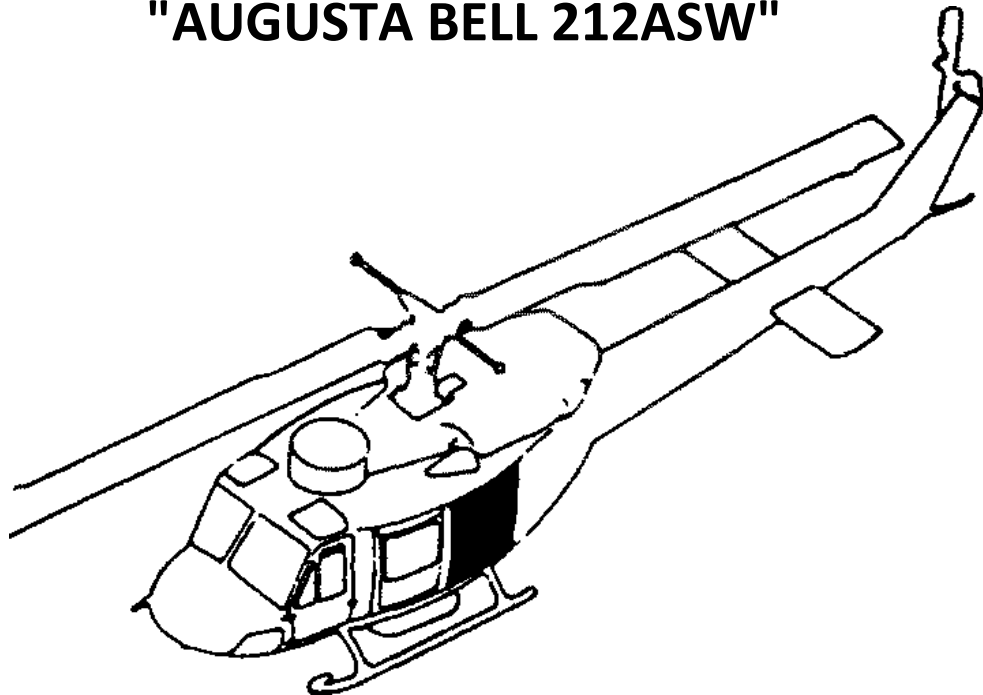


ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΤΗΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΟΥ "AUGUSTA BELL 212ASW"



Σπουδαστές: Παναγιωτόπουλος Θεόδωρος
Μπανιας Κων/νος

A.M. 37100

A.M. 33566

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Α. Τσολάκης

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή Δρ. Αντώνιο Τσολάκη για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε, την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας και για την χρήσιμη βοήθεια και καθοδήγησή του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων. Επίσης θέλουμε να ευχαριστήσουμε τους τεχνικούς της Ελληνικής Αεροπορικής Βιομηχανίας για την βοήθεια τους στην συλλογή στοιχείων για το συγκεκριμένο ελικόπτερο. Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μας με διάφορους τρόπους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
SUMMARY	10
1.1 Εισαγωγή.....	11
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	11
1.3. Θεωρία ελικοπτέρων	11
1.3.1. Αεροδυναμική ελικοπτέρου	13
1.4 Έλεγχοι ελικοπτέρου.....	15
1.4.1. Συλλογικός Έλεγχος Πτερυγίων	16
1.4.2. Έλεγχος Κλίσης Ελίκων	16
1.4.3. Πετάλ Αντιροπής.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο :ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΟΥ ΤΥΠΟΥ AUGUSTA BELL 212 ASW	17
2.1 Περιγραφή	17
2.2. Γεννήτρια	17
2.3 Το σύστημα μετάδοσης κίνησης	18
2.4 Main rotor transmissions.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο :ΚΙΒΩΤΙΟ ΜΕΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	20
3.1 Εισαγωγή.....	20
3.2 Combing gear box	20
3.3 Σύστημα στήριξης κιβωτίου κίνησης.....	23
3.4 Σύστημα λίπανσης κιβωτίου μετάδοσης.....	25
3.4.1. Φίλτρο λαδιού της ελαιολεκάνης.....	25
3.4.2. Ψυγείο λαδιού	25
3.4.3. Εξωτερικό φίλτρο λαδιού	25
3.4.4. Διακλαδωμένη σωλήνωση διανομής λαδιού	26
3.4.5. Οθόνη Αντλίας και Ανιχνευτής Γρεζιών	26
3.5 Ψεκασμός λαδιού κιβωτίου ταχυτήτων	29
3.6 Κύρια στοιχεία του Κιβωτίου Μετάδοσης.....	29
3.6.1. Κύριος Άξονας λειτουργίας.....	29
3.6.2. Σύστημα σύμπλεξης	30
3.6.3. Σύστημα οδήγησης εισόδου	31

3.6.4.	Γεννήτρια στροβιλομέτρου.....	32
3.6.5.	No.2 Υδραυλική Αντλία.....	33
3.6.6.	Γεννήτρια Εναλλασσόμενου Ρεύματος.....	34
3.6.7.	Δισκόφρενο Ρότορα.....	34
3.6.8.	Συναρμολόγηση Κιβωτίου Μετάδοσης	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΥΡΙΟΥ ΡΟΤΟΡΑ		37
4.1	Εισαγωγή.....	37
4.2	Συστημα Κύριου Ρότορα.....	37
4.3	Κύριος άξονας Ρότορα.....	38
4.4	Πτερύγια Κύριου Ρότορα	39
4.4.1.	Κύρια τμήματα.....	39
4.4.2.	Βοηθητικά Συστήματα	40
4.4.3.	Αναπόσπαστο Σύστημα Επιθεωρήσεων.....	40
4.5	Περιστροφικά Χειριστήρια	41
4.6	Άξονας σταθεροποίησης	41
4.6.1	Σκοπός της λειτουργίας	41
4.6.2	Σταθερότητα	42
4.6.3	Αιτίες της αστάθειας.....	42
4.6.4	Περιγραφή Μεθόδου.....	42
4.6.5	Συντήρηση.....	43
4.7	Δίσκος ρύθμισης	43
4.7.1	Τοποθεσία και σκοπός.....	43
4.7.2	Κύρια στοιχεία	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΡΟΠΗΣ		44
5.1	Εισαγωγή.....	44
5.2	Συναρμογή ουραίου στροφείου	45
5.2.1	Πλήμνη ουραίου στροφείου	45
5.2.2	Έλικες ουραίου στροφείου	47
Σχήμα 5.3 TAIL ROTOR BLADE		47
5.2.3	Αλλαγή βήματος έλικας	47
5.3	Σύστημα Κίνησης Ουραίου Στροφείου.....	47

5.3.1	Κινητήριои Άξονες	48
<i>TAIL ROTOR DRIVE SHAFT HANGER ASSEMBLY</i>		48
5.3.2	Κιβώτιο Ταχυτήτων 42 ^ο	49
5.3.3	Κιβώτιο Ταχυτήτων 90 ^ο	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ		51
6.1	Επιθεωρήσεις.....	51
6.1.1	Εισαγωγή.....	51
6.1.2	Επιθεώρηση πριν την πτήση.....	52
6.1.3	Καθημερινή επιθεώρηση.....	52
6.1.4	Εβδομαδιαία επιθεώρηση	52
6.1.5	Λειτουργική επιθεώρηση.....	52
6.1.6	Ενδιάμεση Επιθεώρηση.....	52
6.1.7	Κύρια Επιθεώρηση.....	52
6.1.8	1η και 2η μεγάλη επιθεώρηση	52
6.2	Συντήρηση με λιπαντικό λάδι.....	53
6.2.1	Προδιαγραφές λιπαντικών	53
6.2.2	Απαιτήσεις συντήρησης.....	53
6.2.3	Σημεία λίπανσης και χρονοδιάγραμμα	53
6.3	Έλεγχος κιβωτίων ταχυτήτων για μεταλλικά σωματίδια.....	53
6.3.1	Αναγνώριση των μεταλλικών σωματιδίων	54
6.4	Δομή και Οργάνωση Συντήρησης.....	54
6.4.1	Συνεργείο Δυναμικών Παρελκομέμων Ελικοπτέρου.....	54
6.4.2	Ομάδα εργασίας	55
6.4.2.1	Επόπτης.....	55
6.4.2.2	Επικεφαλής	55
6.4.2.3	Ομάδα τεχνικών.....	55
6.4.2.4	Ελεγκτής	55
6.4.2.5	Επιθεωρητής ποιότητας	55
6.4.3	Διαδικασία καταγραφής.....	56
6.4.3.1	Εισερχόμενη διαδικασία.....	56
6.4.3.2	Επιθεώρηση παραλαβής.....	56

6.4.3.3	Σχέδιο εργασιών	56
6.4.4	Διαδικασίες επιθεωρήσεων.....	57
6.4.4.1	Εφαρμογή σχεδίου εργασιών	57
6.4.4.2	Έκθεση ασυμφωνίας/χειρισμοί μηχανικού	57
6.4.4.3	Τελική αποδοχή	57
6.5	Διαδικασίες γενικής επισκευής	57
6.5.1	Αποσυναρμολόγηση	57
6.5.1.1	Ειδικά εργαλεία	57
6.5.1.2	Χρόνος Αλλαγής Στοιχείων	58
6.5.1.3	Καθαρισμός και αφαίρεση ρύπων.....	58
6.5.1.4	Καθαρισμός.....	58
6.5.1.5	Αφαίρεση ρύπων	58
6.5.1.6	Ασφάλεια	58
6.5.2	Οπτική Επιθεώρηση.....	58
6.6	Διάβρωση.....	59
6.6.1	Ομοιόμορφη επιφανειακή διάβρωση	59
6.6.2	Σημειακή διάβρωση.....	59
6.6.3	Γαλβανική διάβρωση	59
6.6.4	Διάβρωση κυτταρικής συγκέντρωσης	60
6.7	Επιθεώρηση λεπίδων	60
6.7.1	COIN TEST.....	60
6.7.2	Παρουσία νερού	60
6.8	Διαστασιολογικοί έλεγχοι.....	60
6.8.1	Όργανα.....	60
6.8.2	Μέτρηση φθοράς γραναζιών.....	61
6.8.3	Επιθεώρηση εκκεντρότητας	61
6.9	Επισκευές και αντιμετώπιση διάβρωσης	61
6.9.1	Αντικατάσταση.....	61
6.9.2	Επισκευές.....	61
6.9.2.1	Επισκευές ζημιών.....	61

6.9.3	Αντιμετώπιση διάβρωσης.....	62
6.9.3.1	Μηχανική αφαίρεση διάβρωσης.....	62
6.9.3.2	Προστατευτικές επενδύσεις	62
6.10	Μη καταστροφικοί έλεγχοι.....	63
6.10.1	Εισαγωγή.....	63
6.10.2	Επιθεώρηση Φθορίζοντος Διεισδυτικού	63
6.10.2.1	Φυσικές αρχές.....	64
6.10.2.2	Μέθοδοι.....	67
6.10.2.3	Πραγματική διαδικασία.....	70
6.10.3	Επιθεώρηση με μαγνητικά σωματίδια	70
6.10.3.1	Τύποι μαγνητικών πεδίων	70
Τα διαμήκη ελαττώματα παρέχουν τις καλύτερες θετικές ενδείξεις και ο κυκλικός μαγνητισμός επιτρέπει τον εντοπισμό των ελαττωμάτων με ελαφρά κλίση σε σχέση με την εγκάρσια κατεύθυνση.		
6.10.3.2	Σωματίδια MPI	72
6.10.3.3	Απομαγνήτιση.....	72
6.10.4	Ραδιογραφία με ακτίνες Χ	72
6.10.5	Επιθεώρηση με Δινορεύματα	73
6.10.6	Επιθεώρηση με Υπέρηχος.....	73
6.11	Συναρμολόγηση.....	74
6.11.1	Συναρμολόγηση κιβωτίων ταχυτήτων μετάδοσης.....	74
6.11.2	Διάκενο και διάταξη.....	74
6.11.2.1	Εισαγωγή.....	74
6.11.2.2	Διάκενο	74
6.11.2.4	Μεταλλικές Προσθήκες	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο : ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ		
7.1	Ταλαντώσεις εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας.....	76
7.2	Ταλαντώσεις χαμηλής συχνότητας.....	76
7.3	Ταλαντώσεις μέτριας συχνότητας	77
7.4	Ταλαντώσεις υψηλής συχνότητας.....	77
7.5	Στατική ζυγοστάθμιση	77
7.5.1	Κεντράρισμα στροφέα.....	77

7.5.2	Απόσταση λαβής.....	78
7.5.3	Ευθυγράμμιση πτερυγίων	78
7.5.4	Εξοπλισμοί ζυγοστάθμισης.....	79
7.5.4.1	Εργαλείο Bell.....	79
7.5.4.2	Γενικός ζυγοσταθμιστής "Marvel kit"	79
7.5.5	Διαδικασίες στατικής ζυγοστάθμισης	80
7.5.5.1	Στατική ζυγοστάθμιση κύριου στροφείου.....	80
7.5.5.2	Στατική ζυγοστάθμιση ουραίου στροφείου	81
7.5.5.3	Απαιτήσεις ζυγοστάθμισης.....	81
7.5.5.4	Διαδικασία ζυγοστάθμισης αντιστρεπτικής δοκού.....	82
7.6	Διαδικασίες αντιμετώπισης ταλαντώσεων	82
7.6.1	Αντιμετώπιση πλευρικών ταλαντώσεων	82
7.6.1.1	Διαδικασία αντιμετώπισης	82
7.6.1.2	Γωνιακή απόκλιση πτερυγίου.....	83
7.6.2	Αντιμετώπιση κατακόρυφων ταλαντώσεων	83
7.6.2.1	Διαδικασία εξομάλυνσης στροφείου	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ^ο : ΕΛΕΓΧΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ		84
8.1	Εισαγωγή.....	84
8.2	Έλεγχος ευθυγράμμισης κινητήρα με το κιβώτιο ταχυτήτων	84
8.3	Έλεγχος χρονισμού αποσβεστήρα αντιστρεπτικής δοκού	85
8.4.	Διαδικασίες χάραξης ίχνους τροχιάς.....	86
8.4.1.	Σκοπός χάραξης ίχνους τροχιάς.....	86
8.4.2.	Τροχιά κύριου στροφείου.....	86
8.4.2.1	Μέθοδος της σημαίας	86
8.4.2.2	Ρύθμιση τροχιάς πτερυγίων	87
8.4.2.3	Πτερύγια αντιστάθμισης	87
8.4.03.	Ζυγοστάθμιση ουραίου στροφείου.....	88
8.4.3.1.	Σκοπός.....	88
8.4.3.2.	Η μέθοδος της ράβδου	88
8.5.	Ηλεκτρονικός έλεγχος ταλαντώσεων και ζυγοστάθμισης.....	88

8.5.1.	Πλεονεκτήματα	88
8.5.2.	Λειτουργία ηλεκτρονικών συσκευών	88
8.5.2.1.	Επιταχυνσιόμετρα.....	88
8.5.2.2.	Φίλτρο	88
8.5.2.3.	Μετρητής	88
8.5.2.4.	Επεξεργαστής φάσεων.....	89
8.5.3.	Εφαρμογή (διάγραμμα).....	89
8.6.	Ρυθμίσεις αυτοπεριστροφής.....	89
8.6.1.	Σκοπός.....	89
8.6.2.	Ρυθμίσεις	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	.....	91
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	.....	97

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία, στο πρώτο μέρος παρουσιάζονται στοιχεία για τις αρχές πτήσης του ελικοπτέρου και γενικότερες πληροφορίες για το ελικόπτερο Augusta Bell 212ASW.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται ανάλυση στα μέρη και εξαρτήματα που απαρτίζουν το κιβώτιο ταχυτήτων, το κιβώτιο μετάδοσης κίνησης, το σύστημα ρότορα και το βοηθητικό σύστημα ρότορα. Αναφέρονται αναλυτικά τα μέρη των μηχανημάτων, ο τρόπος λειτουργίας τους και ο τρόπος συναρμολόγησης του κιβωτίου μετάδοσης.

Στο τρίτο μέρος γίνεται περιγραφή των διαδικασιών συντήρησης συστήματος, των φαινομένων διάβρωσης και αντιμετώπισής τους, έλεγχοι με μη καταστροφικές δοκιμές και η ανάλυση ταλαντώσεων του ελικοπτέρου όπως και οι μηχανισμοί αντιμετώπισής τους.

SUMMARY

In the first part of this essay, we present data on the helicopter flight principles and more general information about the Augusta Bell 212ASW helicopter.

In the second part, the parts and components that make up the gearbox, transmission gearbox, rotor system and auxiliary rotor system, are analyzed. There is a detailed description of the parts of the machines, their way of operation and the way in which the gearbox is assembled.

The third part describes system maintenance procedures, erosion phenomena and their treatment, non-destructive tests and helicopter vibration analysis and mechanisms of dealing with them.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο : ΑΡΧΕΣ ΠΤΗΣΗΣ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΟΥ

1.1 Εισαγωγή

Ελικόπτερο (έλιξ + πτερόν) ονομάζεται το αεροσκάφος το οποίο, για την ανύψωσή του από το έδαφος και τη διατήρησή του σε πτήση, κάνει χρήση ενός ή περισσότερων οριζόντιων (ή σχεδόν οριζόντιων) στροφείων (ελίκων). Οι κύριες διαφορές του από το αεροπλάνο είναι ότι αφ' ενός το μέσο που παρέχει την άντωση είναι κινούμενο (τα πτερύγια του στροφείου), σε αντίθεση με το αεροπλάνο που έχει σταθερά πτερύγια, και αφ' ετέρου ότι για την ανύψωσή και πτήση του δεν απαιτείται οριζόντια κίνηση, όπως στην πλειονότητα των αεροπλάνων. Έχει, επίσης τη δυνατότητα να κινείται προς κάθε κατεύθυνση, σε αντίθεση με το αεροπλάνο που κινείται μόνο προς τα εμπρός, και ακόμα μπορεί να αιωρείται (σχεδόν) ακίνητο στον αέρα. Οι ιδιότητές του αυτές το καθιστούν αναντικατάστατο ως μέσο εναέριας μεταφοράς σε περιορισμένους χώρους όπου η δυνατότητα ελιγμών είναι μικρή, ή σε απομακρυσμένους τόπους όπου η κατασκευή αεροδρομίων δεν είναι εφικτή.

1.2 Ιστορική αναδρομή

- Τη πρώτη συσκευή κάθετης απογείωσης έφτιαξαν οι Κινέζοι περίπου το 400 π.Χ. Ήταν ένα παιχνίδι από μπαμπού που ήταν όμοιο με τον ρότορα των ελικοπτέρων, ο οποίος περιστρεφόταν με ένα σκοινί.
- Η ιδέα κατασκευής ενός έλικα με τον οποίο θα ήταν δυνατό να ανυψωθεί ένα σκάφος στον αέρα πραγματοποιείται το 1453 και συγκεκριμένα το εκτέλεσε ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι ο οποίος σχεδίασε το πρώτο ευρωπαϊκό ελικόπτερο που θα πετούσε με τη μυϊκή δύναμη ανθρώπων. Είχε όμως ένα βασικό σχεδιαστικό λάθος: Δεν προέβλεπε ένα μηχανισμό που να εμποδίζει το σκάφος να περιστρέφεται αντίθετα από τον έλικα. Η μελέτη όμως του προβλήματος απασχόλησε τους πρωτοπόρους της αεροναυτιλίας μόλις το 19ο αιώνα.
- Με την έναρξη του 20ου αιώνα ο Πωλ Κορνύ πραγματοποίησε την πρώτη ανύψωση ελικοπτέρου (1900) με μηχανή 24 αλόγων και διπλή έλικα και το 1907 ο καθηγητής Ρισέ και ο Λουδοβίκος Μπρεγκέ κατασκεύασαν το πρώτο ελικόπτερο.
- Σε τακτική χρήση τέθηκε για πρώτη φορά ελικόπτερο το 1939. Είχε σχεδιαστεί από τον ρώσικης καταγωγής Ιγκόρ Σικόρσκι το όνομα του οποίου φέρουν κάποια αεροπλάνα ακόμη και σήμερα. Μεγάλη ανάπτυξη γνώρισε αμέσως μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Τελευταία η χρήση στροβιλοκινητήρων έδωσε τη δυνατότητα στα ελικόπτερα να μεταφέρουν φορτία ίσα ή μεγαλύτερα από το βάρος τους

1.3. ΘΕΩΡΙΑ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΩΝ

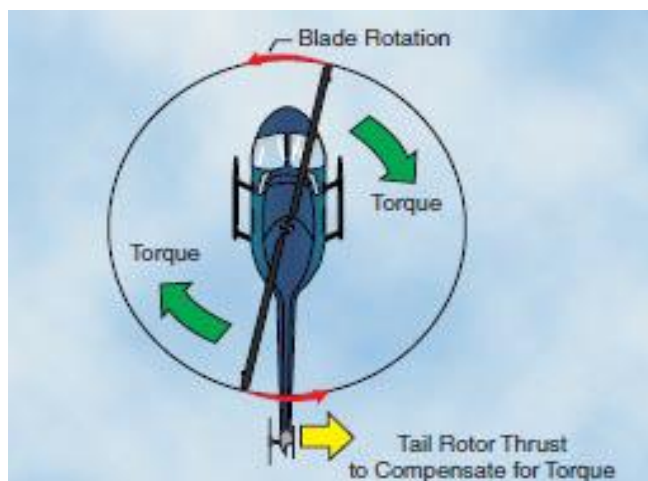
Το ελικόπτερο μπορεί να προσδιοριστεί ως μια πτητική μηχανή η οποία χρησιμοποιεί περιστρεφόμενα πτερύγια για να παράγει άντωση, πρόωση και έλεγχο. Οι αεροδυναμικές αρχές που διέπουν την πτήση του ελικοπτέρου, είναι ίδιες με αυτές του αεροπλάνου. Ωστόσο, στο ελικόπτερο οι αεροδυναμικές δυνάμεις παράγονται από την σχετική κίνηση της επιφάνειας του περιστρεφόμενου πτερυγίου σε σχέση με τον αέρα. Όταν το ελικόπτερο εκτελεί μεταφορική πτήση, η προωστική δύναμη που απαιτείται για να αντισταθεί στην οπισθέλκουσα δύναμη (drag) και να κινείται το αεροσκάφος, παράγεται από το στροφέιο. Επιπλέον, το ελικόπτερο με τα περιστρεφόμενα πτερύγια μπορεί να παράγει δυνάμεις ακόμα και όταν η ταχύτητα του αεροσκάφους είναι μηδέν, σε αντίθεση με τα αεροπλάνα που απαιτούν μεταφορική ταχύτητα για να διατηρηθεί η πτήση. Έτσι, το ελικόπτερο έχει την ικανότητα κατακόρυφης αιώρησης και πτήσης, συμπεριλαμβανομένου της κατακόρυφης απογείωσης και προσγείωσης, πράγμα

που το καθιστά μοναδικό. Στα ελικόπτερα το κύριο στροφέιο(main rotor) αποτελεί το πιο σημαντικό τμήμα του αεροσκάφους, εφόσον αποτελεί πηγή των δυνάμεων και των ορμών οι οποίες ελέγχουν τη θέση και την ταχύτητα του ελικοπτέρου.

Καθώς οι έλικες περιστρέφονται η ροή του αέρα που δημιουργείται σε αυτές έχει σαν αποτέλεσμα την άντωση που ανυψώνει το ελικόπτερο. Οι έλικες του στροφέιου μπορούν, επίσης, με τον κατάλληλο έλεγχο να κάνουν το ελικόπτερο να ταξιδεύει προς τα εμπρός, προς τα πίσω και πλευρικά. Για να μπορεί να ανταπεξέλθει σε όλα αυτά τα καθήκοντα, το στροφέιο πρέπει να έχει πολύ μεγάλη μηχανική αντοχή.

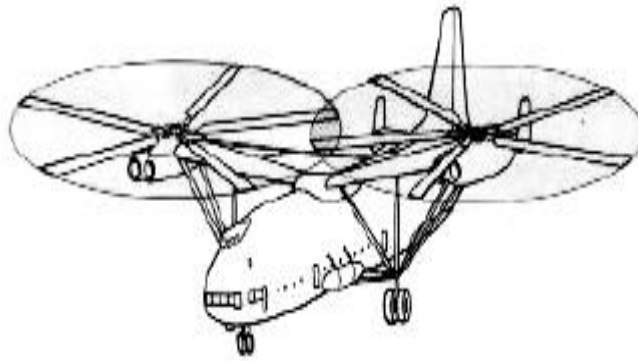
Επιπλέον, πρέπει να είναι ικανό να ρυθμίζει την γωνία όλων των ελίκων του στροφέιου σε κάθε περιστροφή.

Όταν το κύριο στροφέιο περιστρέφεται δημιουργείται μια ίση και αντίθετη αντίδραση η οποία δρα στην άτρακτο του ελικοπτέρου και προσπαθεί να τη στρέψει στην αντίθετη κατεύθυνση από την κατεύθυνση περιστροφής του κύριου στροφέιου, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1. Για να μπορεί το ελικόπτερο να πετάει πρέπει να υπάρχει κάποιο μέσο για να αντισταθμίζει τη ροπή του κύριου στροφέιου. Η λύση είναι η χρήση του ουραίου στροφέιου. Ένα μικρό στροφέιο είναι τοποθετημένο κάθετα στο ουραίο τμήμα του ελικοπτέρου και παράγει μια πλευρική ώση, εμποδίζοντας την άτρακτο από το να περιστραφεί. Ο πιλότος αυξάνοντας ή μειώνοντας την ώση που παράγεται από το ουραίο στροφέιο μπορεί να αλλάζει την κατεύθυνση της καμπίνας του ελικοπτέρου αριστερά ή δεξιά.

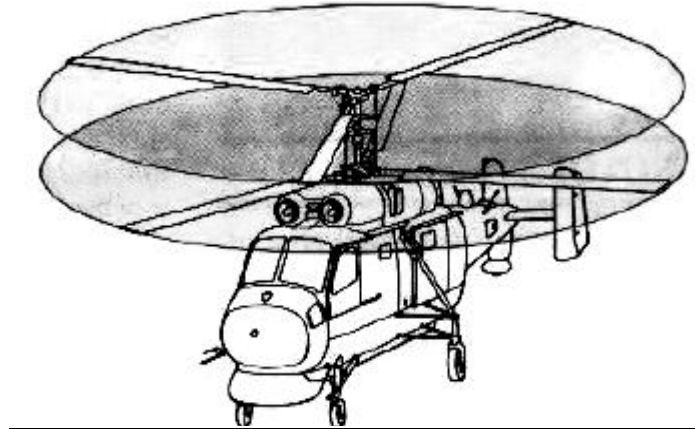


Σχήμα 2.1. Ροπή κύριου στροφέιου-Αντισταθμηση ροπής

Τα ελικόπτερα που έχουν ένα κύριο και ένα ουραίο στροφέιο αποτελούν τον πιο συνηθισμένο τύπο ελικοπτέρων. Όμως, υπάρχουν και άλλες λύσεις για την αντισταθμηση της ροπής του κύριου στροφέιου. Στη μία διαμόρφωση χρησιμοποιούνται δύο συγχρονισμένα κύρια στροφέια, τα οποία περιστρέφονται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Η αντίθετη περιστροφή έχει σαν αποτέλεσμα να ακυρώνεται η ροπή που δημιουργεί το ένα στροφέιο από τη ροπή που δημιουργεί το άλλο με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ανάγκη για ουραίο στροφέιο. Σε μια δεύτερη διαμόρφωση ελικοπτέρων, έχουμε δύο ομοαξονικά στροφέια. Η ροπή της άτρακτου αντισταθμίζεται με τη χρήση δύο στροφέιων που περιστρέφονται αντίθετα και είναι τοποθετημένοι ο ένας πάνω από τον άλλο σε έναν κοινό άξονα.



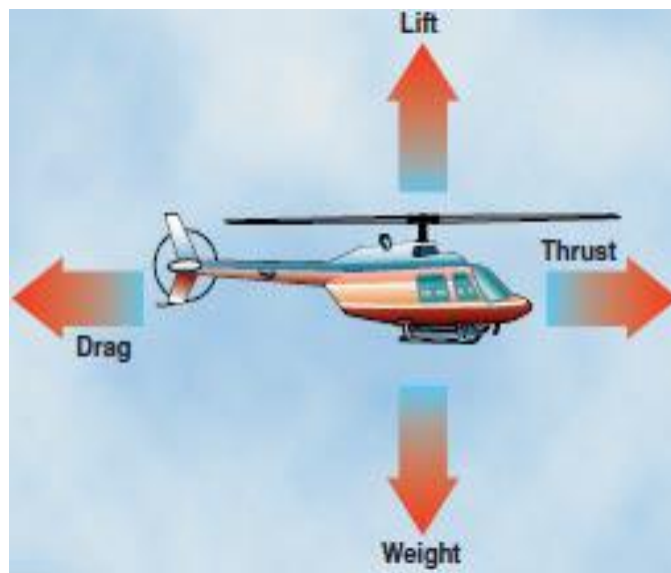
Σχήμα 2.2 Tandem στροφεία



Σχήμα 2.3 Ομοαξονικά στροφεία

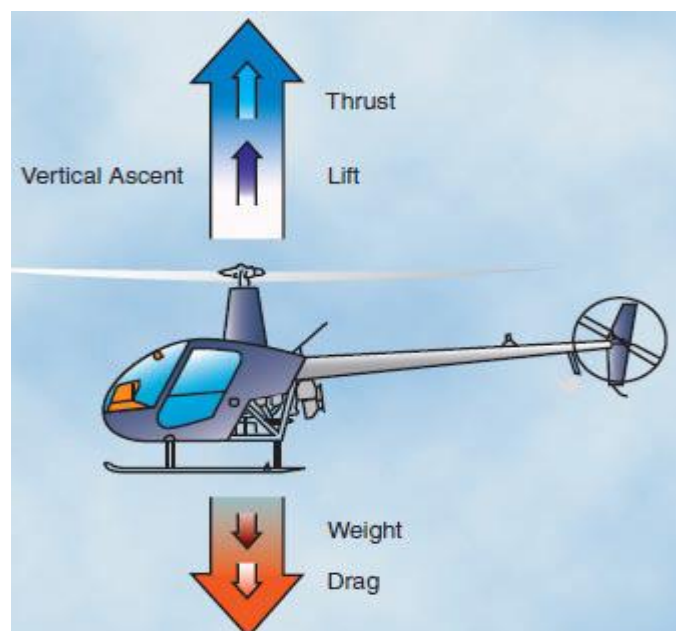
1.3.1. Αεροδυναμική ελικοπτέρου

Το ελικόπτερο πετάει σύμφωνα με τους ίδιους νόμους της αεροδυναμικής οι οποίοι κυβερνούν την πτήση των συμβατικών αεροσκαφών. Στα ελικόπτερα, όμως, αυτοί οι νόμοι εφαρμόζονται με διαφορετικό τρόπο. Το ελικόπτερο υπόκειται σε τέσσερις δυνάμεις, ίδιες με αυτές που επιδρούν και στα αεροπλάνα: την άντωση, το βάρος, την ώση και την οπισθέλκουσα δύναμη. Η άντωση υποστηρίζει το βάρος του αεροσκάφους και η ώση υπερνικά την οπισθέλκουσα δύναμη και κινεί το ελικόπτερο στην επιθυμητή κατεύθυνση.



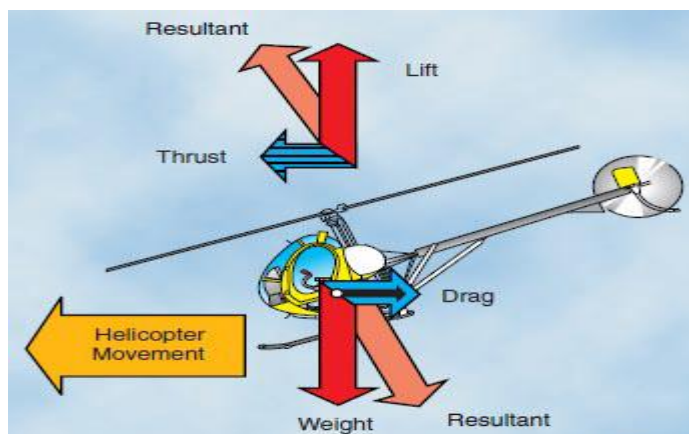
Σχήμα 2.4 Δυνάμεις ελικοπτέρου

Εάν το διάνυσμα της άντωσης διασπαστεί σε δύο συνιστώσες μια κάθετη και μια παράλληλη προς το έδαφος θα υπάρχει μια κατακόρυφη συνιστώσα της άντωσης η οποία στηρίζει το ελικόπτερο και μια οριζόντια συνιστώσα η οποία παράγει την κατεύθυνση της πτήσης. Το ελικόπτερο μετακινείται στην διεύθυνση όπου έχει κλίση το στροφέιο και μπορεί να πετάει σε οποιαδήποτε διεύθυνση με αναφορά τον προσανατολισμό της καμπίνας (heading). Για παράδειγμα, η καμπίνα του ελικοπτέρου να «κοιτάει» βόρεια και το ελικόπτερο να πετάει νότια, ανατολικά, δυτικά ή σε κάθε άλλη κατεύθυνση. Επιπλέον, μπορεί να κινείται κάθετα προς τα πάνω ή προς τα κάτω ή ακόμα και να παραμένει ακίνητο. Όταν το ελικόπτερο βρίσκεται σε στάσιμη πτήση τότε λέμε ότι αιωρείται. Εάν αιωρείται σε συνθήκες που δεν υπάρχει άνεμος, το επίπεδο περιστροφής του στροφέιου είναι οριζόντιο ή παράλληλο με το επίπεδο του εδάφους. Το άθροισμα της άντωσης και της ώσης είναι ίσο με το άθροισμα του βάρους και της οπισθέλκουσας δύναμης (Σχήμα 2.5). Κατά τη διάρκεια της κατακόρυφης πτήσης, όταν το άθροισμα της άντωσης και της ώσης είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα του βάρους και της οπισθέλκουσας δύναμης το ελικόπτερο ανυψώνεται (Σχήμα 2.5) ενώ αν είναι μικρότερο κινείται προς τα κάτω.

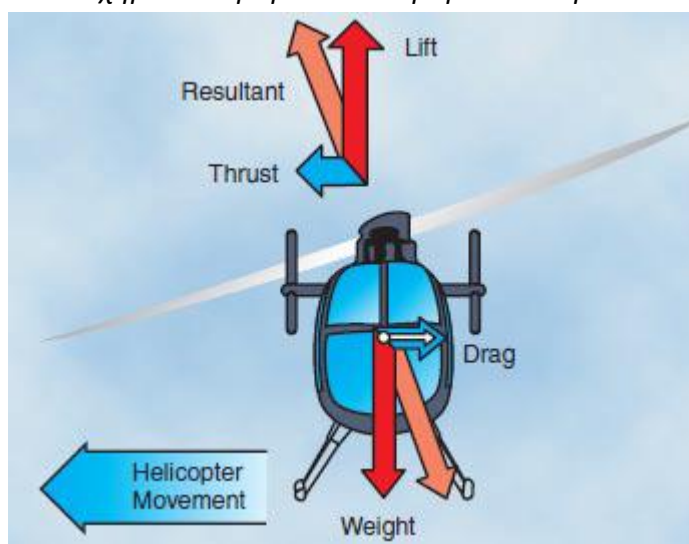


Σχήμα 2.5 Αιώρηση και κατακόρυφη πτήση

Για εμπρόσθια, προς τα πίσω ή πλευρική πτήση, το στροφέιο θα πρέπει να στραφεί στην διεύθυνση που ο πιλότος επιθυμεί να πετάξει. Για παράδειγμα όταν πετάει προς τα εμπρός, το στροφέιο έχει εμπρόσθια κλίση και σε ότι αφορά τις δυνάμεις, στην οριζόντια διεύθυνση η ώση είναι μεγαλύτερη ή ίση με την οπισθέλκουσα δύναμη και στην κατακόρυφη διεύθυνση η άντωση είναι ίση με το βάρος.



Σχήμα 2.6 Εμπρόσθια πτήση ελικοπτέρου

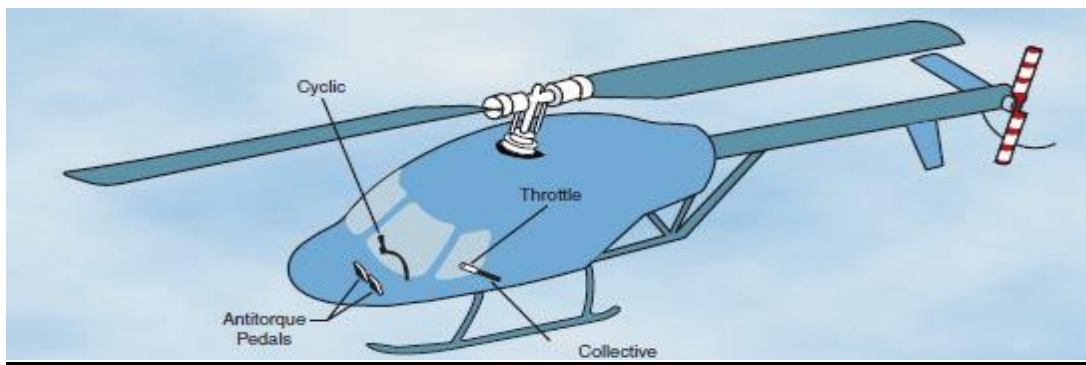


Σχήμα 2.7 Πλάγια πτήση ελικοπτέρου

1.4 Έλεγχοι ελικοπτέρου

Για να μπορεί το ελικόπτερο να πραγματοποιεί τις διάφορες κινήσεις θα πρέπει να αλλάζει η κατεύθυνση της άντωσης όπως φαίνεται από την παραπάνω περιγραφή. Η αλλαγή αυτή επιτυγχάνεται με μεταβολή του βήματος (pitch) των ελίκων του στροφέιου καθώς αυτό περιστρέφεται στον αέρα. Ο πιλότος ελέγχει τις έλικες του κύριου και του ουραίου στροφέιου με τρεις διαφορετικούς ελέγχους :

- Συλλογικό βήμα κυρίως στροφέιου (Collective control)
- Κυκλικό βήμα κυρίως στροφέιου (Cyclic control)
- Συλλογικό βήμα ουραίου στροφέιου (Heading control-Antitorque pedals)



Σχήμα 2.8 Θέσεις χειριστηρίων ελικοπτέρου

1.4.1. Συλλογικός Έλεγχος Πτερυγίων (Collective Control)

Το collective control ελέγχει την κλίση όλων των πτερυγίων του στροφείου ταυτόχρονα, ανεξάρτητα από το που βρίσκονται τα πτερύγια καθώς η κεφαλή του στροφείου γυρίζει. Η είσοδος του ελέγχου προέρχεται από το collective μοχλό που είναι τοποθετημένος στην αριστερή πλευρά του πιλότου. Ο μοχλός αυτός μπορεί να μετακινείται προς τα επάνω ή προς τα κάτω και μέσω μιας σειράς μηχανικών διασυνδέσεων αλλάζει τη γωνία κλίσης όλων των ελίκων ταυτόχρονα. Όταν ο πιλότος σηκώνει το collective αυξάνεται η γωνία προσβολής και έτσι το στροφείο παράγει περισσότερη ώση. Χαμηλώνοντας τον μοχλό έχουμε το αντίθετο αποτέλεσμα. Εάν το ελικόπτερο βρίσκεται σε αιώρηση, η ανύψωση του μοχλού θα προκαλέσει την κατακόρυφη άνοδο του ελικοπτέρου ενώ χαμηλώνοντας το collective το ελικόπτερο βυθίζεται. Επιπλέον, ο μοχλός διαθέτει έναν ρυθμιστή το οποίο μπορεί να περιστρέφεται και παρέχει μια επιπρόσθετη ρύθμιση στην ισχύ του κινητήρα.

1.4.2. Έλεγχος Κλίσης Ελίκων (Cyclic Control)

Ο σκοπός του cyclic control είναι να αλλάζει την κλίση κάθε έλικας ξεχωριστά καθώς αυτή περιστρέφεται στο επίπεδο που ορίζεται από τη διαδρομή που ακολουθούν τα πτερύγια του στροφείου (tip-path plane) ελέγχοντας, έτσι, την pitch και roll συμπεριφορά του αεροσκάφους. Ο cyclic μοχλός είναι τοποθετημένος στο κέντρο μπροστά από τη θέση του πιλότου, μπορεί να μετακινείται μπροστά, πίσω, δεξιά και αριστερά από την κάθετη θέση οδηγώντας το ελικόπτερο προς τις αντίστοιχες κατευθύνσεις. Για παράδειγμα, όταν μετακινείται το cyclic μπροστά από την κατακόρυφη θέση, αλλάζει η γωνία προσβολής σε κάθε έλικα του κύριου στροφείου καθώς αυτή περιστρέφεται. Στο μισό του κυκλικού επιπέδου, που ορίζει η περιστροφή του στροφείου, η γωνία προσβολής είναι μεγαλύτερη από αυτή που τίθεται από το collective με αποτέλεσμα να παράγεται μεγαλύτερη άντωση ενώ στο άλλο μισό η γωνία προσβολής είναι μικρότερη, το ίδιο και η άντωση. Το μέγιστο και ελάχιστο σημείο είναι το ίδιο για όλες τις έλικες με συνέπεια η ώση του στροφείου να παρουσιάζει κλίση στην ίδια διεύθυνση με αυτή της κλίσης του μοχλού και το ελικόπτερο με τη σειρά του «γέρνει» με το ίδιο τρόπο και αρχίζει να μετακινείται προς αυτή την κατεύθυνση, δηλαδή προς τα μπροστά.

