναρμολογούν, πριν από τη συναρμολόγηση και δοκιμή του συστήματος καυσίμου.
- γ) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιούν όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Τα βασικά μέρη που αποτελούν το σύστημα καυσίμου ενός αεροπορικού, εμβολοφόρου βενζινοκινητήρα είναι οι δεξαμενές καυσίμου, οι αντλίες πίεσης (**booster pump**) και κυκλοφορίας (**engine driven pump**) καυσίμου, οι **βαλβίδες επιλογής (selector valves)**, τα φίλτρα και οι σωλήνες εξομάλυνσης της ροής (**strainers**) του καυσίμου, οι σωληνώσεις και τα όργανα μέτρησης.

Γενικά, υπάρχουν περισσότερες από μία δεξαμενές καυσίμου για την τροφοδότηση του συστήματος. Από κάθε μία ξεκινά μία σωλήνωση καυσίμου που αρχικά καταλήγει σε μία βαλβίδα επιλογής. Με αυτήν, ο χειριστής είναι σε θέση να διαλέξει ποια από τις δεξαμενές καυσίμου θα χρησιμοποιηθεί κάθε φορά. Η αντλία πίεσης δημιουργεί την κυκλοφορία του καυσίμου από τη βαλβίδα επιλογής προς το σωλήνα εξομάλυνσης της ροής. Αυτός τοποθετείται στο κατώτερο σημείο του συστήματος καυσίμου και λειτουργεί ουσιαστικά ως φίλτρο. Έτσι, απομακρύνονται οι ακαθαρσίες από το καύσιμο και η όποια ποσότητα νερού μπορεί αυτό να περιέχει. Κατά τη διαδικασία της εκκίνησης του κινητήρα, η αντλία πίεσης οδηγεί το καύσιμο, μέσω μίας βαλβίδας παράκαμψης (**by-pass valve**) στην αντλία κυκλοφορίας του καυσίμου. Από εκεί, το καύσιμο οδηγείται στο σύστημα ανάμειξης και στη συνέχεια, στο θάλαμο καύσης.

Απαιτούμενα μέσα

Για την πραγματοποίηση της παρούσας άσκησης απαιτείται κινητήρας του προαναφερόμενου τύπου, περιστρεφόμενη κλίνη για την τοποθέτησή του, εγχειρίδιο Συντήρησης ή γενικής επισκευής, μηχανήμα ελέγχου πίεσης, μηχανήμα καθαρισμού από επικαθίσεις, φούρνος, καθώς και τα ακόλουθα έγγραφα, μέσα και εργαλεία:

- εγχειρίδιο οδηγιών γενικής επισκευής και συντήρησης των επιμέρους εξαρτημάτων του συστήματος καυσίμου από την κατασκευάστρια εταιρεία τους,
- γενικά (κατσαβίδια, τανάλιες, κλειδιά) και ειδικά εργαλεία, τα οποία προδιαγράφονται στο παραπάνω εγχειρίδιο,
- επαρκείς πάγκοι εργασίας,
- τα ενδεικνύμενα από τον κατασκευαστή μέσα καθαρισμού,
- μεγεθυντικός φακός και καλός φωτισμός για την επιθεώρηση,
- γάντια χειρός, γυαλιά προστασίας.

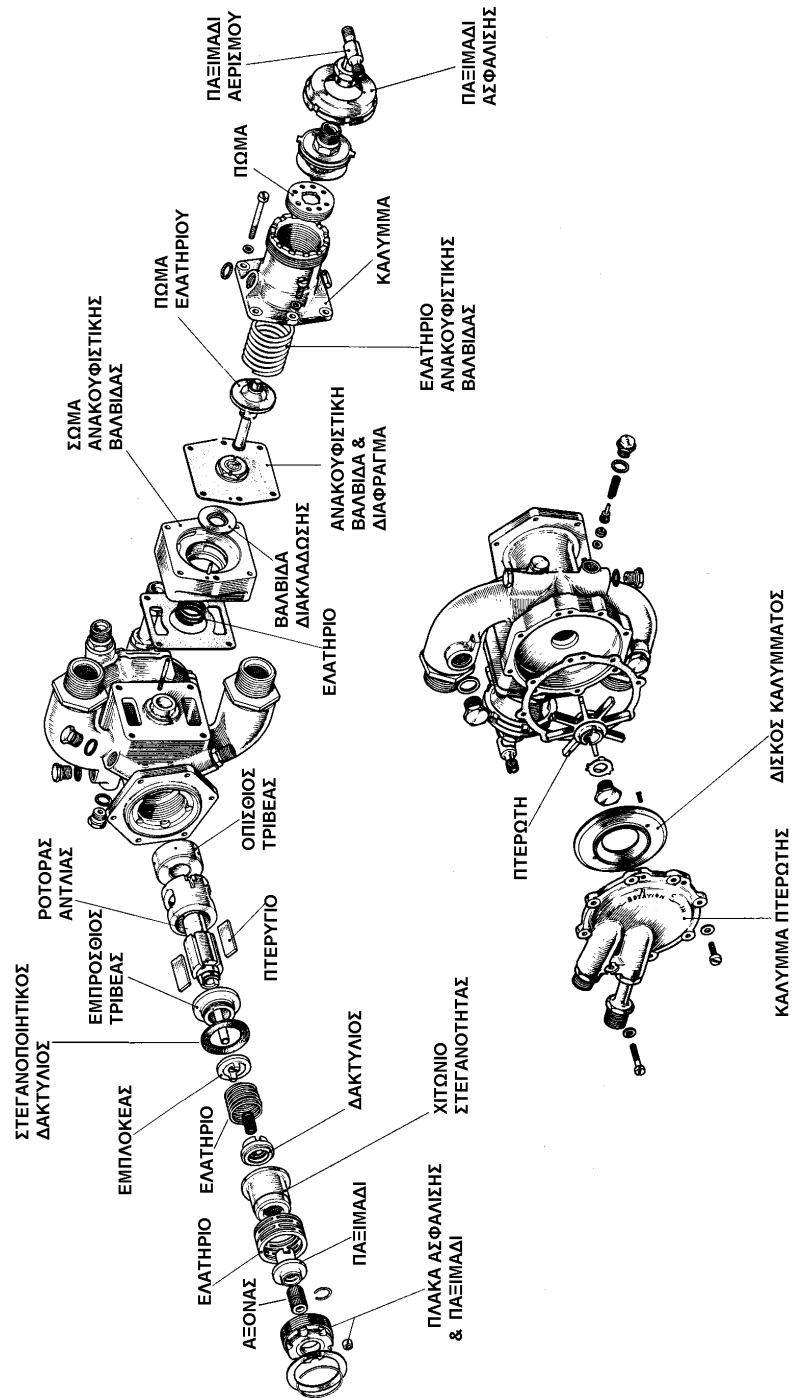
Μέτρα ασφάλειας

Ακουλουθήστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Α.

Πορεία εργασίας

1. Καθαρίστε προσεκτικά τον πάγκο εργασίας.
2. Καλύψτε τον πάγκο με λευκό απορροφητικό χαρτί.
3. Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες αποσυναρμολόγησης των κυρίων εξαρτημάτων του συστήματος καυσίμου, που παρέχονται από τον κατασκευαστή.
4. Αναγνωρίστε τα γενικά και ειδικά εργαλεία, τα οποία απαιτούνται και βεβαιωθείτε ότι είναι διαθέσιμα.
5. Εντοπίστε τη θέση της αντλίας κυκλοφορίας καυσίμου στον κινητήρα. Αποσυναρμολογήστε την από τη θέση της και τοποθετήστε τη στον πάγκο.
6. Κόψτε τη συρματασφάλιση του παξιμαδιού αερισμού (vent nut), του παξιμαδιού ασφάλισης (lock nut) και του καλύμματος της ανακουφιστικής βαλβίδας, Σχήμα 1.173.
7. Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο κλειδί, αφαιρέστε το παξιμάδι ασφάλισης.

8. Αφαιρέστε το πώμα από το περίβλημα της ανακουφιστικής βαλβίδας και στη συνέχεια το περίβλημα και το διάφραγμα της βαλβίδας. Δώστε ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην παραπέσουν η βαλβίδα παράκαμψης και το ελατήριό της.
9. Αφαιρέστε το πώμα, ελατήριο και τον άξονα της βαλβίδας παράκαμψης από το διάφραγμα.
10. Στη συνέχεια, τοποθετήστε την αντλία με το κάλυμμα της περωτής προς τα πάνω.
11. Αφαιρέστε το κάλυμμα της περωτής και το παρέμβυσμα στεγανότητας. Το τελευταίο δεν ξαναχρησιμοποιείται.
12. Αφαιρέστε το δακτύλιο και το περικόχλιο ασφάλισης και, στη συνέχεια την περωτή.
13. Αντιστρέψτε τη θέση της αντλίας.
14. Αφαιρέστε τον άξονα της περωτής. Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο κλειδί αφαιρέστε το παξιμάδι ασφάλισης.
15. Στη συνέχεια, αφαιρέστε τα παρελκόμενα εξαρτήματα όπως δακτύλιους, στυπιοθλίπτες και ελατήρια.
16. Θερμάνετε το σώμα της αντλίας σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου που χρησιμοποιείτε.
17. Χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο εξωλκέα, αφαιρέστε τον εμπρόσθιο τριβέα του άξονα.
18. Αφαιρέστε το ρότορα, τα πτερύγια του άξονα και τα διάφορα παρελκόμενα εξαρτήματα.
19. Τέλος, αφαιρέστε τον οπίσθιο τριβέα του άξονα, χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο εξωλκέα.



Σχήμα 1.173 Τα εξαρτήματα που αποτελούν την αντλία κυκλοφορίας καυσίμου

20. Αφού αποσυναρμολογήσετε την αντλία στα εξαρτήματα που την απαρτίζουν, θα πρέπει να πραγματοποιήσετε την επιθεώρησή τους. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο για τα όρια και τις ανοχές που επιτρέπονται σε κάθε εξάρτημα.

21. Επιθεωρήστε το στυπιοθλίπτη και όλα τα στεγανοποιητικά μέσα. Δεν επιτρέπονται φθορές.
22. Επιθεωρήστε την κατάσταση των ελατηρίων. Μετρήστε την επιπεδότητα (flatness) των επιφανειών των άκρων τους.
23. Επιθεωρήστε τον άξονα και τους συνδέσμους του.
24. Επιθεωρήστε τη βαλβίδα παράκαμψης και τη βαλβίδα ανακούφισης, καθώς και τα «καθίσματά» τους. Μόνο ορισμένα είδη φθορών επιτρέπονται.
25. Επιθεωρήστε τα πτερύγια του ρότορα του άξονα και της πτερωτής. Δώστε ιδιαίτερη προσοχή στα χείλη προσβολής και τα ακροπτερύγια.
26. Επιθεωρήστε το διάφραγμα της ανακουφιστικής βαλβίδας. Δεν επιτρέπονται φθορές.
27. Επιθεωρήστε το σώμα της αντλίας για την πιθανή ύπαρξη ρωγμών.
28. Βεβαιωθείτε ότι οι δίοδοι καυσίμου είναι καθαρές. Δεν επιτρέπονται οι οποιεσδήποτε επικαθήσεις.
29. Χρησιμοποιήστε τις οδηγίες του εγχειριδίου για τη σωστή αντιμετώπιση των πιθανών φθορών που εντοπίσατε κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης των εξαρτημάτων της αντλίας καυσίμου.
30. Μετά τις διεργασίες επισκευής, εάν απαιτηθούν, προχωρήστε στην επανασυναρμολόγηση των εξαρτημάτων της αντλίας.
31. Τοποθετήστε το σώμα της αντλίας στο φούρνο, ακολουθώντας τις οδηγίες του εγχειριδίου για τη διάρκεια και την ένταση της θέρμανσης.
32. Τοποθετήστε τον οπίσθιο τριβέα και τα υπόλοιπα εξαρτήματα του ρότορα.
33. Στην περίπτωση που το σώμα της αντλίας έχει αντικατασταθεί, πραγματοποιήστε δοκιμή πίεσης σε αυτό το στάδιο. Χρησιμοποιήστε το ειδικό μηχάνημα. Δεν επιτρέπονται διαρροές.
34. Στη συνέχεια, τοποθετήστε τον άξονα και τα υπόλοιπα εξαρτήματα.
35. Ελέγξτε την ελεύθερη περιστροφή του χρησιμοποιώντας το κατάλληλο ειδικό εργαλείο και ακολουθώντας τις οδηγίες του εγχειριδίου. Στην περίπτωση που διαπιστώσετε δυσκολία κατά την περιστροφή ή ακούσετε θόρυβο, αποσυναρμολογήστε την πτερωτή και πραγματοποιήστε επιθεώρησή του συγκροτήματος.