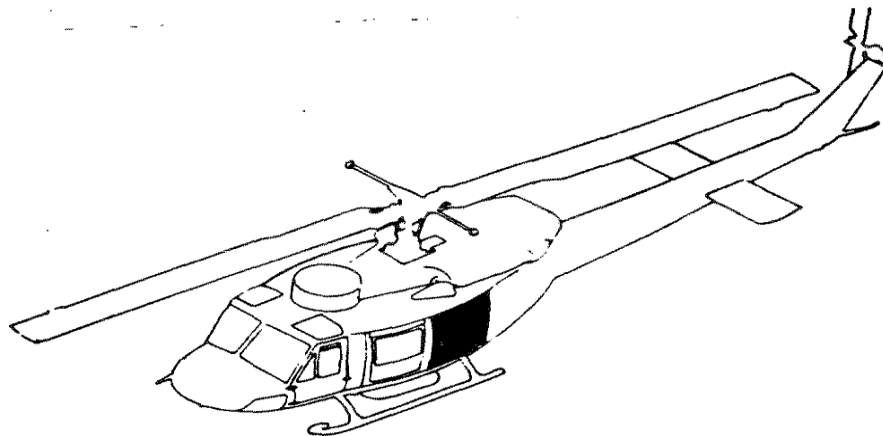
1.4.3. Πετάλ Αντιροπής

Τα δύο πετάλ είναι τοποθετημένα στο δάπεδο επάνω στα δύο άκρα μιας ράβδου έτσι ώστε σπρώχνοντας το ένα μπροστά το άλλο μετακινείται προς τα πίσω κατά το ίδιο ποσό. Η λειτουργία τους στο ουραίο στροφέιο είναι ίδια με αυτή του collective στο κύριο στροφέιο. Δηλαδή αλλάζουν την κλίση όλων των ελίκων ταυτόχρονα, με αποτέλεσμα να αυξηθεί ή να μειωθεί η ώση του ουραίου στροφέιου. Σπρώχνοντας το αριστερό πετάλ το ελικόπτερο γυρίζει προς τα αριστερά και το αντίστροφο συμβαίνει για το δεξί πετάλ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο:ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΟΥ ΤΥΠΟΥ AUGUSTA BELL 212 ASW

2.1 Περιγραφή

Το AB 212 ASW είναι μοντέλο ελικόπτερου που κατασκευάζεται από την εταιρεία Agusta με άδεια από την Bell Helicopter Company, έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση υποβρύχιας επίθεσης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη διάσωση. Το AB 212 ASW είναι ένα μεσαίου μεγέθους ελικόπτερο εξοπλισμένο με έναν απλό ρότορα και τροφοδοτείται από ένα κινητήρα με διπλή τουρμπίνα(twin-turbo). Το ελικόπτερο μπορεί να εξοπλιστεί με διάφορους τύπους πολεμικών εξοπλισμών για την κάλυψη των διαφόρων τύπων των αποστολών του, με MX 44 ή MX 46 τορπίλες για αποστολές αντί-υποβρυχιακού ή AS 12.



Σχήμα 2.9 AB 212 ASW

2.2. Γεννήτρια

Το AB 212 ως πρότυπο ελικόπτερο είναι εξοπλισμένο με 2 στροβιλοκινητήρες PT6 που κατασκευάζονται από τις PRATT and WHITNEY Aircraft of Canada Limited. Κάθε κινητήρας αποτελείται από μια αέριο γεννήτρια και έναν στρόβιλο ισχύος. Η γεννήτρια αερίου αποτελείται από τρία στάδια αξονικού συμπιεστή (axial compressor) και συμπιεστή φυγόκεντρης ροής, ένα θάλαμο καύσης ανεστραμμένης ροής και ένα στρόβιλο που συνδέεται με έναν συμπιεστή. Ο στρόβιλος ισχύος αποτελείται από μια αξονικής ροής τουρμπίνα, η οποία συνδέεται με έναν «μειωτήρα», ο οποίος είναι εξοπλισμένος με έναν ελεύθερο

τροχό για δυνατότητα μείωσης στροφών ώστε να λειτουργεί κανονικά, όταν ένα από τους δύο κινητήρες θα πρέπει να τεθεί εκτός λειτουργίας. Η ισχύς μεταδίδεται από τον κινητήρα μέσω ενός κινητήριου άξονα(drive shaft) εφοδιασμένο με σφαιρικές αρθρώσεις και με έναν δρομέα ελεύθερης περιστροφής που είναι εγκατεστημένος στον κύριο άξονα μετάδοσης κίνησης.

Οι μηχανές στεγάζονται σε ένα διαμέρισμα πίσω από το σύστημα μετάδοσης κίνησης και χωρίζονται από τις άλλες περιοχές με ένα αντιπυρικό διάφραγμα (firewall). Ο θάλαμος έχει στηριχτεί σε τέσσερα σημεία στη βάση στήριξης του κινητήρα και προστατεύεται από φέρινγκ και το περίβλημά του. Οι αεραγωγοί εισαγωγής, που έχουν εγκατασταθεί στο εμπρός τμήμα του κάθε κινητήρα, είναι εξοπλισμένοι με διαχωριστές σωματιδίων και προστατευτικές οθόνες για να αποφύγετε πιθανή ζημία που μπορεί να προκληθεί από την είσοδο ξένων σωμάτων. Επίσης, είναι εξοπλισμένα με ένα δακτύλιο ψεκασμού εφοδιασμένα με ακροφύσια που επιτρέπουν την ταχεία πλύση του συμπιεστή. Στον κινητήρα είναι συνδεδεμένα τα συστήματα ελέγχου στροφών, τα οποία είναι συνδεδεμένα με συστήματα αντιστάθμισης στροφών ώστε να ενσωματώνονται οι αλλαγές στροφών στα πτερύγια μέσω του επιλογέα διακόπτη που έχει ο πιλότος(collective control).

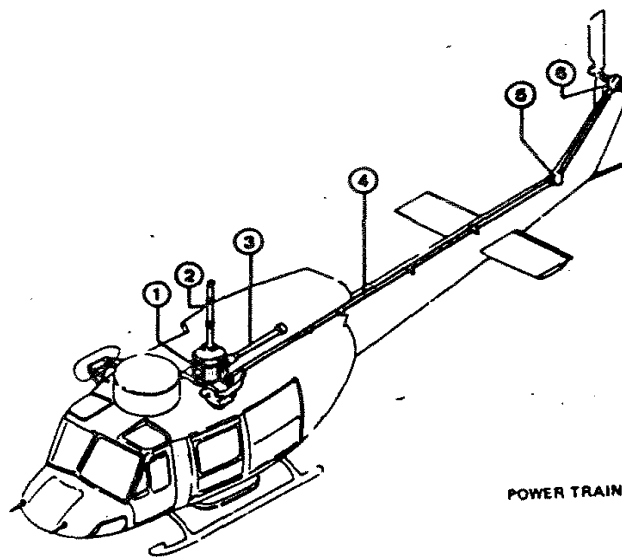
Οι δύο κινητήρες και ο μειωτήρας λιπαίνονται με τρία ανεξάρτητα συστήματα πετρελαίου, ένα για κάθε κινητήρα, και ένα για το μειωτήρα. Κάθε σύστημα λίπανσης του κινητήρα ενσωματώνει μια συνδυασμένη αντλία τροφοδοσίας-scavenge, ενώ το μειωτήρα σύστημα λίπανσης περιλαμβάνει μόνο μια αντλία τροφοδοσίας. Το ηλεκτρικό σύστημα της μονάδας παραγωγής ενέργειας ενεργοποιεί τη γεννήτρια-εκκινητήρα(μίζα) και όλα τη συναφή λειτουργία του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.

2.3 Το σύστημα μετάδοσης κίνησης (Power train system)

Το σύστημα μετάδοσης κίνησης αποτελείται από άξονες και κιβώτια ταχυτήτων που μεταδίδουν τη ισχύ από τους κινητήρες του κύριου και ουραίου ρότορα. Βασικά στοιχεία που αποτελούν αυτό το σύστημα είναι η κύρια κινητήρια άτρακτος(main drive shaft), το κύριο κιβώτιο ταχυτήτων(main transmission gearbox) το mast, και οι άξονες μετάδοσης κίνησης του ουραίου στροφείου και τα κιβώτια ταχυτήτων των 42° και 90° μοιρών.

Το κύριο σύστημα μετάδοσης (main transmission) αποτελείται από ένα κιβώτιο ταχυτήτων με ένα πολλαπλάσιο σύστημα γραναζιών, που λειτουργεί σαν μειωτήρας των στροφών, μέσω ελικοειδών γραναζιών και πλανητικών συστημάτων. Στο main transmission gearbox τοποθετείται το mast, οι άξονες κίνησης ουραίου στροφείου(tail rotor) και όλα τα αξεσουάρ των μηχανισμών με κοίλο άξονα(drive quill).

Το σύστημα άξονα μετάδοσης κίνησης ουραίου στροφείου(tail rotor drive shaft) αποτελείται από έξι άξονες, ένα ενδιάμεσο κιβώτιο (42 μοιρών), και ένα 90 μοιρών κιβώτιο ταχυτήτων με το οποίο το ουραίο στροφείο έχει τοποθετηθεί. Όλα τα κιβώτια ταχυτήτων είναι εξοπλισμένα με chip detectors και συστήματα προειδοποίησης. Οι μηχανικοί ή ηλεκτρικοί έλεγχοι που απαιτούνται για το σύστημα μετάδοσης κίνησης εκτελούνται αυτόματα και συνεχώς, ενώ οδηγούνται από τον κινητήρα.



Σχήμα 2.10 Συστήματα Μετάδοσης Κίνησης

1. Transmission,
2. Main Rotor Mast,
3. Main Drive Shaft,
4. Tail Rotor Drive Shaft,
5. 42o Gear Box,
6. 90o Gear Box

2.4 Main rotor transmissions

Το κύριο στροφέιο(main rotor) στα περισσότερα ελικόπτερα περιστρέφεται με ταχύτητα 3 έως 300 rpm. Ταυτόχρονα, οι μηχανές που τροφοδοτούν αυτούς τους κινητήρες περιστρέφονται σε πολύ υψηλότερο rpm. Μια μέση παλινδρομική παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί να έχει τιμές από 3000-3200 rpm, ενώ το στροφέιο περιστρέφεται με 340 rpm. Μια τυπική μονάδα παραγωγής ισχύος για τουρμπίνα ελικοπτέρου μπορεί να λειτουργεί στις 6600 rpm στον άξονα εξόδου ενώ το κύριο στροφέιο να περιστρέφεται με 325 rpm. Υπάρχουν δύο λόγοι για τη μείωση της ταχύτητας. Ο πρώτος είναι, ότι οι μηχανές που παράγουν τη μεγαλύτερη ποσότητα της ενέργειας λειτουργεί σε υψηλές στροφές, και το δεύτερο είναι ότι ο δρομέας δεν μπορεί να λειτουργήσει σε υψηλά rpm λόγω της ταχύτητας και επειδή θα υπάρξει υποχώρηση του πτερυγίου λόγω υπέρβασης της κρίσιμης γωνίας προσβολής. Αν και τα *sorter blades* και τα υπερηχητικά ακροπτερύγια έχουν δοκιμαστεί με κάποια επιτυχία, δεν θα αντέχαν τις ταχύτητες των 3000 ή 6000 rpm η οποία απαιτείται για την άμεση μετάδοση κίνησης από τον κινητήρα.

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω, οι μηχανισμοί μετάδοσης κίνησης είναι απαραίτητοι στα ελικόπτερα, για τη μείωση των στροφών του κινητήρα σε μια ταχύτητα που μπορεί να αντιμετωπιστεί από το κύριο στροφέιο. Κάθε κατασκευαστής έχει διαφορετικό τρόπο σχεδιασμού της μεταφοράς, της τοποθέτησης και ενεργοποίησή τους. Η τεχνολογία του ελικοπτέρου έχει αναπτυχθεί από την παλινδρομική ισχύ των αεροστροβίλων, τα κιβώτια έχουν επίσης αλλάξει και βελτιωθεί σημαντικά. Οι *powerplants* και η σχέση τους με τη μετάδοση κίνησης είναι πολύ σημαντικοί στον βασικό σχεδιασμό του συστήματος μετάδοσης και στις απαιτήσεις της μετάδοσης και των συναφών στοιχείων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο:ΚΙΒΩΤΙΟ ΜΕΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ (TRANSMISSION GEARBOX)

3.1 Εισαγωγή

Το κιβώτιο μετάδοσης ταχυτήτων(transmission gear box) είναι μια μηχανική μονάδα μείωσης της ταχύτητας των στροφών, η οποία μεταδίδει την ενέργεια που παράγεται από τον κινητήρα στο κύριο στροφέιο(main rotor), ουραίο στροφέιο(tail rotor), και σε διάφορα συναρμολογημένα εξαρτήματα, σε ένα κατάλληλα μειωμένο ρυθμό περιστροφής. Η μονάδα είναι συνδεδεμένη με τον κινητήρα μέσω του κύριου άξονα κίνησης(main drive shaft) ο οποίος είναι συνδεδεμένος με το input drive quill. Ο ρυθμός περιστροφής του input drive quill είναι επομένως ταυτόσημος με εκείνον του άξονα εξόδου του κινητήρα που συμπλέκεται με το κιβώτιο ταχυτήτων (combining gearbox) (6600 rpm). Άλλοι ρότορες και διάφορα εξαρτήματα δεν λειτουργούν με τον ίδιο ρυθμό περιστροφής:

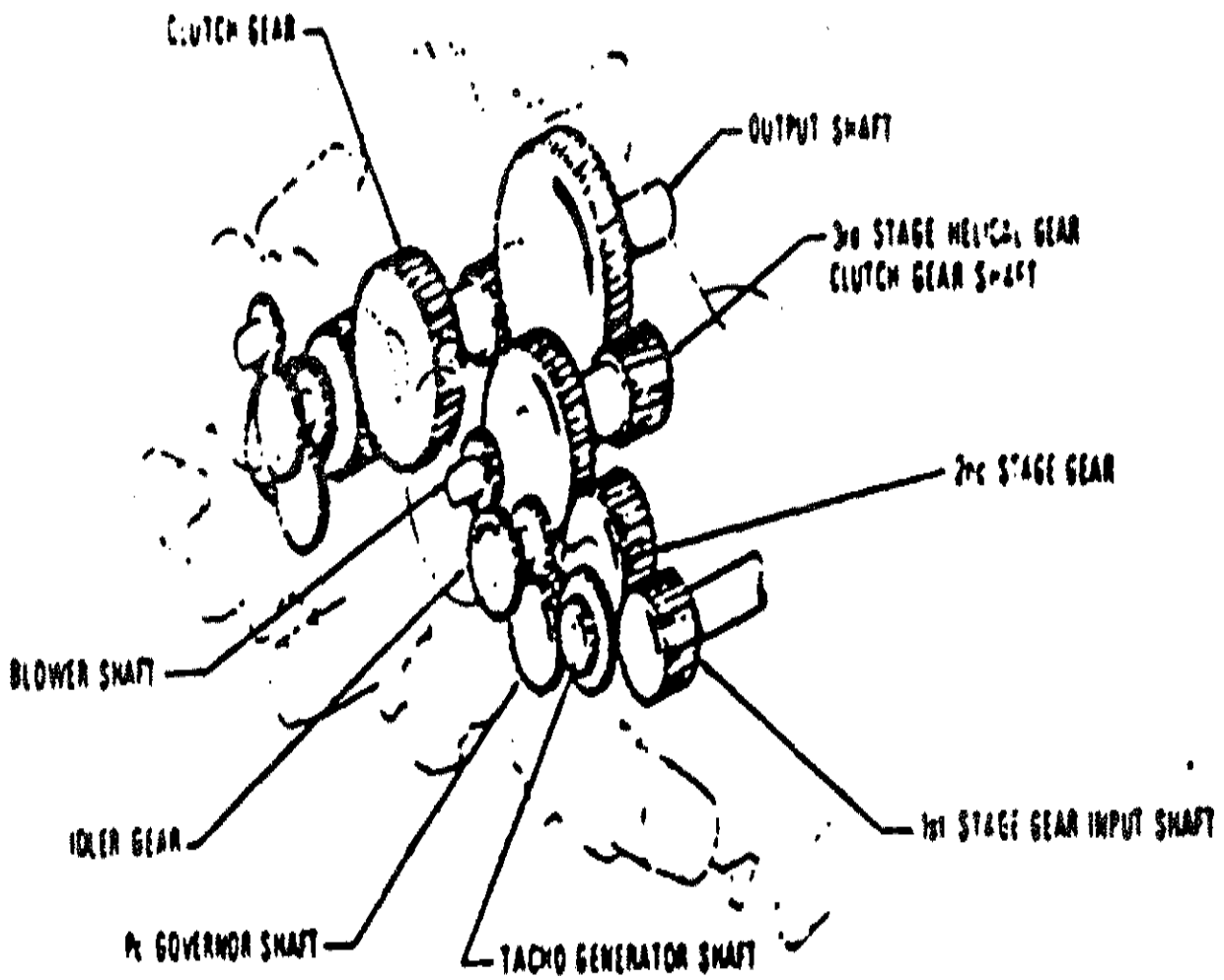
Οι αναλογίες μείωσης του κάθε κινητήριου εξαρτήματος ανά περιστροφή του κινητήρα, έχουν ως εξής:

Main drive shaft	1:1	6600rpm
Main rotor mast	0,0491:1	324rpm
Tail rotor drive shaft	0,6519:1	4300rpm
Xrosn oil pump	0,6816:1	4498rpm
Hydraulic pump No. 1	0,6519:1	4300rpm
Tachometer Generator	0,6519:1	4300rpm
Hydraulic pump No. 2	1,000:1	6600rpm
A.C. Generator	1,2121:1	8000rpm
Rotor brake disc	1,000:1	6600rpm
Hydraulic pump No. 3	1,000:1	6600rpm

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

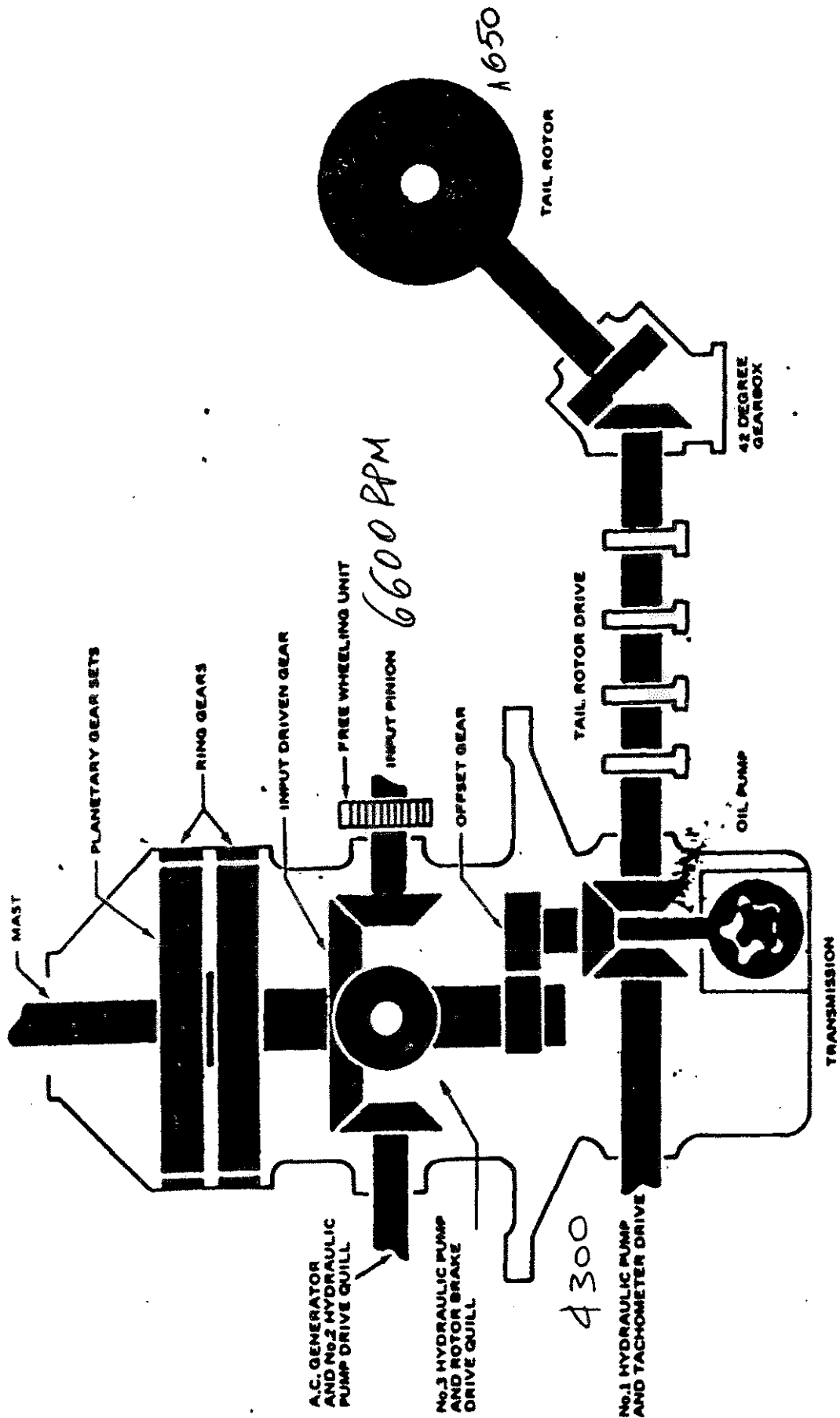
3.2 Combing gear box

Ο ΡΤ6 twinpack έχει σχεδιαστεί με έναν άξονα εξόδου και για τους δύο κινητήρες. Κάθε κινητήρας πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργήσει ανεξάρτητα. Για αυτό το λόγο κάθε μηχανή πρέπει να έχει το δικό της μηχανισμό ελεύθερης κύλισης (free wheeling) και η μετάδοση θα πρέπει να είναι σε θέση να μετατραπεί με έναν κινητήρα εκτός λειτουργίας. Ο συγκεκριμένος κινητήρας απαιτεί την ισχύ και των δύο κινητήρων να συνδυαστούν κατά τη λειτουργία. Η μονάδα ελέγχου ροπής εξυπηρετεί αυτήν την λειτουργία. Η μονάδα ανιχνεύει τη ροπή από τους δύο κινητήρες, και τις συνδυάζει δύο μέσω του ελέγχου του καυσίμου, και ενεργεί ως διάταξη περιορισμού της ροπής.



Σχήμα 2.11

COMBINING GEAR BOX

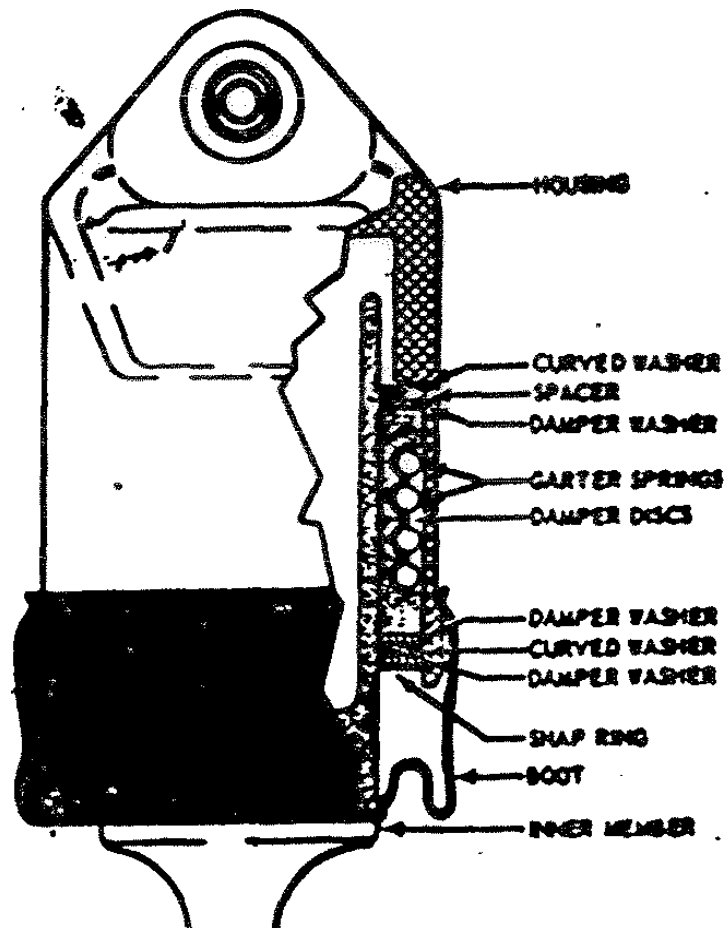


Σχήμα 2.12 AB 212 ASW
POWER TRAIN SYSTEM SCHEMATIC

3.3 Σύστημα στήριξης κυβωτίου κίνησης (Transmission pylon mounts)

Με τον εξοπλισμό εξισορρόπησης/ζυγοστάθμισης διαθέσιμο για τα συστήματα του ρότορα, μπορεί να επιτευχθούν πολύ χαμηλά επίπεδα δυναμικών κραδασμών. Ωστόσο, τα επίπεδα αυτά μπορεί να αυξηθούν και να επιδεινωθούν από τα φορτία που δέχεται το σύστημα στροφείου κατά την πτήση. Αυτά τα επίπεδα μπορεί να είναι ενοχλητικά για το πλήρωμα. Ταυτόχρονα μπορεί να ξεκινήσουν αρμονικές ταλαντώσεις στην άτρακτο. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση και φθορά παράγοντες που δεν θα πραγματοποιηθούν εάν οι δονήσεις απομονωθούν ή αν μειωθούν μέσω της βάσης του κιβωτίου ταχυτήτων.

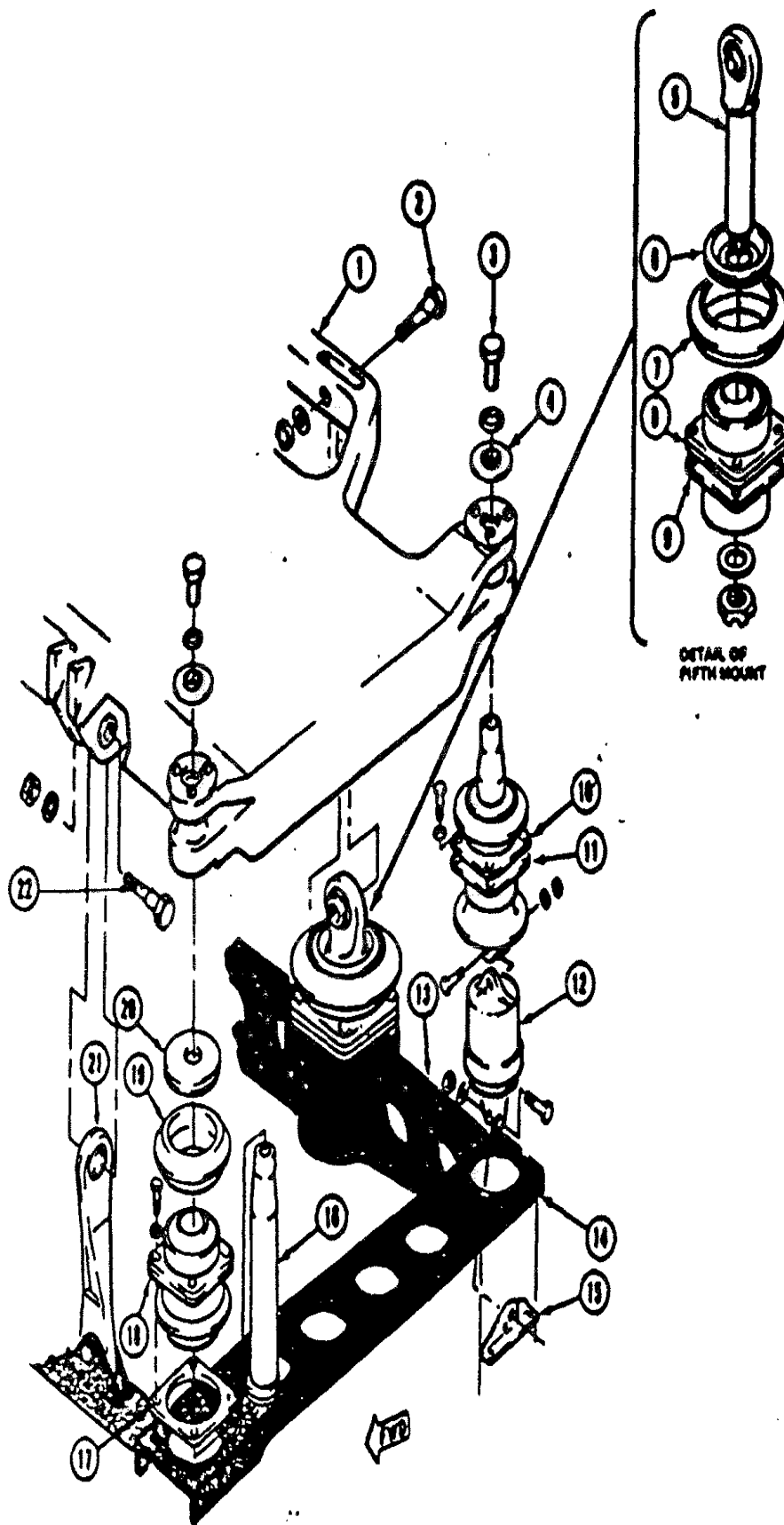
Παρά το γεγονός ότι η βάση έχει κάποια ευελιξία, πρέπει επίσης να διαθέτει υψηλό λόγο αντοχής διότι το ελικόπτερο στην πραγματικότητα μέσω της βάσης του κιβωτίου απορροφά τα στρεπτικά φορτία του συστήματος στροφείου ελικοπτήρου.



Σχήμα 3.1

ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ ΒΑΣΕΩΣ ΠΥΛΩΝΑ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ

1	Transmission Support Case
2	Bolt
3	Self-Locking Bolt
4	Shouldered Washer
5	Eyebolt
6	Washer
7	Boot
8	Fifth Mount
9	Laminated Plates
10	Main Mount Assy
11	Plate
12	Friction Damper
13	Fifth Mount Fitting
14	Pylon Support
15	Damper Fitting
16	Mount Bolt
17	Plate
18	Main Mount
19	Boot
20	Bushing
21	Lift Link
22	Bolt



Σχήμα 3.2

ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΡΙΞΗ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ

3.4 Σύστημα λίπανσης κιβωτίου μετάδοσης

Το κιβώτιο μετάδοσης(transmission) λιπαίνεται από ένα σύστημα λίπανσης που είναι ανεξάρτητο από το σύστημα λαδιού του κινητήρα, εκτός από τους εναλλάκτες θερμότητας λαδιού και τους φυσητήρες. Το λάδι περιέχεται στο κάρτερ και κυκλοφορεί υπό πίεση από την αντλία ταχυτήτων μέσω εσωτερικών δίοδων και ένα φίλτρο. Το λάδι φεύγει από το κάρτερ κανονικά και περνά μέσα από εξωτερικές «γραμμές» στο ψυγείο και επιστρέφει στο transmission μέσω ενός δευτέρου φίλτρου.

3.4.1. Φίλτρο λαδιού της ελαιολεκάνης

Το φίλτρο λαδιού της ελαιολεκάνης βρίσκεται στην επάνω δεξιά πίσω γωνία του κάρτερ του transmission. Το σύστημα φίλτρου αποτελείται από μια στοίβα από μεταλλικά πλέγματα, συναρμολογημένη με αποστάτες σε ένα διάτρητο σωλήνα που συνδέεται σε ένα σώμα εφοδιασμένο με μία βαλβίδα παράκαμψης για τη ροή του πετρελαίου σε περίπτωση που τα πλέγματα είναι φραγμένα

3.4.2. Ψυγείο λαδιού

Κάθε ψυγείο λαδιού είναι εξοπλισμένο με βαλβίδα ανακούφισης και μια σωλήνωση παράκαμψης που ενεργοποιούνται από τη θερμοκρασία και την πίεση.

- Η βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης ανοίγει και αρχίζει να παρακάμπτει το λάδι γύρω από το ψυγείο όταν είναι χαμηλή θερμοκρασία ή όταν η πίεση του λαδιού υπερβαίνει τα 20 psi. Η ποσότητα λαδιού παρακάμπτεται όλη όταν ο ψύκτης πίεσης συστήματος υπερβαίνει τα 80 psi.

-Σε χαμηλές θερμοκρασίες του πετρελαίου, ο θερμοστάτης κρατάει την βαλβίδα ανοιχτή και το μεγαλύτερο μέρος του λαδιού περνάει γύρω από το σύστημα ψύξης του συστήματος.

-Όταν η θερμοκρασία φτάνει περίπου 130F (55°C), και δεν υπάρχει κανένας περιορισμός που να προκαλεί συσσώρευση πίεσης στο σύστημα ψύξης, τότε ο θερμοστάτης αρχίζει να κλείνει την βαλβίδα μειώνοντας την ποσότητα του πετρελαίου παρακάμπτεται και την αυξάνει την ροή μέσω του ψυγείου.

- Σε θερμοκρασία 175°F(80°C), όλο το λάδι ρέει μέσω του ψυγείου.

3.4.3. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΦΙΛΤΡΟ ΛΑΔΙΟΥ

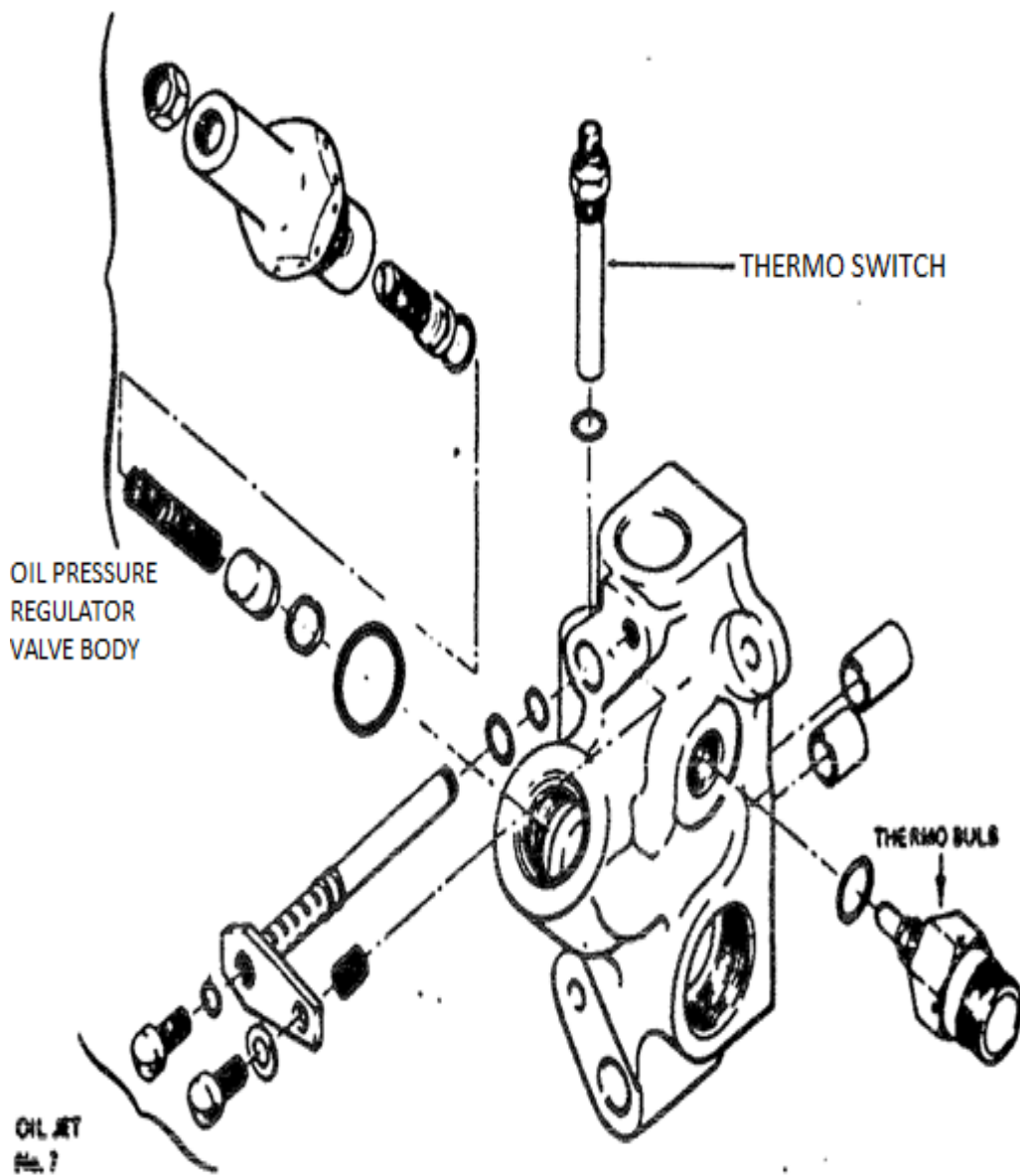
Το εξωτερικό φίλτρο βρίσκεται στο εσωτερικό του δεξιού πυλώνα στήριξης κάτω από το κάρτερ, συνδεδεμένο με τη γραμμή επιστροφής από το ψυγείο. Το εξωτερικό φίλτρο είναι ένας τύπος 10ου πτυχωτό χαρτί, και η κεφαλή του φίλτρου έχει μια βαλβίδα παράκαμψης για να εξασφαλίσει τη ροή του πετρελαίου σε περίπτωση έμφραξης, υπάρχει μια οπτική κόκκινη ένδειξη που λειτουργεί αν η κατάσταση παράκαμψης είναι επικείμενη.

3.4.4. Διακλαδωμένη σωλήνωση διανομής λαδιού (Oil Manifold)

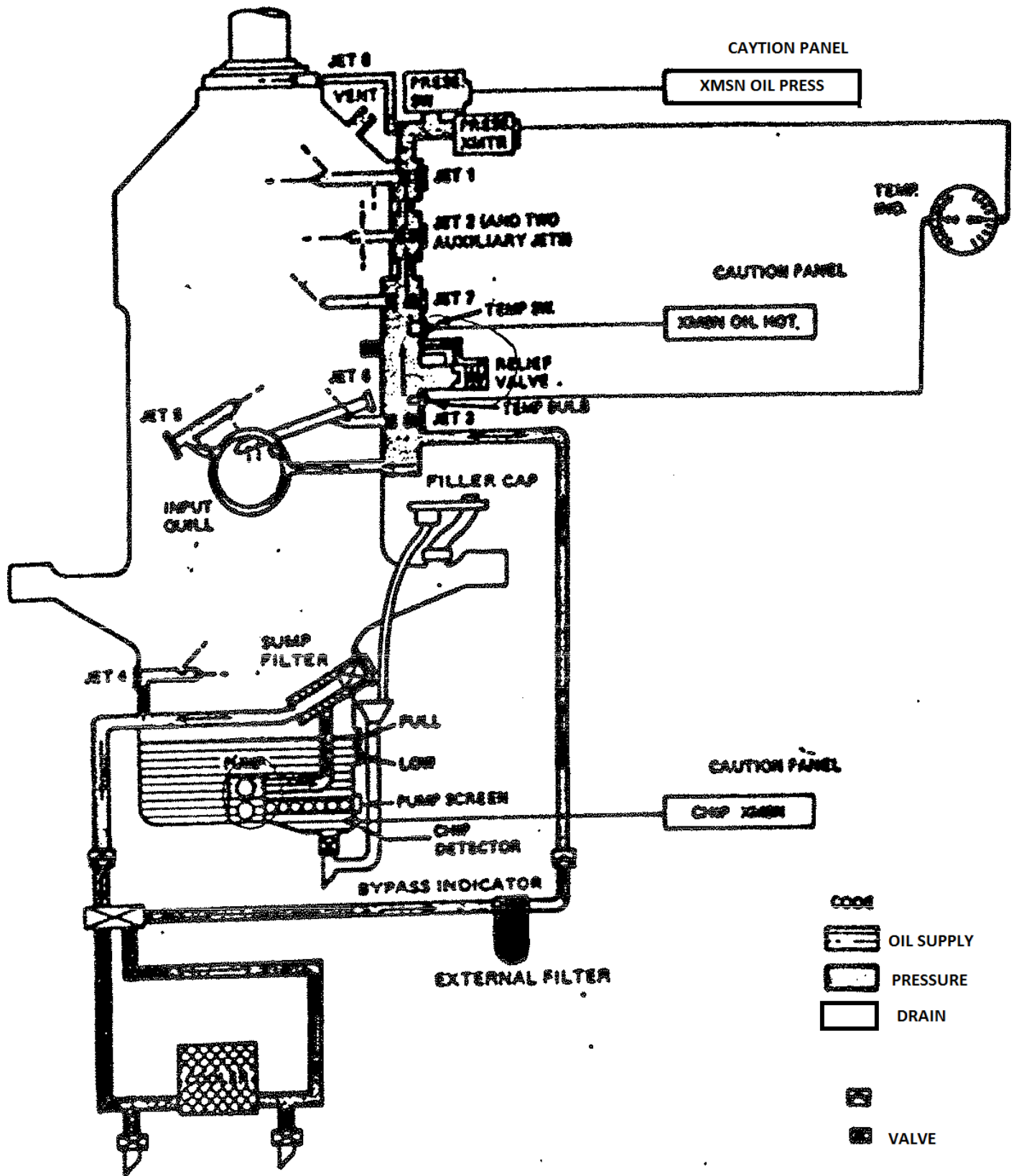
Μια διακλαδωμένη σωλήνωση διανομής πετρελαίου(oil manifold) βρίσκεται στην πίσω δεξιά πλευρά του main case. Ο ρόλος της είναι να διανέμει το λάδι μέσω των jet και εσωτερικών διόδων για τη λίπανση εδράνων και εργαλείων μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων. Η manifold είναι εφοδιασμένη με μια βαλβίδα ανακούφισης η οποία είναι προ-ρυθμισμένη για να ρυθμίζει την πίεση του συστήματος από 50 ± 5 psi.

3.4.5. Οθόνη Αντλίας και Ανιχνευτής Γρεζιών

Στη κάτω δεξιά πλευρά της του κάρτερ, υπάρχει μια pump screen και ένα ανιχνευτής γρεζιών (chip detector) που συλλέγουν μεταλλικά σωματίδια από την αντλία και το transmission αντίστοιχα. Όταν υπάρχουν αρκετά μαγνητικά σωματίδια και υπάρχει κίνδυνος να βραχυκυκλώσει ο chip detector, ένα προειδοποιητικό φώς ανάβει στο πάνελ και ενημερώνει τον πιλότο για αυτήν την κατάσταση. Η pump screen και ο chip detector θα πρέπει να επιθεωρούνται σύμφωνα με τους κανόνες ώστε να λειτουργούν σωστά.