36. Τοποθετήστε την περωτή. Μετρήστε το διάκενο μεταξύ των ακροπερυγίων της και του σώματος της αντλίας, χρησιμοποιώντας το ανάλογο filler. Επίσης, μετρήστε το διάκενο μεταξύ της περωτής και του περιβλήματός της (cover disc).
37. Επανασυναρμολογήστε τη βαλβίδα παράκαμψης και την ανακουφιστική βαλβίδα.
38. Μη συρματασφαλίσετε πριν τη διενέργεια των τελικών δοκιμών της αντλίας.
39. Τοποθετείστε την αντλία στο ειδικό μηχάνημα ελέγχου της πίεσης.
40. Τοποθετήστε τάπες σε όλες τις παροχές της αντλίας εκτός από την οπή εισόδου του καυσίμου και την οπή αποστράγγισης.
41. Εφαρμόζοντας τη μέθοδο που περιγράφεται στο εγχειρίδιο, εφαρμόστε ροή υγρού υπό πίεση στην αντλία. Δεν επιτρέπονται διαρροές παρά μόνο στην οπή αποστράγγισης και υπό ορισμένα όρια.
42. Στη συνέχεια, τοποθετείστε την αντλία στο μηχάνημα ροής για τη διαδικασία καθαρισμού των διόδων της από πιθανές επικαθήσεις.
43. Τέλος, πραγματοποιήστε λειτουργία της αντλίας και έλεγχο της πίεσης και της παροχής της. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο για τις τιμές κανονικής λειτουργίας και τα όρια των επιτρεπόμενων αποκλίσεων από αυτές.

Εργαστηριακή άσκηση 1.9: Πληροφορίες για τη σωστή διαχείριση των εδράνων κύλισης κατά τη διαδικασία συντήρησής τους

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να γνωρίζετε τις πρακτικές που ακολουθούνται κατά τη διαδικασία συντήρησης των εδράνων κύλισης. Οι πρακτικές αυτές περιλαμβάνουν τεχνικές πληροφορίες αλλά και οδηγίες για την αποτελεσματική προφύλαξη των εδράνων κατά τη διάρκεια της αποσυναρμολόγησης και της επιθεώρησης τους. Επίσης, αναφέρονται οδηγίες για τη σωστή αποθήκευσή τους σε περίπτωση μακράς παραμονής τους εκτός λειτουργίας.
- β) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιούν όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Στη συγκεκριμένη εργαστηριακή άσκηση θα μας απασχολήσουν τα έδρανα κύλισης (ρουλεμάν). Σε αυτά επιτυγχάνεται περιστροφή του στροφέα (του άξονα του οποίου υποστηρίζεται η περιστροφική κίνηση) ως προς το εξωτερικό μέρος του εδράνου. Αυτή πραγματοποιείται με την κύλιση των **στοιχείων κύλισης**. Κατά την κύλιση των στοιχείων αναπτύσσεται τριβή κύλισης.

Τα έδρανα κύλισης αποτελούνται από: το εξωτερικό δακτυλίδι, το εσωτερικό δακτυλίδι, τα στοιχεία κύλισης, τον κλωβό, τα καλύμματα των στοιχείων κύλισης (Σχήμα 1.33). Γενικά, ως κυλιόμενα στοιχεία χρησιμοποιούνται σφαίρες, κύλινδροι, κώνοι, βαρελοειδή και βελόνες (Σχήμα 1.34). Η θήκη (φωλιά) στην οποία τοποθετούνται τα ρουλεμάν μπορεί να είναι ολόσωμη ή διαιρούμενη. Γενικά, διακρίνονται σε ακτινικά και αξονικά καθώς και σε σταθερά (τα οποία απαιτούν καλή ευθυγράμμιση με τον άξονα) και αυτορυθμιζόμενα (χρησιμοποιούνται όταν οι γεωμετρικοί άξονες εδράνου και άξονα δε συμπίπτουν).

Η εφαρμογή των εδράνων κύλισης (Σχήμα 1.174) στην αεροπορική βιομηχανία είναι εκτεταμένη. Έχουν μικρό βάρος καθώς και μικρές διαστάσεις αξονικά. Παραλαμβάνουν σημαντικό φορτίο ανά μονάδα πλάτους. Επίσης, παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό απόδοσης λόγω χαμηλών απωλειών από τριβές και χαμηλή κατανάλωση λιπαντικού, η λειτουργία τους δεν εξαρτάται από το υλικό του άξονα που στηρίζουν και κατασκευάζονται σε τυποποιημένες διαστάσεις. Δεν απαιτούν ιδιαίτερη συντήρηση και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι το

μεγάλο κόστος αγοράς – στις αεροπορικές εφαρμογές, ο αυξημένος θόρυβος λειτουργίας και αδυναμία να παραλάβουν κρουστικά φορτία. Ακόμη, τα έδρανα κύλισης δεν επισκευάζονται, δεν μπορούν να τοποθετηθούν σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος ακτινικά και απαιτούν πολύ προσεκτική τοποθέτηση, ώστε να μην καταστραφούν από τυχόν σφιχτή εφαρμογή τους.



Σχήμα 1.174 Ορισμένες κατηγορίες εδράνων κύλισης

Κατά την επιθεώρηση, τα ευρήματα που αιτιολογούν την απόρριψη των εδράνων κύλισης είναι τα ακόλουθα:

- Τμήματα σπασμένα, με ρωγμές (cracks), με παρουσία νιφάδων υλικού (flakes).
- Λυγισμένοι ή απανθρακωμένοι κλωβοί (cages) ή αύλακες (retainers).
- Μανδύες (shields) με οδοντώσεις (dents) σε μέγεθος που εμποδίζουν την κανονική περιστροφή ή επιτρέπουν την επικάλυψη ξένων σωματιδίων.
- Καταπονήσεις που προξενούν εμφανείς μεταβολές στις αρχικές διαστάσεις των εδράνων.

Στις παρακάτω περιπτώσεις επιτρέπεται η επισκευή των εδράνων:

- Σημάδια σκουριάς σε εύκολα προσβάσιμες επιφάνειες.
- Επικαθίσεις βρωμιάς ή / και ξένων σωματιδίων.
- Μανδύες προστασίας ή δακτύλιοι στεγανότητας οι οποίοι είναι χαλαροί.

Απαιτούμενα μέσα

Για την πραγματοποίηση της παρούσας άσκησης απαιτούνται έδρανα κύλισης, εγχειρίδιο οδηγιών Συντήρησης από την κατασκευάστρια εταιρεία, πάγκος εργασίας, γάντια χειρός. Καθώς ο σκοπός της άσκησης είναι να δώσει στο μαθητή την εικόνα των διαδικασιών που ακολουθούνται κατά τη

συντήρηση των εδράνων κύλισης, δεν κρίνεται απαραίτητη η χρήση άλλων μέσων και εργαλείων.

Μέτρα ασφάλειας

Ακουλουθήστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Α. Μεριμνήστε ώστε να χρησιμοποιείτε πάντοτε τα προστατευτικά γάντια κατά την επαφή σας με τα έδρανα.

Πορεία εργασίας

Η πορεία εργασίας είναι αυτή που ακολουθείται γενικά σε επισκευαστικά κέντρα εδράνων ολίσθησης. Αναφέρονται, λοιπόν, οι διαδικασίες και οι εργασίες που πρέπει να πραγματοποιηθούν σύμφωνα με τους κανονισμούς και τις πρακτικές που είναι διεθνώς αναγνωρισμένες. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο γενικής επισκευής για τον προσδιορισμό της προδιαγραφής οποιουδήποτε μέσου απαιτηθεί στην πορεία εργασίας.

1. Τα έδρανα που θα ακολουθήσουν τις διαδικασίες της γενικής επισκευής, περνούν από μία προκαταρκτική επιθεώρηση και κατηγοριοποιούνται ως εξής:
 - A. Αυτά που φέρουν εμφανείς ζημιές και είναι πέραν από κάθε επισκευή.
 - B. Αυτά που η κατάστασή τους επιβάλλει επισκευή.
 - Γ. Αυτά που η κατάστασή τους επιβάλλει περαιτέρω επιθεώρηση, και
 - Δ. Αυτά που απαιτούν μόνο καθαρισμό.
2. Τα έδρανα πρέπει να τυγχάνουν ιδιαίτερα προσεκτικής μεταχείρισης σε όλα τα στάδια της γενικής επισκευής. Για την αφαίρεσή τους από τον κινητήρα χρησιμοποιούνται ειδικά εργαλεία τα οποία προδιαγράφονται στο εγχειρίδιο γενικής επισκευής. Στη συνέχεια, επικαλύπτονται με λάδι προστασίας, τοποθετούνται σε ειδικό επικαλυπτικό μέσο συσκευασίας στο οποίο αναγράφεται η ονομασία του εδράνου και μεταφέρονται στο συνεργείο επισκευής εδράνων.
3. Κατά την αφαίρεση του επικαλυπτικού μέσου συσκευασίας πρέπει να δοθεί προσοχή ώστε κάθε έδρανο να διατηρήσει τα διακριτικά του στοιχεία.
4. Αρχικά, ακολουθείται η διαδικασία του απομαγνητισμού (demagnetization) του εδράνου. Σκοπό έχει την εξουδετέρωση της υπολειπόμενης ποσότητας μαγνητισμού, που έχει δημιουργηθεί κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του εδράνου, η οποία θα προκαλεί την προσκόλληση σιδηρούχων σωματιδίων στα μεταλλικά μέρη του εδράνου.

5. Ακολουθεί μία διαδικασία μπάνιου (soak) του εδράνου σε διάλυμα λαδιού. Με τον τρόπο αυτόν, οι ποσότητες γράσου, επικαθήμενων ξένων σωματιδίων, επικαλυπτικών προστατευτικών ουσιών και λαδιού μαλακώνουν και απομακρύνονται ευκολότερα σε επόμενη διαδικασία που θα δούμε παρακάτω. Το χρονικό διάστημα του μπάνιου ποικίλλει από 30 λεπτά έως και κάποιες ώρες. Συνήθως, τα διαλύματα που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία αυτή είναι τοξικά. Εφιστάται, λοιπόν, η προσοχή κατά τη χρήση τους, σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου γενικής επισκευής.
6. Στη συνέχεια, εκτελούνται διεργασίες αρχικού καθαρισμού του εδράνου. Χρησιμοποιείται διαλύτης σε υγρή μορφή (solvent wash) ή σε μορφή σπρέι (spray wash) – πρακτική που θεωρείται πιο αποτελεσματική. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο γενικής επισκευής του κατασκευαστή για την πρακτική καθαρισμού που ακολουθείται για τα έδρανα του συγκεκριμένου κινητήρα.
7. Μία επιπρόσθετη διαδικασία καθαρισμού είναι αυτή με τη χρήση ατμού (vapor degreasing). Επιτυγχάνει την απομάκρυνση καταλοίπων λαδιού και γράσων που δεν απομακρύνθηκαν κατά τη διάρκεια του αρχικού καθαρισμού. Χρησιμοποιείται ειδικό μηχάνημα, το οποίο παράγει ατμούς. Το έδρανο έρχεται σε επαφή με τους ατμούς και όχι με το υγρό από το οποίο προήλθαν. Η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές για να επιτευχθεί καλύτερο αποτέλεσμα, αρκεί να προβλέπεται ενδιάμεσο διάστημα ψύξης του εδράνου. Η χρήση ατμού επιβάλλεται στην περίπτωση που το έδρανο δεν έχει καθαρίσει πλήρως κατά τις διαδικασίες αρχικού καθαρισμού που προηγήθηκαν.
8. Μετά το πλύσιμο του εδράνου δημιουργούνται κάποιες κατακαθίσεις (έχουν τη μορφή βρωμιάς ή κόλλας) από το χρησιμοποιούμενο καθαριστικό μέσο. Για το λόγο αυτόν, είναι απαραίτητη μία τελική **απόπλυση (solvent rinse)** των μερών του εδράνου με αυτές τις ενδείξεις. Χρησιμοποιείται διαλύτης όμοιος με αυτόν που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διαδικασία του καθαρισμού που προηγήθηκε. Τονίζεται, ότι μετά τη διαδικασία του καθαρισμού, το φιλμ προστασίας που πάντοτε υπάρχει στην επιφάνεια του εδράνου θα έχει αφαιρεθεί. Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος της διάβρωσης, πρέπει να προστεθεί ποσότητα λαδιού (3% έως 5% κατ' όγκο) στο διάλυμα καθαρισμού, πριν την τελευταία εφαρμογή του στο έδρανο, ώστε να δημιουργηθεί νέο φιλμ προστασίας.
9. Ακολουθεί η διαδικασία στεγνώματος (dry) με την οποία αφαιρείται οποιαδήποτε ποσότητα διαλύτη τυχόν έχει παραμείνει σε κάποιο σημείο

του εδράνου. Για τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται στεγνός, θερμός, καθαρός, πεπιεσμένος αέρας (που διέρχεται από σειρά φίλτρων). Παράλληλα, το προστατευτικό φιλμ της επιφάνειας των εδράνων πρέπει να μείνει αναλλοίωτο.