Σχήμα 3.3
Διακλαδωμένη Σωλήνωση Διανομής Λαδιού Κιβωτίου Μετάδοσης

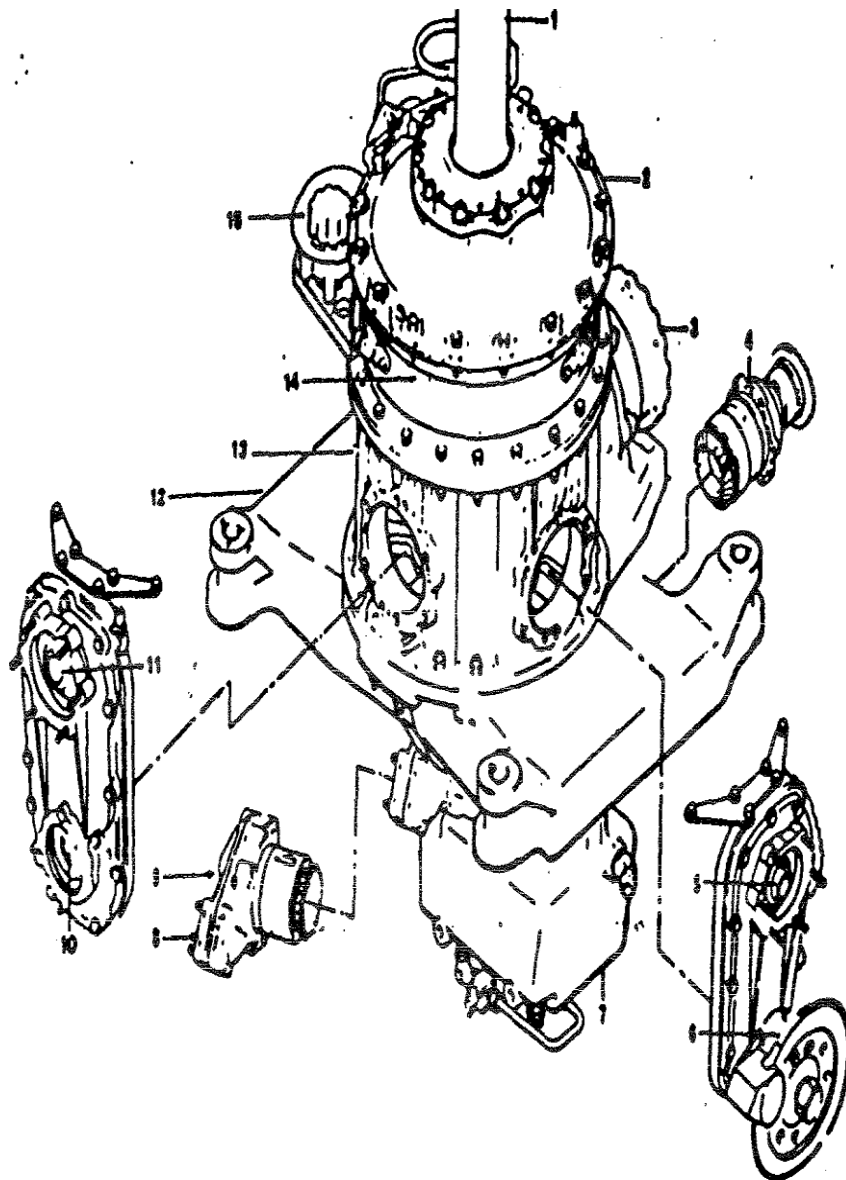


Σχήμα 3.4
 Σχηματική παράσταση συστήματος λίπανσης κιβωτίου μετάδοσης

3.5 ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΛΑΔΙΟΥ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Το σύστημα ψεκασμού (Jet assembly) έχει εγκατασταθεί εξωτερικά από το transmission σε διάφορα σημεία και εκτείνονται μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων ώστε να ψεκάσουν με λάδι τα γρανάζια και τα ρουλεμάν. Κάθε jet χρησιμοποιείται σε συγκεκριμένο σημείο τοποθέτησης και έχει μοναδικό αριθμό.

3.6 Κύρια στοιχεία του Κιβωτίου Μετάδοσης



Σχήμα 3.4 Κιβώτιο Μετάδοσης Κίνησης

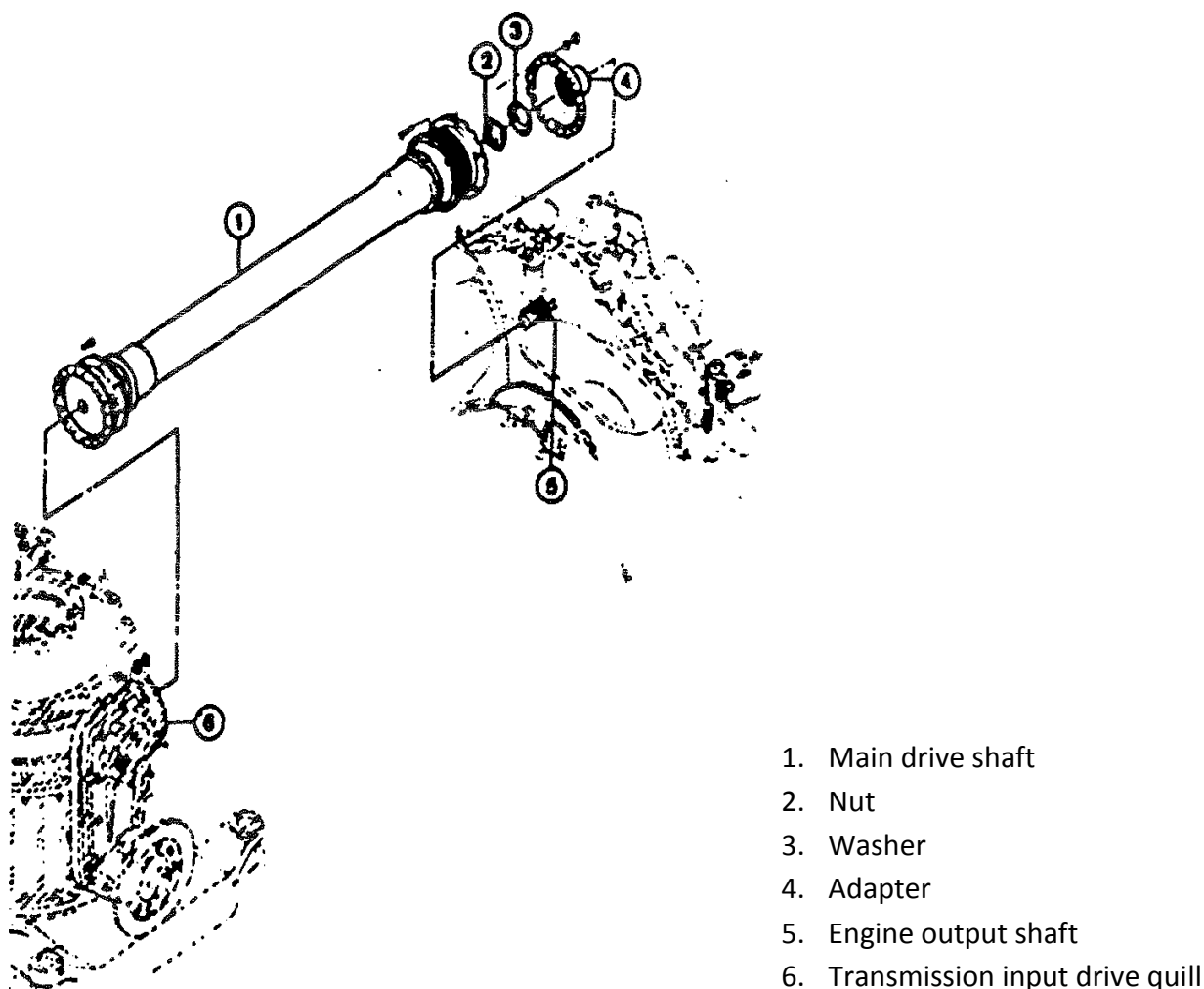
3.6.1. Κύριος Άξονας λειτουργίας

Ο κύριος άξονας λειτουργίας τοποθετείται μεταξύ του κινητήρα και του κιβωτίου μετάδοσης και είναι εξοπλισμένο με ένα σύνδεσμο από καουτσούκ για να απορροφάει τα στρεπτικά φορτία κραδασμών.

Το drive shaft αποτελείται από έναν άξονα με δύο ελαστικούς συνδέσμους που τοποθετούνται σε κάθε άκρο. Κάθε άκρο του άξονα συνδέεται με μπουλόνια για ζευγάρισμα καμπύλων επιφανειών.

Η ευκαμψία της σύζευξης παρέχεται μέσω της σύνδεσης με ένα ειδικό σφαιρικό γρανάζι με ειδική οδόντωση το οποίο ολισθαίνει στα δόντια του εξωτερικού συνδέσμου για να μεταφέρει την κίνηση του transmission στο pylon mounts.

Ελατήρια χρησιμοποιούνται σε κάθε σύζευξη ώστε να κεντράρετε ο άξονας κατά την διάρκεια της λειτουργίας και να κρατείται στη θέση του κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης. Η ισορροπία είναι πολύ σημαντικό να επιτευχθεί διότι η άτρακτος περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα (6600 rpm).



Σχήμα 3.5 Κύριος Άξονας λειτουργίας

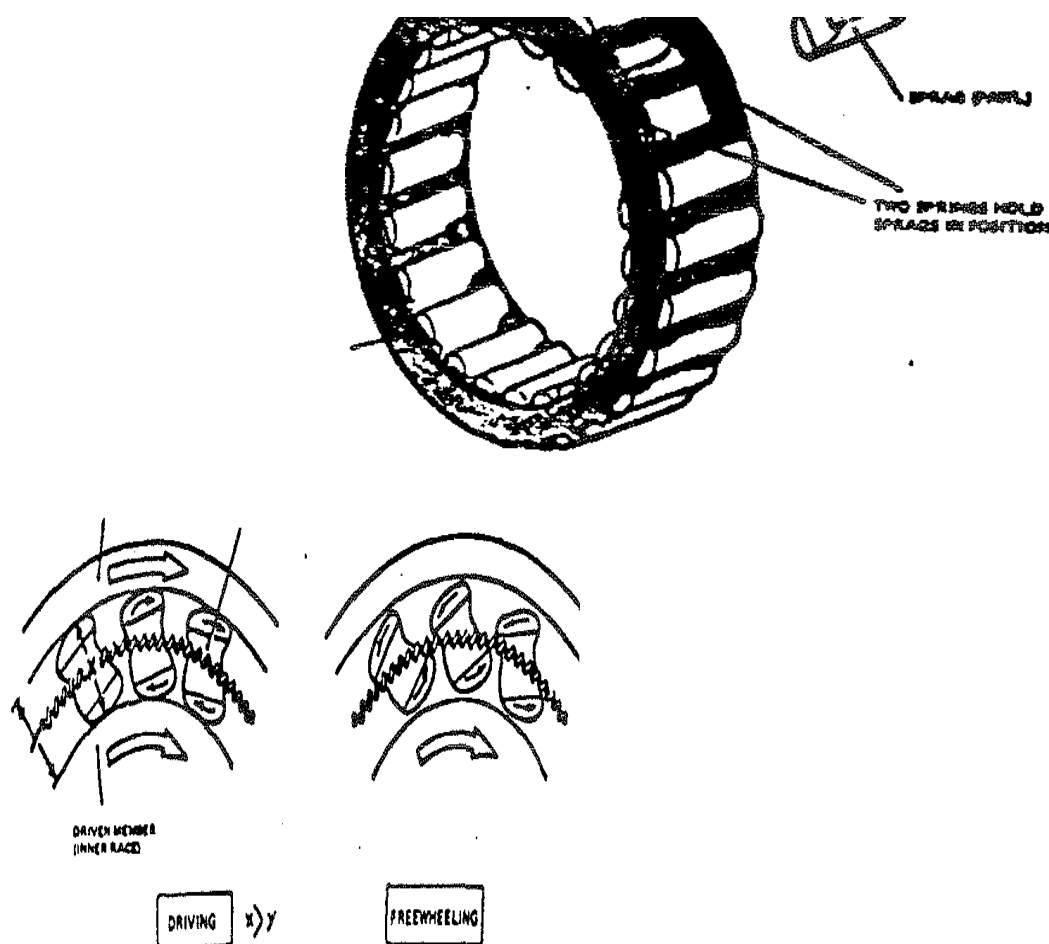
3.6.2. Σύστημα σύμπλεξης(free wheeling unit)

Ο μηχανισμός ελεύθερου τροχού και σύμπλεξης (free wheeling unit) είναι κρίσιμης σημασίας για την πτήση. Σε μια περίπτωση βλάβης του κινητήρα, θα επιτρέψει στο ελικόπτερο να κάνει αυτόματη περιστροφή. Το AB 212 ASW ελικόπτερο χρησιμοποιεί ένα συμπλέκτη τύπου sprag ως free wheeling. Το σύστημα sprag αποτελείται από έναν αριθμό σφηνών που μοιάζουν τους κυλίνδρους σε ένα ρουλεμάν. Οι σφήνες, σε αντίθεση με τα κυκλικές έδρανα, έχουν σχήμα που μοιάζει με 8.

Το κατακόρυφο ύψος, τις κάθε μιας από αυτές τις σφήνες, είναι ελαφρώς μεγαλύτερο από το διάκενο μεταξύ της εσωτερικής διαμέτρου του εξωτερικού στεφανιού και την εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού race. Αυτά συγκρατούνται στην θέση τους με ένα double cage που λειτουργεί σαν ελατήριο στην θέση εμπλοκής.

Αν ο κινητήριος άξονας επιχειρήσει να οδηγήσει τον κινητήρα, οι σφήνες θα ανακουφιστούν και ο κινητήριος άξονας θα περιστρέφεται χωρίς κινητήρα. Το ίδιο θα συνέβαινε και αν η μηχανή σταματούσε.

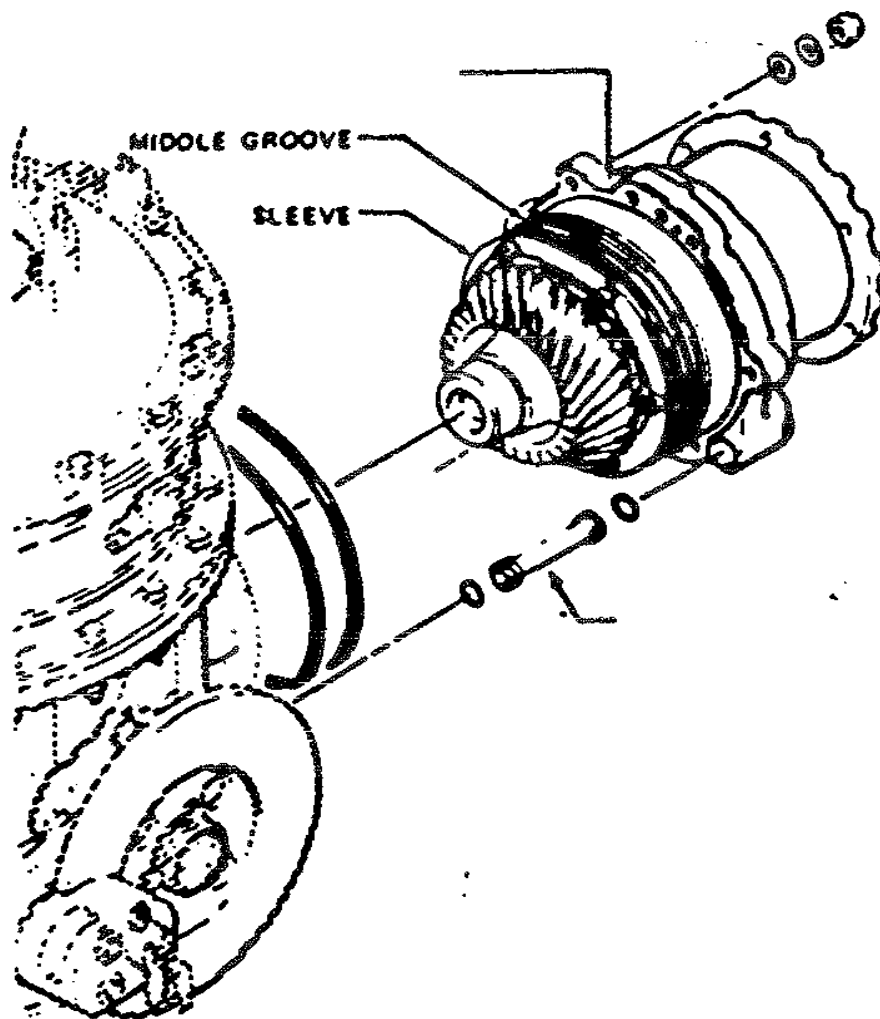
Ο μηχανισμός sprag πρέπει να λιπαίνεται. Αυτή η λίπανση επιτυγχάνεται από το transmission, το οποίο εξακολουθεί να βρίσκεται σε λειτουργία κατά τη διάρκεια του autorotation.



Σχήμα 3.6 Συμπλέκτης

3.6.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ (Input drive quill)

Το input drive quill μεταδίδει την ισχύ του κινητήρα στο transmission. Το quill αποτελείται από ένα γρανάζι πινιόν και υποστηρίζεται από ένα τριπλό ρουλεμάν και ένα ακτινικό ρουλεμάν ευθυγράμμισης. Αυτά τα ρουλεμάν τοποθετούνται στην εσωτερική χαλύβδινη επένδυση του main case.

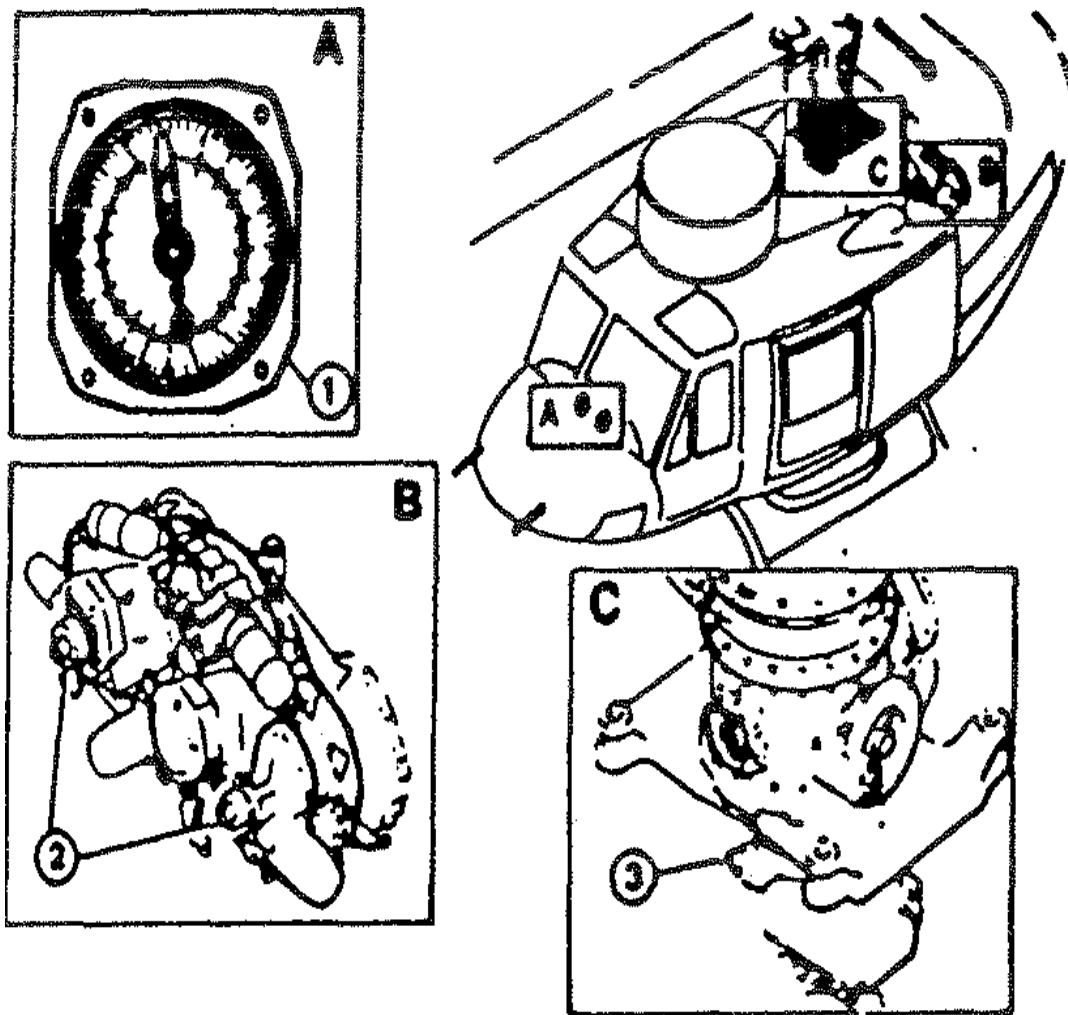


Σχήμα 3.7

MAIN INPUT DRIVE QUILL

3.6.4. ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΕΤΡΟΥ

Η γεννήτρια του στροβιλόμετρου ενεργοποιείται από το drive quill που έχει εγκατασταθεί στη δεξιά πλευρά του κάρτερ του transmission. Το ηλεκτρικό σήμα που παράγεται από το ταχύμετρο αποστέλλεται στον πίνακα του πιλότου και λαμβάνει επίσης τα σήματα που παράγονται από τις γεννήτριες ταχύμετρο No 1 και No 2 στον κινητήρα. Αυτό το σύστημα επιτρέπει στον πιλότο να δει ταυτόχρονα τα rpm και των δύο κινητήρων και του transmission.



1. Δείκτης τριπλού στροφόμετρου πιλότου
2. No.1 και No.2 ταχυμετρικές γεννήτριες κινητήρα
3. Ταχυμετρική γεννήτρια main rotor

Σχήμα 3.8

TRIPLE TACHOMETER INDICATOR SYSTEM

3.6.5. No.2 Υδραυλική Αντλία

Η αντλία του συστήματος No.2 βρίσκεται αμέσως κάτω από τον εναλλάκτη και ενεργοποιείται από το drive quill που είναι εγκατεστημένο στο πρόσθιο μέρος του transmission. Και η No.2 αντλία όπως και η No.1 είναι αυτορυθμιζόμενες, με μεταβλητή μετάδοση, έχουν αξονικού τύπου έμβολο και έχουν ονομαστική ισχύς 1000 +/- psi (70 +/- 1,8 Kg / sq.cm) με μια ελάχιστη παροχή 6 gal / min (27,2 lt / min) σε κανονικές στροφές λειτουργίας. Το ρευστό που χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της πίεσης και του ρυθμού απελευθέρωσης παρακάμπτεται εσωτερικό της αντλίας και εκκενώνεται απ'ευθείας από την επιστροφή του συστήματος. Οι συνδέσεις για την προμήθειά του παρέχονται από την δεξαμενή.

3.6.6. Γεννήτρια Εναλλασσόμενου Ρεύματος

Η γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος είναι εγκατεστημένη στο κεντρικό τμήμα του transmission μπροστά από το drive quill και παράγει τριφασική τάση στα 400 Hz. 200 Volt φάση για τη σταδιακή και 115 Volt φάσης με τη γείωση. Η γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος έχει 10 KVA δύναμη, αλλά είναι ικανή για μεγαλύτερη χωρητικότητα εξόδου κάτω από ορισμένες συνθήκες λειτουργίας. Η γεννήτρια παρέχει ισχύ σε όλα τα φορτία εναλλασσόμενου ρεύματος και λειτουργεί όταν το στροφέιο περιστρέφεται, σε τάσεις εντός των ονομαστικών τιμών, και ο διακόπτης ελέγχου της γεννήτριας είναι στη θέση ON. Η Σύνδεση και η αποσύνδεση του ελέγχονται από ένα πάνελ εποπτείας και έναν ρυθμιστή τάσης που εκτελεί αυτομάτως τα ακόλουθα:

- Ρύθμιση τάσης
- Προστασία υποσυχνότητας
- Προστασία υπότασης
- Προστασία υπέρτασης

Το κουτί ελέγχου AC αποσυνδέει τη γεννήτρια από το σύστημα εναλλασσόμενου ρεύματος. Και οι τρεις φάσεις της γεννήτριας παρακολουθούνται για την ανίχνευση μιας κατάστασης υπότασης ή υπέρτασης. Η υποσυχνότητα είναι ενεργή μόνο με όταν ο collective lever (μοχλός πιλότου) κατέβει εντελώς κάτω. Κατά την πτήση η προστασία είναι ανενεργή.

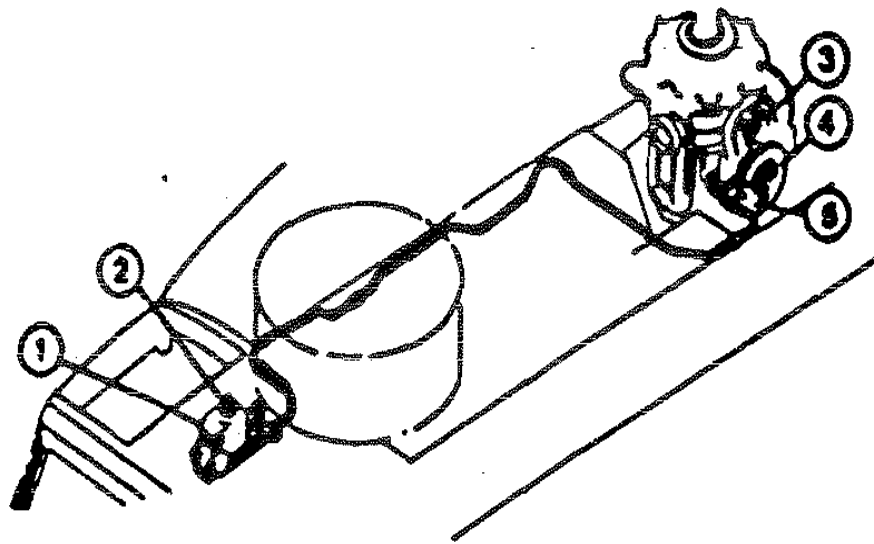
Η γεννήτρια χωρίς ψήκτρες έχει τέσσερις μεγάλες ενότητες: γεννήτρια μόνιμου μαγνήτη, περιστρεφόμενο συγκρότημα, το πεδίο διεγέρτη και κύρια γεννήτρια. Καθώς το περιστρεφόμενο συγκρότημα περιστρέφεται, ο μόνιμος μαγνήτης επάγει τάση στη μόνιμη γεννήτρια μαγνήτη, παρέχοντας έξοδο τριών φάσεων σε έναν ανορθωτή μέσα στο κουτί ελέγχου. Η τάση τροφοδοτείται σε ένα ρυθμιστή τάσης, όπου ενισχύεται και τροφοδοτείται.

Η τάση που επάγεται στο περιστρεφόμενο συγκρότημα από το κύκλωμα του διεγέρτη ανορθώνεται και τροφοδοτείται σε ένα πηνίο που βρίσκεται στο περιστρεφόμενο συγκρότημα. Δεδομένου ότι η σπείρα περιστρέφεται, μία τάση επάγει τις κύριες περιελίξεις της γεννήτριας. Η έξοδος από τις κύριες περιελίξεις της γεννήτριας ελέγχεται από το κιβώτιο ελέγχου.

3.6.7. Δισκόφρενο Ρότορα

Το σύστημα πέδησης του στροφείου αποτελείται από ένα κύριο κύλινδρο Αυτός αποτελείται από ένα δίσκο συνδεδεμένο με ένα quill και οδηγείται στην αριστερή πλευρά του transmission και σε μια μονάδα φρένων. Μόλις οι κινητήρες κλείσουν και το κύριο στροφέιο έχει επιβραδυνθεί κάτω από το 40% του ονομαστικού φορτίου του, ο χειριστής μπορεί να χρησιμοποιήσει το φρένο. Ο κεντρικός κύλινδρος μπορεί να ενεργοποιηθεί με το χέρι μέσω μιας λαβής που βρίσκεται ακριβώς πάνω από τον πιλότο. Ο μοχλός της αντλίας φρένων μπορεί να κλειδωθεί σε τρεις θέσεις:

- Brake
- Released
- Maximum shut off



Σχήμα 3.9
Δισκόφρενο Ρότορα

1. Master Cylinder
2. Filler Cap
3. Drive Quill
4. Disc
5. Brake Unit

3.6.8. Συναρμολόγηση Κιβωτίου Μετάδοσης (Transmission assembly)

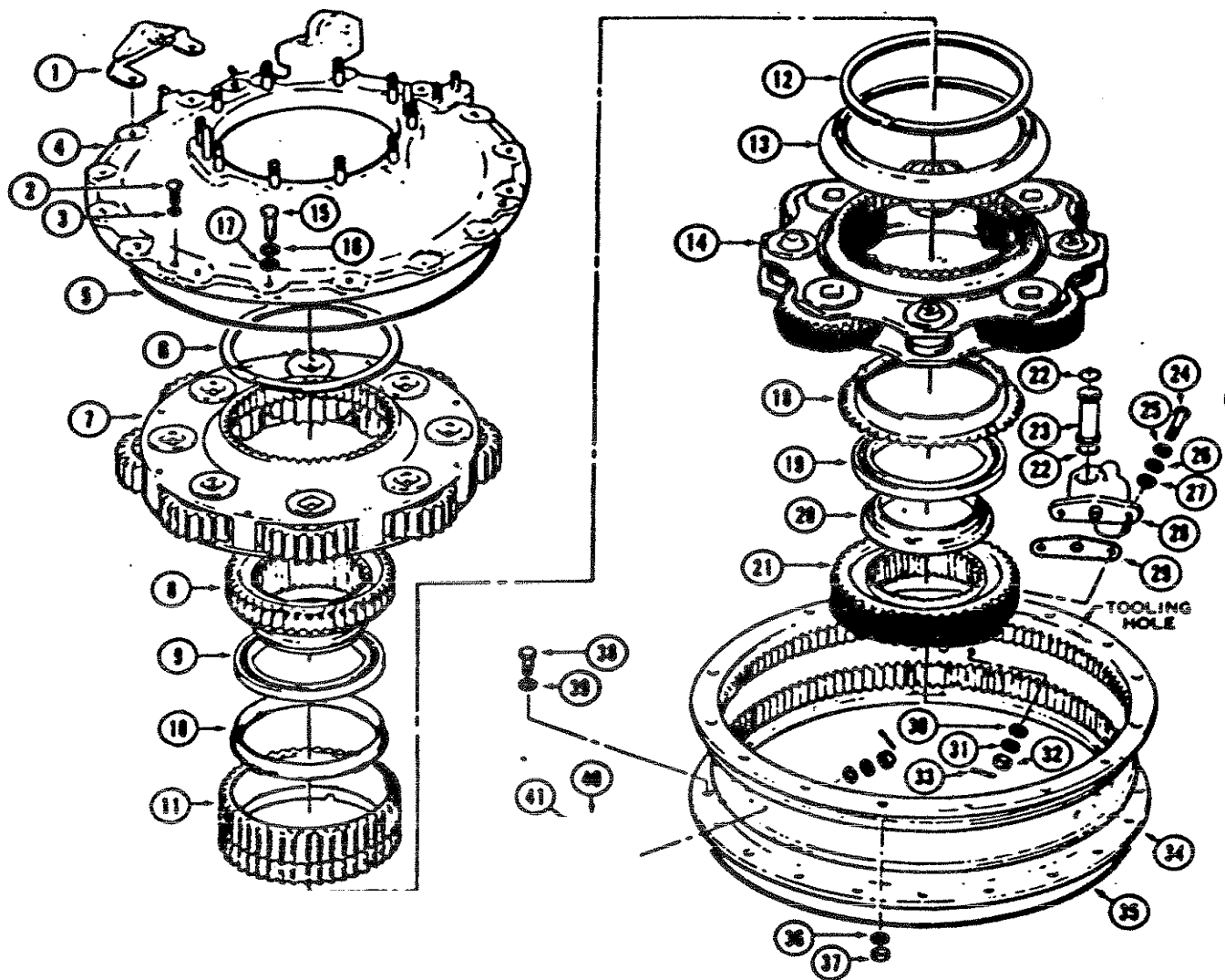
Ένα κωνικό γρανάζι με ελικοειδή οδόντωση συμπλέκεται με το γράναζι εισόδου και μειώνει της στροφές 3.26 προς 1 και αλλάζει την κατεύθυνση κίνησης κατά 90ο. Το συγκρότημα αποτελείται από ένα κεντρικό άξονα μετάδοσης και έναν κύριο μηχανισμό. Αυτό το γρανάζι στερεώνεται στον άξονα με κοχλίες. Ο άξονας μετάδοσης υποστηρίζεται από ένα διπλό ρουλεμάν και ένα άλλο έδρανο στη βάση.

Ο κάτω ήλιος έχει σφηνωθεί στο εξωτερικό του κύριου άξονα του μειωτήρα και κινεί τα γρανάζια του κάτω πλανητικού συστήματος. Στην κορυφή του γραναζιού υπάρχει ένα γωνιακό έδρανο που υποστηρίζει το πλανητικό σύστημα.

Το κάτω πλανητικό σύστημα αποτελείται από τέσσερα γρανάζια με τα roller cage τα οποία συνδέονται στο πλανητικό της διάταξης του φορέα. Τα γρανάζια περιστρέφονται γύρω από ένα σταθερό οδοντωτό δακτύλιο που είναι τοποθετημένος στην άνω μέρος του συστήματος. Στο κέντρο του συστήματος περνάει το mast που συνδέει το πλανητικό σύστημα με το lower sun gear.

Το upper sun gear κινεί τα γρανάζια του άνω πλανητικού συστήματος. Η κορυφή του ανώτερου γραναζιού είναι επίσης εφοδιασμένη με έδρανο το οποίο στηρίζει το δεύτερο πλανητικό σύστημα. Αν παρουσιαστεί κάποια βλάβη, φτιάχνει όλο το κάτω τμήμα του συστήματος μετάδοσης, η ροπή που ασκείται στο επάνω γρανάζι θα σπάσει σε δύο μέρη ώστε να επιτρέπεται η αυτόματη περιστροφή από τα κύρια συστήματα του ρότορα.

Το πάνω πλανητικό σύστημα αποτελείται από οκτώ γρανάζια με τα roller cage τα οποία συνδέονται στο πλανητικό διάταξης φορέα. Τα γρανάζια περιστρέφονται εργαλεία γύρω από ένα σταθερό οδοντωτό δακτύλιο. Το κέντρο του συστήματος θα «φιλοξενήσει» το mast driving adapter.



Σχήμα 3.10 Εξαρτήματα Κιβωτίου Μετάδοσης

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. Controls Spring Bracket | 11. Upper Sun Gear |
| 2. Screw | 12. Retainer Ring |
| 3. Washer | 13. Oil Deflector |
| 4. Top Case | 14. Lower Planetary Assembly |
| 5. Packing | 15. Bolt |
| 6. Retainer Ring | 16. Steel Washer |
| 7. Upper Planetary Assembly | 17. Aluminum Washer |
| 8. Mast Driving Adapter | 18. Liner |
| 9. Upper Bearing | |
| 10. Liner | |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΥΡΙΟΥ ΡΟΤΟΡΑ

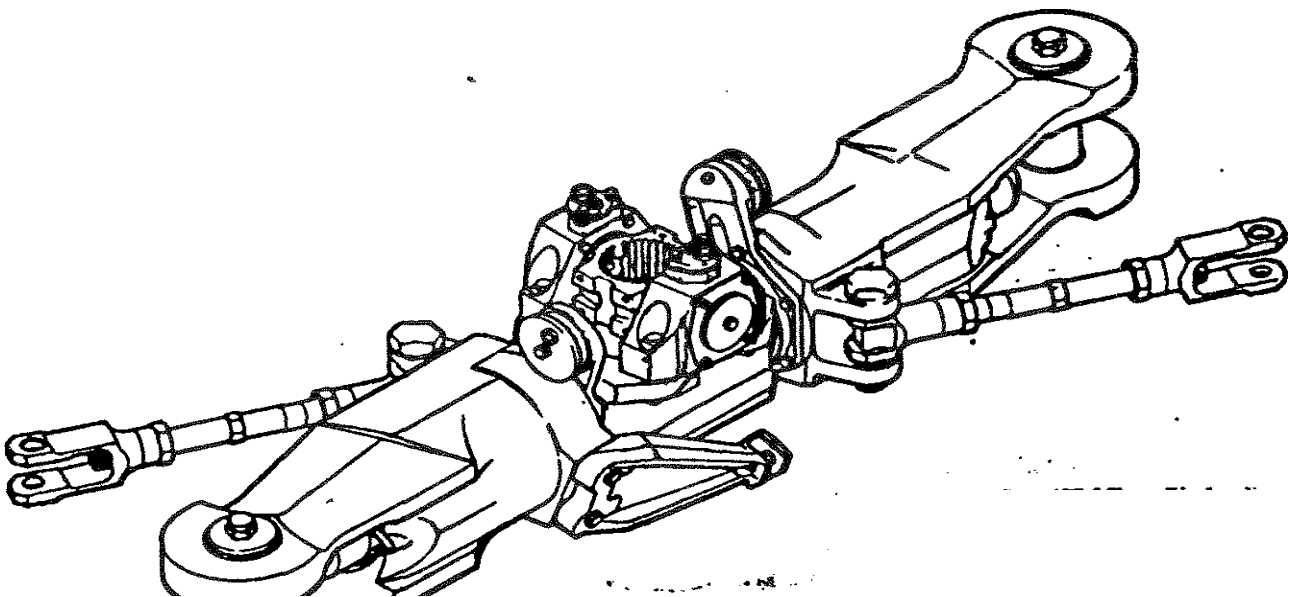
4.1 Εισαγωγή

Το main rotor απαντάει σε εγγενείς συνέπειες των περιστρεφόμενων πτερύγων του ρότορα. Τρεις διαφορετικοί τύποι rotor system έχουν αναπτυχθεί και είναι σε χρήση σήμερα. Χωρίζονται σε άκαμπτοι και πλήρως αρθρωτοί. Οι δύο τελευταίοι τύποι είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα ρότορα. Εδώ δεν θα εξετάσουμε τα διάφορα είδη των λύσεων, αλλά πως εφαρμόζεται κυρίως λύσεις για ημι-άκαμπτο σύστημα ρότορα, που χρησιμοποιούνται στο AB 212 ASW.

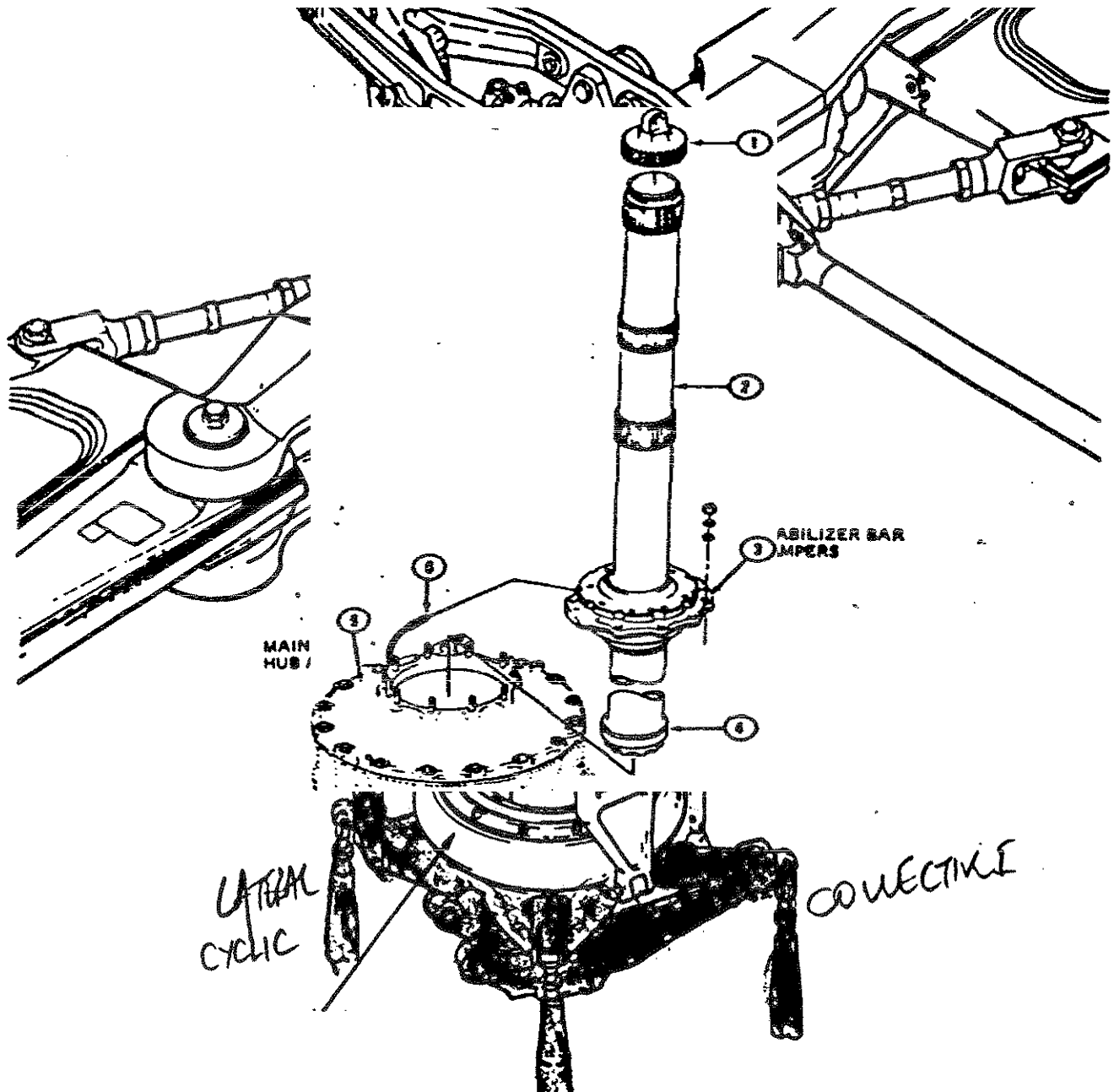
Το main rotor group του ελικοπτέρου AB 212ASW περιλαμβάνει δύο λεπίδες ημι-άκαμπτο τύπου, ένα σταθεροποιητή με αποσβεστήρες(stabilizer bar) και ένα swashplate assy. Οι σκοποί και οι λειτουργίες τους περιγράφονται στις ακόλουθες παραγράφους.

4.2 Σύστημα Κύριου Ρότορα

Το κύριο στροφέιο είναι ημιάκαμπτο, και αποτελείται από δύο πτερύγια με αντιστρεπτική δοκό. Οι πτέρυγες, είναι από μεταλλική κατασκευή με κορυφαία ανθεκτικότητα στην τριβή, στα άκρα συνδέονται με λαβές κόμβου(hub grips) και σε μια έλξη στήριγμα. Οι λεπίδες είναι μεμονωμένα εναλλάξιμες. Τα grips είναι κατασκευασμένα από κράμα αλουμινίου, είναι εξοπλισμένα με horts για την αλλαγή του βήματος



Σχέδιο 4.1^α Σύστημα Κύριου Ρότορα



Σχέδιο 4.1β Σύστημα Κύριου Ρότορα

4.3 Κύριος άξονας ρότορα

Ο κύριος άξονας του ρότορα (main rotor shaft) είναι ένας χαλύβδινος κοίλος άξονας εφοδιασμένος με ένα έδρανο και ένα το οποίο ταιριάζει σε ένα ρουλεμάν στο κιβώτιο ταχυτήτων. Απορροφά στρεπτική και εφελκυστική τάση από τη ροπή του κινητήρα και το βάρος του ελικοπτέρου κατά την πτήση. Αυτό είναι ένα κρίσιμο στοιχείο.

Ο ιστός(mast) είναι τοποθετημένος μέσα στο transmission και να κινείται από αυτό. Μεταφέρει την κίνηση στη μονάδα ελέγχου πτήσης και στο κύριο main rotor. Είναι εξοπλισμένος με τέσσερις σφήνες. Οι σφήνες συνδέονται με το πάνω πλανητικό σύστημα γραναζιών, παρέχοντας την δυνατότητα αριστερόστροφης περιστροφής. Οι σφήνες στο άνω τμήμα του mast παρέχουν στερέωση για το κύριο στροφείο.

1. Mast Nut
2. Mast
3. Upper bearing assembly
4. Lower bearing race
5. Transmission
6. Oil hose for No.8 jet

MAIN ROTOR MAST

4.4 Πτερύγια Κύριου Ρότορα (Main Rotor Blades)

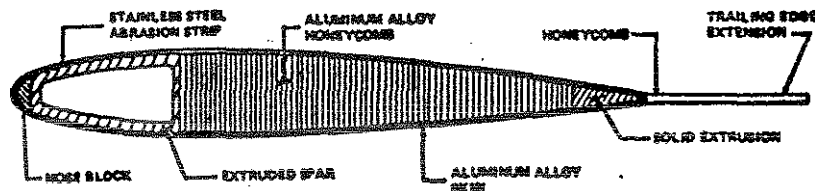
Οι πτέρυγες του κύριου στροφείου είναι κατασκευασμένες από ένα μεταλλικό ιστό (all-metal bonded assemblies). Αυτό κατασκευάζεται με υψηλή θερμότητα και πίεση και έχει μερικά πλεονεκτήματα τα οποία είναι πολύ σημαντικά για την ακεραιότητα του πτερυγίου. Αυτά είναι:

1. Κατανομή των τάσεων
2. Συνεχής επαφή μεταξύ των επιφανειών συναρμογής
3. Ομαλότερο περίγραμμα
4. Ευέλικτες αρθρώσεις
5. Μείωση βάρους

4.4.1. Κύρια τμήματα

Κάθε πτερύγιο σχηματίζεται από τέσσερα κύρια μέρη:

- Το **main spar** που είναι κατασκευή ορθογώνιου προφίλ και τρέχει το πλήρες εύρος του πτερυγίου. Αυτό είναι το κύριο δομικό συστατικό του πτερυγίου.
- Το **honeycomb core** δίνει την στήριξη και το σχήμα στο δέρμα του πτερυγίου.
- Το **trailing edge extrusion** είναι απλά μια περιτύλιξη από το δέρμα δίνοντας στο πτερύγιο το αεροδυναμικό σχήμα του.
- Το **leading edge extrusion** άκρο σχηματίζεται από ένα μπλοκ μύτες που καλύπτεται από ανοξείδωτη χαλύβδινη λωρίδα και ενεργεί ως ασπίδα τριβής στο πτερύγιο. Χωρίς αυτή την προστασία το πτερύγιο θα διαβρωθεί αρκετά γρήγορα σε αντίξοες συνθήκες όπως η άμμος και η σκόνη.

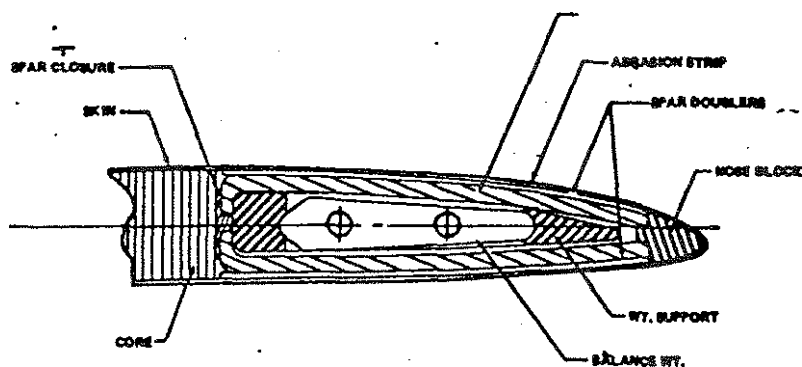


Σχήμα 4.2 Πτερύγια Κύριου Ρότορα

4.4.2. Βοηθητικά Συστήματα

Ενισχυτικά doublers, και grip plates προστίθενται στη ρίζα της του πτερυγίου για να διαδώσει τις τάσεις προσκόλλησης σε μια ευρεία περιοχή του πτερυγίου.

Το trim tab τοποθετείται στο εξωτερικό πίσω άκρο για την ρύθμιση της τροχιάς.

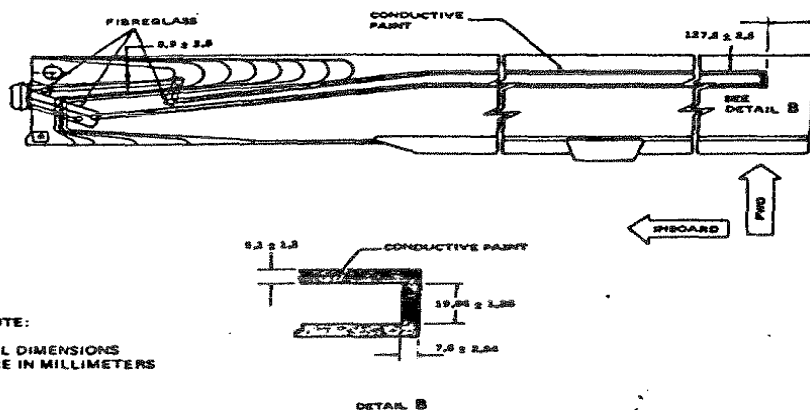


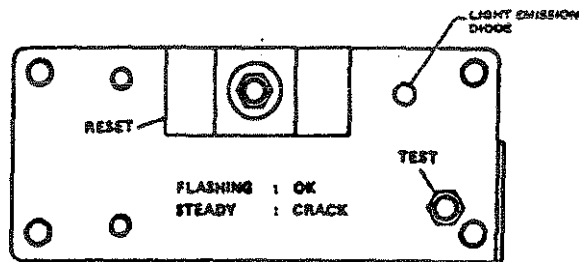
4.4.3. Αναπόσπαστο Σύστημα Επιθεωρήσεων(B.I.S)

Σε κάποια ελικόπτερα τύπου AB 212 οι λεπίδες τους είναι επίσης εξοπλισμένες με ένα ολοκληρωμένο σύστημα επιθεώρησης (BIS). Αυτό το σύστημα αποτελείται από μια ηλεκτρονική μονάδα ανιχνευτή με κυκλώματα ανίχνευσης ρωγμών και εσωτερική μνήμη. Ο ανιχνευτής ενεργοποιείται από ένα φυγοκεντρικό και λειτουργεί με διακόπτη υδραργύρου, όταν το κύριο στροφέιο στρέφεται, ή πιέζοντας το κουμπί δοκιμής στη μονάδα ανιχνευτή. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής:

-Ένα κόκκινο φως που αναβοσβήνει δείχνει μια ικανοποιητική κατάσταση.

-Ένα σταθερό κόκκινο φως υποδεικνύει μια πιθανή ρωγμή στη λεπίδα που απαιτεί μια πιο λεπτομερή επιθεώρηση.





Detector Assy

Σχήμα 4.3 Σύστημα Επιθεώρησης Πτερύγων

BLADE INSPECTION SYSTEM

4.5 Περιστροφικά Χειριστήρια (Rotary Controls)

Οι περιστροφικοί έλεγχοι αποτελούνται από το τμήμα ελέγχου πτήσης που βρίσκεται μεταξύ του swashplate και του κύριου στροφείου. Συνδέονται προς τα κάτω, με τα collective and cyclic controls και προς τα πάνω με το main rotor pitch change horns. **Τα περιστροφικά χειριστήρια αποτελούνται από το swashplate και το σύστημα υποστηρίξης του, τα sleeve and scissors assembly, το stabilizer bar, τους αποσβεστήρες και τους σωλήνες ελέγχου.**

4.6 ΑΞΟΝΑΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ (STABILIZER BAR)

4.6.1 Σκοπός της λειτουργίας

Ο άξονας σταθεροποίησης (Stabilizer Bar), αποτελεί τμήμα της κεφαλής ενός ελικοπτέρου. Πέρα από τον προφανή ρόλο που αποκαλύπτει η ονομασία του, ας δούμε τι ακριβώς σταθεροποιεί το flybar, ξεκινώντας με την κεφαλή.

Η κεφαλή ενός ελικοπτέρου φέρει και "ελέγχει" τους κεντρικούς έλικες. Κατά την πτήση, η κεφαλή περιστρέφει του έλικες με πολύ μεγάλη ταχύτητα δημιουργώντας την οφθαλμαπάτη ενός «δίσκου» παράλληλα με το ελικόπτερο. Σε ιδανικές συνθήκες, σε κατάσταση αιώρησης (hover) ο δίσκος αυτός παραμένει σταθερός και το ελικόπτερο ακίνητο. Η όλη υπόθεση στην κεφαλή του ελικοπτέρου σε κατάσταση ιδανικής ακινησίας (hover), είναι να παραλληλίζεται αυτός ο "δίσκος" με το swashplate και στη συνέχεια το ελικόπτερο με το swash. Με την παραμικρή κίνηση που θα του μεταφέρει ο χειριστής ή θα του προκαλέσουν εξωτερικές συνθήκες (πχ. άνεμος) ο δίσκος αυτός μπορεί να «γύρει» μπρος-πίσω (elevator) ή αριστερά-δεξιά (aileron) μετακινώντας αντίστοιχα το ελικόπτερο στο χώρο.

Η ανάγκη για μεγαλύτερη αντίσταση ενάντια στις ανεξέλεγκτες εξωτερικές συνθήκες, αλλά και για ομαλή μεταβολή από την μία κατάσταση πτήσης στην άλλη (πχ. από την κίνηση στην ακινησία και αντίστροφα), δημιούργησε το stabilizer bar! Η αδράνεια που δημιουργείται κατά την περιστροφή του, αντιστέκεται σε κάθε τύπο μεταβολής και λειτουργεί σαν γυροσκοπιο.

4.6.2 Σταθερότητα(Stability)

Η σταθερότητα είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη συμπεριφορά του αεροσκάφους αφού έχει διαταραχθεί από την αρχική θέση του. Ένα ελικόπτερο θεωρείται συνήθως στατικά σταθερό και δυναμικά ασταθές αν ο χειριστής κρατά τους ελέγχους σε σταθερή θέση μετά από μια διαταραχή.

Στατικά σταθερό σημαίνει ότι μετά από μια διαταραχή η τάση είναι να επιστρέψει στην αρχική του θέση.

Δυναμικά ασταθές σημαίνει ότι το ελικόπτερο συνεχίζει να ταλαντώνεται σε μεγαλύτερο ρυθμό μετά την αρχική διαταραχή.

4.6.3 Αιτίες της αστάθειας

Το ελικόπτερο αποκτά την εμπρός πτήση από την κλίση του ρότορα. Εάν επέλθει οποιαδήποτε αλλαγή στην κλίση του ρότορα, το ελικόπτερο θα κινηθεί προς αυτή την κατεύθυνση. Για το λόγο αυτό, υπάρχουν τρία βασικά στοιχεία που συμβάλλουν στη δυναμική αστάθεια του ελικοπτέρου. Αυτά είναι τα εξής:

α. Το rotor disk θα ακολουθήσει την άτρακτο

β. Μια αλλαγή στην ταχύτητα θα προκαλέσει κλίση στον ρότορα. Καθώς η ταχύτητα αυξάνεται, ο ρότορας θα τείνει να κλίνει προς τα πίσω. Εάν η ταχύτητα μειώνεται, ο ρότορας θα τείνει να γείρει προς τα εμπρός. Αυτό θα επιταχύνει τις κινήσεις του ελικοπτέρου.

Οι συνθήκες αυτές δεν μπορεί να γίνουν ανεκτές σε ελικόπτερα χωρίς συντελεστή διόρθωσης. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για να διορθωθεί αυτή η κατάσταση σχετικά με τα μοντέλα ελικοπτέρων Bell πρόκειται να περιγραφεί στις επόμενες παραγράφους.

4.6.4 Περιγραφή Μεθόδου

Τα ελικόπτερα Bell κάνουν χρήση ενός stabilizer bar (μπάρα σταθεροποίησης). Αυτό το σύστημα παρέχει σταθερότητα στο ελικόπτερο. Η αρχή λειτουργίας είναι πολύ απλή. Όταν ο ρότορας του ελικοπτέρου έχει διαταραχθεί από τις δυνάμεις του ανέμου, το stabilizer bar τείνει να παραμείνει στο ίδιο επίπεδο περιστροφής, λόγω της γυροσκοπικής δράσης του και της ακαμψίας ακόμη και αν ο ιστός και η άτρακτος του ελικοπτέρου είναι σε κλίση.

Το stabilizer bar assembly, περιλαμβάνει τη δοκό του stabilizer bar, κατασκευασμένη από δύο τμήματα ελαφριού κράματος, που συνδέονται μεταξύ τους με κοχλίες. Ο μοχλός ελέγχου συνδέεται με την αλλαγή του βήματος της κεφαλής του δρομέα. Η δοκός στερεώνεται στο κύριο στροφέα μέσω στηριγμάτων. Τα στηρίγματα συγκρατούν το πλαίσιο του σταθεροποιητή με δύο βίδες και έδρανο περιστροφής. Με τη χρήση αυτής της μεθόδου ο ρότορας παραμένει ανεξάρτητος από τον ιστό, έτσι ώστε οποιαδήποτε κλίση της κεφαλής ρότορα να διορθώνεται αυτόματα με τη χρήση της μπάρας σταθεροποίησης και κάθε μετακίνηση της ατράκτου δεν μεταδίδεται στο στροφέο.

Με τη χρήση αυτής της μεθόδου ο ρότορας παραμένει ανεξάρτητος από τον ιστό, έτσι ώστε οποιαδήποτε κλίση της κεφαλής ρότορα διορθώνεται αυτόματα μέσω των mixing levers της μπάρας σταθεροποίησης και έτσι κάθε μετακίνηση της ατράκτου δεν μεταδίδεται στο στροφέο.

4.6.5 Συντήρηση

Για να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του stabilizer απαιτείται στατική ζυγοστάθμιση. Η ζυγοστάθμιση ελέγχεται όταν αφαιρεθεί η ράβδος . Μία ράβδος εξισορρόπησης τρέχει μέσα από τα έδρανα στήριξης και το μπαρ είναι αναρτημένο σε δύο επίπεδες επιφάνειες. Εάν η ράβδος δεν είναι ισορροπημένη, το βάρος στη βαριά πλευρά θα μετακινηθεί προς τα μέσα μέχρι να επιτευχθεί η ισορροπία.

Η εξισορρόπηση του stabilizer bar είναι μια συνηθισμένη και κύρια διαδικασία κατά τις περιόδους επιθεώρησης. Άλλες εργασίες συντήρησης που εκτελούνται περιλαμβάνουν επιθεώρηση και αλλαγές στα γρανάζια και τις σφήνες. Άλλες μέθοδοι ελέγχου και επιθεώρησης που ακολουθούνται είναι μαγνητική επιθεώρηση και η χρήση διεισδυτικού υγρού.

Η συντήρηση των dampeners είναι περιορισμένη. Απαιτείται έλεγχος στην στάθμη του υγρού και περιστασιακά χρειάζονται επιπλέον υγρό. Για αυτό χρειάζεται ένας μετρητής στάθμης υγρού και ένα φίλτρο με πώμα που προβλέπεται για το σκοπό αυτό. Η χρονική απόκριση των dampeners είναι ένα από τα κύρια προβλήματα και χρειάζεται επιθεώρηση.

4.7 ΔΙΣΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ (SWASHPLATE)

4.7.1 Τοποθεσία και σκοπός

Το swashplate είναι τοποθετημένο στο κύριο σύστημα στροφείου(main rotor system) και μεταφέρει την κίνηση του cyclic και collective control από stationary push-pull σε rotating push-pull, η οποία μεταφέρεται στο σύστημα ρότορα. Βασικά, η λειτουργία και οι κινήσεις που πρέπει να εκτελούνται είναι οι εξής:

-Όταν το collective εφαρμόζεται, όλα τα πτερύγια του ρότορα αλλάζουν βήμα, πράγμα που σημαίνει ότι το swashplate πρέπει να είναι σε θέση να κινηθεί προς τα επάνω και προς τα κάτω.

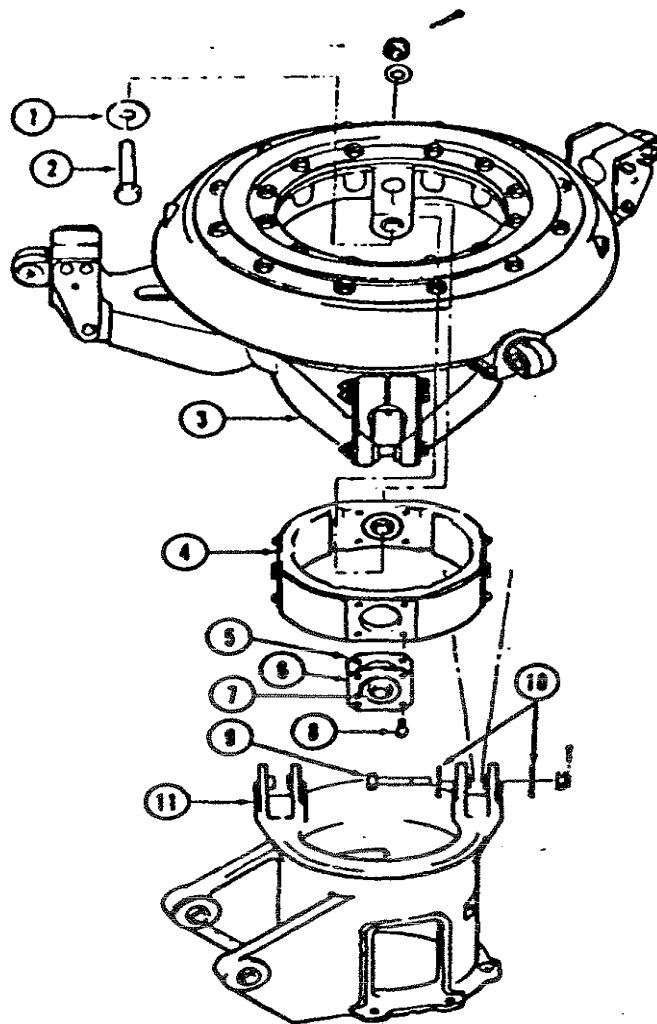
-Στις κυκλικές κινήσεις είναι κάπως πιο περίπλοκη η λειτουργία επειδή γείρετε το όλο σύστημα ρότορα αριστερά, δεξιά, εμπρόσθια και οπίσθια. Το μη περιστρεφόμενο τμήμα κινείται προς την ίδια κατεύθυνση με την επιθυμητή κίνηση του ρότορα.

Από αυτές τις γενικές πληροφορίες για το swashplate και των δύο τύπων κίνησης, είναι προφανές ότι μία κίνηση λαμβάνει χώρα σε συνδυασμό με την πάνω.

4.7.2 Κύρια στοιχεία

Το swashplate του AB 212 ελικόπτερο περιέχει τα ακόλουθα βασικά στοιχεία:

1. Swashplate support
2. Gimbal ring assembly
3. Collective sleeve
4. Control plate inner ring
5. Control plate outer ring
6. Collective lever
7. Swashplate thrust bearings



1. Special washer
2. Bolt
3. Swashplate assembly
4. Gimbal ring assembly
5. Shim
6. Liner
7. Bearing
8. Screw
9. Bolt
10. **Special** washer
11. Support

Σχήμα 4.4 Swashplate και σύστημα υποστηρίξης του

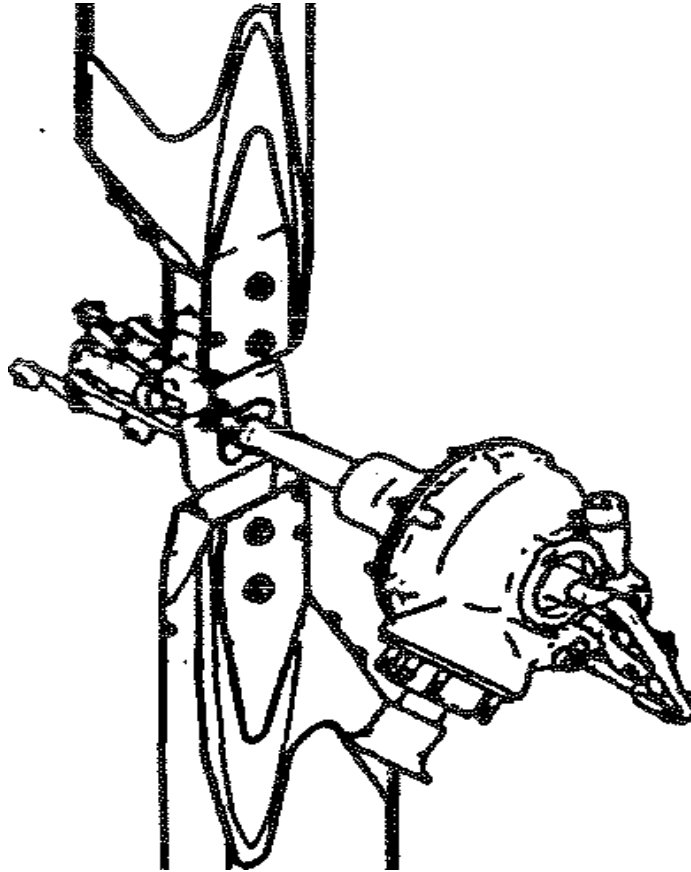
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΡΟΠΗΣ (ANTI-TORQUE SYSTEM)

5.1 Εισαγωγή

Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα αναφέρει ότι για κάθε δράση υπάρχει μια ίση και αντίθετη αντίδραση. Ως εκ τούτου, όταν μια δύναμη εφαρμόζεται στο σύστημα ρότορα, η άτρακτος του ελικοπτέρου θα τείνει να κινηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση του ρότορα. Η τάση αυτή αναφέρεται ως ροπή.

Το AB 212 ελικοπτερο χρησιμοποιεί ένα κύριο στροφέιο και ένα βοηθητικό στροφέιο στο πτερύγιο της ουράς για να αντισταθμίζει την ροπή. Για να δώσει στην άτρακτο του ελικοπτέρου τον έλεγχο αυτής της κατεύθυνσης, τοποθετείται στο ουραίο στροφέιο ένας έλικας μεταβλητού βήματος. Αυτό γίνεται έτσι

ώστε να διατηρείται ευθεία η άτρακτος, κατά την εξουδετέρωση της ροπής. Αυτό επιτυγχάνεται με πεντάλ που κινούνται από τον πιλότο.



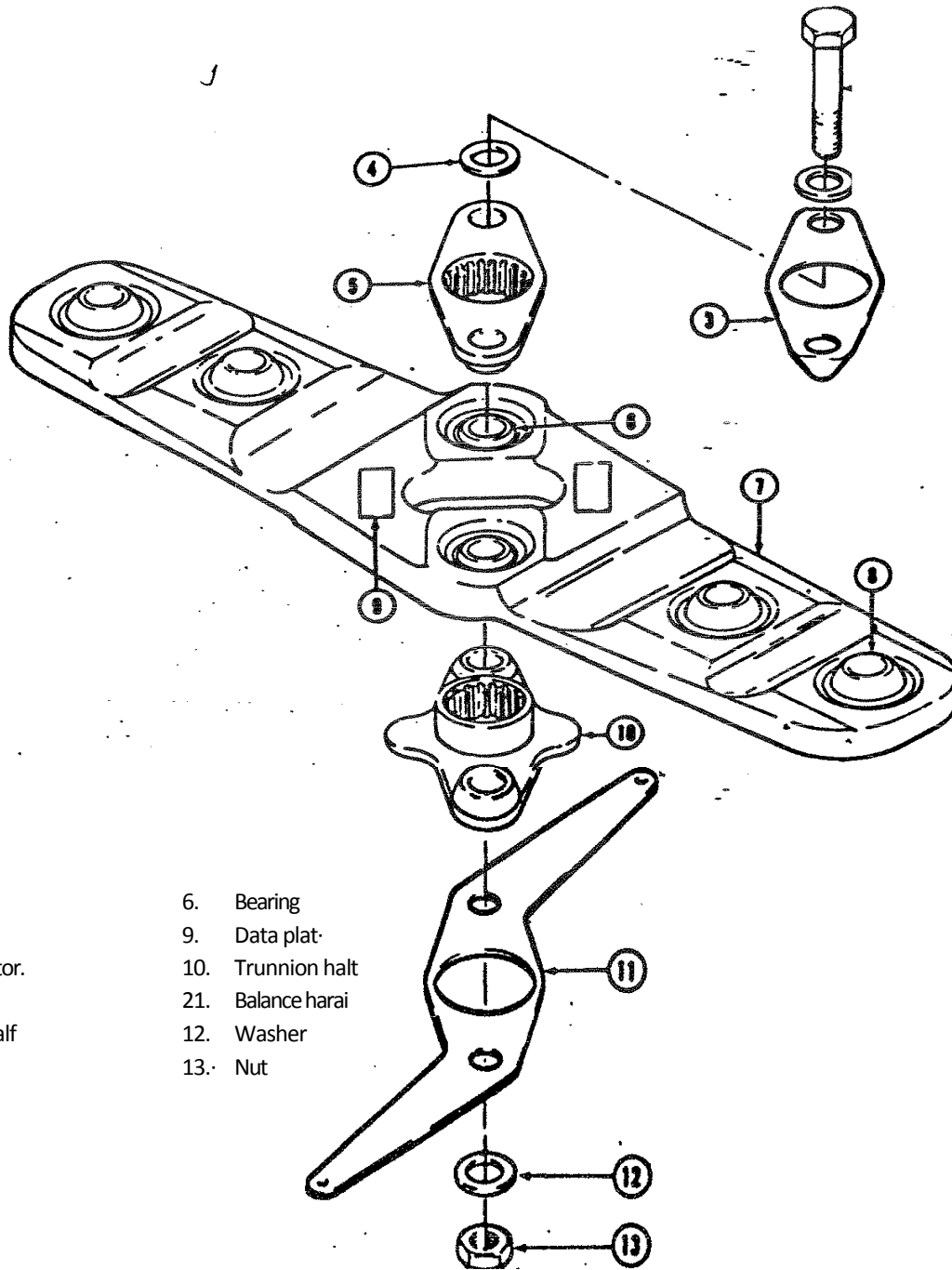
Σχήμα 5.1 Tail Rotor

5.2 ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΟΥΡΑΙΟΥ ΣΤΡΟΦΕΙΟΥ (TAIL ROTOR ASSEMBLY)

Τοποθετείται στη δεξιά πλευρά του κιβωτίου ταχυτήτων 90 μοιρών και είναι μια δύο πτερύγια ελεγχόμενου βήματος στο ουραίο στροφέιο. Αποτελείται από δύο συγκροτήματα, το hub και το πτερύγια, και κινείται μέσω του κιβωτίου ταχυτήτων του ουραίου στροφέιο.

5.2.1 ΠΛΗΜΝΗ ΟΥΡΑΙΟΥ ΣΤΡΟΦΕΙΟΥ (TAIL ROTOR HUB)

The tail rotor hub είναι μια άρθρωση σε σχήμα δέλτα (delta hinge) που προβλέπει την αυτόματη εξισορρόπηση της ώθησης κατά την προώθηση και την επιστροφή των λεπίδων. Το control links παρέχει ίση και ταυτόχρονη αλλαγή βήματος στις δύο λεπίδες.

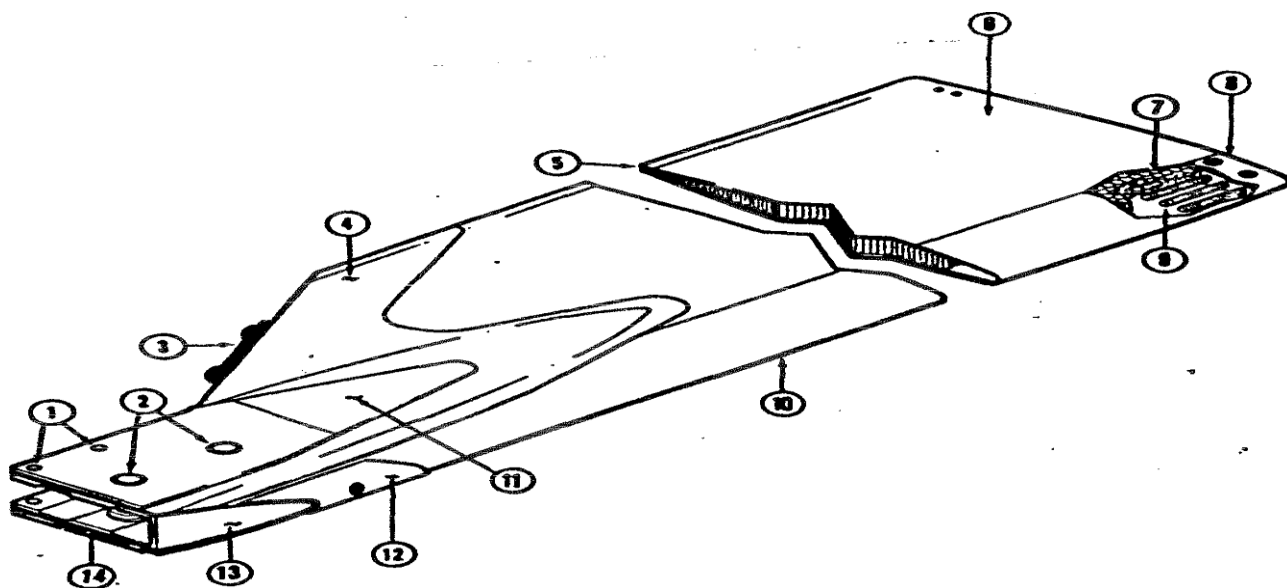


- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. Bolt | 6. Bearing |
| 2. Washer | 9. Data plate |
| 3. Wear Indicator | 10. Trunnion half |
| 4. Shim | 11. Balance harai |
| 5. Trunnion half | 12. Washer |
| 6. Bearing | 13. Nut |
| 7. Yoke | |

Σχήμα 5.2 TAIL ROTOR HUB ASSEMBLY

5.2.2 ΕΛΙΚΕΣ ΟΥΡΑΙΟΥ ΣΤΡΟΦΕΙΟΥ (THE TAIL ROTOR BLADES)

Τα πτερύγια του ουραίου στροφείου είναι κατασκευασμένα από κράμα αλουμινίου με σκελετό από ανοξείδωτο χάλυβα και ενίσχυση πλακών στην περιοχή προσάρτησης. Τα άνω και κάτω blade skins ενισχύονται με την συγκόλληση κυψελωειδούς αλουμινίου. Οι λεπίδες είναι επιστρωμένες με αντιδιαβρωτικές ταινίες στις άκρες τους.



1. Pitch Horn Bolt Holes
2. Blade Grip Bolt Holes
3. Balance Weights
4. Doubler
5. Trailing Edge Strip
6. Skin
7. Honeycomb
8. Spar
9. Balance Screws
10. Butt Block
11. Grip Plate
12. Drain Hole Doubler
13. Butt Block
14. Inner Grip Plate

Σχήμα 5.3 TAIL ROTOR BLADE

5.2.3 ΑΛΛΑΓΗ ΒΗΜΑΤΟΣ ΕΛΙΚΑΣ (PITCH CHANGE)

Το pitch change είναι εξοπλισμένο με σωλήνες push-pull και υδραυλική υποβοήθηση για βοήθεια στην κίνηση του πεντάλ.

5.3 Σύστημα Κίνησης Ουραίου Στροφείου

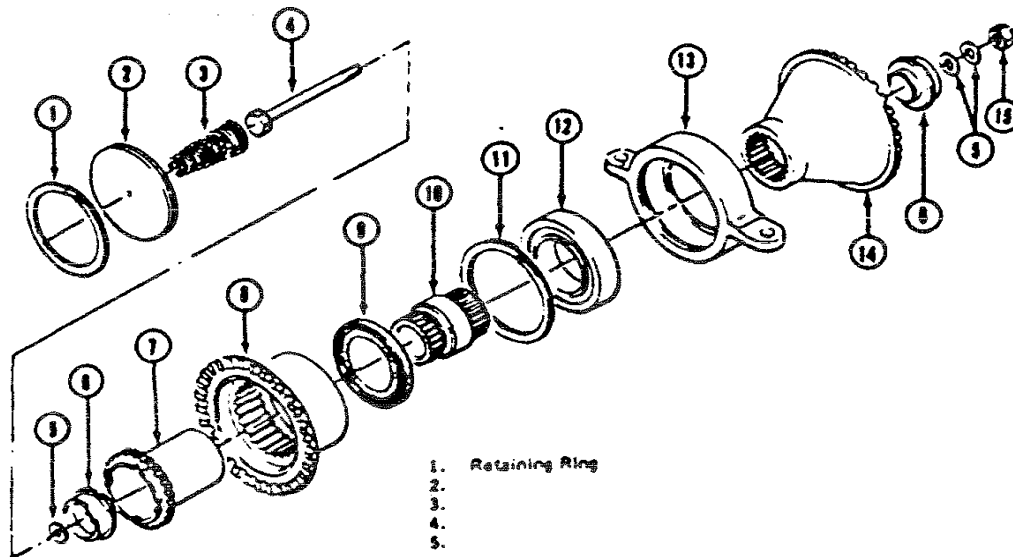
Το σύστημα μετάδοσης κίνησης του ουραίου στροφείου αποτελείται από έξι άξονες, πέντε από τους οποίους έχουν το ίδιο μήκος και ένα που είναι μικρότερος. Συνδέονται σε γραμμή μέσω τεσσάρων hanger assemblies και δύο κιβωτιών.

5.3.1 Κινητήριος Άξονες (Drive Shafts)

Κάθε άξονας είναι ένας σωλήνας ανοδιωμένου κράματος αλουμινίου, με καμπύλες συνδέσμους καρφωμένες στα δύο άκρα και στατικά εξισορροπείται από μεταλλικά νήματα-λωρίδες που συνδέονται στο σωλήνα. Το εμπρόσθιο τμήμα του άξονα εκτείνεται μέσα από ένα «τούνελ» κάτω από το powerplant.

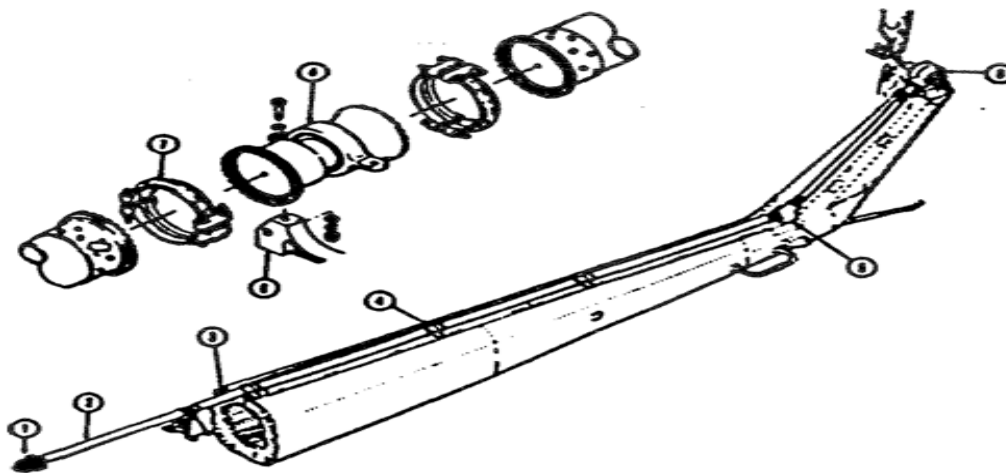
Ο δεύτερος, τρίτος και τέταρτος άξονας συνδέεται με παρόμοιο τρόπο.

Ο πέμπτος άξονας συνδέει το hanger assembly και το κιβώτιο ταχυτήτων 42 μοιρών, χωρίς hanger στο ενδιάμεσο.



Σχήμα 5.4 TAIL ROTOR SHAFT HANGER

Κάθε ένα από τα hanger assemblies χρησιμοποιείται για να υποστηρίξει τους άξονες και να επιτρέπει την κάμψη του βραχίονα ουράς. Το hanger assembly αποτελείται από ένα σύντομο πολύσφηνο άξονα τοποθετημένο μέσα από μια ενιαία γραμμή σφραγισμένων ρουλεμάν σε σχήμα δακτυλίου. Η σύζευξη είναι με σπές σε κάθε άκρο του άξονα. Η μπροστινή πίσω σύζευξη είναι άκαμπτες.

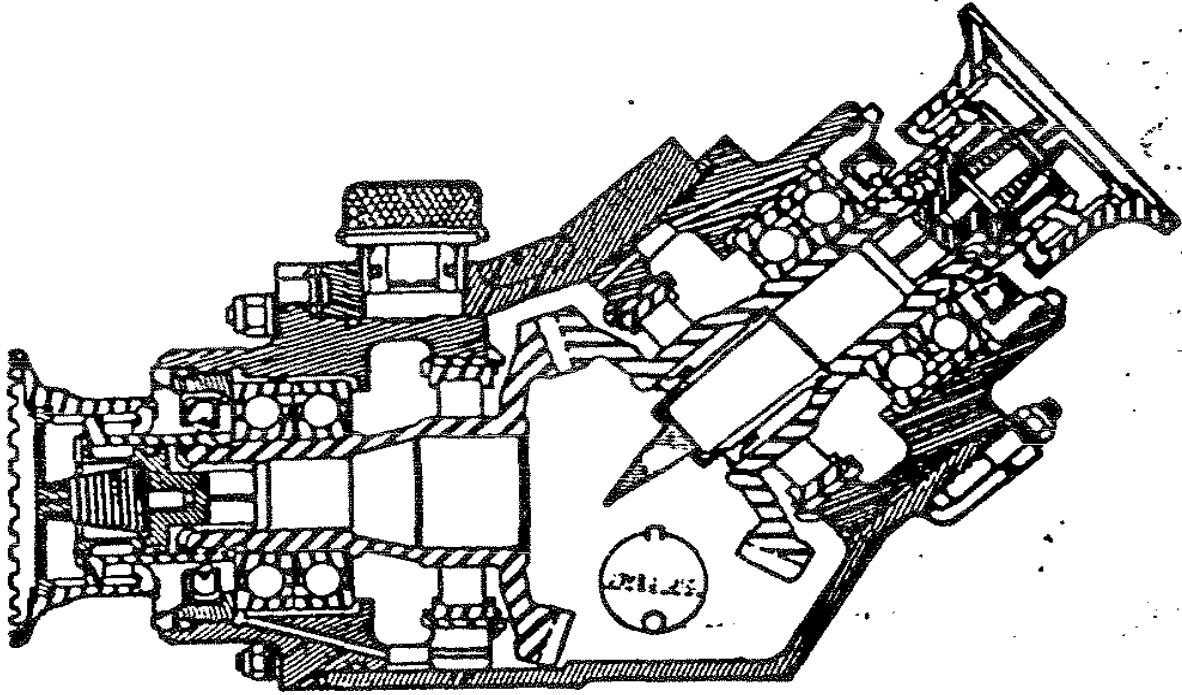


Σχήμα 5.4

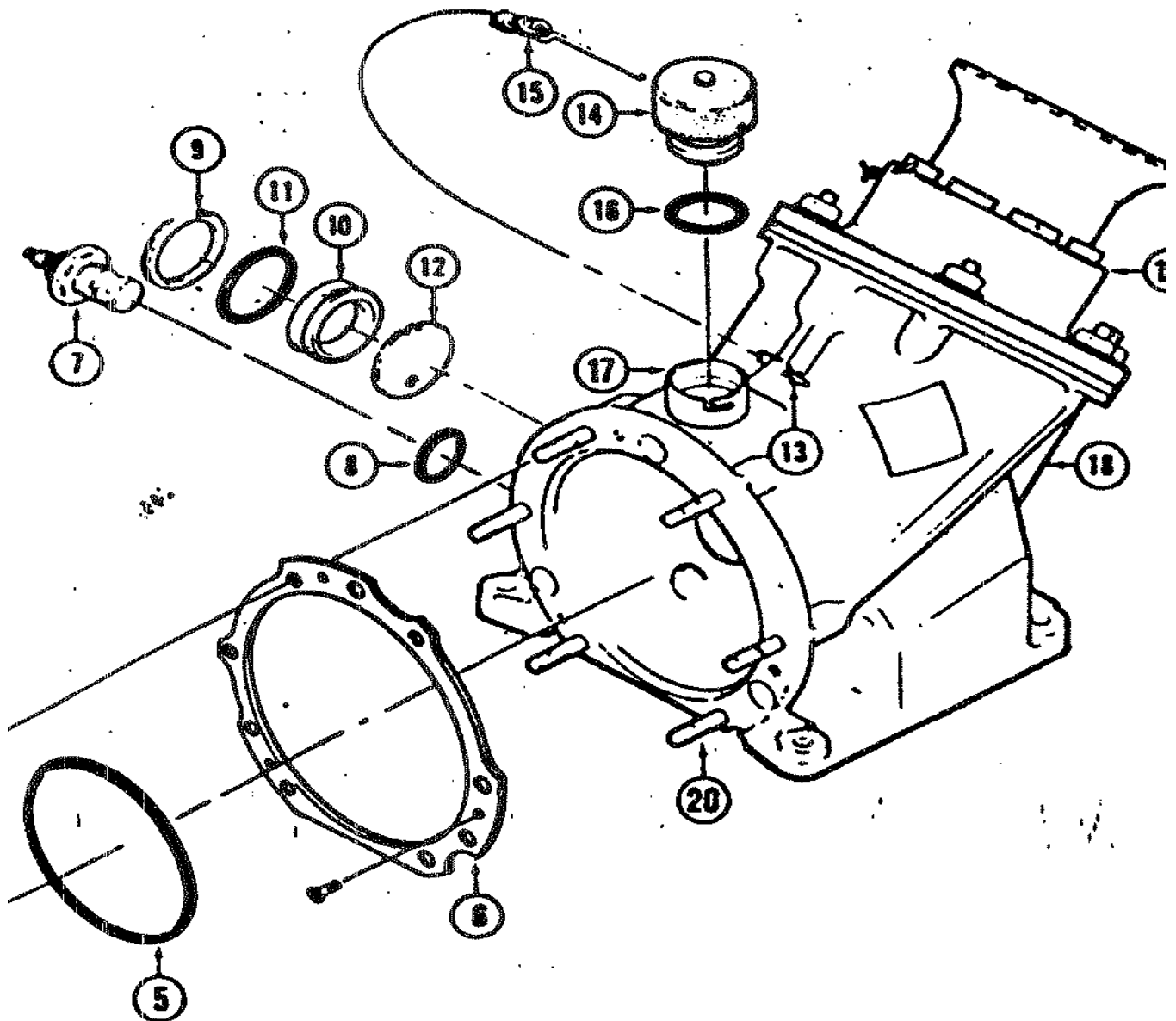
TAIL ROTOR DRIVE SHAFT HANGER ASSEMBLY

5.3.2 Κιβώτιο Ταχυτήτων 42^ο

Το κιβώτιο ταχυτήτων 42 μοιρών βρίσκεται στην άτρακτο της ουράς ακριβώς μπροστά από το κάθετο περύγιο,. Το κιβώτιο ταχυτήτων παρέχει μια αλλαγή 42 μοιρών στην κατεύθυνση της κίνησης χωρίς να μειώνει την ταχύτητα περιστροφής. Το κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από ένα case με ένα drive quill σε κάθε άκρο, είναι εφοδιασμένο με ένα εξαερισζόμενο πώμα, με έναν δείκτη λαδιού και έναν chip detector. Οι εύκαμπτοι σύνδεσμοι στο input drive quill και στο output drive quill συμμετέχουν στα drive shafts. Το κιβώτιο ταχυτήτων προστατεύεται από ένα κάλυμμα.