10. Μία εναλλακτική μέθοδος στεγνώματος είναι η τοποθέτηση του εδράνου σε φούρνους όπου αναπτύσσεται θερμοκρασία έως 120°C. Επίσης, στα βελονοειδή έδρανα εφαρμόζεται η μέθοδος του μπάνιου λαδιού, όπου χρησιμοποιείται φιλτραρισμένο λάδι όμοιο με αυτό του εδράνου και η θερμοκρασία του οποίου κυμαίνεται από 105°C έως 120°C.
11. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η διαδικασία βασικού καθαρισμού του εδράνου. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο γενικής επισκευής του κατασκευαστή για την επιλογή του τρόπου και της διαδικασίας καθαρισμού που πρέπει να εφαρμοστούν στα έδρανα του κινητήρα του οποίου τη γενική επισκευή πραγματοποιείτε.
12. Τελικά, το έδρανο θα αποσυναρμολογηθεί. Η διαδικασία εξαρτάται από το είδος του εδράνου και τα μέρη στα οποία συνίσταται. Η ευαισθησία του εδράνου σε τραυματισμούς είναι μεγάλη. Τονίζεται ότι πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την αποσυναρμολόγηση, ώστε τα μέρη του κάθε εδράνου να διατηρούνται μαζί, για να αποφευχθεί τυχόν μείξη με μέρη άλλου εδράνου. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο γενικής επισκευής ώστε να εξακριβώσετε αν υπάρχουν έδρανα των οποίων η αποσυναρμολόγηση δεν επιτρέπεται λόγω ιδιαιτερότητας της κατασκευής τους. Ακόμη, στο εγχειρίδιο θα βρείτε πληροφορίες για τα έδρανα τα οποία δεν επισκευάζονται, ανεξάρτητα από την κατάσταση στην οποία βρίσκονται, αλλά σε κάθε γενική επισκευή αποδεσμεύονται και χρησιμοποιούνται καινούργια στη θέση τους.
13. Μετά την αποσυναρμολόγηση ξεκινούν προκαταρκτικές εργασίες για την επιθεώρηση του εδράνου. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο γενικής επισκευής για τις συγκεκριμένες εργασίες που απαιτούνται. Γενικά, πραγματοποιούνται στίλβωση (buffing) και γυάλισμα (polishing) στα αποσυναρμολογημένα μέρη του εδράνου.
14. Στη συνέχεια, το έδρανο επιθεωρείται οπτικά. Το εγχειρίδιο γενικής επισκευής περιέχει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για το χαρακτηρισμό της κατάστασης του εδράνου. Η εμπειρία πιστοποιεί ότι τα ευρήματα στα έδρανα προέρχονται, σε ποσοστό 95% περίπου, από κακή τοποθέτηση κατά τις εργασίες συναρμολόγησης στον κινητήρα και άσχημες συνθήκες λειτουργίας του. Ένα χαρακτηριστικό, κοινό σε όλους τους διαφορετικούς τύπους, των εδράνων κύλισης είναι ότι οι φθορές που θα

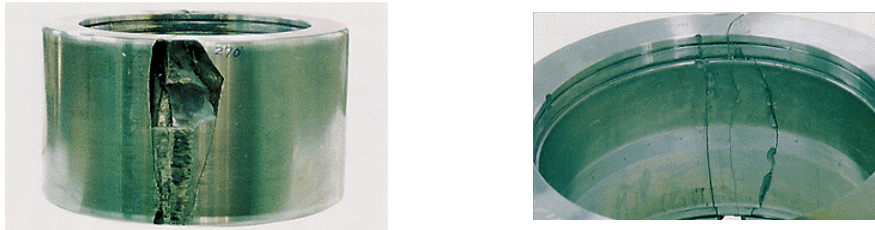
δημιουργήσουν, μελλοντικά, πρόβλημα στη λειτουργία τους μπορούν να εντοπισθούν κατά την οπτική επιθεώρηση. Σε μία τέτοια περίπτωση ακολουθεί διαστασιολογικός έλεγχος για την εξακρίβωση των ορίων της φθοράς, της κατάλληλης επισκευής και το χαρακτηρισμό του εδράνου ως λειτουργικού ή μη, πάντα μέσα στα πλαίσια του οικείου εγχειριδίου γενικής επισκευής. Στην περίπτωση όπου κάποιο από τα επιμέρους τμήματα ενός αποσυναρμολογημένου εδράνου χαρακτηριστεί μη επισκευάσιμο, τότε επιβάλλεται η αντικατάσταση ολόκληρου του εδράνου με καινούριο. Στα σχήματα του Παραρτήματος (σελίδα 227) παρουσιάζονται οι φθορές που μπορεί κάποιος να συναντήσει στα έδρανα κύλισης κατά την επιθεώρηση τους.

15. Οι πρακτικές επισκευής έπονται της επιθεώρησης. Καλύπτουν κάποια όρια των φθορών που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης, σύμφωνα με το εγχειρίδιο της γενικής επισκευής. Οι εργασίες επισκευής περιλαμβάνουν (ανάλογα με το είδος και την έκταση της φθοράς) στίλβωση, γυάλισμα, επιμετάλλωση, επιχρωμίωση, επινικέλωση. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται καθαρισμός των επισκευασμένων μερών.
16. Η τελική κατάσταση ενός εδράνου που έχει υποστεί επισκευή, ελέγχεται με δοκιμή σκληρότητας σε συγκεκριμένα μέρη του. Επίσης, πραγματοποιείται ηχητικός έλεγχος των επισκευασμένων μερών για την εξακρίβωση της κατάστασή τους.
17. Όταν ένα έδρανο χαρακτηριστεί ως κατάλληλο για χρήση, ανεξάρτητα αν η επιθεώρηση του υπέδειξε την ανάγκη εργασιών επισκευής ή όχι, τότε πραγματοποιούνται μετρήσεις των ανοχών του. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο της γενικής επισκευής για τον καθορισμό των διαστάσεων που πρέπει να καθοριστούν και τον τρόπο με τον οποίο αυτό επιτυγχάνεται. Συνήθως, μετρούνται οι **ακτινικές** και **αξονικές ανοχές (radial play, axial play – «παίζιμο»)**, η **γωνία επαφής (contact angle)** του στοιχείου κύλισης με τον κλωβό, ενώ πραγματοποιούνται και μετρήσεις **επιπεδότητας (flatness)**. Στα ακόλουθα Σχήματα παρουσιάζονται κάποιες πρακτικές μέτρησης μεγεθών στα έδρανα κύλισης.
18. Κάθε έδρανο που χαρακτηρίζεται εύχρηστο, κατηγοριοποιείται και λαμβάνει συγκεκριμένους χαρακτηριστικούς αριθμούς, σύμφωνα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (ανοχές, τελικές διαστάσεις μετά την επισκευή) και, πάντα, ανάλογα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
19. Τελικά, μετά και την κατηγοριοποίηση του εδράνου, πραγματοποιούνται οι διαδικασίες **διατήρησης (preservation)** με την εφαρμογή κατάλληλου ελαίου, συσκευασίας και αποθήκευσης. Οδηγίες για τις παραπάνω

διαδικασίες δίνονται στο εγχειρίδιο γενικής επισκευής του κατασκευαστή, οι οποίες βασίζονται σε πρότυπα που εφαρμόζονται διεθνώς.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται είδη φθορών που συναντούνται κατά την επιθεώρηση των εδράνων κύλισης. Διατηρείται η αγγλική ορολογία των φθορών καθώς έχει επικρατήσει διεθνώς.



Σχήμα 1.175 Cracks - Ρωγμές

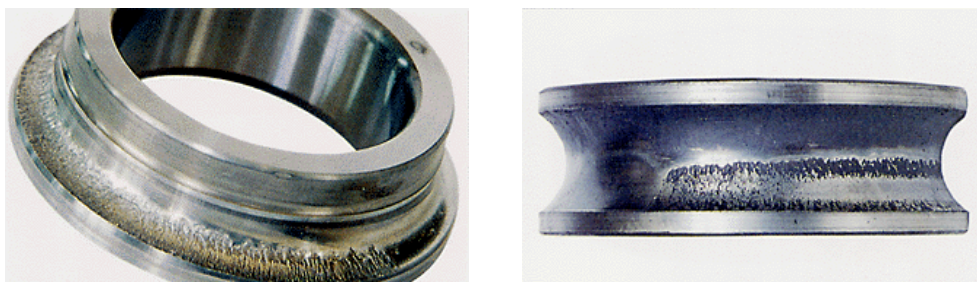


(α)

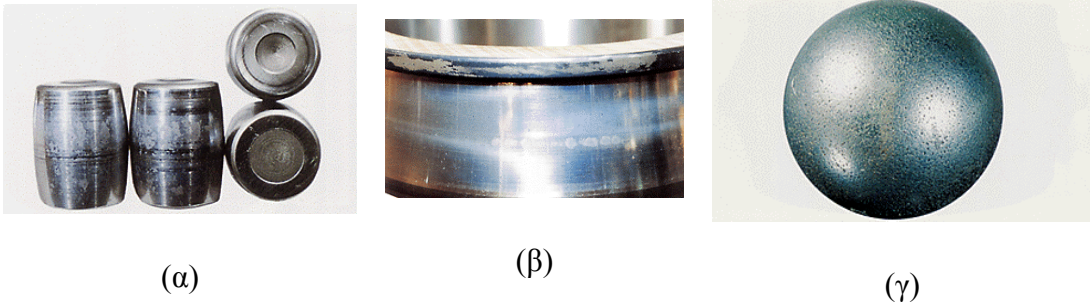


(β)

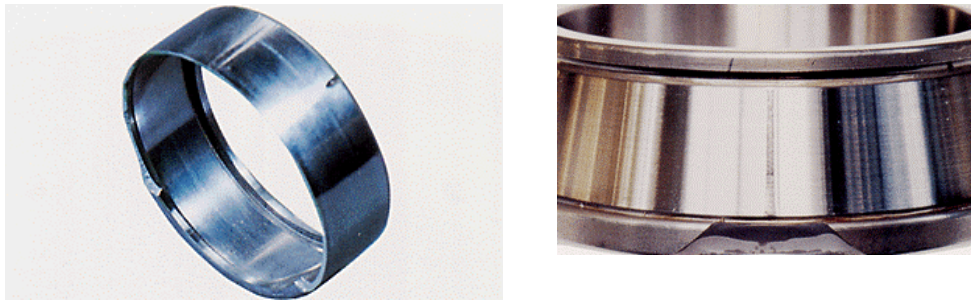
Σχήμα 1.176 (α) Cage deformation - Παραμόρφωση κλωβού, (γ) False brinelling - Χαρακτηριστική φθορά εδράνων κύλισης



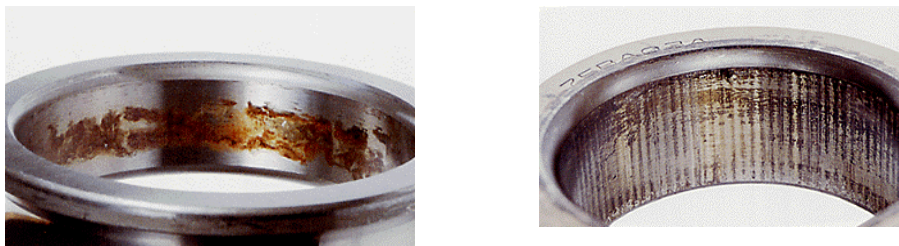
Σχήμα 1.177 Flaking - Αποφλοίωση



Σχήμα 1.178 (α) και (β) Peeling - Αποφλοίωση, (γ) Pitting - Κρατήρες



Σχήμα 1.179 Fracture - Θραύση



Σχήμα 1.180 Fretting - Φθορά από τριβή



Σχήμα 1.181 (α) Smearing - Θαμπάδα, (β) Wear - Φθορά



(α)



(β)

Σχήμα 1.182 (α) Rust & corrosion - Οξείδωση, (β) Scoring - Σκωρίαση

Εργαστηριακή άσκηση 1.10: Αφαίρεση κυλίνδρων, επιθεώρηση, επανατοποθέτηση

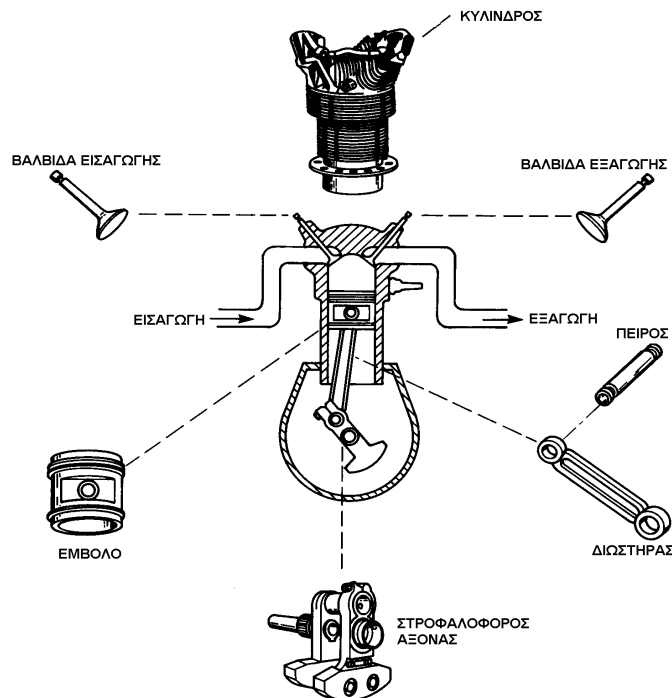
Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αντικαθιστάτε κυλίνδρους.
- β) Να εκτιμάτε την κατάσταση των κυλίνδρων.
- γ) Να αφαιρείτε έμβολα.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Στο Σχήμα 1.183 φαίνεται η συνδεσμολογία των βασικών μερών του εμβολοφόρου κινητήρα, των οποίων οι εργασίες αποσυναρμολόγησης αποτελούν το αντικείμενο της παρούσας άσκησης.