Σχήμα 5.5^α τομή του Κιβωτίου Ταχυτήτων 42^ο

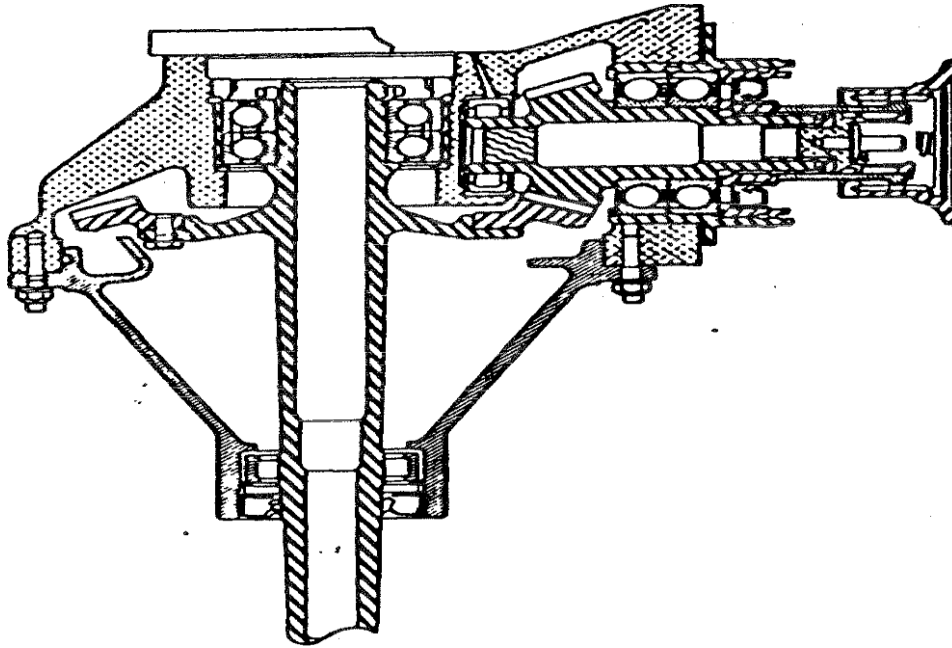


- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1.Nut | 11.Packing |
| 2.Washer | 12.Indicator |
| 3,Washer | 13.Pin |
| 4.Input Quill | 14.Cap Assembly |
| 5.Packing | 15.Chain Assembly |
| 6.Shim Plate | 16.Packing |
| 7.Chip Detector | 17.Oil filler adapter |
| 8.Gasket | 18.Case |
| 9.Retaining Ring | 19.Output quill |
| 10.Glass | 20.Stud |

Σχήμα 5.6 εξαρτήματα του Κιβωτίου Τοχυτήτων 42°

5.3.3 Κιβώτιο Ταχυτήτων 90°

Το κιβώτιο ταχυτήτων 90μοιρών είναι τοποθετημένο στην κορυφή του βραχίονα της ουράς και κάθετο στο περύγιο. Παρέχει 90 μοίρες αλλαγή στην κατεύθυνση της κίνησης και λειτουργεί σαν μειωτήρας, μειώνοντας 2.6:1 μεταξύ του κινητήριου άξονα εισόδου και του άξονα εξόδου. Το κιβώτιο ταχυτήτων περιέχει input και output quill assemblies. Το case όπως και του gearbox 42μοιρών, δρα ως δεξαμενή για την λίπανση και είναι εξοπλισμένο με έναν αγωγό πλήρωσης λαδιού, έναν μετρητή στάθμης λαδιού, μια τάπα αποστράγγισης και ένα chip detector. Το input quill έχει μια εύκαμπτη σύζευξη για να συνδέεται με τον κινητήριο άξονα. Το tail rotor control είναι προσαρτημένο στην αριστερή πλευρά με μία ράβδο ελέγχου που εκτείνεται διαμέσου του άξονα του ρότορα.



Σχήμα 5.7 τομή του Κιβωτίου Ταχυτήτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

6.1 Επιθεωρήσεις

6.1.1 Εισαγωγή

Η συντήρηση χωρίζεται σε διάφορες επιθεωρήσεις που διεξάγονται κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ζωής του ελικοπτέρου. Οι περισσότερες από αυτές είναι οπτικές εξετάσεις και λειτουργικοί έλεγχοι, που πραγματοποιούνται μεταξύ 2 προγραμματισμένων χρονικών διαστημάτων.

Κατά τη διάρκεια αυτών των ελέγχων, η ασφάλεια των εξαρτημάτων επιθεωρείται. Το σύστημα ψύξης του transmission, , το mast, τα rotor assembly και οι άξονες ελέγχονται οπτικά για την ανίχνευση ρωγμών, εγχοπών, διαβρώσεων, φθαρμένων ρουλεμάν, για ζημιές που προκλήθηκαν από ένα εξωτερικά αντικείμενα ή οποιουδήποτε είδους φθορές.

Οι συγκεκριμένες περιοχές όπου μπορούν να ανιχνεύουν διαρροές πετρελαίου, όπως είναι τα drive quills, εξαρτήματα του συστήματος λίπανσης, σύστημα πετρελαίου, τα κιβώτια ταχυτήτων ουραίο στροφείο 42 και 90 μοιρών και άλλες, επιθεωρούνται. Τα επίπεδα του πετρελαίου ελέγχονται και το πετρέλαιο μπορεί να συμπληρωθεί, εάν είναι απαραίτητο. Επιπλέον τα φίλτρα και οι chip detectors επιθεωρούνται για αν είναι καθαρά.

6.1.2 Επιθεώρηση πριν την πτήση

Η επιθεώρηση πριν από την πτήση πρέπει να πραγματοποιείται πριν από την πρώτη πτήση της κάθε ημέρας και περιλαμβάνει τις καθημερινές διαδικασίες επιθεώρησης.

Η επιθεώρηση διαρκεί για τέσσερις ώρες.

Αποτελείται από τον έλεγχο του ελικοπτέρου για την ετοιμότητα της πτήσης. Πραγματοποιούνται οπτική και λειτουργικοί έλεγχοι σε ορισμένων εξαρτήματα για να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχουν ελαττώματα ή να διαπιστωθούν ενδεχόμενες κακές ρυθμίσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να προκαλέσουν ατύχημα.

Κάθε ελαττώματα ή ζημιά βρεθεί πρέπει να εξαλειφθεί πριν από την πτήση.

6.1.3 Καθημερινή επιθεώρηση

Οπτική επιθεώρηση της κατάστασης του ελικοπτέρου. Πραγματοποιείται μετά την τελευταία πτήση της κάθε ημέρας ή πριν από την πρώτη πτήση της επόμενης ημέρας.

6.1.4 Εβδομαδιαία επιθεώρηση

Χρειάζεται τη βοήθεια ενός πιλότου για λειτουργικούς ελέγχους των δυναμικών στοιχείων.

6.1.5 Λειτουργική επιθεώρηση

Είναι μια πιο προσεκτική εξέταση με λειτουργικούς ελέγχους για να διαπιστώσει την αξιοπιστία του ελικοπτέρου.

Κατά τη διάρκεια αυτού του ελέγχου, τα εσωτερικά φίλτρα λαδιού και τα chip detector αφαιρούνται και ελέγχονται για τυχόν ακαθαρσίες και το εξωτερικό φίλτρο λαδιού για by-pass ένδειξη. Στη συνέχεια καθαρίζονται και επανατοποθετούνται.

Επίσης τα συστατικά μέρη του ρότορα επιθεωρούνται. Οι λεπίδες επιθεωρούνται προκειμένου να διαπιστωθεί πιθανό σφάλμα στην σύνδεση, η ασφάλεια της σύνδεσης και πιθανή ζημιά από ξένο αντικείμενο.

Η επιθεώρηση αυτή περιλαμβάνει επίσης και όλες τις απαιτήσεις της προηγούμενης επιθεώρησης.

6.1.6 Ενδιάμεση Επιθεώρηση

Είναι σχεδόν η ίδια επιθεώρηση με την λειτουργική επιθεώρηση. Απλά το transmission μετακινείται κινείται εμπρός και πίσω, για να ελεγχθεί η ελευθερία και η σωστή λειτουργία της των αποσβεστήρων τριβής του case. Τα blades ελέγχονται για διάβρωση.

6.1.7 Κύρια Επιθεώρηση

Η βάση επιθεωρείται για ρωγμές και διάβρωση. Οι αποσβεστήρες τριβής υφίστανται την ίδια επιθεώρηση που εξηγήθηκε παραπάνω. Το λάδι του κιβωτίου ταχυτήτων αποστραγγίζεται σε ένα καθαρό δοχείο για να ελεγχθεί για μεταλλικά θραύσματα ή σωματίδια εντός του.

Η στάθμη λαδιού των αμορτισέρ του stabilizer bar και το χρονοδιάγραμμα τους ελέγχονται.

6.1.8 1η και 2η μεγάλη επιθεώρηση

Μετά από 900 +/- 50 ώρες πτήσης του ελικοπτέρου γίνεται η πρώτη μεγάλη επιθεώρηση και ακολουθεί η δεύτερη σημαντική μεγάλη επιθεώρηση 900 ώρες πτήσης αργότερα.

Είτε ελικόπτερο είτε το transmission έχουν τον ίδιο χρόνο λειτουργίας, τότε σε αυτή την περίπτωση το transmission αποστέλλεται για γενική επισκευή κατά τη διάρκεια αυτών των δύο επιθεωρήσεων, αν όμως ο χρόνος λειτουργίας της μετάδοσης είναι παρακάτω από 900 ώρες πρέπει το transmission να αφαιρεθεί από το ελικόπτερο αλλά τα ακόλουθα συστατικά πρέπει να λάβουν μια πιο προσεκτική εξέταση:

- Main input drive quill
- 2nd hydraulic pump drive quill
- Tail rotor quill

6.2 Συντήρηση με λιπαντικό λάδι

6.2.1 Προδιαγραφές λιπαντικών

Ο κινητήρας, η μετάδοση, τα κιβώτια ταχυτήτων 42° και 90° και το main rotor hub μπορούν να συντηρούνται με προδιαγραφή λαδιού λίπανσης MIL-L-78 08 (λάδι Τύπου 1) ή MIL-L-23699 (λάδι Τύπου 2), τα οποία είναι συνθετικά λιπαντικά.

Το λάδι Τύπου 2 είναι μια νέα γενιά λιπαντικού που αναπτύχθηκε χάριν των βελτιώσεων στην τεχνολογία βασικού προϊόντος και προσθέτων. Μπορεί να αντέχει υψηλότερες περιβαλλοντικές θερμοκρασίες και έχει υψηλότερο ιξώδες από το λάδι τύπου 1, παρέχοντας το επιπλέον όφελος της ικανότητας να φέρει υψηλό φορτίο. Γι' αυτό το λάδι τύπου 2 είναι κατάλληλο για χρήση σε σύστημα μειωτήρα στροφών.

Το λάδι τύπου 2 ωστόσο δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος κάτω των -40° και το σύστημα έπρεπε να γεμίσει με λάδι τύπου 1.

6.2.2 Απαιτήσεις συντήρησης

Όταν γίνεται συντήρηση, πρέπει να γίνεται και αντίστοιχη καταχώριση στο μητρώο του αεροσκάφους. Η καταχώριση πρέπει να δείχνει τον τύπο και τη μάρκα του λαδιού ώστε να αποφεύγεται ακούσια ανάμειξη των λαδιών λίπανσης. Για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος μόλυνσης.

Εάν είναι απαραίτητο να αλλαχθεί ο τύπος λαδιού με διαφορετικό τύπο, το σύστημα πρέπει να αποστραγγίζεται, ξεπλένεται και να ξαναγεμίζεται. Το σύστημα θα λειτουργεί και θα αποστραγγίζεται και πάλι και στη συνέχεια θα γεμίζεται με νέο λάδι ίδιου τύπου. Αυτό γίνεται γιατί απαγορεύεται αυστηρά να αναμειγνύονται μάρκες ή τύποι λαδιού.

6.2.3 Σημεία λίπανσης και χρονοδιάγραμμα

Εκτός από τη συντήρηση λαδιού, κάποια εξαρτήματα λιπαίνονται με γράσο. Το γράσο εφαρμόζεται είτε με πιστόλι γράσου είτε με το χέρι. Κατά τη διάρκεια ζωής ενός ελικοπτέρου ακολουθείται ένα χρονοδιάγραμμα λίπανσης και τα σημεία και οι προδιαγραφές λίπανσης απεικονίζονται σε σχέδια και σε πίνακα στο εγχειρίδιο γενικών επισκευών.

Κατά τη διάρκεια της γενικής επισκευής, η συντήρηση γίνεται μετά τη διαδικασία συναρμολόγησης και πριν τις λειτουργικές δοκιμές.

6.3 Έλεγχος των κιβώτιων ταχυτήτων για μεταλλικά σωματίδια

Τα μεταλλικά σωματίδια που διαπιστώνονται στις οθόνες φίλτρων λαδιού, στα φίλτρα λαδιού ή στις τάπες/βύσματα του chip detector του κιβωτίου ταχυτήτων, μπορεί να υποδεικνύουν αστοχία ενός εσωτερικού εξαρτήματος του κιβωτίου ταχυτήτων. Η παρουσία μεταλλικών σωματιδίων, ωστόσο, δεν αποτελεί απαραίτητα ένδειξη ότι το κιβώτιο ταχυτήτων δεν μπορεί πλέον να συντηρηθεί. Η ποσότητα, η πηγή, η μορφή και ο τύπος μετάλλου, μαζί με το ιστορικό συντήρησης του συγκεκριμένου κιβωτίου ταχυτήτων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Ο χρόνος πέρασε από όταν το κιβώτιο ταχυτήτων ήταν καινούργιο ή είχε επισκευαστεί, προηγούμενες αστοχίες και ο τύπος λειτουργίας είναι σημαντικοί παράγοντες στον καθορισμό της περαιτέρω συντηρησιμότητας της μονάδας.

6.3.1 Αναγνώριση των μεταλλικών σωματιδίων

Τα σωματίδια που διαπιστώνονται μπορεί να είναι από χάλυβα, κασσίτερο, μόλυβδο, αλουμίνιο, μαγνήσιο, χαλκό (μπρούντζο) ή φαινόλης σε διάφορα σχήματα και ποσότητες.

Μια οπτική επιθεώρηση του χρώματος και της σκληρότητας περιστασιακά, συνήθως αρκεί για τον εντοπισμό και τον προσδιορισμό των σωματιδίων. Όταν η οπτική επιθεώρηση δεν μπορεί να προσδιορίσει το είδος του σωματιδίου, τότε μπορεί να προσδιοριστεί με μερικές απλές δοκιμές.

Ο εξοπλισμός για την εκτέλεση δοκιμών περιλαμβάνει ένα μόνιμο μαγνήτη, ένα ηλεκτρικό κολλητήρι, συμπυκνωμένο νιτρικό οξύ.

Η διαδικασία έχει ως εξής:

- α. **Τα σωματίδια χάλυβα** απομονώνονται με μόνιμο μαγνήτη.
- β. **Ο κασσίτερος και ο μόλυβδος** μέσω του χαμηλού σημείου τήξης τους, χρησιμοποιώντας κολλητήρι,
- γ. **Τα σωματίδια αλουμινίου** καθορίζονται από την αντίδρασή τους στο υδροχλωρικό οξύ. Όταν πέσουν σε υδροχλωρικό οξύ θα αφρίσουν με ταχεία εκπομπή φυσαλίδων. Τα σωματίδια σταδιακά θα αποσυντεθούν και θα σχηματίσουν ένα μαύρο κατάλοιπο.
- δ. **Ο χαλκός ή μπρούντζος και το μαγνήσιο** διαφοροποιούνται από την αντίστοιχη αντίδρασή τους στο νιτρικό οξύ:
 - Όταν ένα σωματίδιο χαλκού ή μπρούντζου πέσει σε νιτρικό οξύ, σχηματίζει ένα φωτεινό πράσινο σύννεφο στο οξύ.
 - Όταν ένα σωματίδιο μαγνησίου πέσει σε νιτρικό οξύ, αφρίζει με ταχεία εκπομπή φυσαλίδων.

6.4 Δομή και Οργάνωση Συντήρησης

6.4.1 Συνεργείο Δυναμικών Παρελκομένων Ελικοπτέρου

Το συνεργείο δυναμικών παρελκομένων ελικοπτέρου ανήκει στο τμήμα αεροσκαφών. Η εγκατάστασή χωρίζεται σε τέσσερις κύριους τομείς:

- Μία γραμμή συναρμολόγησης/αποσυναρμολόγησης για κύρια κιβώτια ταχυτήτων.
 - Μία γραμμή συναρμολόγησης/αποσυναρμολόγησης για υποσυναρμολογήσεις κύριου στροφείου, συμπεριλαμβανομένων του κύριου ομφαλού στροφείου, του ταλαντευόμενου δίσκου, της μπάρας σταθεροποιητή και τις υποσυναρμολογήσεις του συστήματος αντιροπής.
 - Μία αίθουσα ελέγχου, η οποία θα περιγραφεί αργότερα στην παράγραφο που ονομάζεται «έλεγχοι διαστάσεων».
 - Το γραφείο του ελεγκτή είναι εξοπλισμένο με ένα τερματικό για να καταγράφει τις κινήσεις των εξαρτημάτων κατά τη διάρκεια των ελέγχων και τα ανταλλακτικά που χρειάζονται.
- Επιπλέον, το συνεργείο είναι εξοπλισμένο με κλίβανο και υδραυλικές πρέσες που χρησιμοποιούνται κατά τη συναρμολόγηση ή αποσυναρμολόγηση πολύ σφιχτών στοιχείων, καθώς και συστήματα καθαρισμού.

Το συνεργείο είναι σε θέση να εκτελεί σχεδόν όλα τα στάδια γενικής επισκευής ή άλλου ελέγχου που ζητά ο πελάτης. Ορισμένα στάδια, ωστόσο, όπως μη καταστροφική επιθεώρηση (NDI), μεγάλες επισκευές

ή βαφή και χημικές επεξεργασίες, πραγματοποιούνται σε άλλα εξειδικευμένα συνεργεία, επειδή απαιτούν ακριβές και βαριές εγκαταστάσεις.

6.4.2 Ομάδα εργασίας

6.4.2.1 Επόπτης (Supervisor)

Ο επόπτης είναι ο διευθυντής της ομάδας. Κάθε χρόνο προγραμματίζει τις εργασίες που θα γίνουν στο συνεργείο για το επόμενο έτος. Καθορίζει τις προτεραιότητες μεταξύ των διαφόρων πελατών και οργανώνει τις εργασίες στο συνεργείο ώστε να έχει την καλύτερη παραγωγικότητα. Οι εργασίες διεκπεραιώνονται με τη βοήθεια του επικεφαλής και του ελεγκτή. Οι αρμοδιότητές του περιλαμβάνουν επίσης:

Τον λόγο που είναι εισερχόμενο, που γράφεται στην κάρτα αρχείου που εξηγεί τα προβλήματα ή αιτήματα του πελάτη, όπως αν χρειάζεται η γενική επισκευή, επιθεώρηση λόγω ασυνήθιστων συνθηκών, όπως ανώμαλη προσγείωση, ή άλλα αιτήματα

- Ώρες λειτουργίας οι οποίες είναι πολύ σημαντικές.

- Ιστορικά αρχεία στα οποία καταγράφονται κάθε τροποποίηση, επιθεώρηση και επισκευή πραγματοποιηθεί.

6.4.2.2 Επικεφαλής (Lead man)

Ο επικεφαλής βοηθά τον επόπτη να διευθύνει την ομάδα. Οι κύριες αρμοδιότητές του είναι οι εξής:

- Διεκπεραίωση και οργάνωση των εργασιών με τον επόπτη.
- Βοήθεια στους τεχνικούς στην αντιμετώπιση προβλημάτων.
- Εκπαίδευση νέων τεχνικών.
- Παραγγελία νέων εξαρτημάτων, έλεγχος και καταγραφή των εξαρτημάτων που παραδίδονται, έλεγχος της κατάστασης των αποθεμάτων στον πάγκο.

6.4.2.3 Ομάδα τεχνικών

Η ομάδα τεχνικών εκτελεί τις διαδικασίες γενικής επισκευής, τις διαδικασίες συντήρησης και επιθεωρούν τα ιόντα στα συστήματα μετάδοσης κίνησης και στροφείου. Κάποια άτομα συνήθως είναι εξειδικευμένα στο κύριο κιβώτιο ταχυτήτων μετάδοσης, ενώ άλλοι είναι εξειδικευμένοι στη συναρμολόγηση του κύριου στροφείου και της αντιροπής.

6.4.2.4 Ελεγκτής (Controller)

Ο ελεγκτής ανήκει στον έλεγχο παραγωγής. Η δουλειά του κυρίως περιλαμβάνει:

- Να διατηρεί το σύστημα πάντοτε ενημερωμένο για την κατάσταση κάθε εξαρτήματος ή μονάδας.
- Να παρακολουθεί τις προτεραιότητες και να φροντίζει για τη γρήγορη δυνατή επιστροφή στο συνεργείο.
- Να εκδίδει κάρτες για όλα τα νεοεισερχόμενα στοιχεία στο συνεργείο και να τα προγραμματίζει.

6.4.2.5 Επιθεωρητής ποιότητας (Quality inspector)

Ο επιθεωρητής ποιότητας ανήκει στον έλεγχο ποιότητας. Ο κύριος στόχος της δουλειάς του είναι να ελέγχει τις εργασίες που γίνονται στο συνεργείο από την είσοδο του στοιχείου μέχρι την έξοδό του. Οι άλλοι στόχοι της δουλειάς του είναι:

- Η καθαριότητα και η τακτοποίηση του συνεργείου.
- Οι συνθήκες εργασίας, όπως η κατάσταση των εργαλείων και των συσκευών μέτρησης (βαθμονόμηση) ή η θερμοκρασία της αίθουσας ελέγχου.
- Η κατάσταση των αναλώσιμων ειδών: Λήξη γράσου ή στεγανοποιητικών.

6.4.3 Διαδικασία καταγραφής

6.4.3.1 Εισερχόμενη διαδικασία

Η διαδικασία αυτή περιγράφεται μέσω του οργανογράμματος στην αριστερή σελίδα. Η παράγραφος που ακολουθεί ασχολείται με τα κύρια στάδια της διαδικασίας εισαγωγής.

6.4.3.2 Επιθεώρηση παραλαβής

Πριν την επιθεώρηση παραλαβής, ο ελεγκτής ελέγχει τον πελάτη, τον σειριακό αριθμό και τον αριθμό των εξαρτημάτων του εισερχόμενου στοιχείου. Οι διαφορές στους αριθμούς, πρέπει να υποβάλλονται σε έρευνα για να διαπιστωθούν οι αιτίες τους.

Η επιθεώρηση παραλαβής γίνεται από τον επιθεωρητή ποιότητας με τη βοήθεια του επόπτη ή του επικεφαλής. Περιλαμβάνει οπτική επιθεώρηση για έλεγχο της κατάστασης του στοιχείου και εντοπισμό πιθανών ζημιών, καθώς και ανάγνωση του ιστορικού για να γίνουν γνωστά:

-Ο σκοπός εισαγωγής, ο οποίος αναγράφεται στην κάρτα που ονομάζεται «ταυτοποίηση επανορθώσιμου στοιχείου» και εξηγεί τα προβλήματα ή τα αιτήματα του πελάτη, όπως γενική επισκευή, επιθεώρηση της κατάστασης λόγω ασυνήθιστων συνθηκών όπως ανώμαλη προσγείωση ή εφαρμογές δελτίου συντήρησης ή άλλα αιτήματα..

-Οι ώρες λειτουργίας, οι οποίες είναι πολύ σημαντικές για τον χρόνο αλλαγής και υποχρεωτικής απόσυρσης στοιχείων.

-Τα αρχεία ιστορικού στα οποία καταγράφονται όλες οι τροποποιήσεις, οι επιθεωρήσεις και οι επισκευές που πραγματοποιήθηκαν.

Ο επιθεωρητής ποιότητας συντάσσει έκθεση προς τον συντονιστή εργασιών που εξηγεί το είδος των εργασιών που απαιτούνται. Μπορεί να είναι, για παράδειγμα, γενική επισκευή, εφαρμογές δελτίου συντήρησης.

Η επιθεώρηση αυτή γίνεται μόνο όταν το στοιχείο ακολουθεί προγραμματίστη πορεία. Αν το στοιχείο ακολουθεί την «Προγραμματισμένη συντήρηση», τα προγραμματισμένα αρχεία πηγαίνουν κατευθείαν στον συντονιστή εργασιών.

6.4.3.3 ΣΧΕΔΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Ο συντονιστής εργασιών που λαμβάνει αρχεία ή έκθεση ελέγχου ποιότητας καταρτίζει σχέδιο εργασιών αποτελούμενο από πολλά φύλλα οδηγιών που εξηγεί βήμα προς βήμα κάθε διαδικασία που πρόκειται να γίνει, συμπεριλαμβανομένου ενός καταλόγου με τα απαραίτητα ειδικά εργαλεία και αναλώσιμα είδη. Τα φύλλα οδηγιών αφορούν διαδικασίες που περιγράφονται στα εγχειρίδια γενικής επισκευής και συντήρησης.

Το σχέδιο εργασιών εξετάζεται τόσο από τον ελεγκτή ποιότητας όσο και από τον επόπτη ή τον επικεφαλής. Εάν το σχέδιο δεν είναι σωστό για έναν ή περισσότερους λόγους, ο επιθεωρητής ποιότητας συντάσσει αίτημα αλλαγής Σχεδίου στο οποίο εξηγείται τι είναι λάθος:

N/R σημαίνει μη απαραίτητο, N/A σημαίνει μη εφαρμόσιμο.

Όταν το σχέδιο είναι σωστό, ο επιθεωρητής, με τη βοήθεια του επικεφαλής, οργανώνει τα καθήκοντα και αποστέλλει κάρτες και σχέδια εργασιών.

6.4.4 Διαδικασίες επιθεωρήσεων

6.4.4.1 Εφαρμογή σχεδίου εργασιών

Οι εργασίες υλοποιούνται ακολουθώντας τις οδηγίες μία προς μία. Ο τεχνικός που εκτελεί τη διαδικασία ανατρέχει στις παραγράφους γενικής επισκευής και συντήρησης των εγχειριδίων που παρέχονται στα φύλλα οδηγιών και στην εικονογραφημένη βλάβη εξαρτημάτων για να φέρει εις πέρας την εργασία. Κάθε εργασία που εκτελείται ελέγχεται αυστηρά και εγκρίνεται από αρκετούς ανθρώπους για την αποφυγή σφαλμάτων.

- Ο ίδιος ο τεχνικός βάζει τη σφραγίδα του.
- Ο επιθεωρητής ή ο επικεφαλής ελέγχει και εγκρίνει την εργασία του χαμηλόβαθμου τεχνικού.
- Ο επιθεωρητής ποιότητας ελέγχει επίσης και εγκρίνει όλες τις εργασίες που γίνονται στο συνεργείο.

6.4.4.2 Έκθεση ασυμφωνίας/χειρισμοί μηχανικού

Κατά τη διάρκεια της γενικής επισκευής, κάθε εξάρτημα ελέγχεται οπτικά και διαστασιακά. Τα εξαρτήματα που αποτυγχάνουν στη μία ή και στις δύο διαδικασίες και που δεν είναι επισκευάσιμα απορρίπτονται και λαμβάνουν μια κόκκινη κάρτα που ονομάζεται «ακατάλληλο στοιχείο». Ο επιθεωρητής ποιότητας μπορεί ωστόσο να συντάσσει έκθεση ασυμφωνίας για ακριβά στοιχεία. Αυτή αποστέλλεται στη μηχανική υποστήριξη ή οποία στέλνει πίσω αναφορά, όπου εξηγούνται όλες οι δυνατές επισκευές. Τα μη επισκευάσιμα στοιχεία κρίνονται ακατάλληλα και αποστέλλονται στον πελάτη.

6.4.4.3 Τελική αποδοχή

Τελικά, όταν ολοκληρωθούν όλες οι διαδικασίες, ο επιθεωρητής ποιότητας θα εκδώσει διαφορετικές ετικέτες:

- Μια κίτρινη ετικέτα «ΣΥΝΤΗΡΗΣΙΜΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ» που σημαίνει ότι το στοιχείο είναι συντηρήσιμο χωρίς να απαιτείται λειτουργική δοκιμή, ή μετά την επιτυχία των λειτουργικών δοκιμών.
- Μια πράσινη κάρτα που σημαίνει ότι το στοιχείο έχει υποβληθεί σε γενική επισκευή αλλά μια χρειάζεται λειτουργική δοκιμή για την τελική αποδοχή. Αυτό το είδος ετικέτας συνήθως εκδίδεται για κιβώτιο ταχυτήτων μετάδοσης.

6.5 Διαδικασίες γενικής επισκευής (Overhaul)

Μετά από 900 ώρες πτήσης η διάταξη μετάδοσης απομακρύνεται από το ελικόπτερο για να υποβληθεί σε γενική επισκευή. Κάθε στοιχείο μετάδοσης αποσυναρμολογείται, καθαρίζεται (αφαιρούνται λάδι, γράσο και στρώμα βαφής) και ελέγχεται. Οι επιθεωρήσεις γενικής επισκευής που διεξάγονται στα συστήματα είναι τόσο μετρήσεις όσο και αναζήτηση για διάβρωση, ρωγμές και βλάβες. Οι τελευταίες πραγματοποιούνται με αρκετά είδη μεθόδων μη καταστροφικού ελέγχου (NDT). Τα διαφορετικά στάδια της γενικής επισκευής περιγράφονται στην παρούσα ενότητα.

6.5.1 Αποσυναρμολόγηση (Disassembly)

6.5.1.1 Ειδικά εργαλεία

Κατά τη διάρκεια της γενικής επισκευής, τα κιβώτια ταχυτήτων μετάδοσης, τα κύρια και ουραία στροφέα αποσυναρμολογούνται πλήρως. Εκτός από τα κατσαβίδια και τα κλειδιά που χρησιμοποιούνται συνήθως, απαιτούνται και ειδικά εργαλεία, τα οποία αναφέρονται στο εγχειρίδιο γενικής επισκευής και παρουσιάζονται στην εικονογραφημένη βλάβη εξαρτημάτων. Επιπλέον, οι σφιχτές συναρμολογήσεις,

όπως ο κύριος άξονας εισαγωγής, που περιέχουν τριπλή σειρά ρουλεμάν, αποσυναρμολογούνται με τη βοήθεια υδραυλικής πρέσας.

6.5.1.2 Χρόνος Αλλαγής Στοιχείων (TCI)

Ο τεχνικός προσδιορίζει τον χρόνο αλλαγής και την υποχρεωτική απόσυρση των στοιχείων με τη βοήθεια της Εικονογραφημένης Βλάβης Εξαρτημάτων. Στη συνέχεια ελέγχει τον χρόνο λειτουργίας τους τόσο στο ημερολόγιο πελατών όσο και στο πρόγραμμα αντικατάστασης / απόσυρσης. Αυτό γίνεται πριν από κάθε επιθεώρηση, επειδή τα εξαρτήματα που έχουν φτάσει τη μέγιστη διάρκεια ζωής τους θα αντικατασταθούν χωρίς επιθεώρηση. Η εργασία αυτή γίνεται κυρίως για την κεφαλή του κύριου στροφείου που δέχεται υψηλές τάσεις. Ο κατάλογος των TCI παρέχεται στο Παράρτημα.

6.5.1.3 Καθαρισμός και αφαίρεση ρύπων

Ο καθαρισμός και η αφαίρεση ρύπων γίνονται πριν τις διάφορες επιθεωρήσεις που απαιτούν τα εξαρτήματα απαλλαγμένα από βαφή, λάδι, γράσο, ρύπους και ξένα σώματα προκειμένου να έχουμε το καλύτερο αποτέλεσμα.

6.5.1.4 Καθαρισμός

Ο καθαρισμός επιτυγχάνεται στο συνεργείο ελικοπτέρων. Όλα τα εξαρτήματα καθαρίζονται με διαλύτη στεγνού καθαρίσματος που εφαρμόζεται χρησιμοποιώντας μη μεταλλική μαλακή βούρτσα. Στη συνέχεια στεγνώνονται με πανί χωρίς χνούδι και φιλτραρισμένο πεπιεσμένο αέρα. Τα ρουλεμάν δεν πρέπει να περιστρέφονται κατά το στέγνωμα και πρέπει να προστατεύονται από μόλυνση και διάβρωση μετά τον καθαρισμό. Τα εξαρτήματα πρέπει να επικαλύπτονται με αντιδιαβρωτικά• αφαίρεση δακτυλικών αποτυπωμάτων.

6.5.1.5 Αφαίρεση ρύπων

Η αφαίρεση ρύπων περιλαμβάνει αφαίρεση βαφής και ασταριού προκειμένου να είναι δυνατή η ορθή επιθεώρηση διάβρωσης. Πρέπει να δίδεται προσοχή όταν χρησιμοποιούνται αποχρωστικά:

- Όλες οι περιοχές που δεν πρόκειται να αφαιρεθούν πρέπει να καλύπτονται για να μην έρθουν τυχαία σε επαφή με το αποχρωστικό.
- Ειδικές φροντίδες πρέπει να λαμβάνονται με τα στοιχεία από κράμα μαγνησίου.

6.5.1.6 Ασφάλεια

Για τον καθαρισμό και την αφαίρεση ρύπων χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα τοξικοί διαλύτες και πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε να μην έρχονται σε επαφή με το δέρμα ή τα μάτια. Πρέπει να γίνονται σε καλά αεριζόμενο χώρο με προστατευτικό εξοπλισμό που περιλαμβάνει γάντια, γυαλιά και κατάλληλη μάσκα.

6.5.2 Οπτική Επιθεώρηση

Είναι η αρχαιότερη από τις μεθόδους N.D.I. Είναι γρήγορη και οικονομική μέθοδος ελέγχου. Η αξιοπιστία της εξαρτάται από την ικανότητα και την εμπειρία του επιθεωρητή. Θα πρέπει να γνωρίζει πώς να ψάξει για δομικές αστοχίες, και πώς να αναγνωρίζουν τα σημεία όπου οι αστοχίες και η διάβρωση είναι πιθανό να έχουν δημιουργηθεί. Γι' αυτό οι οπτικές επιθεωρήσεις πραγματοποιούνται από τον ίδιο άνθρωπο που αφαιρεί τα στοιχεία του transmission και του ρότορα. Ο αναγκαίος εξοπλισμός για τη διεξαγωγή μιας οπτικής επιθεώρησης αποτελείται συνήθως από ένας ισχυρό φακό, έναν καθρέφτη με σφαιρική άρθρωση και ένα μεγεθυντικό φακό.

Στοιχεία που επιθεωρούνται:

Κατ' αρχάς, ο επιθεωρητής ελέγχει τα ρουλεμάν, τα liner, τα χιτώνια, τους οδοντωτούς τροχούς, της βάσης στήριξης ακολουθώντας το εγχειρίδιο:

Κατ' αρχάς, ο επιθεωρητής ελέγχει τα ρουλεμάν, τις επενδύσεις, τα χιτώνια, τα γρανάζια, το περίβλημα στήριξης και τα περιβλήματα ακολουθώντας τις απαιτήσεις του εγχειριδίου γενικής επισκευής:

- Οι επιφάνειες των κυλινδρικών ρουλεμάν επιθεωρούνται για να εντοπιστούν σημειακή διάβρωση, υπερβολική φθορά, σκασίματα διάβρωσης, γρατσουνιές, αποφλοιώση και χάραξη.

- Τα χιτώνια επιθεωρούνται για γρατσουνιές και σκασίματα διάβρωσης.

- Τα γρανάζια επιθεωρούνται για μορφώματα, σκασίματα διάβρωσης, χτυπήματα, θρυμματισμούς και τριβές.

- Τα περιβλήματα και τα εξαρτήματα του στροφείου, όπως λαβή, ζυγός... επιθεωρούνται για υπερβολική φθορά, γρατσουνιές, επιφανειακές ρωγμές, ξένες ζημιές... Ορισμένα στοιχεία υποβάλλονται σε πίεση που επικεντρώνεται γύρω από τις επιφανειακές ζημιές.

Στη συνέχεια, εάν υπάρχει υποψία για διάβρωση ή άλλο είδος ζημιών, μπορεί να πραγματοποιηθεί προσεκτική εξέταση με τη βοήθεια φακού και μεγεθυντικού φακού προκειμένου να επιβεβαιωθεί η ύπαρξη ή ο βαθμός αστοχίας.

6.6 ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι διάβρωσης, που μπορούν να εμφανιστούν στα στοιχεία του ελικοπτέρου. Θα εξετάσουμε τα πιο κοινά είδη διάβρωσης που εμφανίζονται.

6.6.1 Ομοιόμορφη επιφανειακή διάβρωση

Όταν μια περιοχή απροστάτευτου μετάλλου εκτίθεται σε ατμόσφαιρα που περιέχει άλατα, ρύπους, θα υπάρξει μια μάλλον ομοιόμορφη προσβολή σε ολόκληρη την επιφάνεια. Μάλιστα, οι μικροσκοπικές ποσότητες μετάλλου μετατρέπονται σε άλατα διάβρωσης. Εάν αυτές οι εναποθέσεις δεν αφαιρεθούν και δεν ληφθούν περαιτέρω μέτρα προστασίας της επιφάνειας, θα αναπτυχθεί τόσο τραχιά επιφάνεια που θα σχηματιστεί σημειακή διάβρωση.

6.6.2 Σημειακή διάβρωση (pitting corrosion)

Η λογική εξέλιξη μιας ομοιόμορφης επιφανειακής διάβρωσης, αν δεν αντιμετωπιστεί, ονομάζεται σημειακή διάβρωση. Τα σημεία διάβρωσης σχηματίζονται ως εντοπισμένες ανοδικές περιοχές. Η διαβρωτική δράση μπορεί να συνεχιστεί μέχρι ένα αξιόλογο ποσοστό του πάχους του μετάλλου να μετατραπεί σε άλατα. Η σημειακή διάβρωση μπορεί να εντοπιστεί με την εμφάνιση σβώλων λευκής σκόνης στην επιφάνεια.

Η σημειακή διάβρωση συνήθως εντοπίζεται σε περιβλήματα μαγνησίου, καθώς και σε εξαρτήματα του στροφείου, όπως τα μπουλόνια συγκράτησης.

6.6.3 Γαλβανική διάβρωση

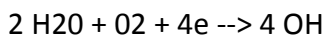
Αυτός ο κοινός τύπος διάβρωσης εμφανίζεται κάθε φορά που υπάρχουν οι ακόλουθες συνθήκες:

1. Δύο ανόμοια μέταλλα συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχουν μια οδό για τη ροή ηλεκτρονίων.
2. Οι κοινές επιφάνειές τους καλύπτονται με κάποιο υλικό για να χρησιμεύσει ως ηλεκτρολύτης. Ως εκ τούτου, η δράση αυτή λαμβάνει χώρα γύρω από τις οπές των μπουλονιών στα περιβλήματα μετάδοσης: τα μπουλόνια από χάλυβα που συνδέουν τα περιβλήματα μετάδοσης από μαγνήσιο. Για το λόγο αυτό κατά τη συναρμολόγηση του transmission, όλα τα χαλύβδινα μπουλόνια καλύπτονται με αστάρι για την πρόληψη ενάντια σε γαλβανική διάβρωση.

6.6.4 Διάβρωση κυτταρικής συγκέντρωσης

Όταν καλύπτει νερό την επιφάνεια ενός μετάλλου όπως το περίβλημα μετάδοσης από μαγνήσιο και κάποια περιοχή μεταξύ των αρμοί των φύλλων, ενδέχεται να σχηματιστεί διάβρωση κυτταρικής συγκέντρωσης.