Σχήμα 1.183 Η συνδεσμολογία των βασικών μερών του εμβολοφόρου κινητήρα

Απαιτούμενα μέσα

Η παρούσα άσκηση παρέχει γενικές οδηγίες για την αφαίρεση, επιθεώρηση, επανατοποθέτηση κυλίνδρων, εμβόλων και βαλβίδων. Απαιτούνται τα ακόλουθα έγγραφα, μέσα και εργαλεία:

- εγχειρίδιο γενικής επισκευής του κινητήρα,

- τυπικά (κατσαβίδια, τανάλιες, κλειδιά) και ειδικά εργαλεία, τα οποία προδιαγράφονται στο παραπάνω εγχειρίδιο,
- ειδικός φορέας κυλίνδρων,
- επαρκείς πάγκοι εργασίας,
- μεγεθυντικός φακός και καλός φωτισμός για την επιθεώρηση,
- γάντια χειρός,
- γυαλιά προστασίας.

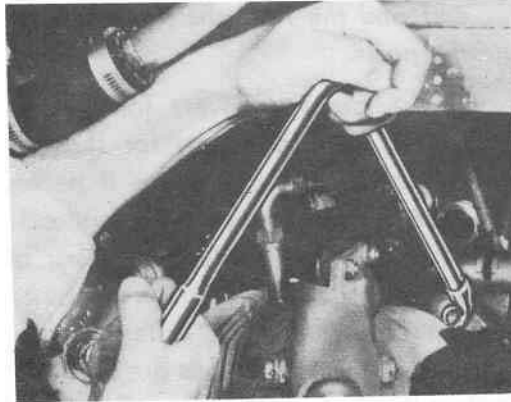
Μέτρα ασφαλείας

Ακολουθήστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Α.

Πορεία εργασίας

ΦΑΣΗ Α': Αφαίρεση κυλίνδρου

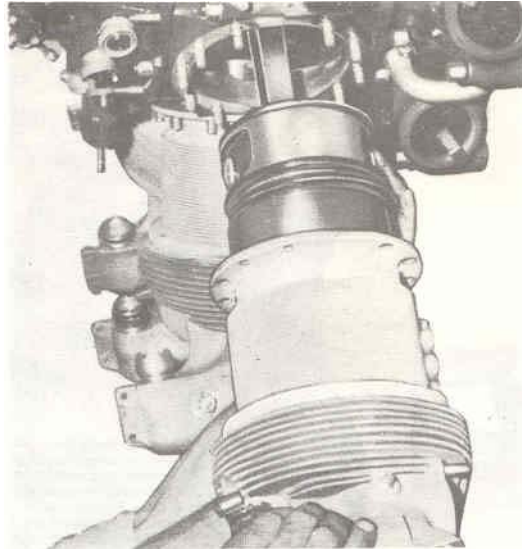
1. Βεβαιωθείτε ότι το έμβολο του κυλίνδρου που πρόκειται να αφαιρεθεί, βρίσκεται στο ΑΝΣ.
2. Αφαιρέστε τους κοχλίες συγκράτησης, ακολουθώντας αυστηρά τη σειρά αφαίρεσης που υποδεικνύει ο κατασκευαστής (Σχήμα 1.184).



Σχήμα 1.184 Αφαίρεση κοχλιών συγκράτησης

3. Συγκρατήστε τον κύλινδρο με τα δύο χέρια, πριν από την αφαίρεση του τελευταίου κοχλία συγκράτησης (Σχήμα 1.185). Τοποθετείστε τον κύλινδρο σε λευκό απορροφητικό χαρτί πάνω σε πάγκο εργασίας.
4. Τοποθετείστε τον κύλινδρο στον ειδικό φορέα για την αποφυγή ζημιάς στα πτερύγια ή στις φλάντζες.
5. Αφαιρέστε τον πείρο του εμβόλου και στη συνέχεια το έμβολο, προσέχοντας να μην προκαλέσετε ζημιά στο στροφαλοθάλαμο.

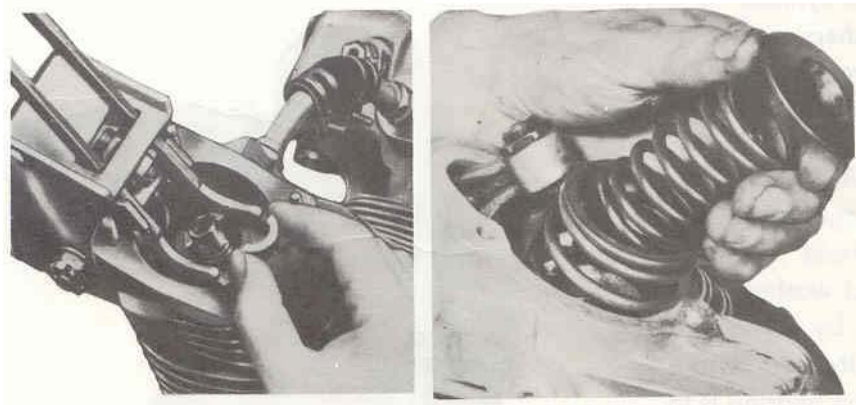
6. Τοποθετείστε το έμβολο και τον πείρο στον κατάλληλο φορέα.
7. Ασφαλίστε το διωστήρα, προσαρμόζοντας τον κατάλληλο συγκρατητή (holder).



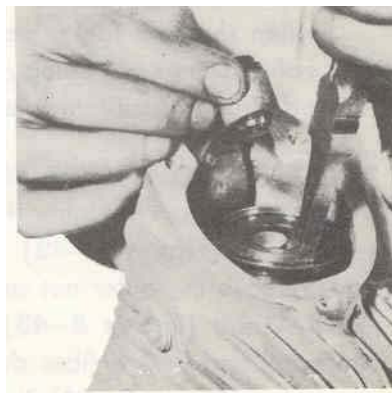
Σχήμα 1.185 Αφαίρεση κυλίνδρου

ΦΑΣΗ Β': Αποσυναρμολόγηση βαλβίδων και ελατηρίων

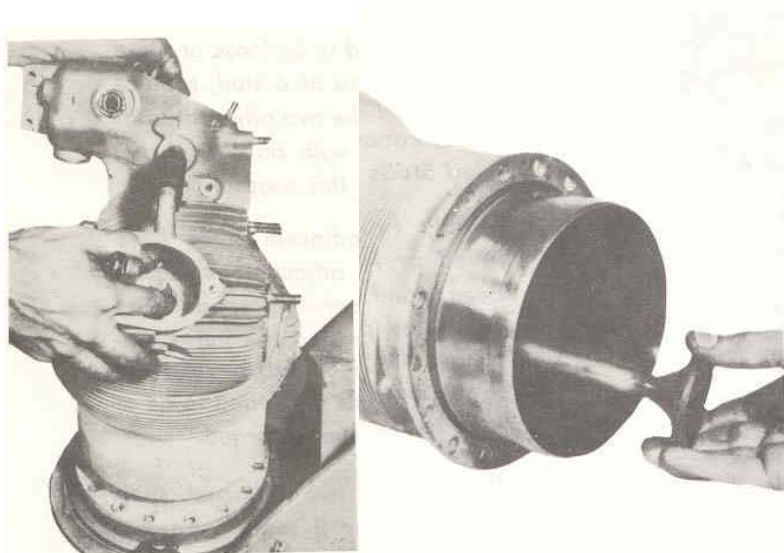
1. Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες αποσυναρμολόγησης, που παρέχονται από τον κατασκευαστή.
2. Αναγνωρίστε τα γενικά και ειδικά εργαλεία, τα οποία απαιτούνται και βεβαιωθείτε ότι είναι διαθέσιμα.
3. Καθαρίστε προσεκτικά τον πάγκο εργασίας.
4. Καλύψτε τον πάγκο με λευκό απορροφητικό χαρτί.
5. Βεβαιωθείτε ότι ο κύλινδρος είναι τοποθετημένος στον κατάλληλο φορέα.
6. Συμπιέστε τα ελατήρια των βαλβίδων με το κατάλληλο εργαλείο και αφαιρέστε τις ασφάλειες, τις πάνω ροδέλες και τα ελατήρια από το κάλυμμα του ζυγού (Σχήμα 1.186).
7. Αφαιρέστε τις κάτω ροδέλες χρησιμοποιώντας μυτερή τανάλια (Σχήμα 1.187).
8. Ανασηκώστε τον κύλινδρο από τη βάση του και τραβήξτε τις βαλβίδες (Σχήμα 1.188). Προσέξτε να μην χτυπήσουν οι βαλβίδες τα τοιχώματα του κυλίνδρου.



Σχήμα 1.186 Αφαίρεση ασφαλειών και ροδελών



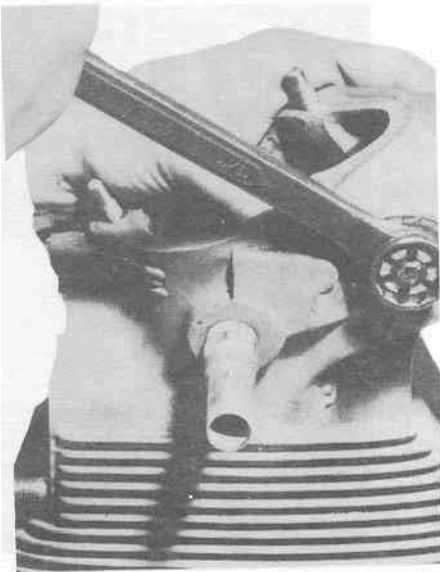
Σχήμα 1.187 Αφαίρεση ροδελών με τανάλια



Σχήμα 1.188 Ανύψωση κυλίνδρου και αφαίρεση βαλβίδας

ΦΑΣΗ Γ': Αφαίρεση ζυγών (κοκκοράκια) και εδράνων τους

1. Αφαιρέστε τα περικόχλια συγκράτησης και σπρώξτε τον άξονα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.189.
2. Ανασηκώστε το κοκκοράκι (Σχήμα 1.190).
3. Για την αφαίρεση του εδράνου τοποθετείστε το, προσαρμοσμένο σε ειδική βάση, κοκκοράκι στην υδραυλική πρέσσα (arbor press), όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.191.

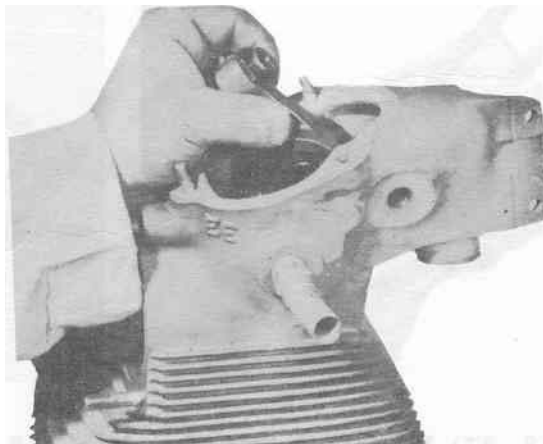


(α)

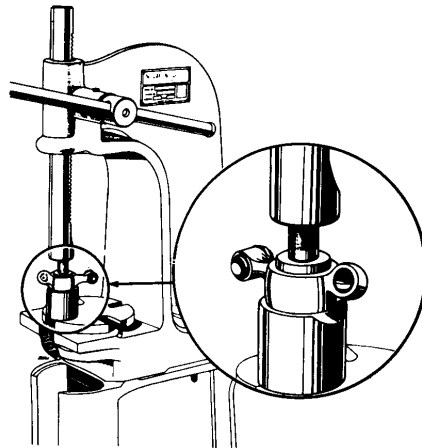


(β)

Σχήμα 1.189 Αφαίρεση (α) περικοχλίου και (β) άξονα



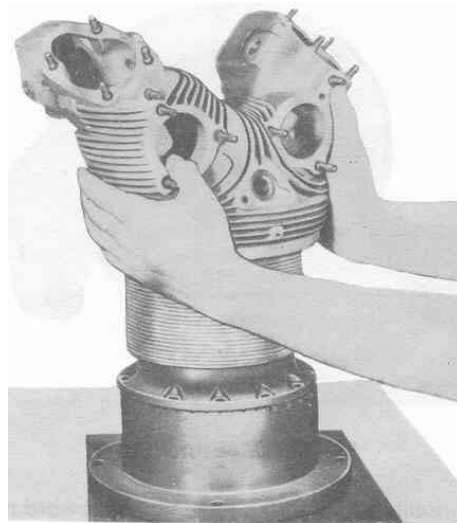
Σχήμα 1.190 Αφαίρεση ζυγού



Σχήμα 1.191 Αφαίρεση εδράνου ζυγού

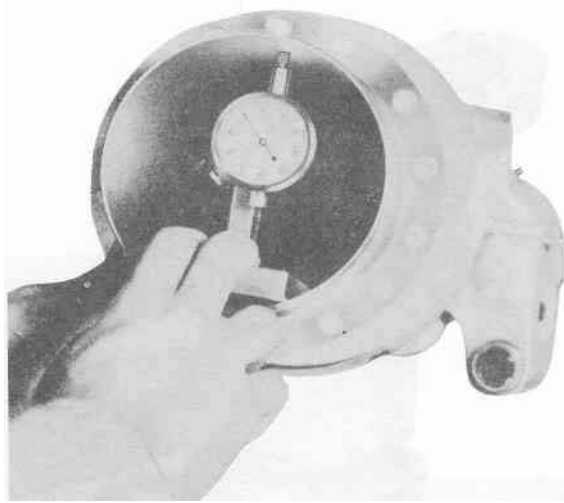
ΦΑΣΗ Δ': Επιθεώρηση κυλίνδρων

1. Ελέγξτε την επιπεδότητα και την καθετότητα της φλάντζας. Συγκρίνετε τις μετρήσεις σας με τις απαιτήσεις του εγχειριδίου του κινητήρα.