Το νερό απορροφά το οξυγόνο από τον αέρα και έλκουν ηλεκτρόνια από το μέταλλο για να σχηματίσουν αρνητικά ιόντα υδροξειδίου:



Τα ηλεκτρόνια ρέουν εντός του μετάλλου από την άνοδο στην κάθοδο αφήνοντας θετικά ιόντα μετάλλου στην περιοχή μεταξύ των φύλλων. Αυτά τα θετικά ιόντα μαγνησίου έλκουν ιόντα υδροξειδίου σχηματίζοντας υδροξείδιο του μαγνησίου. Αυτή η διάβρωση σχηματίζεται στην περιοχή όπου υπάρχει έλλειψη οξυγόνου.

6.7 ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΛΕΠΙΔΩΝ (BLADE INSPECTION)

6.7.1 COIN TEST

Ενδέχεται να συμβεί αποκόλληση τόσο της συγκόλλησης όσο και του φλοιού του πτερυγίου στην κυψέλη. Η αποκόλληση πτερυγίων εντοπίζεται διενεργώντας το coin test, δηλ. χτυπώντας ελαφρά και τα δύο άκρα του πτερυγίου. Όταν ακούγονται οξ ήχοι, η αποκόλληση πτερυγίου είναι πιθανή και η θέση της σημειώνεται στο πτερύγιο..

6.7.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΝΕΡΟΥ

Εάν υπάρχει υποψία νερού εντός της κυψέλης του πτερυγίου του κύριου στροφείου εξαιτίας οπών ή ζημιών στον φλοιό του πτερυγίου, η πληγείσα περιοχή θερμαίνεται και ο ατμός μπορεί να υποδηλώσει την παρουσία νερού στο πτερύγιο. Οι ακτίνες X θα καταφέρουν να προσδιορίσουν την περιοχή της κυψέλης που έχει προσβληθεί από νερό.

6.8 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Κατά τη διάρκεια της γενικής επισκευής τα εξαρτήματα ελέγχονται διαστασιακά σε έναν χώρο με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία που ονομάζεται αίθουσα επιθεώρησης από τον ίδιο τεχνικό που κάνει την αποσυναρμολόγηση. Αρκετά συχνά οι διαστάσεις αυτές είναι σε δέκατα των χιλιοστών αντί για χιλιοστά. Συνεπώς, οι διαστασιακοί έλεγχοι απαιτούν μικρόμετρα ικανά για τέτοιες μετρήσεις.

6.8.1 Όργανα

Επιπλέον πρέπει επίσης να γίνονται, πράγμα που σημαίνει ότι ενδέχεται να απαιτούνται αρκετά είδη μικρομέτρων:

- Το πιο κοινό μικρόμετρο είναι οι δαγκάνες του βερνιέρου που χρησιμοποιείται συνήθως για κλασικές μετρήσεις, όπως μήκη, εσωτερικές και εξωτερικές διαμέτρους, κ.λπ.
- Οι μετρητές εσωτερικής διαμέτρου κυλίνδρων χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση εσωτερικών ή κοίλων διαμέτρων.
- Τα μικρόμετρα βάθους επιτρέπουν τον προσδιορισμό του κενού μεταξύ δύο επιφανειών.
- Οι μετρητές βάθους επιτρέπουν τη μέτρηση του βάθους γρατσουνιών, ξένων ζημιών ή βαθουλωμάτων από σημειακή διάβρωση.
- Τα ωρολογιακά μικρόμετρα που τοποθετούνται στον μετρητή ύψους χρησιμοποιούνται για την επαλήθευση της επιτεδότητος ορισμένων εξαρτημάτων, όπως ο άξονας κίνησης της ουράς.
- Το κιτ πλακών του Johanson χρησιμοποιείται για τη μέτρηση κενών και τον έλεγχο των μικρομέτρων.

6.8.2 Μέτρηση φθοράς γραναζιών

Τα γρανάζια μετάδοσης μετρώνται για φθορά χρησιμοποιώντας πείρους μέτρησης. Οι πείροι μέτρησης είναι καθορισμένες διάμετροι για τα δόντια των γραναζιών. Ο τεχνικός πρέπει να ανατρέχει στο εγχειρίδιο γενικής επισκευής για να επιλέξει τον πείρο μέτρησης.

6.8.3 Επιθεώρηση εκκεντρότητας

Η επιθεώρηση αυτή γίνεται στους κινητήριους άξονες των ουραίου στροφείου και στον κινητήριο άξονα κύριας εισαγωγής για να ελεγχθεί η ευθυγραμμικότητά τους.

Οι άξονες ουραίου στροφείου εγκαθίστανται σε συγκροτήματα V χρησιμοποιώντας ωρολογιακό μικρόμετρο για να είμαστε σίγουροι για την ευθυγραμμικότητά τους. Η μέγιστη διαφορά μεταξύ δύο σημείων μέτρησης πρέπει να είναι

- < ,050 ίντσες στον μακρύ άξονα

- < ,020 ίντσες στον βραχύ άξονα

Ο κύριος κινητήριος άξονας ελέγχεται στο μηχανουργείο με ειδικό εξοπλισμό με τον άξονα σε περιστροφή. Οι αποστάσεις έχουν ως εξής:

- Μέγιστη διαφορά μεταξύ δύο σημείων < ,020 ίντσες στο κεντρικό τμήμα.

- Μέγιστη διαφορά μεταξύ του άκρου και ενός σημείου 7 ίντσες μπροστά από το άκρο < ,010 ίντσες.

6.9 ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

6.9.1 Αντικατάσταση

Τα ακόλουθα εξαρτήματα αντικαθίστανται συστηματικά κατά τη διάρκεια της γενικής επισκευής:

- Αναλώσιμα είδη, όπως στεγανωτικοί δακτύλιοι, παράκυκλοι, κ.λπ.

- Προσαρτώμενα υλικά, όπως μπουλόνια, παξιμάδια, κ.λπ.

- Τα μη συντηρήσιμα ρουλεμάν αντικαθίστανται καθώς τα ρουλεμάν από το ίδιο σύνολο έχουν τον ίδιο αύξοντα αριθμό.

- Ακριβά εξαρτήματα που έχουν:

- αυξημένα όρια φθοράς

- μη επισκευάσιμες ζημιές στο σπείρωμα

- αποτυχημένες μη καταστροφικές επιθεωρήσεις

αντικαθίστανται ή επισκευάζονται μετά από μηχανικούς χειρισμούς.

- Τα υπόλοιπα αντικαθίστανται συστηματικά.

6.9.2 Επισκευές

Ζημιές, όπως γρατσουνιές, χτυπήματα, προκαλούν τοπικές τάσεις που μπορεί να οδηγήσουν σε ρωγμές και καταστροφή του στοιχείου. Επιπλέον, η διάβρωση έχει επιπτώσεις στην ακεραιότητα του εξαρτήματος προκαλώντας απώλεια αντοχής και μειώνοντας τις μηχανικές ιδιότητες του υλικού. Και τα δύο πρέπει να αφαιρούνται αμέσως όταν ανακαλύπτονται προκειμένου να επιστρέψει η ακεραιότητα του στοιχείου. Αρκετά είδη επισκευών μπορούν να πραγματοποιηθούν, ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνται, το είδος και τη βαρύτητα των ζημιών.

6.9.2.1 Επισκευές ζημιών

Η αφαίρεση των ζημιών μπορεί να γίνει με το χέρι ή μηχανοκίνητα ακολουθώντας την τεχνική οδηγία ή τους μηχανικούς χειρισμούς. Το μηχανουργείο παρέχει υποστήριξη στο συνεργείο για μεγάλες επισκευές.

6.9.3 Αντιμετώπιση διάβρωσης

6.9.3.1 Μηχανική αφαίρεση διάβρωσης

Αφού αφαιρεθεί όλη η βαφή, όλα τα ίχνη των προϊόντων διάβρωσης πρέπει να αφαιρεθούν από την επιφάνεια.

- **Κράματα αλουμινίου**

Τα εξαρτήματα από αλουμίνιο που βρίσκονται κυρίως στο στροφέιο καθαρίζονται δύο φορές το βάθος του βαθύτερου βαθουλώματος για να μη γίνει υπέρβαση των ορίων που προβλέπει το εγχειρίδιο γενικής επισκευής.

- Η ήπια έως μέτρια διάβρωση συνήθως απομακρύνεται χρησιμοποιώντας λεπτό έως μεσαίου βαθμού μαλακό πανί.

- Τα στοιχεία αλουμινίου με εκτεταμένη διάβρωση πρέπει να αντιμετωπίζονται πιο δραστικά προκειμένου να αφαιρεθεί όλη η διάβρωση. Η διάβρωση μπορεί να αφαιρεθεί με μηχανές λείανσης χρησιμοποιώντας ελαστικούς τροχούς. Στη συνέχεια η περιοχή τρίβεται με γυαλόχαρτο ή σμυριδόπανο και τα υπολείμματα του τριψίματος αφαιρούνται σκουπίζοντας την περιοχή με ένα στεγνό καθαρό πανί.

- **Εξαρτήματα από μαγνήσιο**

Δεδομένου ότι το μαγνήσιο είναι ανοδικό στα συνήθη μέταλλα ελικοπτέρων, η διάβρωση εμφανίζεται συχνά στα εξαρτήματα από μαγνήσιο όπως τα περιβλήματα μετάδοσης. Η αφαίρεση της διάβρωσης δεν μπορεί να γίνει με μεταλλικά εργαλεία. Για την αφαίρεση της ομοιόμορφης επιφανειακής ή της σημειακής διάβρωσης χρησιμοποιούνται μη μεταλλικές βούρτσες ή νάιλον. Όπως και τα κράματα αλουμινίου, τα εξαρτήματα από μαγνήσιο καθαρίζονται δύο φορές το βάθος του βαθύτερου βαθουλώματος.

- **Εξαρτήματα από χάλυβα**

Τα εξαρτήματα από χάλυβα γυαλίζονται μόνο σε βάθος επαρκές ώστε να αφαιρεθούν τα ίχνη διάβρωσης. Ενδέχεται να απαιτούνται λειαντικά χαρτιά και μεταλλικές βούρτσες, τόσο χειρός όσο και μηχανικές.

Τα εξαρτήματα από χάλυβα που δέχονται υψηλή πίεση, όπως οι σφηνόδρομοι άξονα, πρέπει να καθαρίζονται με ιδιαίτερη φροντίδα. Η απόλυτη ελάχιστη ποσότητα υλικού πρέπει να αφαιρείται. Σμυριδόπανο και μεταλλικές βούρτσες δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται καθώς προκαλούν γρατσουνιές οι οποίες προάγουν συγκεντρώσεις τάσεων. Σε αυτές τις περιοχές απαιτείται ατσαλόμαλλο.

6.9.3.2 Προστατευτικές επενδύσεις

- **Χημική εξουδετέρωση**

Οι επιφάνειες από αλουμίνιο ή μαγνήσιο πρέπει να αντιμετωπίζονται με 5% διάλυμα χρωμικού οξέως για την εξουδετέρωση τυχόν υπολειμμάτων αλάτων διάβρωσης.

- **Επιφανειακό λεπτό στρώμα οξειδίων**

Χαρακτηριστικό του αλουμινίου για τον σχηματισμό επιφανειακού λεπτού στρώματος οξειδίων που ανθίσταται σε περαιτέρω οξείδωση χρησιμοποιείται για την προστασία αυτού του υλικού έναντι της διάβρωσης.

- Ηλεκτρολυτική επεξεργασία ανοδίωσης σε μεγάλα εξαρτήματα και σε εξαρτήματα που έχουν αρκετές επισκευές.

- Χημική επεξεργασία με Alodine εφαρμόζεται σε μικρά εξαρτήματα και σε κατεστραμμένα εξαρτήματα με λεπτό στρώμα ανοδίωσης.

- **Οργανικό λεπτό στρώμα**

Τα εξαρτήματα από μαγνήσιο επικαλύπτονται με μία στρώση ασταριού και μία στρώση βαφής αφού έχουν προετοιμαστεί με ήπιο διάλυμα χρωμικού οξέος. Η στρώση ασταριού συνήθως εφαρμόζεται σε μπουλόνια σύσφιξης από χάλυβα ή σε εξαρτήματα από μαγνήσιο ή κράματα αλουμινίου για την αποφυγή γαλβανικής διάβρωσης.

- **Επιμετάλλωση**

Ορισμένα εξαρτήματα από χάλυβα, όπως ο κύριος κινητήριος άξονας εισόδου, επιστρώνονται με κάδμιο. Το κάδμιο επιστρώνεται ηλεκτρολυτικά στα εξαρτήματα από χάλυβα. Η επικαδμίωση προστατεύει τον χάλυβα από θυσιαστική ή επιλεκτική διάβρωση. Όταν η επικαδμίωση σε ένα εξάρτημα γρατζουνίζεται μέχρι τον χάλυβα, έχουμε γαλβανική δράση και το κάδμιο διαβρώνεται. Τα οξείδια που σχηματίζονται στην επιφάνεια του καδμίου είναι παρόμοια με εκείνα που σχηματίζονται στο αλουμίνιο και παρέχουν προστατευτική επένδυση στο εξάρτημα από χάλυβα.

6.10ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΗ ΕΛΕΓΧΟΙ

6.10.1 Εισαγωγή

Οι μη καταστροφικοί έλεγχοι περιλαμβάνουν μια σειρά από δοκιμές, ελέγχους και που διεξάγονται σ' ένα αντικείμενο ώστε να προσδιοριστεί κάποιο χαρακτηριστικό του ή να επαληθευτεί αν αυτό περιέχει ανωμαλίες, ασυνέχειες ή γενικότερα ελαττώματα. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον μη καταστροφικό έλεγχο επιτρέπουν στον επιθεωρητή να αποφασίσει αν το υπό εξέταση αντικείμενο πληροί τις προδιαγραφές, είναι δηλαδή αποδεκτό ή απορριπτό.

Στην διαδικασία συντήρησης του ελικοπτέρου AGUSTA BELL 212 ASW διεξάγονται μη καταστροφικοί έλεγχοι με φθορίζοντα διεισδυτικά, μαγνητικά σωματίδια, υπερήχους, δινορεύματα, ραδιογραφίες.

6.10.2 Επιθεώρηση Φθορίζοντος Διεισδυτικού (FPI)

Η επιθεώρηση με τη χρήση διεισδυτικών υγρών είναι μία μη καταστροφική μέθοδος αποκάλυψης των ασυνεχειών που φτάνουν μέχρι τις επιφάνειες των στέρεων υλικών χωρίς ουσιαστικό πορώδες. Είναι δυνατό με τα διεισδυτικά υγρά να προκύψουν ενδείξεις για ευρύ φάσμα μεγεθών των ατελειών, ανεξάρτητα και από τη διαμόρφωση του προς εργασία αντικειμένου και από τον προσανατολισμό των ατελειών. Τα υγρά αυτά διαποτίζονται σε διάφορους τύπους μικροσκοπικών επιφανειακών ατελειών σύμφωνα με το τριχοειδές φαινόμενο.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για να εντοπιστούν μικρές ρωγμές ή ασυνέχειες που δεν μπορούν να βρεθούν με την κανονική οπτική επιθεώρηση. Αλλά είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μόνο επιφανειακά ελαττώματα και ελαττώματα κάτω από την επιφάνεια με επιφανειακά ανοίγματα θα δώσουν θετικές ενδείξεις για κάθε τύπο δομής.

Συνήθως όλα τα μη σιδηρούχα στοιχεία, δηλ. εξαρτήματα από μαγνήσιο όπως περιβλήματα και εξαρτήματα από αλουμίνιο όπως λαβή ή άξονας ουραίου στροφείου, υποβάλλονται σε δοκιμή φθορίζοντος διεισδυτικού.

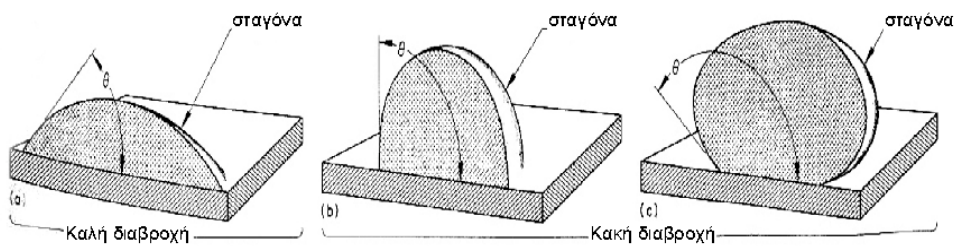
6.10.2.1 Φυσικές αρχές

Η επιτυχία της μεθόδου εξαρτάται κυρίως από την αποτελεσματική διαβροχή της επιφανείας, ώστε να δημιουργηθεί ένα ομοιόμορφο στρώμα από το διεισδυτικό υγρό το οποίο θα μετακινηθεί μέσα στις κοιλότητες. Οι κοιλότητες που ενδιαφέρουν είναι συνήθως πολύ μικρές, αόρατες με το ανθρώπινο μάτι. Η ικανότητα διείσδυσης του υγρού σ' αυτές εξαρτάται περισσότερο από:

- Την καθαρότητα της επιφανείας.
- Τη διαμόρφωση της κοιλότητας.
- Την καθαρότητα της κοιλότητας.
- Το μέγεθος του επιφανειακού ανοίγματος της κοιλότητας.
- Την επιφανειακή τάση του υγρού.
- Την ικανότητα του υγρού να διαβρέξει την επιφάνεια.
- Τη γωνία επαφής του υγρού.

Οι δυνάμεις συνοχής μεταξύ των μορίων ενός υγρού προκαλεί επιφανειακή τάση. Ένα παράδειγμα της επίδρασης της επιφανειακής τάσης είναι η τάση του ελεύθερου υγρού, όπως μια σταγόνα νερού, να γίνει σφαίρα. Η επιφανειακή τάση τότε αντισταθμίζεται από την εσωτερική υδροστατική πίεση του υγρού.

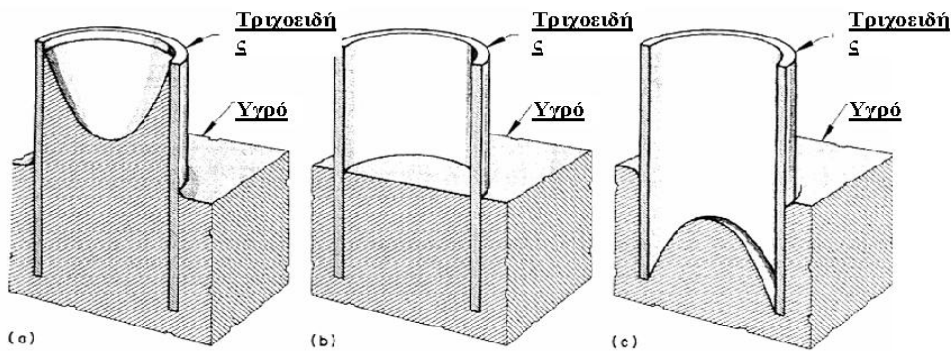
Όταν ένα υγρό έρχεται σε επαφή με μία επιφάνεια οι δυνάμεις συνοχής αντιμάχονται τις δυνάμεις συνάφειας που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του υγρού και της στερεής επιφάνειας. Αυτές οι δυνάμεις καθορίζουν και τη γωνία επαφής, η οποία αν είναι μικρότερη από 90° το υγρό διαβρέχει την επιφάνεια, έχει δηλαδή καλή διαβροχική ικανότητα ενώ αν η γωνία είναι ίση ή μεγαλύτερη από 90° η ικανότητα αυτή είναι μικρή (σχήμα 4.1)



Σχήμα 4.1 Χαρακτηριστικά διαβροχής μεταξύ μιας σταγόνας υγρού και μιας στερεής επιφάνειας ως προς γωνία θ . Όταν η γωνία $\theta < 90^\circ$ η διαβροχή είναι καλή. Όταν η γωνία $\theta > 90^\circ$ η διαβροχή είναι φτωχή.

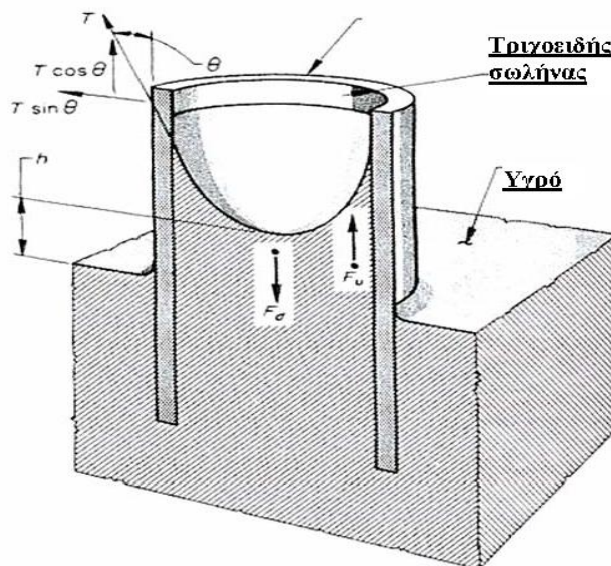
Στενά συνδεδεμένη με την ικανότητα διαβροχής είναι και το φαινόμενο της τριχοειδούς ανύψωσης ή ταπείνωσης (σχήμα 4.2)

Αν η γωνία επαφής μεταξύ του υγρού και του τριχοειδούς σωλήνα είναι μικρότερη των 90° τότε ο υγρός μηνίσκος στο σωλήνα είναι κοίλος και το υγρό ανυψώνεται. Αν η γωνία είναι μεγαλύτερη των 90° το υγρό ταπεινώνεται και δε διαβρέχει το σωλήνα ενώ ο μηνίσκος είναι κυρτός. Αν πάλι η γωνία είναι ίση με 90° τίποτα από τα δύο δε συμβαίνει.



Σχήμα 4.2 Ανύψωση ή ταπείνωση, σε μικρούς κάθετους τριχοειδείς σωλήνες, που καθορίζεται από τη γωνία επαφής μεταξύ ενός υγρού και του τοιχώματος του τριχοειδή σωλήνα. (α) Όταν $\theta < 90^\circ$ συμβαίνει τριχοειδής ανύψωση. (β) Όταν $\theta = 90^\circ$ δεν συμβαίνει τίποτα από τα δύο. (γ) Όταν $\theta > 90^\circ$ συμβαίνει τριχοειδής ταπείνωση.

Στην τριχοειδή ανύψωση αυτό που συμβαίνει είναι ότι η υδροστατική πίεση ακριβώς κάτω από το μηνίσκο μειώνεται λόγω της διανομής της επιφανειακής τάσης στην κοίλη επιφάνεια και το υγρό ανέρχεται το σωλήνα λόγω της υδραυλικής ατμοσφαιρικής πίεσης στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού. Στο σχήμα 4.3 φαίνονται οι επιβαλλόμενες δυνάμεις που ασκούνται στο υγρό. Το ύψος στο οποίο τελικά ανέρχεται το υγρό είναι ευθέως ανάλογο με την επιφανειακή τάση και το συνημίτονο της γωνίας επαφής και αντιστρόφως ανάλογο με την πυκνότητα του υγρού και την ακτίνα του τριχοειδούς σωλήνα.



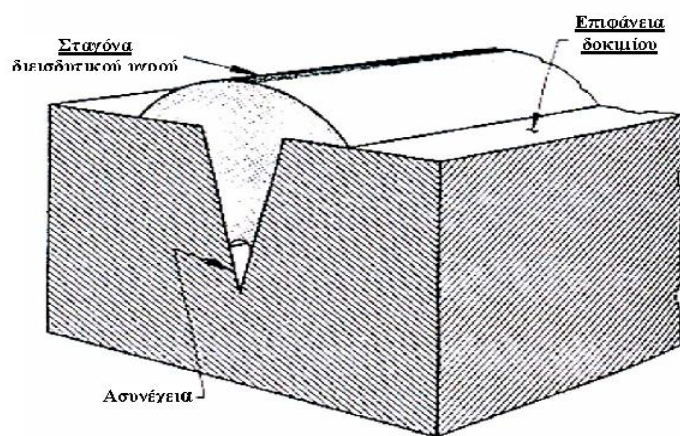
Σχήμα 4.3 Αναπαράσταση των δυνάμεων που εμφανίζονται στην τριχοειδή ανύψωση: Η δύναμη του βάρους του υγρού (F_g) και η δύναμη από την επιφανειακή τάση (F_u), κατά μήκος της περιμέτρου του μηνίσκου.

Αυτές οι φυσικές αρχές χαρακτηρίζουν τα διεισδυτικά υγρά στην προσπάθειά τους να εισέλθουν σε λεπτές επιφανειακές ασυνέχειες αν και πρακτικά τα φαινόμενα είναι περισσότερο πολύπλοκα (π.χ. οι

ρωγμές δεν είναι τριχοειδείς σωλήνες όμως ανταποκρίνονται στη βασική αλληλεπίδραση μεταξύ ενός υγρού και μιας στερεής επιφάνειας).

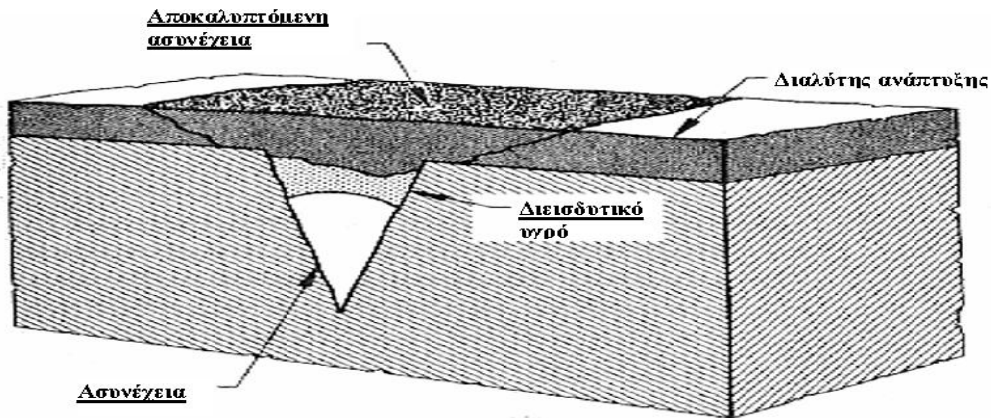
Το ιξώδες του υγρού έχει αμελητέα επίδραση στην διεισδυτικότητα του. Γενικά όμως υγρά με μεγάλο ιξώδες είναι ακατάλληλα για την εργασία αυτή επειδή δε ρέουν αρκετά γρήγορα και Υγρό Τριχοειδής σωλήνας Ηλεκτρικές και Ηλεκτρονικές Μέθοδοι Μη Καταστροφικών Δοκιμών 22 χρειάζονται πολύ χρόνο για να πληρώσουν τα κενά. Μια άλλη απαραίτητη ιδιότητα είναι η ικανότητα να διαλύει σημαντική ποσότητα κατάλληλου φθορίζοντος υλικού ή έγχρωμη συνθετική ένωση. Επίσης το διεισδυτικό υγρό θα πρέπει να αφαιρείται εύκολα με κατάλληλο διαλυτικό – αφαιρέτη ή γαλακτοματοποιητή χωρίς να κατακάθεται το χρώμα.

Όσο σημαντικό είναι το υγρό να εισέλθει στην επιφανειακή ατέλεια, το ίδιο σημαντικό είναι να συγκρατηθεί μέσα εκεί και να αναδυθεί μετά από την απομάκρυνση του εξωτερικού στρώματος και την επίδραση στη συνέχεια του διαλύτη ανάπτυξης. Αυτό συμβαίνει διότι μόλις η επιφάνεια ελευθερωθεί από το περιττό υγρό καθίσταται προσβάσιμη για το παγιδευμένο υγρό το οποίο υπό την επίδραση των δυνάμεων συνοχής απλώνεται στην καθαρή επιφάνεια μέχρι να επέλθει κάποια ισορροπία. Η εικόνα που παρατηρείται τότε φαίνεται στο σχήμα 4.4.



Σχήμα 4. 4 Σχηματισμένη σταγόνα του διεισδυτικού υγρού μετά την απομάκρυνση μερικής ποσότητάς του από την επιφάνεια του δοκιμίου. Το εναπομείναν διεισδυτικό υγρό φανερώνει αρχικά την ύπαρξη ασυνέχειας

Αν και σε μερικές περιπτώσεις το ποσό του διεισδυτικού υγρού είναι αρκετό, ώστε να γίνει η ανίχνευση με το μάτι, η ευαισθησία αυξάνεται δραματικά με τη χρήση του διαλύτη ανάπτυξης. Με το που απλώνεται ο διαλύτης ανάπτυξης σχηματίζει επιφανειακό στρώμα που μοιάζει με σφουγγάρι και περιέχει λεπτά τριχοειδή μονοπάτια σε τυχαία διάταξη. Αν ο διαλύτης ανάπτυξης είναι σωστά σχεδιασμένος τότε προσροφά το υγρό από την ατέλεια. Το διεισδυτικό υγρό συνεχίζει να μεταναστεύει υπό την τριχοειδή δράση και εξαπλώνεται μέσα στον διαλύτη ανάπτυξης ώσπου να επέλθει κάποια ισορροπία. Η ορατότητα πλέον του διεισδυτικού υγρού μέσα στην ατέλεια αυξάνεται αρκετά κάτι που εικονίζεται στο σχήμα 4.5.



Σχήμα 4.5 Τομή όπου φαίνεται η αλληλεπίδραση του διεσδυτικού υγρού και του διαλύτη ανάπτυξης

6.10.2.2 Μέθοδοι

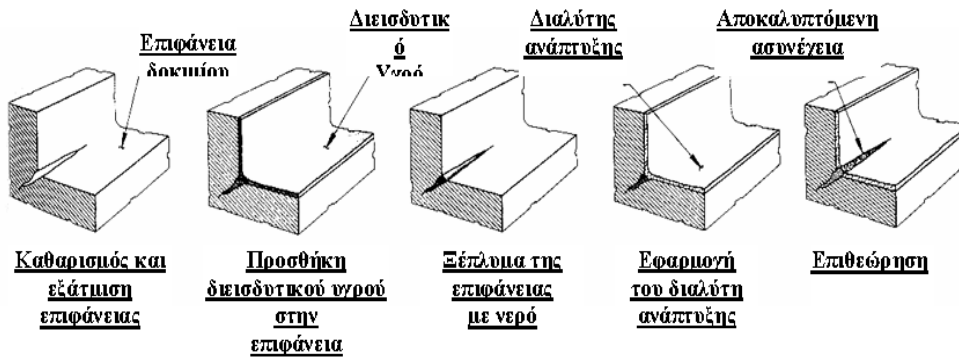
Εξαιτίας των μεγάλων διαφορών στις εφαρμογές της εξέτασης με διεσδυτικά υγρά, ήταν απαραίτητο να αναπτυχθούν δύο τύποι υγρών (τύπος I το φθορίζον, τύπος II το ορατό) και τέσσερις βασικές μέθοδοι ώστε να περιληφθούν οι διακυμάνσεις στους ακόλουθους παράγοντες:

- Κατάσταση της επιφάνειας του υπό εξέταση αντικειμένου.
- Χαρακτηριστικό των ατελειών που επιθυμούμε να ανιχνεύσουμε.
- Χρόνος και χώρος της δοκιμής.
- Μέγεθος του αντικειμένου.
- Επιθυμητή ευαισθησία.

Έτσι λοιπόν οι τέσσερις μέθοδοι κατηγοριοποιούνται ως εξής:

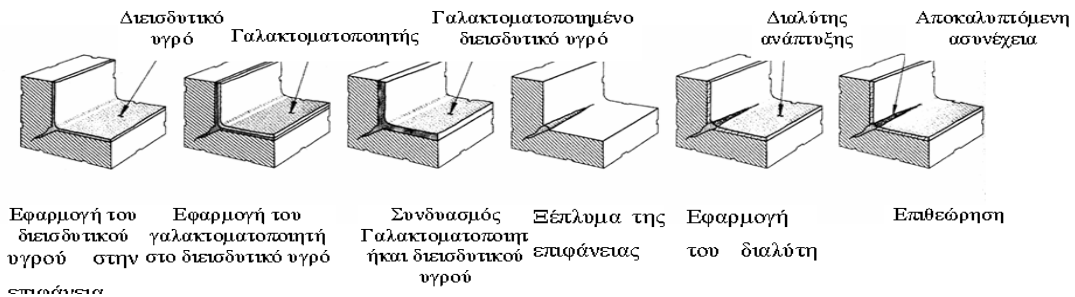
Μέθοδος Α: διεσδυτικό υγρό που απομακρύνεται με νερό,

Αυτή η μέθοδος είναι σχεδιασμένη ώστε να μην χρειάζεται να μεσολαβήσει το στάδιο του γαλακτοματοποιητή, αλλά το διεσδυτικό απομακρύνεται με νερό. Χρησιμοποιείται για γρήγορη και αποτελεσματική διεργασία όμως απαιτεί προσοχή διότι το υπερβολικό ξέπλυμα απομακρύνει όλο το υγρό. Η μέθοδος και τα στάδια της παρουσιάζονται στο σχήμα 4.6.

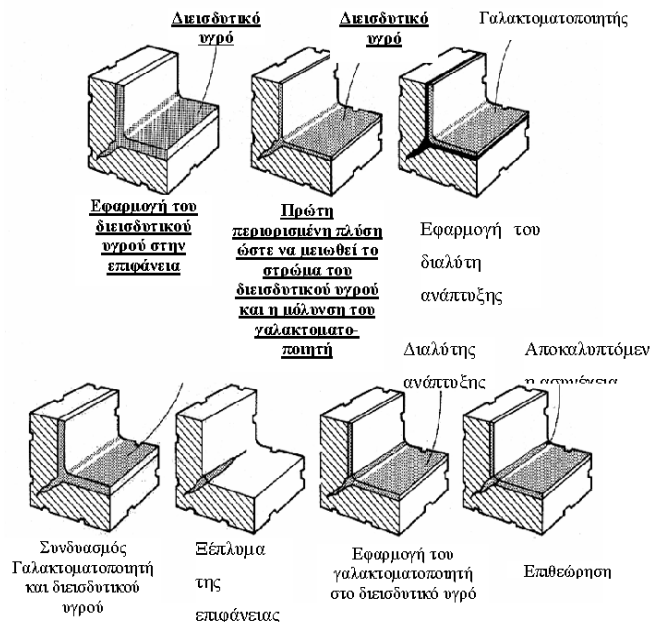


Σχήμα 4.6 Πέντε ουσιαστικά βήματα της επιθεώρησης με διεσδυτικά υγρά χρησιμοποιώντας το σύστημα μερικού καθαρισμού με νερό.

Μέθοδος Β και D: διεσδυτικά υγρά που γαλακτοματοποιούνται: Αυτά είναι σχεδιασμένα να ανιχνεύουν πολύ μικρές ατέλειες σε ορισμένα υλικά, και δεν εκπλένονται κατευθείαν με νερό. Η διαφορά με την προηγούμενη μέθοδο είναι ότι πριν τη τελευταία πλύση επιδρά ένας γαλακτοματοποιητής ο οποίος καθιστά το παραμένον διεσδυτικό υγρό υδατοδιαλυτό. Χρειάζεται ωστόσο προσοχή και έλεγχος στον χρόνο δράσης του ώστε να μην διαλυτοποιηθεί όλο το διεσδυτικό υγρό και μέσα στις ατέλειες. Στα σχήματα 4.7 και 4.8 παρατίθενται τα στάδια τόσο για τα λιποφυλικά συστήματα και για τα υδρόφιλα αντίστοιχα.



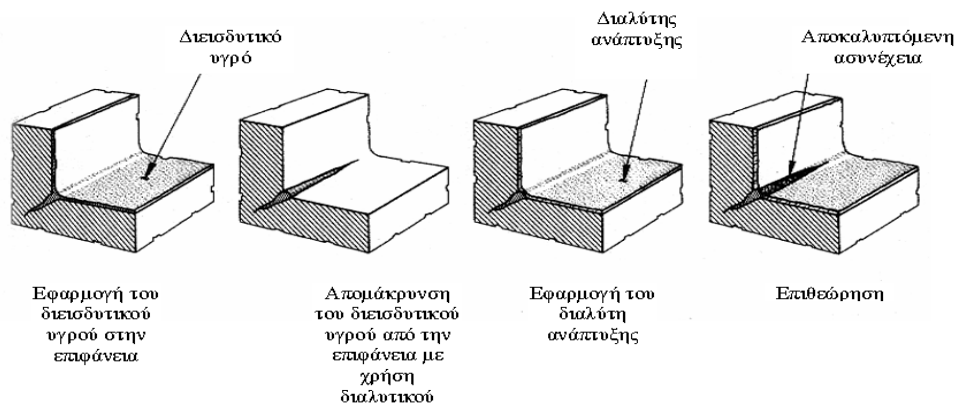
Σχήμα 4.7 Στάδια της μεθόδου β με χρήση λιποφιλικού διεσδυτικού υγρού.



Σχήμα 4.8 Στάδια μεθόδου D με χρήση υδροφιλικού διεισδυτικού υγρού.

Μέθοδος C: Διεισδυτικό υγρό που απομακρύνεται με διαλύτη.

Χρησιμοποιείται όταν είναι απαραίτητο να επιθεωρηθεί μόνο μια συγκεκριμένη περιοχή ενός αντικειμένου ή όταν η εξέταση πραγματοποιείται στην περιοχή εργασίας και όχι κατά την παραγωγή του. Κανονικά ο ίδιος διαλύτης χρειάζεται και για τον αρχικό καθαρισμό και για την απομάκρυνση του περιττού υγρού. Αν η διεξαγωγή της γίνει προσεκτικά η μέθοδος C είναι η πιο ευαίσθητη. Η διεργασία αυτή εικονίζεται στο σχήμα 4.9. Ανεξάρτητα από ποια μέθοδο επιλέγεται, το μέγεθος και η ταχύτητα της απομάκρυνσης του περιττού διεισδυτικού υγρού εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του προωθητικού ακροφυσίου, από τη θερμοκρασία και την πίεση του νερού, την διάρκεια του κύκλου πλήσης, Διεισδυτικό υγρό Διεισδυτικό υγρό Γαλακτοματοποιητής Εφαρμογή του διεισδυτικού υγρού στην επιφάνεια Πρώτη περιορισμένη πλήση ώστε να μειωθεί το στρώμα του διεισδυτικού υγρού και η μόλυνση του γαλακτοματοποιητή Εφαρμογή του γαλακτοματοποιητή στο διεισδυτικό υγρό Ξέπλυμα της επιφάνειας Διαλύτης ανάπτυξης Αποκαλυπτόμενη ασυνέχεια Επιθεώρηση Συνδυασμός Γαλακτοματοποιητή και διεισδυτικού υγρού την κατάσταση της επιφάνειας του αντικειμένου και τα χαρακτηριστικά (φυσικά, χημικά) του διεισδυτικού υγρού.



Σχήμα 4.9

Στάδια του συστήματος διεισδυτικού υγρού που απομακρύνεται με μαγνήτη.

6.10.2.3 Πραγματική διαδικασία

Στο συνεργείο μη καταστροφικών ελέγχων χρησιμοποιείται η μέθοδος φθορίζοντων διεισδυτικών υγρών που γαλακτωματοποιούνται.

Τα εξαρτήματα βρέχονται σε λουτρό που περιέχει ένα διεισδυτικό με βάση λαδιού στο οποίο έχει προστεθεί μια ιδιαίτερα φθορίζουσα χρωστική ουσία. Καθώς το διεισδυτικό δεν περιέχει γαλακτωματοποιητή, έχει την ικανότητα να διαρρέει σε πολύ λεπτά επιφανειακά ελαττώματα.

Αφού μεσολαβήσει κάποια ώρα, η οποία είναι στη διακριτική ευχέρεια του χειριστή, το επιφανειακό λεπτό στρώμα του διεισδυτικού γίνεται υδατοδιαλυτή με την εφαρμογή ενός γαλακτωματοποιητή στο επόμενο λουτρό.

Η ευαισθησία της λειτουργίας μπορεί να ελεγχθεί εν μέρει από την ορθή κρίση του χρονικού διαστήματος μεταξύ της εφαρμογής του γαλακτωματοποιητή και της έκπλυσης.

Μετά την έκπλυση εφαρμόζεται εμφανιστικό και η επιφάνεια εξετάζεται κάτω από μαύρο φως. Ένα υπάρχον ελάττωμα θα φθορίζει έντονα σε σκούρο φόντο.

6.10.3 Επιθεώρηση με μαγνητικά σωματίδια(M.P.I)

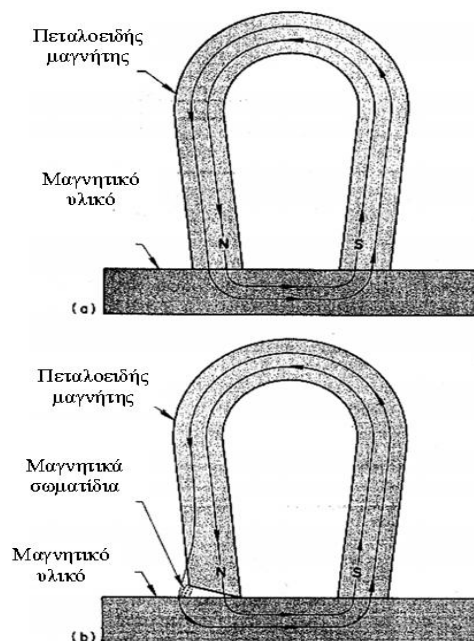
Αυτή η δεύτερη μέθοδος NDI θα υποδείξει τα επιφανειακά ή κοντά στην επιφάνεια ελαττώματα στα σιδηρομαγνητικά εξαρτήματα. Εφαρμόζεται σε μικρούς οδοντωτούς τροχούς, γρανάζια και σε όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα που περιέχουν αρκετά σιδηρούχα υλικά ώστε να δώσουν ακριβείς ενδείξεις για τη θέση των ρωγμών.

Η δοκιμή επιτυγχάνεται με την επαγωγή ενός μαγνητικού πεδίου στο εξάρτημα και εφαρμόζοντας ένα υγρό εναιώρημα σωματιδίων οξειδίου του σιδήρου. Οι τοπικοί μαγνητικοί πόλοι που σχηματίζονται από ελάττωμα στο εξάρτημα έλκουν τα σωματίδια οξειδίου, οπότε μπορούν να ειδωθούν και να αξιολογηθούν they may be viewed and evaluated με φθορισμό κάτω από μαύρο φως.