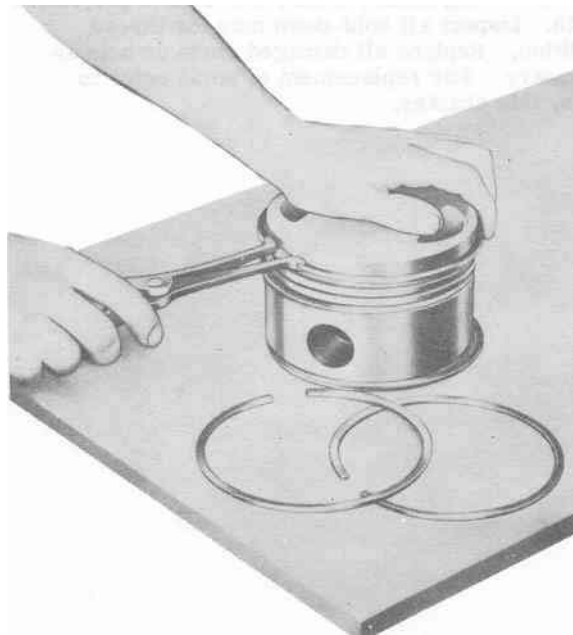
Σχήμα 1.192 Αποκατάσταση επιπεδότητας φλάντζας (lapping)

2. Συζητήστε με τον επιβλέποντα τις διαδικασίες αποκατάστασης της επιπεδότητας και της καθετότητας της φλάντζας (Σχήμα 1.192).
3. Επιθεωρήστε την εσωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου για φθορά, ιδιαίτερα στην οπίσθια περιοχή.



Σχήμα 1.193 Μέτρηση οβαλότητας κυλίνδρου

4. Μετρήστε την οβαλότητα του κυλίνδρου, (Σχήμα 1.193). Συγκρίνετε τη μέτρηση με την τιμή που προδιαγράφεται στο εγχειρίδιο γενικής επισκευής.
5. Ελέγξτε τον κύλινδρο για άλλες φθορές (όπως ρωγμές, σπασμένα πτερύγια ψύξης).



Σχήμα 1.194 Αφαίρεση δακτυλίου εμβόλου

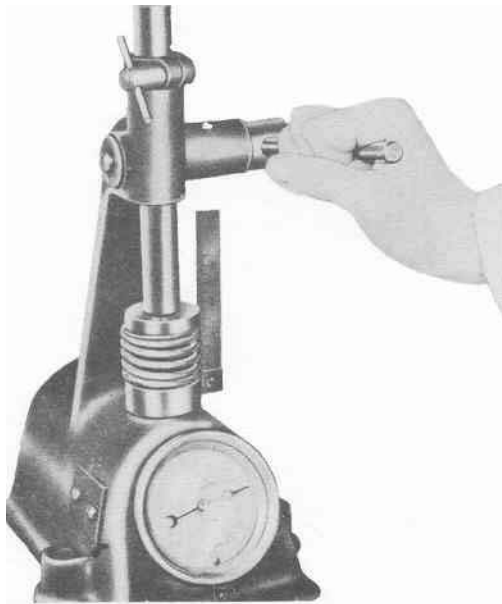
ΦΑΣΗ Ε': Επιθεώρηση εμβόλων, ζυγών, βαλβίδων

1. Αφαιρέστε τα ελατήρια των εμβόλων, (Σχήμα 1.194).
2. Καθαρίστε τους αύλακες των ελατηρίων (Σχήμα 1.195).



Σχήμα 1.195 Καθαρισμός περιοχής δακτυλίων

3. Επιθεωρήστε τα έμβολα, τους πείρους και τους ζυγούς σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.



Σχήμα 1.196 Έλεγχος ελατηρίων βαλβίδων

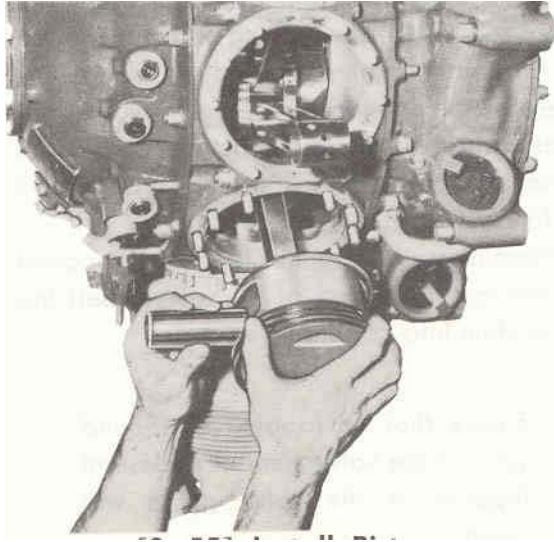
4. Ελέγξτε την κατάσταση των ελατηρίων των βαλβίδων, χρησιμοποιώντας την ειδική συσκευή, η οποία προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή (Σχήμα 1.196).

ΦΑΣΗ ΣΤ': Συναρμολόγηση ζυγών

1. Τοποθετήστε τα έδρανα στους ζυγούς.

2. Περάστε σε κάθε ζυγό, ο οποίος έχει τοποθετηθεί στην θέση του στον κύλινδρο, τον άξονά του.
3. Βιδώστε και ροπομετρήστε τους κοχλίες συγκράτησης του άξονα. Σημειώστε ιδιαίτως τις απαιτήσεις του κατασκευαστή για τοποθέτηση καινούργιων παρεμβυσμάτων και εν γένει στεγανοποιητικών.
4. Τοποθετήστε τις βαλβίδες και τα ελατήρια στους κυλίνδρους, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Προσέξτε ιδιαίτερα τα βήματα της τοποθέτησης για την αποφυγή πρόκλησης ζημιάς σε αυτές, ή στον κύλινδρο.

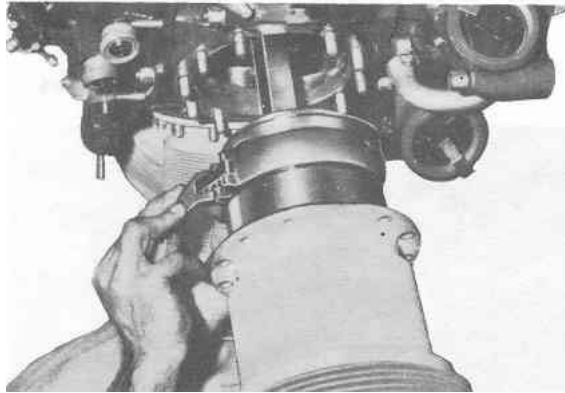
ΦΑΣΗ Ζ': Τοποθέτηση κυλίνδρων και εμβόλων.



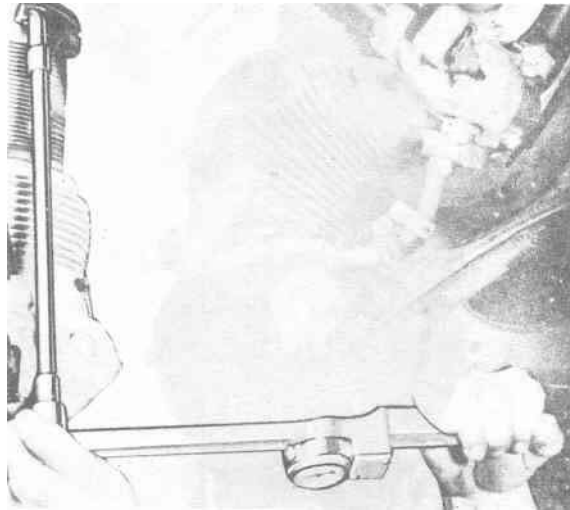
Σχήμα 1.197 Τοποθέτηση εμβόλου

1. Ακολουθήστε τη σειρά τοποθέτησης που υποδεικνύει ο κατασκευαστής, σε περίπτωση κατά την οποία έχουν αφαιρεθεί περισσότεροι από ένας κύλινδροι.
2. Τοποθετήστε το έμβολο και τον πείρο (Σχήμα 1.197).
3. Αφαιρέστε το ειδικό εργαλείο που συγκρατεί το διωστήρα.
4. Τοποθετήστε τον κύλινδρο, χρησιμοποιώντας τα απαραίτητα ειδικά εργαλεία για την καλή τοποθέτηση του εμβόλου σε αυτόν (Σχήμα 1.198)
5. Συσφίγξτε τα περικόχλια συγκράτησης με τη σειρά και εφαρμόζοντας τη ροπή που προβλέπει ο κατασκευαστής (Σχήμα 1.199).

6. Εκτελέστε τους απαραίτητους διαστατικούς ελέγχους και μετρήσεις για την επιβεβαίωση της επιτυχούς συναρμογής.



Σχήμα 1.198 Τοποθέτηση κυλίνδρου



Σχήμα 1.199 Περικόγλια συγκράτησης

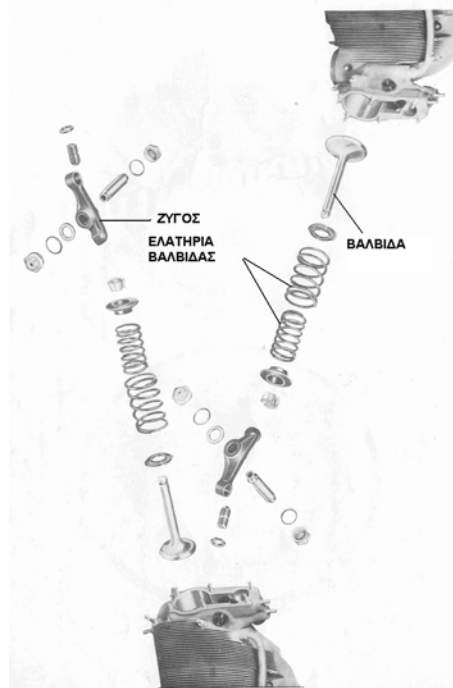
Εργαστηριακή άσκηση 1.11: Ρύθμιση διάκενου βαλβίδωνΕπιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να ρυθμίζετε το διάκενο των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής ενός αεροπορικού, εμβολοφόρου, τετράχρονου, βενζινοκινητήρα, ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδικασίες, όπως αυτές περιγράφονται στο εγχειρίδιο οδηγιών γενικής επισκευής του κατασκευαστή.
- β) Να ελέγχετε την ορθότητα των προαναφερομένων ρυθμίσεων.
- γ) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιούν όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες

Ο μηχανισμός κίνησης των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής φαίνεται στο Σχήμα 1.46(α), ενώ στο Σχήμα 1.200 παρουσιάζονται τα εξαρτήματα που τον αποτελούν, εκτός από τον εκκεντροφόρο άξονα.

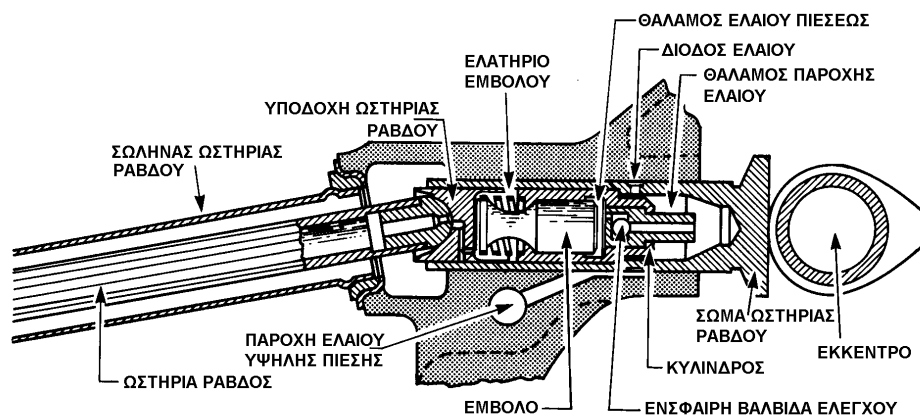


Σχήμα 1.200 Εξαρτήματα του μηχανισμού κίνησης των βαλβίδων

Η κίνηση των βαλβίδων επιτυγχάνεται με την κίνηση του εκκεντροφόρου άξονα - ή της εκκεντροφόρου πλάκας για ορισμένους κινητήρες. Αυτά παίρνουν κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα και προκαλούν την κίνηση των ελατηρίων που κρατούν τις βαλβίδες κλειστές. Κάθε ένα από τα εκκεντρα αντιστοιχεί σε μία βαλβίδα. Το σχήμα του λοβού και των πλευρών

του έκκεντρου καθορίζει την ταχύτητα ανοίγματος και κλεισίματος της βαλβίδας καθώς και τη διάρκεια ανοίγματός της. Μεταξύ του έκκεντρου και της βαλβίδας παρεμβάλλονται η ανυψωτική ράβδος, η ωστήρια ράβδος και ο ζυγός (ή κοκκοράκι), που μεταφέρουν την κίνηση από τα έκκεντρα προς το στελέχος της βαλβίδας. Σε κάποιους κινητήρες, ο εκκεντροφόρος άξονας τοποθετείται σε σημείο υψηλότερο από τις βαλβίδες (εκκεντροφόρος επί κεφαλής) οπότε η μετάδοση της κίνησης γίνεται απ' ευθείας.

Σε κάθε βαλβίδα πρέπει να υπάρχει μία απόσταση μεταξύ του ζυγού και του στελέχους της, το **διάκενο (clearance)** της βαλβίδας. Η απουσία του μπορεί να προκαλέσει εμπόδιο στο σωστό κάθισμα της βαλβίδας, όταν αυτή είναι κλειστή. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τη μη κανονική λειτουργία του κινητήρα και, τελικά, την αστοχία της βαλβίδας. Κάποιοι κινητήρες είναι εφοδιασμένοι με υδραυλικές ανυψωτικές ράβδους, οπότε η ύπαρξη διάκενου δεν υφίσταται καθώς δεν είναι αναγκαία (Σχήμα 1.201).



Σχήμα 1.201 Υδραυλικός μηχανισμός κίνησης βαλβίδων

Το διάκενο και ο χρονισμός των βαλβίδων, ιδιαίτερα αυτών της εξαγωγής, παίζουν σημαντικό ρόλο στα ποσά της θερμότητας που απορρίπτει ένας κινητήρας. Αν η βαλβίδα εξαγωγής δεν ανοίγει κανονικά, τα καυσαέρια δεν απομακρύνονται από τον κύλινδρο τη στιγμή που πρέπει. Σαν αποτέλεσμα παρατηρούνται αυξημένες θερμοκρασίες στα τοιχώματα του κυλίνδρου. Αντίθετα, η βαλβίδα εξαγωγής θα πρέπει να παραμένει κλειστή για όσο χρονικό διάστημα είναι σχεδιασμένη, ώστε να επιτυγχάνεται μετάδοση θερμότητας από την κεφαλή στην έδρα της. Διαφορετικά, η παρουσιαζόμενη υπερθέρμανση στην κεφαλή θα επέφερε παραμόρφωση της περιοχής ή κάψιμο. Διάκενο με μικρότερες τιμές από ότι είναι σχεδιασμένο δεν επιτρέπει τη σωστή έδραση της βαλβίδας. Αντίθετα, μεγαλύτερες από τις προβλεπόμενες τιμές διακένου οδηγούν στη μείωση του χρόνου ανοίγματος της βαλβίδας και της επικάλυψής τους.

Ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας του κινητήρα διακρίνουμε το **ψυχρό διάκενο (cold clearance)** και το **θερμό διάκενο (hot clearance)**. Συνήθως, το πρώτο παίρνει πολύ μικρότερες τιμές από το δεύτερο (εκτός από την περίπτωση όπου ο κινητήρας φέρει εκκεντροφόρο άξονα επί κεφαλής). Η διαφορά αυτή στηρίζεται στο γεγονός ότι ο κύλινδρος αναπτύσσει πολύ μεγαλύτερες θερμοκρασίες από αυτές που λαμβάνει η ωστήρια ράβδος, που σημαίνει ότι παρουσιάζει μεγαλύτερες διαστολές. Πρακτικά, αυτό «μικραίνει» την ωστήρια ράβδο και δημιουργεί ένα κενό μεταξύ της ράβδου και του ζυγού ή μεταξύ του ζυγού και του στελέχους της βαλβίδας. Το θερμό διάκενο μπορεί να λάβει τιμές έως και 0,070 in ενώ το ψυχρό φτάνει μέχρι 0,010 in.

Απαιτούμενα μέσα

Για την πραγματοποίηση της παρούσας άσκησης απαιτείται κινητήρας του προαναφερόμενου τύπου, περιστρεφόμενη κλίνη για την τοποθέτησή του, εγχειρίδιο οδηγιών γενικής επισκευής από την κατασκευάστρια εταιρεία, καθώς και τα ακόλουθα έγγραφα, μέσα και εργαλεία:

- τυπικά (κατσαβίδια, τανάλιες, κλειδιά) και ειδικά εργαλεία, τα οποία προδιαγράφονται στο παραπάνω εγχειρίδιο,
- επαρκείς πάγκοι εργασίας,
- τα ενδεικνύόμενα από τον κατασκευαστή μέσα καθαρισμού,
- μεγεθυντικός φακός και καλός φωτισμός για την επιθεώρηση,

Μέτρα ασφάλειας

Ακολουθήστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Α.

Πορεία εργασίας

1. Καθαρίστε προσεκτικά τον πάγκο εργασίας.
2. Καλύψτε τον πάγκο με λευκό απορροφητικό χαρτί.
3. Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες που παρέχονται από τον κατασκευαστή όσον αφορά τη διαδικασία ρύθμισης του διακένου των βαλβίδων.
4. Αναγνωρίστε τα γενικά και ειδικά εργαλεία, τα οποία απαιτούνται και βεβαιωθείτε ότι είναι διαθέσιμα.
5. Αφαιρέστε το κάλυμμα από το ζυγό του μηχανισμού κίνησης των βαλβίδων, τα παρεμβύσματα στεγανότητας που υπάρχουν και τον ένα

- σπινθηριστή από τον κάθε κύλινδρο¹. Σημειώστε ότι τα διάκενα των βαλβίδων ρυθμίζονται σύμφωνα με τη σειρά έναυσης των κυλίνδρων.
6. Στην περίπτωση που ο κινητήρας στον οποίο εργάζεστε λειτουργεί με εκκεντροφόρο άξονα και όχι πλάκα, τοποθετείστε στον Νο 1 κύλινδρο τον ειδικό ενδείκτη προσδιορισμού του ΑΝΣ.
 7. Περιστρέψτε το στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα κατά τη φορά λειτουργίας του μέχρι το έμβολο του Νο 1 κυλίνδρου φτάσει στο ΑΝΣ της φάσης συμπίεσης (οι δύο βαλβίδες πρέπει να είναι κλειστές).
 8. Τοποθετείστε τη λεπίδα μέτρησης (φίλλερ) που καθορίζει το βιβλίο του κατασκευαστή μεταξύ του στελέχους της βαλβίδας και του ρυθμιστικού κοχλία των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής του Νο 1 κυλίνδρου.
 9. Στην περίπτωση που το φίλλερ δεν ταιριάζει, ξεβιδώστε την ασφάλεια του ρυθμιστικού κοχλία τρεις ή τέσσερις βόλτες. Χρησιμοποιώντας ειδικό εργαλείο - οδηγό, το οποίο υποδεικνύεται στο βιβλίο του κατασκευαστή, ρυθμίστε το ρυθμιστικό κοχλία με τρόπο τέτοιο ώστε να υπάρξει μία ανεπαίσθητη πίεση στο φίλλερ. Βιδώστε την ασφάλεια του ρυθμιστικού κοχλία στη θέση αυτή εφαρμόζοντας την κατάλληλη τιμή ροπής.
 10. Ρυθμίστε τα διάκενα των βαλβίδων των υπόλοιπων κυλίνδρων ακολουθώντας την ίδια διαδικασία και κατά τη σειρά έναυσης των κυλίνδρων.
 11. Στην περίπτωση που ο κινητήρας στον οποίο εργάζεστε, λειτουργεί με εκκεντροφόρο πλάκα πρέπει να ακολουθήσετε διαφορετική διαδικασία (βήματα 12 έως 19), ώστε ρύθμιση του διακένου να πραγματοποιείται σε ειδική θέση της πλάκας ως προς τον κύλινδρο που ρυθμίζεται.
 12. Τοποθετείστε στον Νο 1 κύλινδρο τον ειδικό ενδείκτη προσδιορισμού του ΑΝΣ.
 13. Περιστρέψτε το στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα κατά τη φορά λειτουργίας του μέχρι το έμβολο του Νο 1 κυλίνδρου φτάσει στο ΑΝΣ της φάσης εξαγωγής.

¹ Στην περίπτωση που δυσκολευτείτε να περιστρέψετε το στροφαλοφόρο άξονα, αφαιρέστε και το δεύτερο σπινθηριστή κάθε κυλίνδρου.

14. Χρησιμοποιήστε τα ειδικά εργαλεία, τα οποία υποδεικνύει το εγχειρίδιο συντήρησης, πιάστε τους ζυγούς της βαλβίδας εισαγωγής του κυλίνδρου Νο 8 και της βαλβίδας εξαγωγής του κυλίνδρου Νο 3. Με αργό ρυθμό, αφαιρέστε την πίεση.
15. Συνεχίστε τη διαδικασία σύμφωνα με τον πίνακα του Σχήμα 1.202 (προσέξτε, δεν είναι ενδεικτικό για κάθε τύπο εμβολοφόρου κινητήρα). Η ορθή τήρηση της σειράς που υποδεικνύεται εξασφαλίζει ότι οι βαλβίδες των οποίων τα ελατήρια θα συμπιέζονται θα είναι ανοικτές και, έτσι, δεν θα υπάρχει κίνδυνος μετατόπισης των οστηρίων ράβδων τους από τις θέσεις υποδοχής τους στο ζυγό.

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΤΕ ΣΤΟ ΑΝΩ ΝΕΚΡΟ ΣΗΜΕΙΟ ΤΟ ΕΜΒΟΛΟ ΥΠ'ΑΡΙΘΜΟ:	ΑΝΑΣΗΚΩΣΤΕ ΤΟΥΣ ΖΥΓΟΥΣ		ΡΥΘΜΙΣΤΕ ΤΑ ΔΙΑΚΕΝΑ ΤΩΝ ΒΑΛΒΙΔΩΝ:	
	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΕΞΑΓΩΓΗ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΕΞΑΓΩΓΗ
1	8	3	5	6
3	1	5	7	8
5	3	7	9	1
7	5	9	2	3
9	7	2	4	5
2	9	4	6	7
4	2	6	8	9
6	4	8	1	2
8	6	1	3	4

Σχήμα 1.202 Σειρά ρύθμισης διακένων βαλβίδων

16. Τοποθετείστε το φίλλερ που καθορίζει το βιβλίο του κατασκευαστή μεταξύ του στελέχους της βαλβίδας και του ρυθμιστικού κοχλία των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής του Νο 5 κυλίνδρου.
17. Στην περίπτωση που το φίλλερ δεν ταιριάζει, ξεβιδώστε την ασφάλεια του ρυθμιστικού κοχλία τρεις ή τέσσερις βόλτες. Χρησιμοποιώντας ειδικό εργαλείο - οδηγό, το οποίο υποδεικνύεται στο βιβλίο του κατασκευαστή, ρυθμίστε το ρυθμιστικό κοχλία με τρόπο τέτοιο ώστε να υπάρξει μία ανεπαίσθητη πίεση στο φίλλερ. Βιδώστε την ασφάλεια του ρυθμιστικού κοχλία στη θέση αυτή εφαρμόζοντας την κατάλληλη τιμή ροπής.
18. Ελέγξτε και ρυθμίστε (αν χρειαστεί) το διάκενο της βαλβίδας εξαγωγής του κυλίνδρου Νο 6 κατά τον ίδιο τρόπο.