Η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου είναι καίριας σημασίας· οι γραμμές των αντιστάσεων θα πρέπει να είναι σε ορθή γωνία με τη μεγαλύτερη διάσταση της ασυνέχειας προκειμένου να ληφθούν τα καλύτερα αποτελέσματα της επιθεώρησης. Λόγω του προσανατολισμού των ρωγμών προς κάθε κατεύθυνση, οι έλεγχοι γίνονται με διπλά επαγόμενο προσανατολισμό μαγνητικού πεδίου.

6.10.3.1 Τύποι μαγνητικών πεδίων

Είναι σημαντικό να εξεταστούν κάποιες περιπτώσεις μαγνητικών πεδίων που εφαρμόζονται στη διεργασία της μεθόδου.



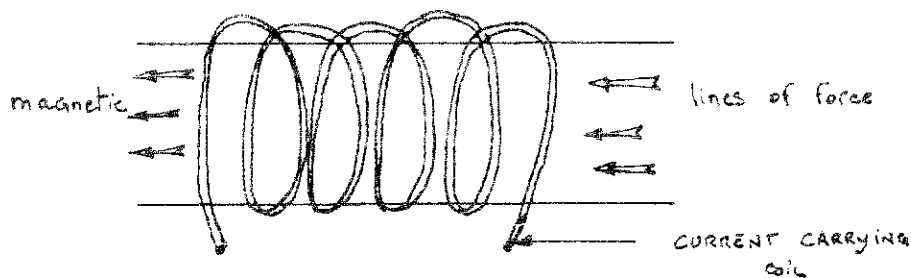
Σχήμα 6.1 (a) Πεταλοειδής μαγνήτης & μαγνητικό υλικό συνδεδεμένα ώστε να σχηματίζουν ένα κλειστό σύστημα, τύπου δακτυλιδιού, το οποίο δεν έλκει μαγνητικά σωματίδια. (b) Το ίδιο σύστημα με κενό αέρος, που έλκει μαγνητικά σωματίδια

- **Μαγνητικό δακτυλίδι**

Όταν ένας πεταλοειδής μαγνήτης με τετράγωνα άκρα προσαρμόζεται σε ένα μαγνητικό υλικό σχηματίζοντας ένα κλειστό σύστημα οι δυναμικές γραμμές κατευθύνονται από τον βόρειο στο νότιο πόλο μέσω του υλικού. Επειδή δεν υπάρχουν εξωτερικοί πόλοι (σχήμα fig 1α) οι δυναμικές γραμμές είναι περιορισμένες σε ένα χώρο κλειστό που μοιάζει με δακτυλίδι εμποδίζοντας τυχόν μαγνητικά σωματίδια να έλκονται από τον μαγνήτη. Αν όμως το τέλος του μαγνήτη δεν είναι τετράγωνο και υφίσταται κάποιος χώρος με αέρα μεταξύ αυτού και του υλικού τότε μαγνητικά σωματίδια προσκολλώνται στους πόλους προσπαθώντας να γεφυρώσουν το κενό (σχήμα 6.1). Κάθε ρωγμή δημιουργεί ένα νότιο και βόρειο πόλο και κατά συνέπεια έλκει τα σωματίδια. Αυτή η απλουστευτική άποψη που είναι καταγεγραμμένη και στα πρότυπα εγχειρίδια των καταστροφικών δοκιμών, εξηγείται με βάση το γεγονός ότι η ύπαρξη ρωγμών ή ατελειών και γενικά μη μαγνητικών περιοχών σ'ένα μαγνητικό κύκλωμα δημιουργεί τοπικές βαθμίδες πεδίου, που ελκύουν-εγκλωβίζουν τα μαγνητικά σωματίδια.

- **Διαμήκης μαγνητισμός**

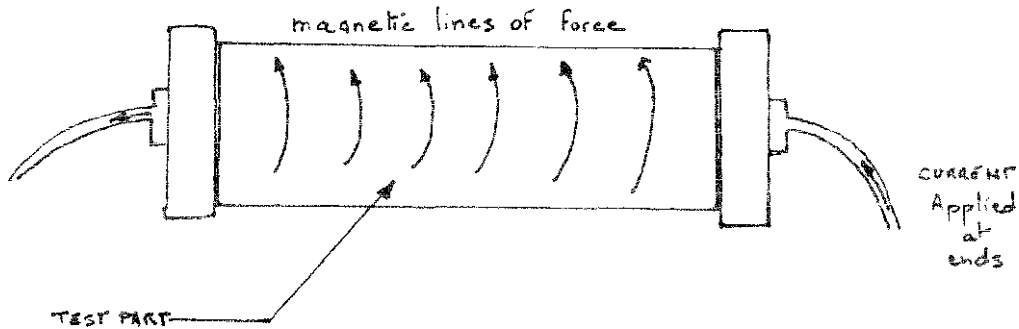
Αυτός επιτυγχάνεται με σταθερό πηνίο μεταφοράς ρεύματος το οποίο τοποθετείται γύρω από το εξάρτημα και επάγει διάμηκες πεδίο.



Το διάμηκες πεδίο επιτρέπει τον καλύτερο εντοπισμό εγκάρσιων ελαττωμάτων καθώς και των ελαττωμάτων με ελαφρά κλίση σε σχέση με την εγκάρσια κατεύθυνση.

- **Κυκλικός μαγνητισμός**

Επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ηλεκτρικών επαφών σε κάθε άκρο ή κάθε πλευρά της περιοχής που επιθεωρείται και επιτρέποντας στο ρεύμα **να διατρέξει**.



Τα διαμήκη ελαττώματα παρέχουν τις καλύτερες θετικές ενδείξεις και ο κυκλικός μαγνητισμός επιτρέπει τον εντοπισμό των ελαττωμάτων με ελαφρά κλίση σε σχέση με την εγκάρσια κατεύθυνση.

6.10.3.2 Σωματίδια MPI

Τα υγρά σωματίδια που χρησιμοποιούνται για την Επιθεώρηση Μαγνητικών Σωματιδίων (MPI) αποτελούνται από ένα εναιώρημα προσεκτικά επιλεγμένων μαγνητικών σε ένα ελαφρύ απόσταγμα λαδιού. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στο μέγεθος, στο σχήμα, στη μαγνητική διαπερατότητα και στην ικανότητα συγκράτησης αυτών των σωματιδίων. Έχουν φθορίζον επίχρισμα για να είναι ορατά με μια πηγή μαύρου φωτός. Εφαρμόζονται με εμβάπτιση του εξαρτήματος στο διάλυμα.

Οι ρωγμές εντοπίζονται παρατηρώντας το μοτίβο των σωματιδίων που σχηματίζεται στην επιφάνεια του εξαρτήματος που επιθεωρείται. Οι καλύτερες ενδείξεις λαμβάνονται με λεπτές επιφανειακές ρωγμές.

6.10.3.3 Απομαγνήτιση

Μετά την επιθεώρηση μαγνητικών σωματιδίων, τα υλικά διατηρούν κάποιον παραμένοντα μαγνητισμό. Συνεπώς, μετά την ολοκλήρωση της επιθεώρησης το εξάρτημα πρέπει να απομαγνητιστεί:

Τα μικρά εξαρτήματα απομαγνητίζονται με ένα μαγνητικό πηνίο και τα μεγαλύτερα με το πηνίο ρεύματος που τροφοδοτείται με εναλλασσόμενο ρεύμα.

Τα εξαρτήματα ελέγχονται από έναν πρότυπο δείκτη μαγνητικού πεδίου για να διασφαλιστεί η πλήρης απομαγνήτιση και εμβαπτίζονται σε λουτρό για καθαρισμό.

6.10.4 Ραδιογραφία με ακτίνες X

Η ραδιογραφία είναι ο γενικός όρος των μεθόδων επιθεώρησης των υλικών που βασίζονται στη διαφορετική απορρόφηση της ακτινοβολίας (είτε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος είτε άλλη ειδική ακτινοβολία) που διεισδύει στο προς εξέταση αντικείμενο. Η απορρόφηση ακτινοβολίας ενός υλικού εξαρτάται από την πυκνότητα, το πάχος και από τη σύνθεσή του.

Οι ακτίνες X είναι ακτινοβολίες που έχουν την ικανότητα να διεισδύουν σε υλικό που είναι αδιαφανές στο ορατό φως. Οι ραδιογραφίες με ακτίνες X κατά το πέρασμά τους μέσα από το υλικό απορροφούνται σε ποικίλους βαθμούς.

Αυτή η ιδιότητα χρησιμοποιείται για να εντοπιστεί η παρουσία νερού στην κυψέλη του πτερυγίου του κύριου στροφέιου. Η επιθεώρηση με ακτίνες X δεν μπορεί ωστόσο να χρησιμοποιηθεί ως διερευνητική τεχνική για γενική επιθεώρηση. Όταν χρησιμοποιείται αυτή η τεχνική, η εικαζόμενη θέση του νερού θα γίνει γνωστή από μια προηγούμενη δοκιμή που πραγματοποιήθηκε κατά την επιθεώρηση των πτερυγίων. Αυτό θα δώσει πληροφορίες για τη λήψη των καλύτερων ακτινογραφικών λήψεων της προσβεβλημένης από νερό περιοχής.

6.10.5 Επιθεώρηση με Δινορεύματα (Eddy Currents)

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στις αρχές της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση ή το διαχωρισμό ανάμεσα σε φυσικές, δομικές ή μεταλλουργικές καταστάσεις σε ηλεκτρικά αγωγίμα φερρομαγνητικά ή μη φερρομαγνητικά μέταλλα και σε μεταλλικά μέρη.

Πιο αναλυτικά με τη χρήση δινορευμάτων επιτυγχάνεται:

Η μέτρηση ιδιοτήτων όπως η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η μαγνητική διαπερατότητα, το μέγεθος κόκκου, η κατάσταση θερμικής κατεργασίας η σκληρότητα, και οι φυσικές διαστάσεις.

Η ανίχνευση αρμών, ρωγμών, κενών, επικαλύψεων και εγκλεισμάτων.

Η ταξινόμηση ανόμοιων μετάλλων και ο εντοπισμός διαφορών στη σύνθεσή τους, στη μικροδομή τους και σ' άλλες ιδιότητες.

Η μέτρηση του πάχους ενός μη αγωγίμου επιστρώματος σε ένα αγωγίμο μέταλλο ή ενός μη μαγνητικού μετάλλου σε ένα μαγνητικό μέταλλο.

Λόγω της αρχής δημιουργίας των δινορευμάτων, που είναι η ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, δεν είναι απαραίτητη η άμεση ηλεκτρική επαφή με το προς εξέταση αντικείμενο. Επίσης μπορεί να πραγματοποιηθεί επιθεώρηση υψηλής ταχύτητας. Τέλος, δεδομένου ότι η μέθοδος βασίζεται σε έμμεση μέτρηση, η σχέση μεταξύ των ενδείξεων της συσκευής και των δομικών χαρακτηριστικών των υπό εξέταση αντικειμένων θα πρέπει να βεβαιώνεται συνεχώς και προσεκτικά.

6.10.6 Επιθεώρηση με Υπέρηχους

Αποτελεί μια μέθοδο κατά την οποία ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας εισέρχονται στο υλικό για την ανίχνευση επιφανειακών και εσωτερικών ατελειών. Τα ηχητικά κύματα καθώς ταξιδεύουν μέσα στο υλικό, χάνουν ποσά ενέργειάς τους και ανακλώνται στις διεπιφάνειες. Η ανακλώμενη ακτίνα συλλέγεται και αναλύεται ώστε να προσδιοριστεί η παρουσία και η θέση μιας ατέλειας ή ασυνέχειας.

Ο βαθμός της ανάκλασης εξαρτάται κατά πολύ από τη φυσική κατάσταση της διεπιφάνειας (interface) και λιγότερο από τις φυσικές ιδιότητες του υλικού. Π.χ. τα ηχητικά κύματα ανακλώνται σχεδόν πλήρως σε διεπιφάνειες μέταλλου – αερίου και μερικώς σε διεπιφάνειες μέταλλου – υγρού ή μέταλλου – στερεού

Ρωγμές, πολύ λεπτά στρώματα, κενά (shrinkage) από συστολή, κοιλότητες, πόροι, ρινίσματα, και άλλες ασυνέχειες που αποτελούν επιφάνειες όπου τα μικροκύματα ανακλώνται, μπορούν εύκολα να ανιχνευθούν. Εγκλείσματα και άλλες ανομοιογένειες προκαλούν μερική ανάκλαση και σκέδαση ή κάποιο άλλο φαινόμενο όταν εξετάζονται με μικροκύματα.

Οι περισσότερες συσκευές υπερήχων μετρούν ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα:

- Ανάκλαση των κυμάτων από διεπιφάνειες που αποτελούν σύνορο υλικών ή ασυνεχειών μέσα σ' ένα υλικό
- Τον χρόνο της διάβασης του κύματος μέσα από το αντικείμενο από το σημείο εισόδου έως το σημείο εξόδου δηλαδή το μεταφορέα.
- Την εξασθένηση των κυμάτων λόγω απορρόφησης ή σκέδασης στο εσωτερικό του υλικού.
- Χαρακτηριστικά της φασματικής εκπομπής (spectral response) για το διαδιδόμενο και το ανακλώμενο σήμα.

Οι περισσότερες μετρήσεις με υπερήχους γίνονται στη περιοχή συχνοτήτων 0,1 – 25 MHz (πάνω από τις συχνότητες της ανθρώπινης ακοής που είναι από 20 Hz έως 20 KHz). Τα κύματα υπερήχων είναι μηχανικές ταλαντώσεις. Τα πλάτη των ταλαντώσεων στα μεταλλικά μέρη επιβάλλουν τάσεις μικρότερες του ορίου ελαστικότητας αποκλείοντας έτσι μόνιμες επιπτώσεις. Εκτός από τον εντοπισμό ατελειών, τα μικροκύματα χρησιμοποιούνται στη μέτρηση πάχους και διάβρωσης, στον προσδιορισμό

χαρακτηριστικών δεσμού και στην παρατήρηση φυσικών ιδιοτήτων, δομής, μεγέθους, κόκκων και ελαστικών σταθερών.

6.11 Συναρμολόγηση

Αφού όλα τα εξαρτήματα επιθεωρηθούν και επισκευαστούν όπως απαιτείται, είναι πλέον έτοιμα για επανασυναρμολόγηση. Η συναρμολόγηση απαιτεί διαδικασίες όπως χονδροειδής ρύθμιση, συσφίξεις τριβέων και μετρήσεις αξονικού διάκενου.

6.11.1 Συναρμολόγηση κιβωτίων ταχυτήτων μετάδοσης

Τη συναρμολόγηση την αναλαμβάνει ο πιο έμπειρος τεχνικός. Κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας, όλα τα αναλώσιμα είδη, όπως στεγανωτικοί δακτύλιοι, αντικαθίστανται με καινούργια. Τα μπουλόνια συσφίγγονται με τη βοήθεια διαφορετικών δυναμόκλειδων. Οι τιμές ροπής καταγράφονται στο δελτίο οδηγιών που περιγράφει τη διαδικασία και τις απαιτούμενες ροπές για κάθε μπουλόνι. Σύρματα ασφαλείας χρησιμοποιούνται για την ασφάλιση των μπουλονιών ανά ζεύγος προκειμένου να αποφευχθεί η χαλάρωση κατά τη λειτουργία του ελικοπτέρου.

Επίσης, αντιδιαβρωτικά μέτρα, όπως βαμβακερά γάντια ή αφαίρεση δακτυλικών αποτυπωμάτων, λαμβάνονται για την αποφυγή διάβρωσης σε επισκευασμένα στοιχεία.

Όταν αντικαθίστανται διάφορα εξαρτήματα, η σύνδεση και η διάταξη σχέδιο των βοηθητικών γκραναζιών ενδέχεται να διαταραχθεί. Η σύνδεση και η διάταξη των γκραναζιών ελέγχονται κατά την επανασυναρμολόγηση.

6.11.2 Διάκενο και διάταξη

6.11.2.1 Εισαγωγή

Το διάκενο και η διάταξη ενός γκραναζιού καθορίζονται από τον τρόπο που οι οδοντώσεις ενός γκραναζιού συμπλέκονται με τις οδοντώσεις ενός άλλου γκραναζιού.

- Αν οι οδοντώσεις ενός γκραναζιού τοποθετηθούν πολύ σφιχτά μέσα στις οδοντώσεις ενός άλλου γκραναζιού, δεν θα υπάρχει διάκενο και τα γκρανάζια δεν θα λιπαίνονται σωστά επειδή ένα λεπτό στρώμα λαδιού θα υπάρχει ανάμεσα στις οδοντώσεις των γκραναζιών καθώς συμπλέκονται.

- Αν οι οδοντώσεις συμπλέκονται πολύ ψηλά, το φορτίο θα μεταδίδεται στο μικρότερο τμήμα της οδόντωσης σπάζοντας τις οδοντώσεις λόγω της περιοχής φορτίου.

- Η ιδανική τοποθέτηση των οδοντώσεων είναι στη μέση καθώς σε αυτό το σημείο οι οδοντώσεις θα δέχονται σωστή λίπανση και φορτίο.

Τα διάκενα και η διάταξη είναι ως επί το πλείστον πιο καίρια όπου γίνονται αλλαγές κατεύθυνσης με γκρανάζια επειδή ρυθμίζονται μετακινώντας τα γκρανάζια προς τα μέσα ή προς τα έξω προκειμένου να επιτευχθεί η σωστή σχέση.

6.11.2.2 Διάκενο

Όταν οι οδοντώσεις είναι στην ιδανική θέση, μια μετρήσιμη ποσότητα διάκενου γίνεται αισθητή κρατώντας το ένα γκρανάζι και προσπαθώντας να κινήσουμε το άλλο· η ποσότητα αυτή δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την απαίτηση της γενικής επισκευής. Πέντε διάκενα πρέπει να ελέγχονται στο κύριο κιβώτιο ταχυτήτων μετάδοσης:

- Μηχανισμός μετάδοσης με κούλο άξονα κύριας εισαγωγής
- Μηχανισμός μετάδοσης με κούλο άξονα ουραίου στροφείου

- Υδραυλική αντλία Νο.2
- Υδραυλική αντλία Νο.3
- Γεννήτρια ταχύμετρου

Επιπλέον, και τα δύο διάκενα των κιβωτίων ταχυτήτων 42° και 90° ελέγχονται κατά τη γενική επισκευή. Ο έλεγχος διακέκων είναι απλός στην αρχή του:

Συνίσταται στη συγκράτηση ενός γραναζιού με ένα ειδικό εργαλείο και στη μέτρηση του μεγέθους διάκενου κινώντας το άλλο γρανάζι. Η τιμή του διάκενου διαβάζεται σε ωρολογιακό μικρόμετρο τοποθετημένο σε μετρητή ύψους σε επίπεδη επιφάνεια.

6.11.2.3 Διάταξη γραναζιών

Η διάταξη είναι απλά το αποτύπωμα που αφήνει ένα γρανάζι πάνω σε ένα άλλο με το οποίο συμπλέκεται. Αν τα γρανάζια συμπλέκονται με τέτοιο τρόπο που οι οδοντώσεις είναι πολύ κοντά στη βάση ή στη μύτη, το φορτίο δεν θα κατανέμεται ομοιόμορφα και θα επέλθει θραύση των οδοντώσεων.

Η διάταξη είναι επίσης πολύ σημαντική και συνδέεται στενά με το διάκενο. Η διάταξη, ωστόσο, ελέγχεται μόνο εάν το διάκενο υπερβαίνει τα όρια Τ.Ο. που παρέχονται στο συνηθισμένο δελτίο. Οι διατάξεις λαμβάνονται χρησιμοποιώντας κυανό στα γρανάζια για να μείνει το αποτύπωμα του άλλου γραναζιού στην οδόντωση.

Υπάρχουν αρκετά είδη διατάξεων, ανάλογα με τα σχήματα και τους τύπους γραναζιών. Το εγχειρίδιο γενικής επισκευής παρουσιάζει διαφορετικές διατάξεις προκειμένου να βοηθήσει τους τεχνικούς να προσδιορίσουν αν οι διατάξεις που βρίσκουν είναι σωστές.

6.11.2.4 Μεταλλικές Προσθήκες (Shims)

Τα γρανάζια κινούνται μέσα και έξω με shims. Το πάχος αυτών των μεταλλικών προσθήκων καθορίζει τη θέση του γραναζιού καθώς και τη μεταβολή του διάκενου και της διάταξης. Όταν ένας σωληνίσκος μετακινείται για επιθεώρηση ή αντικατάσταση στεγανωτικού δακτυλίου, τα παρεμβύσματα πρέπει να επιστρέφουν στην αρχική τους θέση, διαφορετικά το διάκενο και κατά συνέπεια η διάταξη θα καταστραφούν.

Το πάχος των παρεμβυσμάτων ελέγχεται κατά τη γενική επισκευή και οι τιμές καταγράφονται στο δελτίο οδηγιών. Παρεμβύσματα μπορεί να προστεθούν ή να αλλάξουν σύμφωνα με την απαίτηση των Τ.Ο., όταν το πάχος τους είναι πολύ λεπτό ή αν το διάκενο δεν είναι σωστό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο : ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ (VIBRATION ANALYSIS)

Μία από τις μεγαλύτερες ανησυχίες του χειριστή ελικοπτέρου και του τεχνικού θα πρέπει να είναι οι ταλαντώσεις. Πράγματι, κανένας άλλος παράγοντας δεν θα συμβάλει τόσο πολύ στη γενική επιδείνωση των εξαρτημάτων όσο οι υπερβολικές ταλαντώσεις.

Οι περισσότερες ταλαντώσεις υπάρχουν πάντα στο ελικόπτερο σε χαμηλά μεγέθη. Οφείλονται σε αζυγοστάθμιστη κατάσταση. Ανεξάρτητα από τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή, είναι σχεδόν αδύνατο να αποκτηθεί τέλεια ζυγοστάθμιση ενός εξαρτήματος.

Ως εκ τούτου, το κύριο πρόβλημα είναι να αποφασιστεί πότε ένα επίπεδο ταλαντώσεων έχει φτάσει στο σημείο να μην είναι αποδεκτό. Οι μόνες πηγές ταλαντώσεων οποιασδήποτε συχνότητας είναι τα περιστρεφόμενα ή τα κινούμενα εξαρτήματα στο ελικόπτερο· τα υπόλοιπα εξαρτήματα υφίστανται ταλαντώσεις μόνο σε συνάρτηση με κάποια υφιστάμενη ταλάντωση. Αλλά διάφορες δυσλειτουργίες σε stationary c την απορρόφηση των υφιστάμενων ταλαντώσεων και αυξάνουν το συνολικό επίπεδο που γίνεται αισθητό από...

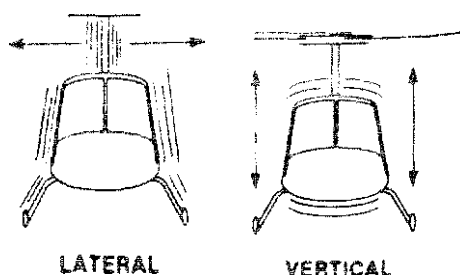
Υπάρχει ένας αριθμός ταλαντώσεων που θεωρείται φυσιολογικό χαρακτηριστικό του κινητήρα και είναι δύσκολο να γνωρίζουμε πότε το επίπεδο των ταλαντώσεων είναι υψηλότερο από το φυσιολογικό. Γι' αυτό οι ταλαντώσεις κατατάσσονται σε τέσσερις ομάδες ως εξής:

7.1 Ταλαντώσεις εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας

Αυτό το είδος ταλαντώσεων είναι σύμφυτο με το σύστημα στροφείου, άξονα και μετάδοσης, γι' αυτό η απόσβεση της βάσης του κινητήρα είναι ενσωματωμένη να απορροφά το λίκνισμα του πυλώνα που ευθύνεται για αυτές τις ταλαντώσεις. Δυσλειτουργία στο σύστημα απόσβεσης θα επιτρέψει την έναρξη και συνέχιση του λικνίσματος μέχρι να γίνει αισθητό από τον πιλότο.

7.2 Ταλαντώσεις χαμηλής συχνότητας

Οι ταλαντώσεις χαμηλής συχνότητας προκαλούνται από το κύριο στροφείο το οποίο περιστρέφεται με ταχύτητα 324 στροφών ανά λεπτό. Οι ταλαντώσεις 1:1 είναι πιθανόν οι πιο συνηθισμένες και οι πιο εύκολες να εντοπιστούν. Θα αναγνωριστούν ως ένας ρυθμός με έναν ρυθμό για κάθε στροφή του στροφείου. Ο ρυθμός αυτός μπορεί να είναι πλευρικός ή κατακόρυφος.



Σχήμα 7.1 Πλευρικές και κατακόρυφες ταλαντώσεις

Μια κατακόρυφη ταλάντωση προκαλείται όταν ένα πτερύγιο αναπτύξει περισσότερη άντωση σε ένα δεδομένο σημείο από το άλλο πτερύγιο στο ίδιο σημείο. Οι κατακόρυφες ταλαντώσεις κανονικά συνδέονται με την ευθυγράμμιση.

Παρά τις αυστηρά ελεγχόμενες διαδικασίες και τεχνικές παραγωγής, μικρές διαφορές θα παραμείνουν μεταξύ των πτερυγίων και θα επηρεάσουν την πτήση.

Οι κατακόρυφες γίνονται αισθητοί κυρίως σε πτήση εμπρός, οι οποίοι επιδεινώνονται όσο αυξάνεται η ταχύτητα του αέρα και διορθώνονται με ρύθμιση των αντισταθμιστικών πτερυγίων.

Οι κατακόρυφοι που γίνονται αισθητοί κυρίως στην κάθοδο χαμηλής ισχύος σε μέτρια ταχύτητα αέρα (60-70 κόμβοι) διορθώνονται δια κυλίσεως της λαβής ελαφρώς εκτός ευθυγράμμισης.

Οι πλευρικές ταλαντώσεις συνδέονται με αζυγοστάθμιστη κατάσταση. Μπορεί να πρόκειται είτε για αζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος του στροφείου λόγω διαφοράς βάρους μεταξύ των πτερυγίων είτε της ευθυγράμμισης του κέντρου βάρους των πτερυγίων σε σχέση με τον άξονα κατά μήκος του εκπετάσματος που επηρεάζει τη ζυγοστάθμιση κατά μήκος της χορδής. Μπορεί επίσης να πρόκειται για αζυγοστάθμιση του ομφαλού ή της αντιστρεπτικής δοκού.

Οι πλευρικές ταλαντώσεις συνήθως γίνονται αισθητές ως πλευρικές λόγω της κίνησης κύλισης που προσδίδουν στο αεροσκάφος κάνοντας το κάθισμα του πιλότου να ανεβοκατεβαίνει σε σχέση με το κάθισμα του δεύτερου πιλότου: ο πιλότος ανεβαίνει ενώ ο δεύτερος πιλότος κατεβαίνει.

- Αζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος προκαλείται όταν το ένα πτερύγιο και ο ομφαλός είναι βαρύτερα από τα άλλα.

- Αζυγοστάθμιση κατά μήκος της χορδής σημαίνει ότι υπάρχει περισσότερο βάρος προς τη μεταπορευόμενη ακμή του ενός πτερυγίου από την άλλη.

Και οι δύο τύποι αζυγοστάθμισης μπορεί να προκληθούν από τον ομφαλό καθώς και από τα πτερύγια. Περιστασιακή πηγή πλευρικών ταλαντώσεων είναι η ακατάλληλη εξισορρόπηση της αντιστρεπτικής δοκού. Οι ταλαντώσεις συνήθως γίνονται αισθητές σε αιώρηση και σε φθίνουσες μέτριες ταχύτητες αέρα και τείνουν να εξαφανίζονται σε πτήση εμπρός.

2:1 Οι ταλαντώσεις στροφών είναι σύμφυτες με το σύστημα στροφείου δύο πτερυγίων και πάντοτε υπάρχει ένα χαμηλό επίπεδο ταλαντώσεων. Η αύξηση στο επίπεδο των ταλαντώσεων μπορεί να προκληθεί από δύο βασικούς παράγοντες:

- Απώλεια της ικανότητας απορρόφησης
- Αύξηση στο επίπεδο δονήσεων 2/rev του ίδιου του στροφείου λόγω φθαρμένων ή χαλαρών εξαρτημάτων στον ομφαλό του στροφείου, ή χαλαρότητας στους περιστρεφόμενους ελέγχους.

7.3 Ταλαντώσεις μέτριας συχνότητας

Αύξηση στους ... προκαλείται από μεταβολή στην ικανότητα της ατράκτου να απορροφά τις ταλαντώσεις. Για παράδειγμα, μπορεί να προκληθεί από μια δομική ζημιά, τη διακύμανση του επιπέδου καυσίμων κατά τη διάρκεια της πτήσης, κ.λπ.

Οι ταλαντώσεις αυτές γίνονται αισθητές ως κροτάλισμα στη δομή του αεροσκάφους.

7.4 Ταλαντώσεις υψηλής συχνότητας

Μπορούν να προκληθούν από οτιδήποτε στο ελικόπτερο που περιστρέφεται ή ταλαντώνεται με ταχύτητα ίση ή μεγαλύτερη από αυτή του ουραίου στροφείου. Οι τρεις γενικές περιοχές των ταλαντώσεων υψηλής συχνότητας είναι:

- το ουραίο στροφείο
- ο κινητήρας
- τα συστήματα μετάδοσης κίνησης

Η εμπειρία του πιλότου, ωστόσο, μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην αντιμετώπιση της αιτίας των ταλαντώσεων υψηλής συχνότητας. Σε γενικές γραμμές, ο προσδιορισμός της αιτίας των ταλαντώσεων υψηλής συχνότητας πρέπει να ξεκινά με τη διερεύνηση της ευθυγράμμισης του ουραίου στροφείου. Στη συνέχεια πρέπει να ελέγχεται η ζυγοστάθμιση κινώντας το ουραίο στροφείο. Επίσης, πρέπει να γίνεται πλήρης επιθεώρηση των κινητήριων αξόνων. Φυσικές ζημιές, όπως απώλεια του αντισταθμικού πτερυγιδίου, θα είναι εμφανείς.

Η προσπάθεια εντοπισμού της πηγής των ταλαντώσεων μέσω της αίσθησης της ατράκτου σε διάφορα σημεία κατά τη διάρκεια της λειτουργίας στο έδαφος μπορεί ενίοτε να είναι επιτυχημένη και τουλάχιστον να εξαλείψει κάποιες πιθανές αιτίες ταλαντώσεων.

7.5 Στατική ζυγοστάθμιση

7.5.1 Κεντράρισμα στροφέα

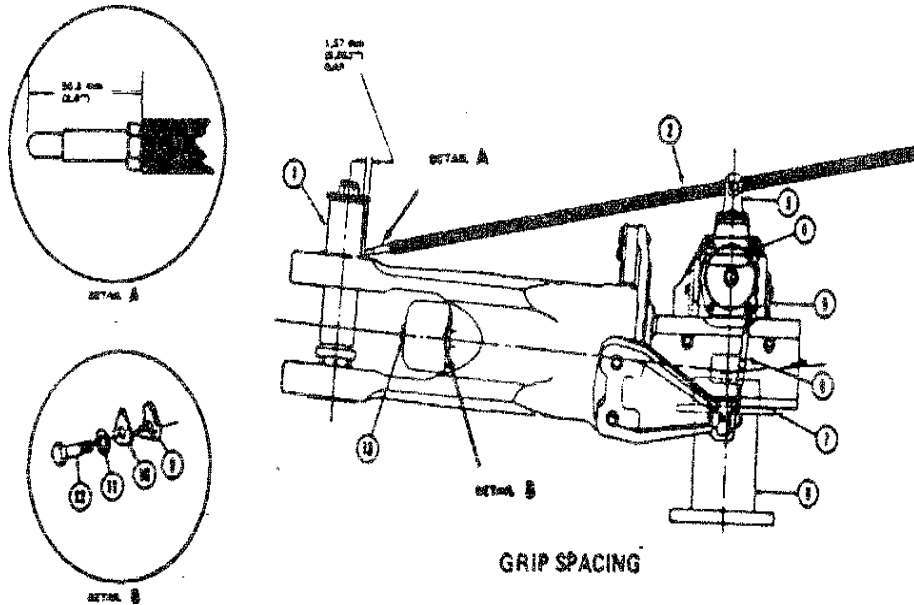
Ο στροφέας είναι τοποθετημένος σε έδρανα με καλύπτρα και διατηρείται κεντραρισμένος με τη χρήση ενός ειδικού εργαλείου. Αυτό επιτρέπει στον χειριστή να ελέγχει το πάχος των παρεμβυσμάτων που απαιτείται μεταξύ του χιτωνίου και του εδράνου προκειμένου να κεντραριστεί ο στροφέας. Η τιμή σύσφιξης θα πρέπει να είναι ,000 έως ,004 ίντσες. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατή η αφαίρεση ,002 ιντσών πάχους παρεμβύσματος ισομερώς και στις δύο πλευρές, αλλά είναι αδύνατη η προσθήκη παρεμβυσμάτων.

Τελικά τα μπουλόνια στρέφονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Τ.Ο.

7.5.2 Απόσταση λαβής

Η διαδικασία αυτή συνίσταται στη μέτρηση της απόστασης μεταξύ του κέντρου του στροφέα και του μπουλονιού συγκράτησης.

Αν το μπουλόνι συγκράτησης είναι προς τα εμπρός, το κάλυμμα έμφραξης στρέφεται προς τα αριστερά. Και η αντίθετη λειτουργία γίνεται σε αντίθετη περίπτωση. Όταν επιτευχθεί η σωστή απόσταση, τα καλύμματα έμφραξης ασφαλιζονται.



Σχήμα 7.2 Απόσταση Λαβής

7.5.3 Ευθυγράμμιση πτερυγίων

Η ευθυγράμμιση των πτερυγίων είναι απαραίτητη σε ημιάκαμπτα στροφέα. Η διαδικασία περιλαμβάνει κίνηση των πτερυγίων γύρω από τον άξονα προήγησης-καθυστέρησης ο οποίος παραμένει σε στάση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας με το βραχίονα αντίστασης. Η κίνηση αυτή είναι για τον συγκεκριμένο σκοπό της τοποθέτησης των πτερυγίων σε σωστή σχέση με τον ομφαλό του στροφέου. Η σχέση αυτή τοποθετεί το κέντρο βάρους και το κέντρο πίεσης προοπτικά.

Αν αυτή η σχέση δεν είναι σωστή, η σταθερότητα του πτερυγίου θα καταστραφεί. Για τον λόγο αυτό, η σωστή ευθυγράμμιση είναι καίριας σημασίας.

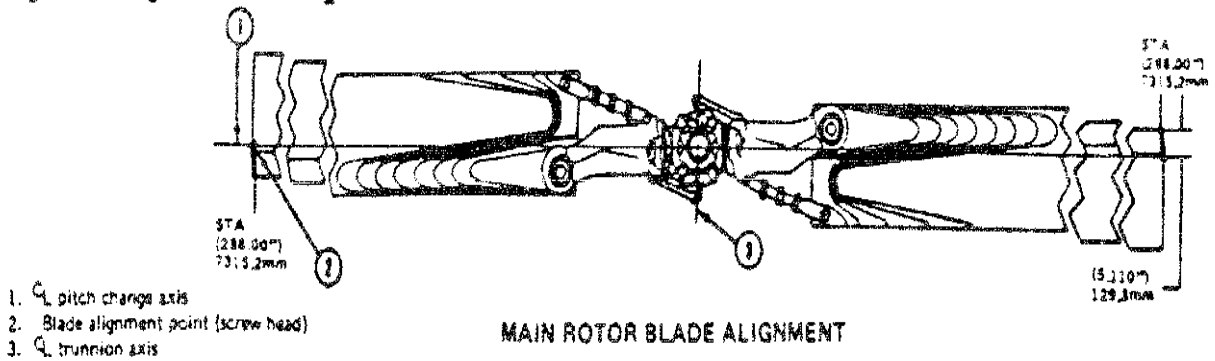
Τα πτερύγια δεν μπορούν να πάνε μπροστά από το σημείο ευθυγράμμισης.

Η ευθυγράμμιση των πτερυγίων πρέπει να γίνει πριν από τη στατική ζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος επειδή η ευθυγράμμιση θα επηρεάσει τη ζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος αλλάζοντας τη σχέση-βραχίονα βάρους.

Τα σημεία που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στην ευθυγράμμιση σημειώνονται στο πτερύγιο από τον κατασκευαστή. Ο πείρος αυτός βρίσκεται πολύ κοντά στο άκρο του πτερυγίου. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ευθυγράμμισης τα πτερύγια υποστηρίζονται προς τα άκρα τους με μία βάση.

Ένας ενδείκτης τοποθετείται σε ένα ειδικό εξάρτημα που συνδέεται με τον ζυγό του κύριου στροφέου. Στη συνέχεια, τα σημεία ευθυγράμμισης διοπτεύονται από τον ενδείκτη προς τον πείρο του πτερυγίου προς κάθε κατεύθυνση προσαρμόζοντας του βραχίονες αντίστασης.

adjusting the drag braces.



Σχήμα 7.3 Ευθυγράμμιση Πτερυγίων

Η ευθυγράμμιση των πτερυγίων πραγματοποιείται όταν τα βασικά εξαρτήματα της κεφαλής ή τα πτερύγια αντικαθίστανται και κατά τη διάρκεια μεγάλων επιθεωρήσεων αποσυναρμολόγησης.

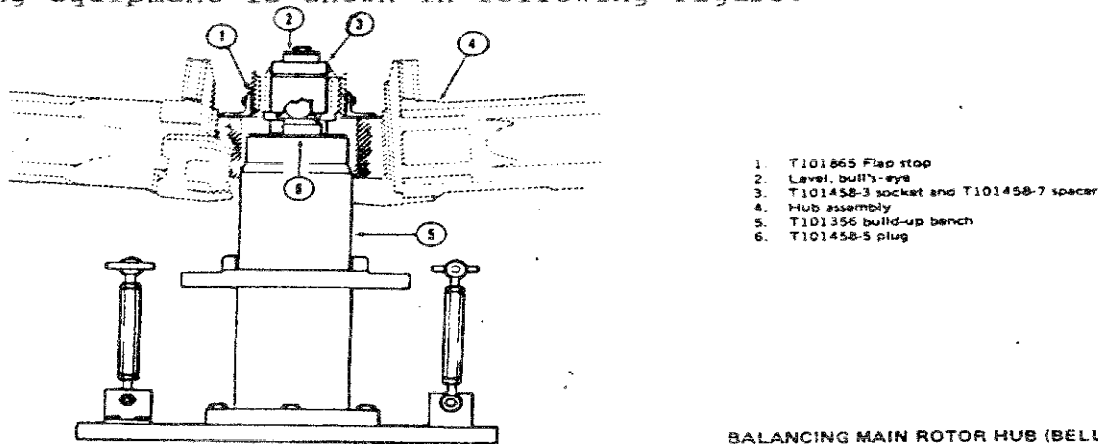
7.5.4 Εξοπλισμοί ζυγοστάθμισης

Στη διαδικασία ζυγοστάθμισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο εξοπλισμοί:

7.5.4.1 Εργαλείο Bell

Έχει σχεδιαστεί για ζυγοστάθμιση της κεφαλής στροφείου μόνο του ελικοπτέρου Bell. Η προσθήκη του βάρους επιτυγχάνεται προσθέτοντας απλώς το βάρος που απαιτείται ενώ παρακολουθείτε έναν κεντρικό φακό τοποθετημένο σε ένα καθορισμένο σημείο στην κεφαλή του στροφείου. Ο εξοπλισμός ζυγοστάθμισης απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα:

ing equipment is shown in following figure:



75

Σχέδιο 7.4 Εργαλείο Bell

7.5.4.2 Γενικός ζυγοσταθμιστής "Marvel kit"

Με αυτόν το ζυγοσταθμιστή μπορούν να ζυγοσταθμιστούν αρκετές διαφορετικές κεφαλές και συστήματα στροφείων με τον ίδιο βασικό εξοπλισμό χρησιμοποιώντας μια σειρά από προσαρμογείς. Η βάση αυτού του εξοπλισμού είναι ένας κρεμαστός άξονας στον οποίο μπορεί να τοποθετηθεί το κύριο στροφέιο με προσαρμογείς ώστε να προσαρμοστεί η κεφαλή στον άξονα και να ελεγχθεί η ευαισθησία.

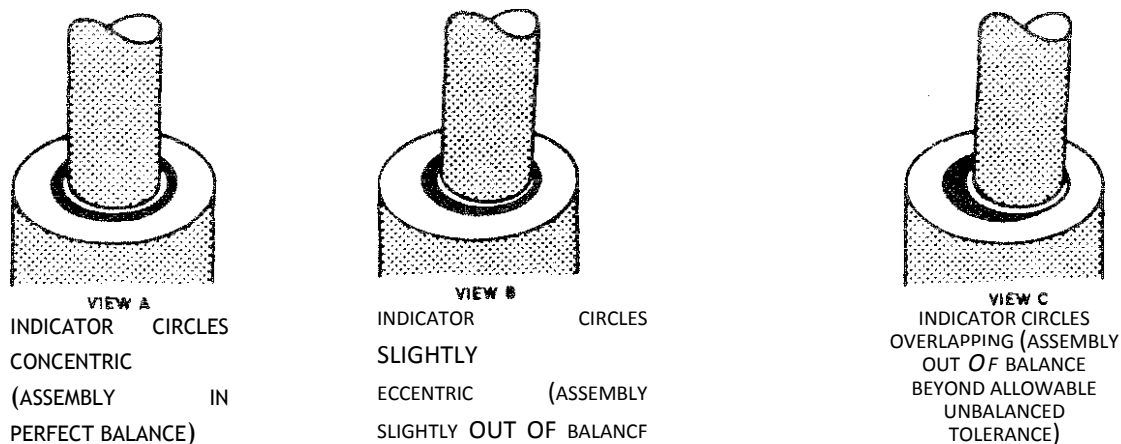
Ο ίδιος ο άξονας είναι κοίλος και κρέμεται από ένα ευέλικτο στοιχείο ανάρτησης που είναι τοποθετημένο στο κέντρο του άξονα και γεμάτο με λάδι. Το λάδι λειτουργεί ως συσκευή απόσβεσης για να επιβραδύνει την κίνηση του άξονα.