19. Ελέγξτε και ρυθμίστε (αν χρειαστεί) τα διάκενα των βαλβίδων στους υπόλοιπους κυλίνδρους κατά τον παραπάνω τρόπο και με τη σειρά που καθορίζεται στον πίνακα (Σχήμα 1.202).
20. Επιβεβαιώστε ότι ο ρυθμιστικός κοχλίας της κάθε βαλβίδας εξέχει πάνω από την ασφάλεια σύμφωνα με τα όρια που θέτει ο κατασκευαστής στο βιβλίο Συντήρησης. Στην αντίθετη περίπτωση, συμβουλευτείτε το βιβλίο Συντήρησης για τις απαιτούμενες διορθωτικές κινήσεις που απαιτούνται.
21. Βεβαιωθείτε ότι ρυθμίσατε τα διάκενα σε όλες τις βαλβίδες. Περιστρέψτε το στροφαλοφόρο άξονα για πλήρεις περιστροφές κατά τη φορά λειτουργίας και επιβεβαιώστε την τιμή του διάκενου σε κάθε βαλβίδα κατά τη σειρά έναυσης των κυλίνδρων.
22. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο γενικής επισκευής για τα όρια ανοχής στα διάκενα. Διορθώστε, επαναλαμβάνοντας τη ρύθμιση σε όποια περίπτωση είναι απαραίτητο.
23. Χρησιμοποιώντας καινούρια παρεμβύσματα στεγανότητας τοποθετείστε το κάλυμμα του ζυγού του μηχανισμού κίνησης σε κάθε βαλβίδα. Κατάλληλη ροπομέτρηση απαιτείται κατά τη σύσφιξη των παξιμαδιών.
24. Επανατοποθετείστε τους σπινθηριστές που αφαιρέσατε στο βήμα 5, χρησιμοποιώντας άλλα παρεμβύσματα (όχι απαραίτητα καινούρια) και την απαιτούμενη ροπή κατά τη σύσφιξη.

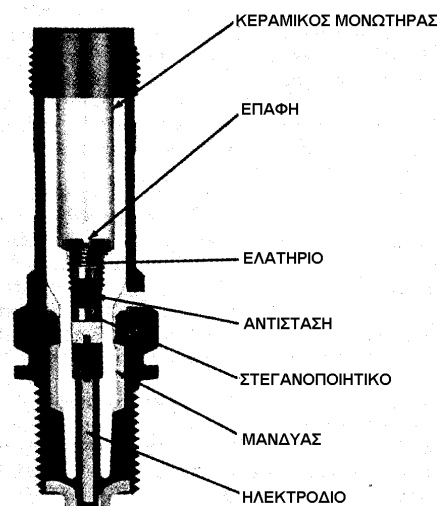
Εργαστηριακή άσκηση 1.12: Αφαίρεση, επιθεώρηση και επανατοποθέτηση σπινθηριστών

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την πραγματοποίηση της άσκησης αυτής θα είστε ικανοί:

- α) Να αφαιρείτε και να επανατοποθετείτε τους σπινθηριστές (μπουζί) ενός αεροπορικού, εμβολοφόρου, τετράχρονου βενζινοκινητήρα, ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδικασίες, όπως αυτές περιγράφονται στο εγχειρίδιο Οδηγιών Συντήρησης του κατασκευαστή.
- β) Να εφαρμόζετε τις απαιτούμενες διαδικασίες ελέγχου στους σπινθηριστές και να γνωρίζουν το είδος της επισκευής που θα εφαρμοστεί σε περίπτωση εύρεσης ζημίας ή φθοράς.
- γ) Να εφαρμόζετε τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιούν όλα τα μέσα ατομικής προστασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Εισαγωγικές πληροφορίες



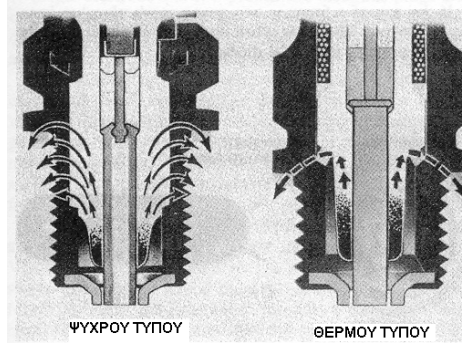
Σχήμα 1.203 Τα βασικά μέρη του σπινθηριστή

Οι σπινθηριστές αποτελούν το τμήμα του συστήματος ανάφλεξης όπου η ηλεκτρική ενέργεια του ρεύματος υψηλής τάσης, που παράγεται στο μανιατό, μετατρέπεται στη θερμική ενέργεια που είναι απαραίτητη για την ανάφλεξη του μείγματος αέρα – καυσίμου, μέσα στους κυλίνδρους. Αποτελούνται, βασικά, από τρία κύρια μέρη (Σχήμα 1.203): τα ηλεκτρόδια, το μονωτήρα και το κέλυφος (ή σώμα). Τα ηλεκτρόδια κατασκευάζονται, συνήθως, από ειδικό κράμα νικελίου – χαλκού και ο μονωτήρας από κεραμικό υλικό. Το κέλυφος φέρει κατάλληλο σπείρωμα και βιδώνεται στον κύλινδρο.

Κατασκευάζεται από επιμεταλλωμένο χάλυβα ώστε να παρουσιάζει αντοχή στα διαβρωτικά καυσαέρια. Η αποφυγή διαρροής καυσαερίων από τον κύλινδρο μέσω του σπινθηριστή εξασφαλίζεται από τις πολύ μικρές κατασκευαστικές ανοχές των σπειρωμάτων και την τοποθέτηση παρεμβυσμάτων μεταξύ κελύφους - μονωτήρα και μονωτήρα - κεντρικού ηλεκτροδίου. Το κέλυφος περιέχει κάλυμμα προστασίας από τα ραδιοκύματα. Φέρει σπείρες και στα δύο του άκρα. Στο ένα συνδέεται με το μεταλλικό μανδύα της καλωδίωσης και στο άλλο βιδώνεται στην κυλινδροκεφαλή.

Οι σπινθηριστές διακρίνονται σε διάφορους τύπους, ανάλογα με τις απαιτήσεις που πρέπει να καλύψουν σε αεροσκάφη διαφορετικών χρήσεων, όπως: α) οι **σπινθηριστές αντίστασης (resistor-type spark plugs)**, β) οι σπινθηριστές με άκρα από κράμα ιριδίου, γ) οι σπινθηριστές **λεπτού σύρματος (fine-wire)** και δ) οι σπινθηριστές με προεκτεταμένο πυρήνα ηλεκτροδίου.

Η **ικανότητα μεταφοράς θερμότητας (heat range)** των σπινθηριστών προς τους κυλίνδρους αποτελεί βασικό παράγοντα της απόδοσης του κινητήρα κάτω από διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας. Ένας σπινθηριστής πρέπει να είναι τόσο θερμός ώστε να λειτουργεί κανονικά ακόμη και όταν στον κύλινδρο υπάρχουν κατακαθήσεις, ενώ πρέπει να είναι τόσο ψυχρός ώστε να μη δημιουργεί συνθήκες αυτανάφλεξης (Σχήμα 1.204).



Σχήμα 1.204 Τύποι σπινθηριστών ανάλογα με την ικανότητα μεταφοράς θερμότητας

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των σπινθηριστών αποτελεί το **μήκος (reach)** που εκτείνεται από τη βάση του παρεμβύσματος του κελύφους έως και την τελευταία σπείρα του άκρου που προσαρμόζεται στον κύλινδρο.

Απαιτούμενα μέσα

Για την πραγματοποίηση της παρούσας άσκησης απαιτείται κινητήρας του προαναφερόμενου τύπου, περιστρεφόμενη κλίνη για την τοποθέτησή του, βιβλίο οδηγιών Συντήρησης από την κατασκευάστρια εταιρεία, βάση τοποθέτησης των σπινθηριστών, συσκευή παραγωγής πεπιεσμένου αέρα, καθώς και τα ακόλουθα έγγραφα, μέσα και εργαλεία:

- βιβλίο οδηγιών γενικής επισκευής και συντήρησης σπινθηριστών από την κατασκευάστρια εταιρεία τους,
- τυπικά (κατσαβίδια, τανάλιες, κλειδιά) και ειδικά εργαλεία, τα οποία προδιαγράφονται στο παραπάνω εγχειρίδιο,
- διεισδυτικό και αντι-τριβικό υγρό,
- επαρκείς πάγκοι εργασίας,
- τα ενδεικνύμενα από τον κατασκευαστή μέσα καθαρισμού,
- μεγεθυντικός φακός και καλός φωτισμός για την επιθεώρηση,
- γάντια χειρός, γυαλιά προστασίας.

Μέτρα ασφάλειας

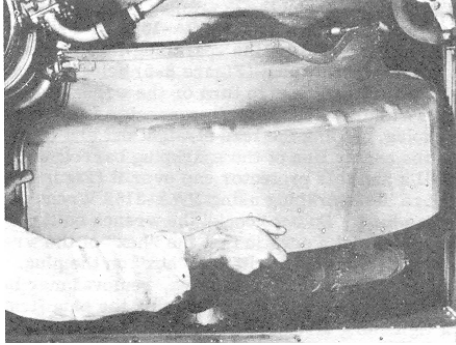
Κατά τη διάρκεια των εργασιών της αφαίρεσης, επιθεώρησης και επανατοποθέτησης των σπινθηριστών πρέπει να εξασφαλιστεί ότι ο κινητήρας δεν είναι θερμός. Γενικά, ακολουθήστε τα βασικά μέτρα ασφάλειας που αναφέρονται στο Παράρτημα Α.

Πορεία εργασίας

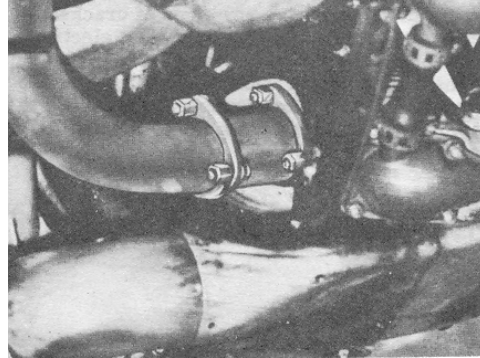
Σημειώνεται ότι κατά τη διαδικασία της αφαίρεσης των σπινθηριστών θα αφαιρούνται, όταν κρίνεται απαραίτητο, όλες οι συρματασφαλίσεις, οι βίδες, οι δακτύλιοι, τα παξιμάδια, οι πείροι και οποιαδήποτε άλλα εξαρτήματα ή και μέρη του κινητήρα. Κατά τη διαδικασία της επανατοποθέτησης εξαρτημάτων και μερών σε ένα λειτουργικό κινητήρα πρέπει να τοποθετούνται καινούρια, αχρησιμοποίητα, υλικά όπως παρεμβύσματα, ελαστικοί δακτύλιοι στεγανοποίησης λαδιού, σύρματα ασφάλισης, περόνες.

1. Τοποθετείστε τον κινητήρα σε κατακόρυφη θέση επί της κλίνης εργασίας.
2. Αρχικά, αφαιρέστε το κάλυμμα (cowling) του κινητήρα ώστε να υπάρχει πρόσβαση στα επιμέρους εξαρτήματα (Σχήμα 1.205). Στη συνέχεια, ξεβιδώστε τις βίδες και τα παξιμάδια των σωληνώσεων εξαγωγής καυσαερίων (exhaust pipes, οι αποκαλούμενες «πίπες» στην καθημερινή γλώσσα των τεχνικών). Χαλαρώστε την πολλαπλή (Σχήμα 1.206) και

χαμηλώστε την, ώστε οι κύλινδροι του κινητήρα να είναι εύκολα προσβάσιμοι. Τώρα, είστε σε θέση να αρχίσετε τις εργασίες για την αφαίρεση των σπινθηριστών.



Σχήμα 1.205 Αφαίρεση καλύμματος



Σχήμα 1.206 Κοχλίες συγκράτησης πολλαπλής



Σχήμα 1.207 Αφαίρεση παξιμαδιού σπινθηριστή

3. Χαλαρώστε το προστατευτικό περίβλημα του ακροδέκτη σύνδεσης της καλωδίωσης με το σπινθηριστή (spark plug lead). Χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο κλειδί, ξεβιδώστε το παξιμάδι του σπινθηριστή (Σχήμα 1.207). Προσέξτε ώστε να μη στρίψει από τη θέση του η γωνιά του ακροδέκτη.
4. Τραβήξτε τον ακροδέκτη, χωρίς να το στρέψετε, ώστε να απομακρυνθεί από το σπινθηριστή. Τοποθετείστε προστατευτικό κάλυμμα στον ακροδέκτη (Σχήμα 1.208).
5. Χρησιμοποιώντας το ειδικό κλειδί του κατασκευαστή αφαιρέστε το σπινθηριστή από την κεφαλή του κυλίνδρου (Σχήμα 1.209). Στην περίπτωση που συναντήσετε δυσκολία στο ξεβίδωμα, δοκιμάστε να βιδώσετε ελάχιστα και στη συνέχεια δοκιμάστε ξανά να ξεβιδώσετε.



Σχήμα 1.208 Τοποθέτηση προστατευτικού καλύμματος



Σχήμα 1.209 Αφαίρεση σπινθηριστή

6. Κατά τη διαδικασία της αφαίρεσης του σπινθηριστή, υπάρχει περίπτωση να σπάσει το τμήμα με το οποίο βιδώνεται στον κύλινδρο. Στην περίπτωση αυτή προτείνονται δύο πρακτικές για την απομάκρυνση του σπασμένου τμήματος. Αν αυτές αποτύχουν, θα πρέπει να αφαιρεθεί ο κύλινδρος από τη θέση και να ακολουθηθεί άλλη διαδικασία. Αρχικά, εφαρμόστε διεισδυτικό υγρό ανάμεσα στα σπειρώματα του σπασμένου τμήματος και του σώματος του κυλίνδρου. Αφήστε το να ενεργήσει για 30 λεπτά περίπου. Χτυπήστε το σπασμένο κομμάτι με μία πόντα (ζουμπά) ώστε να διευκολυνθεί η διείσδυση του υγρού. Στη συνέχεια, απομακρύνετε τα ηλεκτρόδια του σπινθηριστή με την πόντα και χρησιμοποιείστε έναν εξωλκέα για να απομακρύνετε το σπασμένο κομμάτι. Αν η πρακτική αυτή δεν αποδώσει, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα μικρό μεταλλικό πριόνι. Αυτό αποτελεί ιδιαίτερη κατασκευή και έχει τέτοιες διαστάσεις ώστε μπορεί να εισέλθει στη διάμετρο του σπασμένου τμήματος, αφού έχει απομακρυνθεί το υπόλοιπο τμήμα του σπινθηριστή, όπως προηγουμένως. Χρησιμοποιώντας το πριόνι, δημιουργήστε τρεις εγκοπές στο εσωτερικό του σπασμένου τμήματος. Προσέξτε να μην τραυματίσετε το σπείρωμα του κυλίνδρου. Με ένα σφυρί και μία πόντα χτυπήστε τις τρεις εγκοπές με κατεύθυνση προς το κέντρο της τρύπας. Τότε, θα δημιουργηθεί διαμήκης ρωγμή στο σπασμένο τμήμα που θα διευκολύνει την αφαίρεσή του ίσως και με το χέρι. Όταν αφαιρεθεί το σπασμένο κομμάτι, τότε οι σπείρες του

κύλινδρου πρέπει να επιθεωρηθούν, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος να έχουν τραυματιστεί.

7. Όταν αφαιρέσετε το σπινθηριστή, τοποθετείστε τον σε βάση με κατάλληλα αριθμημένες υποδοχές, ώστε να μπορέσετε να αναγνωρίσετε αργότερα τον κύλινδρο του κινητήρα από τον οποίο αφαιρέθηκαν.
8. Τοποθετείστε στη θέση του ένα κατάλληλο εξάρτημα - τάπα, ώστε να μην εισέρχονται σκόνες και ξένα σωματίδια στον κύλινδρο από την οπή εφαρμογής του σπινθηριστή.
9. Αν ο σπινθηριστής πέσει από το σταθερό σημείο τοποθέτησής του στο πάτωμα ή σε κάποιο σκληρή επιφάνεια, τότε είναι πολύ πιθανή η δημιουργία ρωγμών στο κεραμικό μονωτήρα του. Αυτές, όμως, δεν είναι εμφανείς με οπτική επιθεώρηση. Στην περίπτωση αυτή, ο σπινθηριστής πρέπει είτε να αχρηστευθεί είτε να επιστραφεί στον κατασκευαστή του για επισκευή (reconditioning).

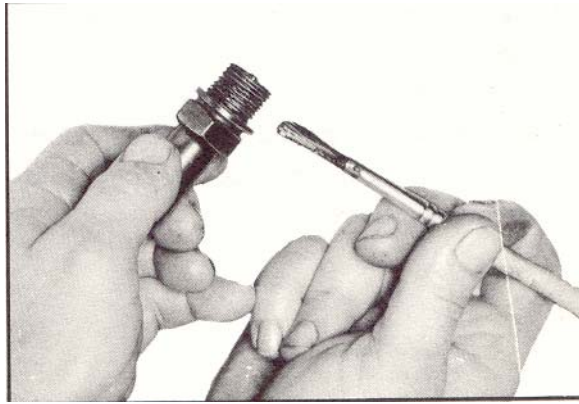
Έχοντας αφαιρέσει το σπινθηριστή από τη θέση του στην κεφαλή του κυλίνδρου του κινητήρα, ακολουθούν μία γρήγορη επιθεώρηση, καθαρισμός και η βασική επιθεώρηση:

1. Εξετάστε το σπινθηριστή οπτικά. Αιτίες απόρριψης ενός σπινθηριστή είναι ρωγμές στο μονωτήρα, διάβρωση ή κάψιμο στα ηλεκτρόδια, κατεστραμμένο κέλυφος και κατεστραμμένο σπείρωμα.
2. Στην περίπτωση που επιβεβαιώσετε ρωγμές στο μονωτήρα και κάψιμο στα ηλεκτρόδια, θα πρέπει να επιθεωρήσετε και τον κύλινδρο από τον οποίο αφαιρέσατε το σπινθηριστή. Το έμβολο, το χιτώνιο καθώς και οι βαλβίδες μπορεί να παρουσιάσουν φθορές.
3. Μετακινήστε το σπινθηριστή από τη βάση που είναι τοποθετημένος. Καθαρίστε τον από λάδια και γράσα, χρησιμοποιώντας διαλύτη (εγκεκριμένο από τον κατασκευαστή) ή τοποθετώντάς τον στη συσκευή καθαρισμού με χρήση ατμού (vapor degreaser). Το πλεονέκτημα της τελευταίας είναι ότι επιτυγχάνει απομάκρυνση της υγρασίας.
4. Στεγνώστε το σπινθηριστή μετά τον καθαρισμό με χρήση πεπιεσμένου αέρα ή φούρνου.
5. Χρησιμοποιείτε δυνατό φως και επιθεωρήστε το μονωτήρα και το άκρο του για την ύπαρξη ρωγμών, εναπόθεση ακαθαρσιών και μολύβδου. Επίσης, εξετάστε την κατάσταση των ηλεκτροδίων και του σπειρώματος του σπινθηριστή.

6. Ελέγξτε τις ανοχές μεταξύ των ηλεκτροδίων του σπινθηριστή (gap clearance). Χρησιμοποιήστε φύλλερ για να πιστοποιήσετε ότι το υπάρχον κενό βρίσκεται μεταξύ 0,015" και 0,018". Στην περίπτωση που δεν ικανοποιείται η απαίτηση αυτή, μην επιχειρήσετε να διορθώσετε το κενό. Οι σπινθηριστές πρέπει να επισκευαστούν από ειδικό συνεργείο.

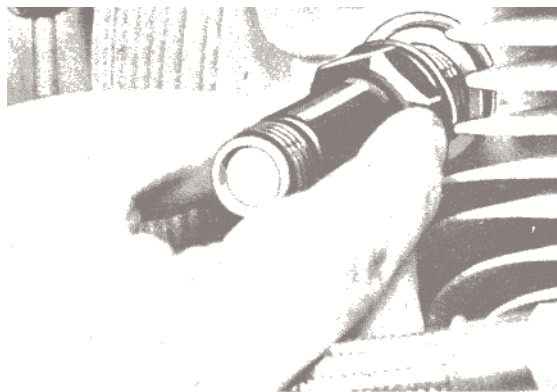
Όταν ο σπινθηριστής περάσει από την επιθεώρηση χωρίς ευρήματα, είναι σε κατάσταση να επανατοποθετηθεί στον κύλινδρο:

1. Με ένα πινέλο εφαρμόστε ένα αντι-τριβικό μείγμα (anti-seize compound), σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, στο σπείρωμα του σπινθηριστή (Σχήμα 1.210).



Σχήμα 1.210 Εφαρμογή αντι-τριβικού μείγματος

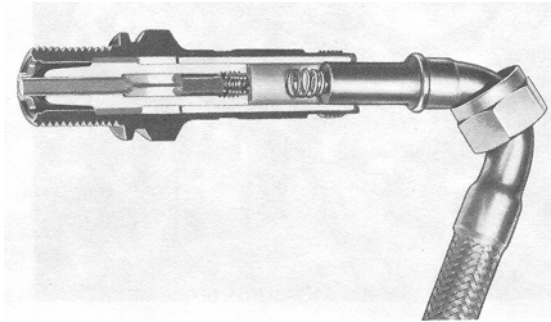
2. Αφαιρέστε την τάπα από την οπή του κυλίνδρου. Βιδώστε το σπινθηριστή με το χέρι (Σχήμα 1.211). Αν συναντήσετε δυσκολία, αφαιρέστε τον και ελέγξτε τα σπείρωμα τόσο του σπινθηριστή όσο και της οπής στον κύλινδρο.



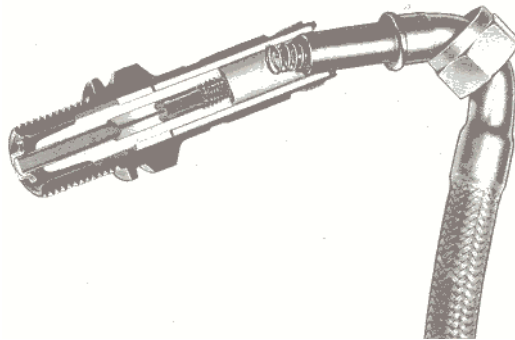
Σχήμα 1.211 Βιδώμα σπινθηριστή

3. Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο κλειδί, βιδώστε το σπινθηριστή, εφαρμόζοντας την αναφερόμενη ροπή στο βιβλίο του κατασκευαστή.

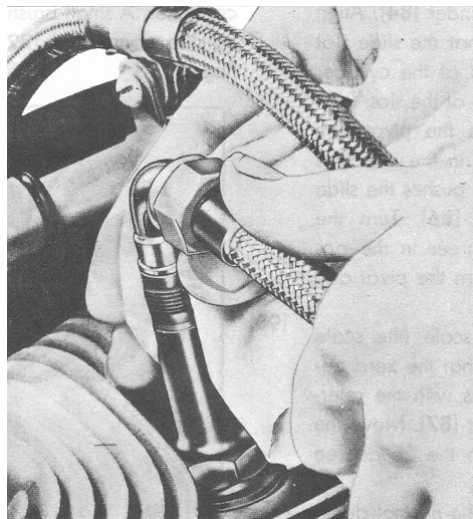
4. Αφαιρέστε το προστατευτικό κάλυμμα από τον ακροδέκτη και τοποθετείστε τον στην υποδοχή του σπινθηριστή, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.212 και στο Σχήμα 1.214. Προσέξτε, κατά την τοποθέτηση ο ακροδέκτης ενδέχεται να εισέλθει στραβά (Σχήμα 1.213). Χρησιμοποιήστε ένα καθαρό πανί για να ξεσκονίσετε το εξάρτημα, μετά τη σύνδεση.



Σχήμα 1.212 Σωστή τοποθέτηση ακροδέκτη

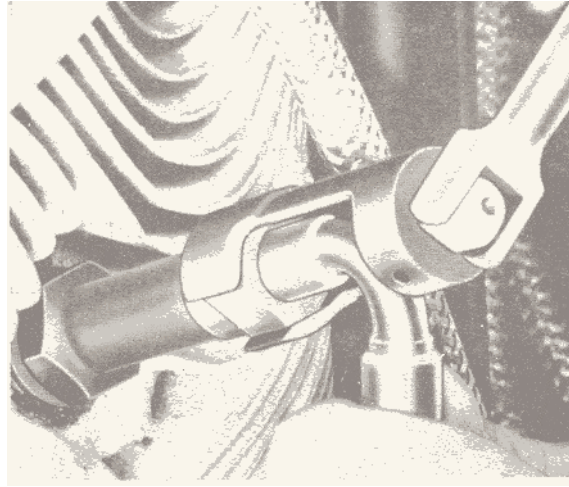


Σχήμα 1.213 Λανθασμένη τοποθέτηση ακροδέκτη



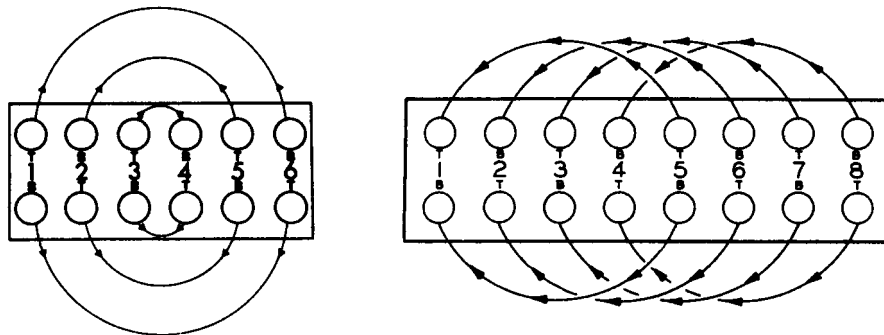
Σχήμα 1.214 Καθαρισμός

5. Βιδώστε το παξιμάδι του σπινθηριστή με το κατάλληλο κλειδί (Σχήμα 1.215).



Σχήμα 1.215 Σύσφιξη του σπινθηριστή

Μία συνήθης πρακτική είναι η εναλλαγή της θέσης τοποθέτησης των σπινθηριστών (spark plug rotation) μετά τις εργασίες συντήρησης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.216. Αυτό γίνεται ώστε να καταπονούνται εξίσου όλοι οι σπινθηριστές του κινητήρα από τις συνθήκες ανάφλεξης που επικρατούν στον κάθε κύλινδρο του κινητήρα.



Σχήμα 1.216 Ακολουθία εναλλαγής θέσεων στους σπινθηριστές