Στο ευέλικτο στοιχείο ανάρτησης συνδέεται ένας δακτύλιος ένδειξης στην κορυφή του άξονα. Στην περιοχή του δακτυλίου ένδειξης βρίσκεται ο δίσκος ένδειξης. Είναι η σχέση του δακτυλίου και του δίσκου που δείχνει αν υπάρχει ζυγοσταθμισμένη ή μη ζυγοσταθμισμένη κατάσταση.

Αν το στοιχείο είναι ζυγοσταθμισμένο, η σχέση του δακτυλίου και του δίσκου θα είναι ομόκεντρη. (VIEW-A)

Αν το στοιχείο είναι ελαφρώς μη ζυγοσταθμισμένο, η σχέση του δακτυλίου και του δίσκου θα είναι ελαφρώς έκκεντρη. (VIEW-B)

Αν η σχέση του δίσκου και του δακτυλίου επικαλύπτεται, το στοιχείο έχει υπερβεί τις μετρήσιμες ανοχές. (VIEW-C)



INTERPRETATION-BALANCE INDICATION

7.5.5 Διαδικασίες στατικής ζυγοστάθμισης

Τα συστήματα κύριου και ουραίου στροφείου, όπως κάθε άλλο περιστρεφόμενο αντικείμενο, απαιτούν ζυγοστάθμιση. Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται τόσο στατικά όσο και δυναμικά ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή, απρόσκοπτη λειτουργία του ελικοπτέρου.

Επειδή τα στροφεία μπορεί να επηρεαστούν είτε από τις ταλαντώσεις κατά μήκος του εκπετάσματος (το άνοιγμα των έλικων) είτε από τις ταλαντώσεις κατά μήκος της χορδής, η ζυγοστάθμιση των στροφείων είναι απαραίτητη και προς τις δύο κατευθύνσεις.

Η ζυγοστάθμιση κατά μήκος της χορδής είναι προς την κατεύθυνση της χορδής του πτερυγίου.

Η ζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος θα είναι σε σχέση με το εκπέτασμα του πτερυγίου.

Η ζυγοστάθμιση κατά μήκος της χορδής πρέπει να καθορίζεται πριν από τη ζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος επειδή η ζυγοστάθμιση κατά μήκος της χορδής θα επηρεάσει τη ζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος.

7.5.5.1 Στατική ζυγοστάθμιση κύριου στροφείου

Με το σύστημα στροφείου AB 212, η κεφαλή ζυγοσταθμίζεται χωριστά από τα πτερύγια και στη συνέχεια ολόκληρο το σύστημα ζυγοσταθμίζεται ως μονάδα.

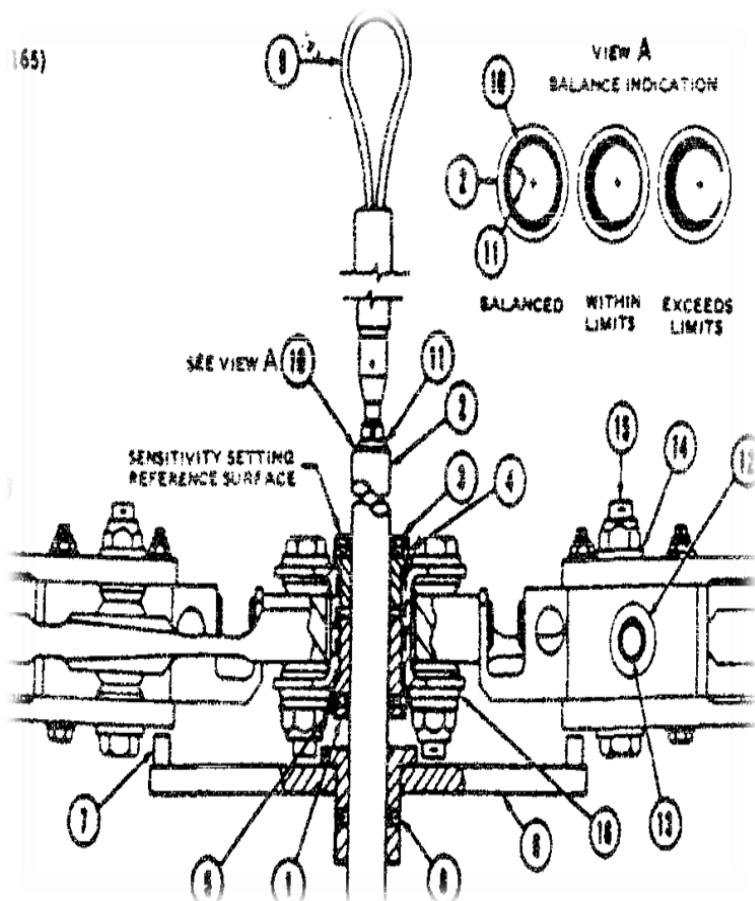
Παράκυκλοι προσαρμόζονται στην εξωτερική επιφάνεια του εδράνου με καλύπτρα για να επιτευχθεί ζυγοστάθμιση κατά μήκος της χορδής και βαρίδι στο εσωτερικό του μπουλονιού συγκράτησης του πτερυγίου για να επιτευχθεί ζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος.

Αν και η στατική ζυγοστάθμιση με κανένα τρόπο δεν εξασφαλίζει δυναμική ζυγοστάθμιση, η επίτευξή της αρχικά θα εξαλείψει προβλήματα που θα εμφανίζονταν αν γινόταν προσπάθεια να επιτευχθεί πρώτα

δυναμική ζυγοστάθμιση. Με ένα αντικείμενο τόσο μεγάλο όσο το κύριο στροφέιο, αν δεν είχε επιτευχθεί πριν run-up, θα ήταν πολύ πιθανό το αποτέλεσμα να είναι καταστροφικό.

7.5.5.2 Στατική ζυγοστάθμιση ουραίου στροφείου

Τα πτερύγια του ουραίου στροφείου ζυγοσταθμίζονται κατά την κατασκευή για να μειωθεί η πιθανότητα ταλαντώσεων. Αυτές οι προφυλάξεις, ωστόσο, δεν θα εξαλείψουν την ανάγκη για επιτόπια ζυγοστάθμιση. Η διαδικασία ζυγοστάθμισης εκτελείται με τον γενικό ζυγοσταθμιστή που χρησιμοποιείται στο κύριο στροφέιο. Ο δακτύλιος και όλα τα άλλα αξεσουάρ είναι φτιαγμένα για το συγκεκριμένο στροφέιο. Όπως ο άξονας που χρησιμοποιείται στο κύριο στροφέιο, ο άξονας χρησιμοποιεί έναν δίσκο προσαρμοσμένο σε ένα καλώδιο και μουςκεμένο σε λάδι. Στο πτερύγιο προστίθενται σε προκαθορισμένα σημεία έως ότου ένας τέλειος κύκλος να είναι ορατός μεταξύ του δίσκου και της στεφάνης του ζυγοσταθμιστή.



1. Pilot Bushing
2. Balance Indicating
3. Pilot Bushing
4. Set screws
5. Set screws
6. Base
7. Post
8. Set Screws
9. Cable Loop
10. Indicator Disk
11. Indicator Collar
12. Washers, chordwise balance
13. Bolt
14. Washers, spanwise balance
15. Bolts, blade attaching
16. Balance arm
17. Hub and Blade assembly

Σχέδιο 7.5 TAIL ROTOR BALANCING

7.5.5.3 Απαιτήσεις ζυγοστάθμισης

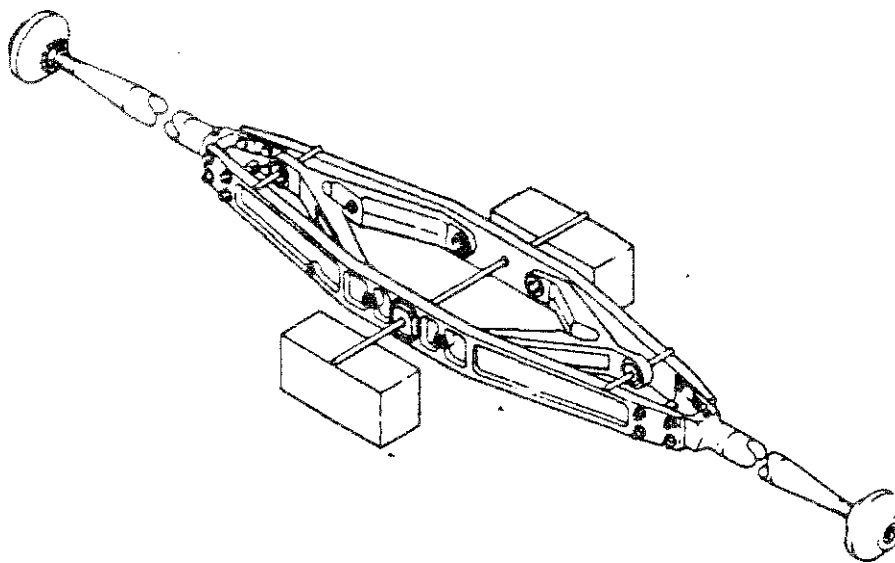
Ο ζυγοσταθμιστή είναι πολύ ευαίσθητος και θα διαταραχθεί από οποιοδήποτε ρεύμα αέρα. Η στατική ζυγοστάθμιση του ουραίου στροφείου γίνεται στην αίθουσα επιθεώρησης ώστε να διασφαλιστεί η ακρίβεια της διαδικασίας.

Είναι σημαντικό η κεφαλή του στροφείου να είναι κατάλληλα συντηρημένη πριν από τη ζυγοστάθμιση. Η συντήρηση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις συστάσεις του κατασκευαστή.

Όλες οι εργασίες ζυγοστάθμισης πρέπει να γίνονται σε ιδανικές συνθήκες, οι οποίες περιλαμβάνουν καθαρό εξοπλισμό και χώρο εργασίας χωρίς ρεύματα.

7.5.5.4 Διαδικασία ζυγοστάθμισης αντιστρεπτικής δοκού

Η ζυγοστάθμιση είναι απαραίτητη προκειμένου να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία της αντιστρεπτικής δοκού. Η ζυγοστάθμιση ελέγχεται αφού αφαιρεθεί η δοκός. Μια ράβδος ζυγοστάθμισης περνά μέσα από τα έδρανα στήριξης και η δοκός αναρτάται σε επιφάνειες δύο επιπέδων. Αν η δοκός δεν είναι ζυγοσταθμισμένη, το βάρος στην βαριά πλευρά μετακινείται προς τα μέσα μέχρι να επιτευχθεί ζυγοστάθμιση.



Σχέδιο 7.6 Ισοσταθμιστής (stabilizer)

7.6 Διαδικασίες αντιμετώπισης ταλαντώσεων

7.6.1 Αντιμετώπιση πλευρικών ταλαντώσεων

7.6.1.1 Διαδικασία αντιμετώπισης

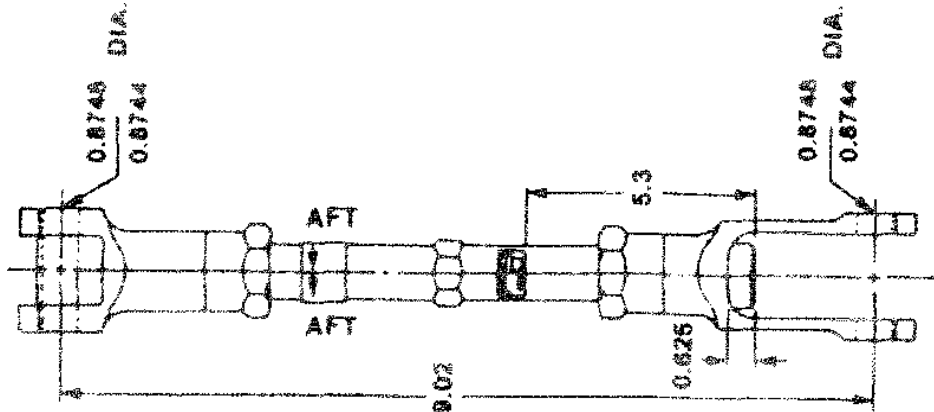
Η διαδικασία αυτή ονομάζεται και «δυναμική ζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος». Το σύστημα που χρησιμοποιείται για ζυγοστάθμιση κατά μήκος του εκπετάσματος τυλίγει με ταινία τα πτερύγια και αισθάνεται τα αποτελέσματα του πρόσθετου βάρους που τοποθετείται στο πτερύγιο με την ταινία. Η διαδικασία εξηγείται πλήρως χάρη στο οργανόγραμμα που παρέχεται από το τεχνικό εγχειρίδιο.

Εάν η πλευρική κίνηση του πιλοτηρίου γίνεται αισθητή από το πλήρωμα όταν το ελικόπτερο βρίσκεται σε αιώρηση, δύο περιτυλίγματα ταινίας δύο ιντσών τοποθετούνται σε κάθε άκρο του πτερυγίου. Εάν υπάρχει βελτίωση, η προσθήκη ταινίας συνεχίζεται μέχρι τα αποτελέσματα να είναι ικανοποιητικά. Εάν υπάρχει επιδείνωση, οι ταινίες τοποθετούνται στο άλλο πτερύγιο και προστίθενται μέχρι το επίπεδο των ταλαντώσεων να είναι ικανοποιητικό. Ωστόσο, εάν το πρόβλημα εξακολουθεί να υφίσταται, το πτερύγιο που χαμήλωσε για πτήση θα επανευθυγραμμιστεί με γωνιακή απόκλιση του πίσω μέρους του πτερυγίου 1/8 επίπεδες επαυξήσεις.

7.6.1.2 Γωνιακή απόκλιση πτερυγίου

Η διαδικασία αυτή γίνεται μόνο μετά την ευθυγράμμιση του πτερυγίου. Η γωνιακή απόκλιση γίνεται για να επιτευχθεί δυναμική ζυγοστάθμιση κατά μήκος της χορδής και δεν είναι πάντοτε απαραίτητη μετά την επίτευξη στατικής ζυγοστάθμισης.

Η διαδικασία είναι αρκετά απλή. Περιλαμβάνει τη μετακίνηση του πτερυγίου προς τα κάτω περίπου στον άξονα προήγησης/καθυστέρησης, ο οποίος παραμένει σταθερός από τον βραχίονα αντίστασης, για να επιτευχθεί δυναμική ζυγοστάθμιση κατά μήκος της χορδής της κεφαλής του στροφείου. Μόλις επιτευχθεί η αρχική ευθυγράμμιση, το πτερύγιο μπορεί να κινηθεί μόνο προς τα πίσω χωρίς να επηρεάζει τη σταθερότητα του ελικοπτέρου. Για το λόγο αυτόν, οι βραχίονες αντίστασης επισημαίνονται με χαλκομανία που υποδεικνύει την κίνηση προς τα πίσω.



Σχέδιο 7.7 Βραχίονας συγκράτησης με χαλκομανία που δείχνει τη ρύθμιση προς τα πίσω

Για να επιτευχθεί η σωστή ρύθμιση ενδέχεται να χρειαστούν περισσότερες από μία προσαρμογές. Για το λόγο αυτόν, είναι πολύ σημαντικό να επισημαίνεται η ρύθμιση της αρχικής ευθυγράμμισης. Όλη η κίνηση στη διαδικασία γωνιακής απόκλισης πτερυγίου θα πρέπει να είναι μάλλον μικρή επειδή η κίνηση στον βραχίονα αντίστασης πολλαπλασιάζεται αρκετές φορές στο άκρο του πτερυγίου.

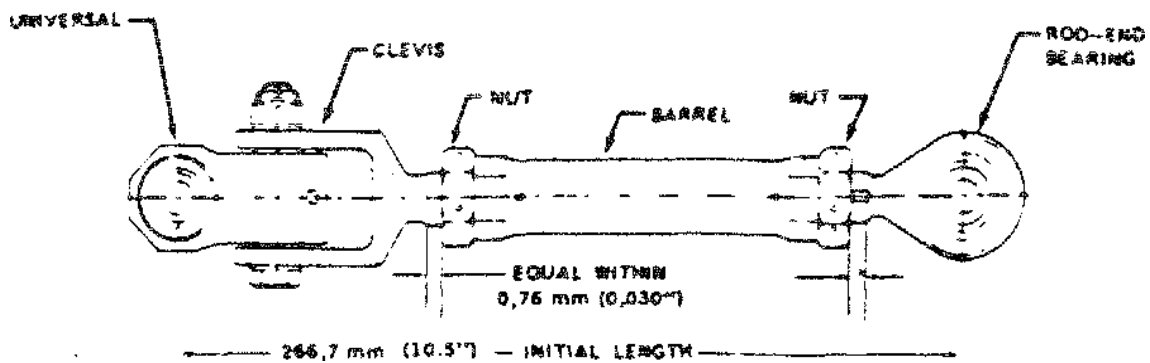
7.6.2 Αντιμετώπιση κατακόρυφων ταλαντώσεων

7.6.2.1 Διαδικασία εξομάλυνσης στροφείου

Η διαδικασία αυτή ακολουθείται μόνο αν κατακόρυφες ταλαντώσεις 1:1 γίνονται αισθητές μετά τη ρύθμιση της τροχιάς και αφού διορθωθούν οι πλευρικές ταλαντώσεις. Η διαδικασία εξηγείται και στο εγχειρίδιο γενικής επισκευής με ένα οργανόγραμμα (παρέχεται στο παράρτημα).

Το ψηλό πτερύγιο "A" που καταγράφηκε κατά το υψηλό ίχνος τροχιάς χαμηλώνει.

Αν είναι καλύτερα, το ψηλό πτερύγιο "A" χαμηλώνει μέχρι η ταχύτητα του αέρα στην οποία υπάρχει εμφανές 1:1 να είναι 70 κόμβοι ή παραπάνω. Στη συνέχεια το πτερυγίδιο του χαμηλού πτερυγίου ανεβαίνει μέχρι να αποκτηθεί τροχιά πτήσης.



Σχέδιο 7.7

Αν είναι χειρότερα, το χαμηλό πτερύγιο "B" μέχρι η ταχύτητα του αέρα να είναι 70 κόμβοι ή παραπάνω. Μετά, αν είναι καλύτερα, το πτερυγίδιο του πτερυγίου "A" ανεβαίνει μέχρι να αποκτηθεί τροχιά πτήσης. Αν εξακολουθεί να είναι χειρότερα, θα πρέπει να ελεγχθεί ολόκληρη η λειτουργία με μικρότερες προσαρμογές. Τέλος, αν το αποτέλεσμα παραμένει μη ικανοποιητικό, μπορεί να είναι απαραίτητη η αλλαγή του πτερυγίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο: ΕΛΕΓΧΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

8.1 Εισαγωγή

Τα κιβώτια ταχυτήτων μετάδοσης 42° και 90° και τα εξαρτήματα των στροφείων απαιτούν λειτουργική δοκιμή για την τελική αποδοχή.

Τα κιβώτια ταχυτήτων πρέπει να ελέγχονται σε θαλάμους δοκιμών για την ανίχνευση διαρροών και την επαλήθευση του σωστού διακένου και διάταξης των γραναζιών. Ωστόσο, οι εγκαταστάσεις HAI δεν είναι εφοδιασμένες με αυτούς τους πάγκους δοκιμών και εφαρμόζεται εναλλακτική διαδικασία. Οι λειτουργικοί ή επιχειρησιακοί έλεγχοι διεξάγονται στη γραμμή πτήσης HAI από τον πελάτη μετά τη δοκιμή του κινητήρα. Αποτελούνται από διάφορες διαδικασίες όπως η επιθεώρηση και η αντιμετώπιση διαρροής λαδιών, καθώς και η αντιμετώπιση ταλαντώσεων.

Όταν οι διαδικασίες αυτές ολοκληρωθούν και το ελικόπτερο αντεπεξέλθει επιτυχώς σε όλες τις απαιτήσεις, ο επιθεωρητής ποιότητας εκδίδει μια κίτρινη ετικέτα για τα συντηρήσιμα στοιχεία.

8.2 Έλεγχος ευθυγράμμισης κινητήρα με το κιβώτιο ταχυτήτων

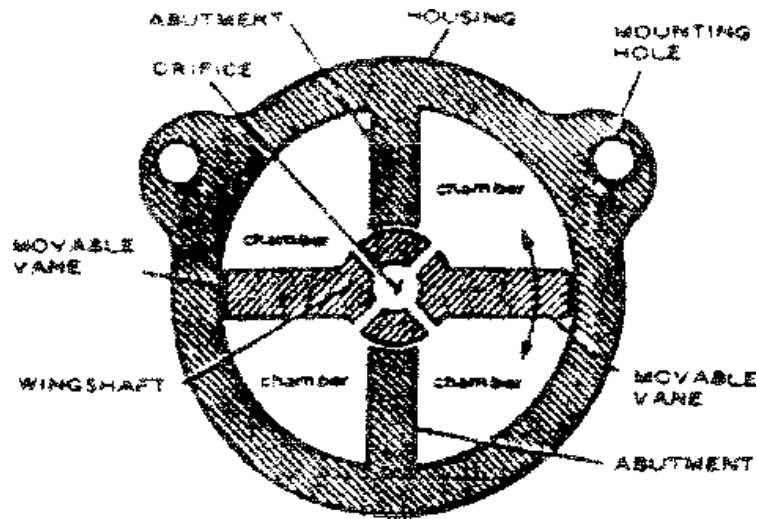
Μετά την εγκατάσταση καινούργιου ή την αντικατάσταση του κινητήρα, ενδέχεται να είναι απαραίτητο να ελεγχθεί η ευθυγράμμιση του κινητήρα με το κιβώτιο ταχυτήτων έτσι ώστε ο κύριος κινητήριος άξονας εισόδου να μην επιβαρύνεται με τάσεις στις συνδέσεις. Η λανθασμένη ευθυγράμμιση θα έχει ως αποτέλεσμα αστοχία του άξονα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

Χρησιμοποιούνται ειδικά εργαλεία και μια διάταξη στήριξης τοποθετείται στο συγκρότημα του φουσητήρα του κινητήρα για να συγκρατεί το συγκρότημα της δοκού στο οποίο τοποθετούνται ένα ραβδωτό παξιμάδι και σύρμα ασφαλείας.

Το σύρμα περνά μέσα από έναν στόχο στη δοκό και συνδέεται με τον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων μέσω μιας πλάκας. Όταν το σύρμα τεντωθεί θα πρέπει να περάσει μέσα από την οπή του στόχου χωρίς να αγγίζει το πλάι της οπής. Εάν το αγγίζει, οι βάσεις θα πρέπει να μετακινηθούν μέχρι να επιτευχθεί η σωστή ευθυγράμμιση.

8.3 Έλεγχος χρονισμού αποσβεστήρα αντιστρεπτικής δοκού

Οι αποσβεστήρες ελέγχονται για χρονισμό ανεβάζοντας τον σταθεροποιητή στους εμποδιστήρες και επαναφέροντάς τον στην ουδέτερη θέση. Θα πρέπει να χρειαστούν πέντε δευτερόλεπτα συν ή μείον ένα δευτερόλεπτο. Εάν ο χρονισμός είναι πέρα από τα όρια, η βαλβίδα αλλάζει αυξάνοντας ή μειώνοντας τον χρόνο απόκρισης, όπως απαιτείται.



Σχέδιο 7.8

A. Σωστός χρονισμός αποσβεστήρα:

1. Σωστή επαναφορά του πείρου ένδειξης

α. 5 ± 1 δευτερόλεπτα

2. Με Αποτέλεσμα:

- Σωστή αντιστρεπτική δοκός στον άξονα σύμφωνα με τον χρόνο
- Σταθερό ελικόπτερο
- Σωστός έλεγχος

B. Σκληρός αποσβεστήρας:

1. Αργή επαναφορά πείρου ένδειξης

α. Περισσότερο από 6 δευτερόλεπτα

2. Με αποτέλεσμα:

- Ταχύτερη αντιστρεπτική δοκός στον άξονα σύμφωνα με τον χρόνο
- Ασταθές ελικόπτερο
- Υπερευαίσθητη αντίδραση ελέγχου

Γ. Μαλακός αποσβεστήρας

1. Γρήγορη επαναφορά του πείρου ένδειξης

α. Λιγότερο από 4 δευτερόλεπτα

2. Με αποτέλεσμα:

- Μεγαλύτερη αντιστρεπτική δοκός στον άξονα σύμφωνα με τον χρόνο
- Overstate ελικόπτερο
- Καθυστερημένη αντίδραση ελέγχου

8.4. Διαδικασίες χάραξης ίχνους τροχιάς

8.4.1. Σκοπός χάραξης ίχνους τροχιάς

Η χάραξη ίχνους τροχιάς είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί αν όλα τα πτερύγια κινούνται στο ίδιο επίπεδο ακροπτερυγίων. Αν ένα πτερύγιο είναι εκτός ευθυγράμμισης, το ελικόπτερο θα έχει κατακόρυφες ταλαντώσεις 1:1.

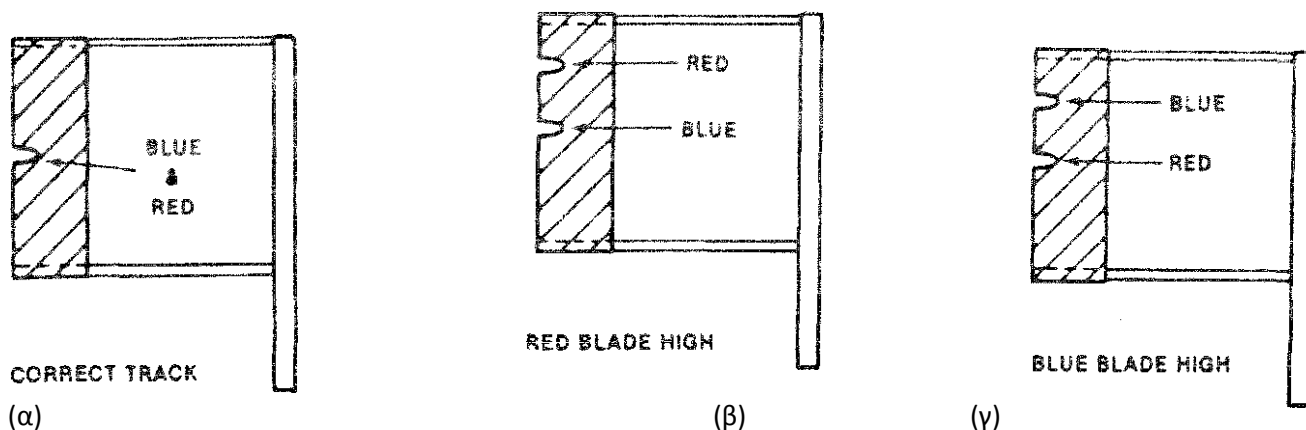
Η χάραξη ίχνους τροχιάς θα πρέπει πάντοτε να είναι η πρώτη διαδικασία που εκτελείται όταν κεφαλές ή πτερύγια ανακατασκευάζονται ή αντικαθίστανται κατά την αρχική δοκιμή. Θα είναι αδύνατο να διορθωθούν μη ζυγостаθμισμένες καταστάσεις μέχρι να διορθωθεί η τροχιά.

8.4.2. Τροχιά κύριου στροφείου

Η μέθοδος της σημαίας χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της τροχιάς στο κύριο στροφείο του AB 212. Η διαδικασία θα ξεκινήσει με χάραξη ίχνους τροχιάς εδάφους· απαιτούνται επίσης μια τροχιά χαμηλής ταχύτητας καθώς και μια τροχιά υψηλής ταχύτητας.

8.4.2.1 Μέθοδος της σημαίας

Η μέθοδος της σημαίας χρησιμοποιείται μόνο για τροχιά εδάφους. Η σημαία αποτελείται από το πλαίσιο ενός ύψους για να χωρά το στροφείο του ελικοπτέρου. Χρώματα με βάση το νερό τοποθετούνται στα άκρα των



Σχέδιο 7.9 Μέθοδος Σημαίας

πτερυγίων με διαφορετικό χρώμα σε κάθε άκρο. Το ελικόπτερο λειτουργεί στις στροφές ανά λεπτό που έχουν οριστεί από τον κατασκευαστή και η σημαία περιστρέφεται μέσα στα ακροπτερύγια του στροφείου. Αυτό θα αφήσει εγκοπές στην εξωτερική άκρη της σημαίας με το χρώμα στις άκρες των εγκοπών.

Σχ. α: εμφανίζεται μόνο μία εγκοπή που δείχνει ότι και τα δύο πτερύγια κινούνται στο ίδιο επίπεδο ακροπτερυγίων και δεν απαιτούνται ρυθμίσεις.

Σχ. β: δείχνει ότι το κόκκινο πτερύγιο είναι ψηλότερο από το μπλε πτερύγιο, υποδεικνύοντας ότι το κόκκινο πτερύγιο πρέπει να χαμηλώσει ή το μπλε πτερύγιο να ψηλώσει.

Σχ. γ: έχει συμβεί το αντίθετο και οι ρυθμίσεις θα πρέπει να γίνουν με τον αντίθετο τρόπο.

8.4.2.2 Ρύθμιση τροχιάς πτερυγίων

Το οργανόγραμμα που παρέχεται στο παράρτημα μας δείχνει την πραγματική διαδικασία που εκτελείται στη γραμμή πτήσης. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η διαδικασία χάραξης ίχνους τροχιάς απαιτεί χαμηλή λειτουργική χάραξη ίχνους τροχιάς του στροφείου στο 90% των στροφών ανά λεπτό και υψηλή λειτουργική χάραξη ίχνους τροχιάς στο 100% των στροφών ανά λεπτό.

Κατά τη διάρκεια της χαμηλής χάραξης ίχνους τροχιάς, αν το στροφείο είναι εκτός ευθυγράμμισης, το ψηλό πτερύγιο γυρνά προς τα κάτω έως ότου επιτευχθεί η χαμηλή χάραξη ίχνους τροχιάς.

Στη συνέχεια, όταν η χαμηλή χάραξη ίχνους τροχιάς είναι "OK" εκτελείται μια υψηλή χάραξη ίχνους τροχιάς προκειμένου να καταγραφεί ποιο πτερύγιο είναι ψηλότερο, αλλά δεν γίνεται καμία ρύθμιση. Η καταγραφή διατηρείται και θα χρησιμοποιηθεί κατά τη διαδικασία εξομάλυνσης του στροφείου.

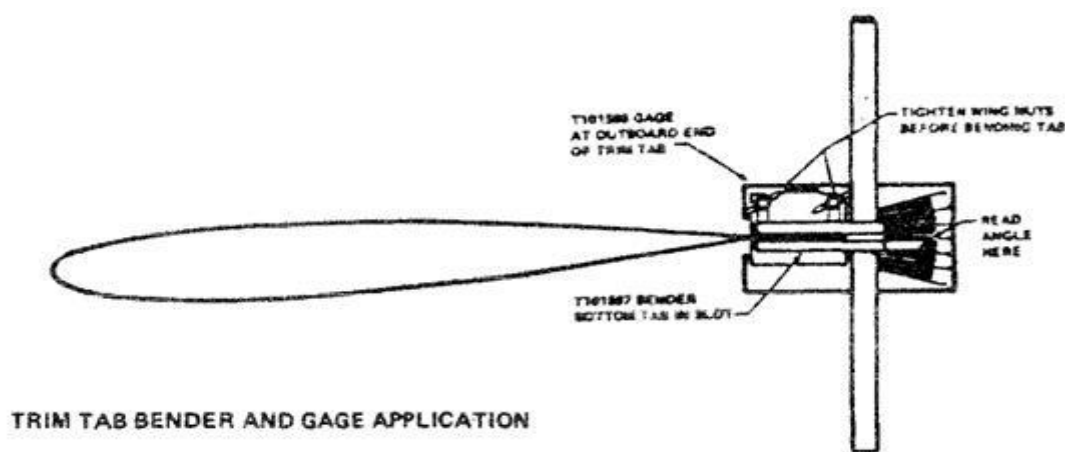
Η χαμηλή χάραξη ίχνους τροχιάς ρυθμίζεται αλλάζοντας τη γωνία προσβολής του επιμέρους πτερυγίου μέσω του συνδέσμου αλλαγής πρόνευσης. Τα πτερύγια χαμηλώνουν με τον σύνδεσμο συντόμευσης μετακινώντας το τελικό εξάρτημα της δοκού.

Μόλις αποκατασταθεί η αρχική χάραξη ίχνους τροχιάς και κανένα εξάρτημα που θα μπορούσε να επηρεάσει την τροχιά δεν έχει αλλαχθεί, δεν υπάρχει ανάγκη για περιοδική ρύθμιση της τροχιάς. Εάν υπάρχουν ταλαντώσεις, τα εξαρτήματα και οι έλεγχοι θα πρέπει να επιθεωρηθούν προσεκτικά για δυσλειτουργίες πριν επιχειρηθούν οποιεσδήποτε ρυθμίσεις επαναχάραξης ίχνους τροχιάς.

8.4.2.3 Πτερυγία αντιστάθμισης (Trim Tabs)

Και τα δύο πτερύγια είναι εξοπλισμένα με σταθερά πτερυγία αντιστάθμισης (trim tabs). Τα trim tabs είναι στερεωμένα στο πτερύγιο και απλώς λυγίζουν για να αλλάξουν τη γωνία προσβολής του πτερυγίου. Λυγίζοντας το tab προς τα πάνω το πτερύγιο θα ανέβει. Λυγίζοντας το tab προς τα κάτω το πτερύγιο θα αναγκαστεί να κατέβει.

Κατά τη διάρκεια όλων των αρχικών διαδικασιών χάραξης ίχνους τροχιάς τα trim tabs θα πρέπει να είναι τοποθετημένα σε ουδέτερη θέση. Αυτό θα επιτρέψει ρύθμιση προς οποιαδήποτε κατεύθυνση με ελάχιστη παραμόρφωση των tabs που δημιουργούν οπισθέλκουσα. Ο αριθμός των μοιρών που ένα tab μπορεί να λυγίσει περιορίζεται επίσης από τον κατασκευαστή του ελικοπτέρου. Για τον σκοπό αυτό, ο κατασκευαστής παρέχει μια συσκευή τύπου μοιρογνωμονίου.



Σχέδιο 7.10 Πτερύγια αντιστάθμισης

8.4.3. ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗ ΟΥΡΑΙΟΥ ΣΤΡΟΦΕΙΟΥ

8.4.3.1. Σκοπός

Το πρόβλημα της ζυγοστάθμισης, όπως και αυτό στο κύριο στροφέιο, μπορεί να λυθεί μόνο αφού το ουραίο στροφέιο είναι εντός τροχιάς. Η τροχιά αυτή προσδιορίζεται με τη μέθοδο της ράβδου.

8.4.3.2. Η μέθοδος της ράβδου

Η διαδικασία για τη μέθοδο αυτή είναι αρκετά απλή. Χρησιμοποιείται μια ράβδος μικρής διαμέτρου με άκρο από σπογγώδες λάστιχο. Με το ελικόπτερο σε ταχύτητα λειτουργίας, το προσωπικό συντήρησης τοποθετεί τη ράβδο στη δομή του σκάφους στην αντίθετη πλευρά από εκείνη που βρίσκεται το ουραίο στροφέιο. Από αυτό το σημείο η ράβδος μετακινείται σταδιακά μέχρι να γίνει επαφή με το πτερύγιο του ουραίου στροφέιου. Αυτό το σημείο επαφής θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στην αιχμή. Στη συνέχεια απενεργοποιείται το ελικόπτερο και εξετάζονται τα σημάδια των πτερυγίων.

Εάν έχει σηματοδοτηθεί μόνο ένα πτερύγιο, ο σύνδεσμος αλλαγής πρόνευσης είναι να μετακινηθεί το πτερύγιο προς τα μέσα και προς τα έξω και η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι το αποτύπωμα να είναι ίδιο και στα δύο πτερύγια. Αν πρέπει να γίνει μεγάλη διόρθωση, θα μετακινηθούν και τα δύο και όχι μόνο το ένα.

8.5. Ηλεκτρονικός έλεγχος ταλαντώσεων και ζυγοστάθμισης

8.5.1. Πλεονεκτήματα

Ο ηλεκτρονικός ζυγοσταθμιστής αφαιρεί τις εικασίες από την επίλυση προβλημάτων ταλαντώσεων και επίσης δίνει τη δυνατότητα στο προσωπικό συντήρησης να καθιερώσει νέα χαμηλά στα επίπεδα ταλαντώσεων που προηγουμένως είχαν επιτευχθεί μόνο τυχαία.

8.5.2. Λειτουργία ηλεκτρονικών συσκευών

8.5.2.1. Επιταχυνσιόμετρα

Οι ταλαντώσεις γίνονται αισθητές με τη χρήση επιταχυνσιόμετρου. Αυτή η συσκευή είναι πιεζοηλεκτρικού τύπου που σημαίνει ότι το αισθητήριο στοιχείο είναι ένα ειδικό κρύσταλλο που παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα όταν τανύζεται ή συμπιέζεται.

Όταν το σκάφος ταλαντώνεται, το επιταχυνσιόμετρο κινείται ως μονάδα κάνοντας τη μάζα να απομακρυνθεί και να συμπιέσει το κρύσταλλο παράγοντας μια εναλλακτική τάση με κύκλο ταλάντωσης.

8.5.2.2. Φίλτρο

Το εν λόγω σήμα με τη σειρά του φιλτράρεται ηλεκτρονικά για να εξαλειφθούν όλες οι ταλαντώσεις που δεν ενδιαφέρουν τον χειριστή ο οποίος αναζητά το επίπεδο ταλαντώσεων του κύριου στροφέιου. Με το κύριο στροφέιο να λειτουργεί στο φάσμα των 324 στροφών ανά λεπτό, ο χειριστής μπορεί να εξαλείψει όλες τις ταλαντώσεις που υπάρχουν σε άλλα φάσματα, όπως στον κινητήρα, τον άξονα, στα έδρανα, κ.λπ.

8.5.2.3. Μετρητής

Αφού φιλτραριστεί, η ώθηση πηγαίνει σε έναν μετρητή που δείχνει τις ταλαντώσεις σε ίντσες ανά δευτερόλεπτο (IPS) κίνησης. Αυτή η κίνηση δείχνει την ένταση ταλάντωσης του συστήματος στροφέιου. Ο στόχος είναι να μειωθεί η εν λόγω ταλάντωση στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα.

8.5.2.4. Επεξεργαστής φάσεων

Για να προσδιοριστεί η θέση της ταλάντωσης σε σχέση με το στροφέιο πρέπει να καθοριστεί η γωνία φάσης. Αυτό επιτυγχάνεται με το σήμα από έναν μαγνητικό αισθητήρα και το φιλτραρισμένο σήμα του επιταχυνσιόμετρου.

Ο μαγνητικός αισθητήρας τοποθετείται στο σταθερό τμήμα του ταλαντευόμενου δίσκου, με τους διακόπτες να τοποθετούνται στο περιστρεφόμενο τμήμα. Με κάθε στροφή του στροφέιου οι μαγνητικές γραμμές του αισθητήρα διαταράσσονται και υπάρχει ώθηση.

Με το φιλτραρισμένο σήμα του επιταχυνσιόμετρου, αυτό χρησιμοποιείται για να ανάψει ένας δακτύλιος 24 φώτων στο τμήμα επεξεργαστή φάσεων του εξοπλισμού. Αυτός ο δακτύλιος φώτων αντιπροσωπεύει ένα ρολόι το οποίο είναι σε διαβαθμίσεις μισής ώρας, με τις θέσεις 12 και 6 ακριβώς να είναι στην κορυφή και στο κάτω μέρος, αντίστοιχα.

8.5.3. Εφαρμογή (διάγραμμα)

Με την ένταση της ταλάντωσης σε ίντσες ανά δευτερόλεπτο (IPS) και τη γωνία ρολογιού στα φώτα του επεξεργαστή φάσεων, η ταλάντωση μπορεί να παρουσιαστεί γραφικά και να καθοριστούν διορθωτικές ενέργειες.

Χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό που κατασκεύασε ο Chadwick Helmut έχουν γίνει διαγράμματα για συγκεκριμένα ελικόπτερα. Αυτό το γράφημα αντιπροσωπεύει το κύριο στροφέιο ενός συστήματος ημιάκαμπτου στροφέιου. Ο στόχος είναι να μειωθεί το επίπεδο της ταλάντωσης στο κέντρο του διαγράμματος. Η διορθωτική ενέργεια που απαιτείται παρέχεται στο πλάι και στο κάτω μέρος του διαγράμματος. Το κυκλικό τμήμα χρησιμοποιείται για την καταγραφή της έντασης της ταλάντωσης σε ίντσες ανά δευτερόλεπτο (IPS) στη γωνία ρολογιού.

Μετακινούμενοι ακριβώς απέναντι και κάτω από αυτό το σημείο, η διορθωτική ενέργεια που επισημαίνεται είναι η προσθήκη βάρους στο πτερύγιο που επισημαίνεται και η γωνία απόκλισης του επισημαινόμενου πτερυγίου. Αυτές οι διαδικασίες θα πρέπει να επαναληφθούν έως ότου το επίπεδο ταλάντωσης μειωθεί στο επιθυμητό επίπεδο και ενδέχεται να χρειαστούν τρεις ή περισσότερες κινήσεις.

8.6. Ρυθμίσεις αυτοπεριστροφής

8.6.1. Σκοπός

Όταν γίνονται ρυθμίσεις στο σύστημα στροφέιου μπορεί να επηρεαστεί η ικανότητα αυτοπεριστροφής του ελικόπτερου. Γι' αυτό είναι σημαντικό να ελέγχεται η ταχύτητα αυτοπεριστροφής. Αν το στροφέιο είναι πολύ γρήγορο στην αυτοπεριστροφή, ενδέχεται να υπάρξει απώλεια στήριξης του πτερυγίου. Αν οι στροφές ανά λεπτό του στροφέιου είναι πολύ αργές, η άντωση του στροφέιου δεν θα στηρίξει το ελικόπτερο. Δεδομένου ότι η αυτοπεριστροφή είναι μια διαδικασία έκτακτης ανάγκης, είναι πολύ σημαντικό οι στροφές ανά λεπτό του στροφέιου να ρυθμίζονται πριν από την κατάσταση έκτακτης ανάγκης επειδή η ανάκαμψη χωρίς ισχύ δεν είναι πιθανή με χαμηλές στροφές ανά λεπτό του στροφέιου.

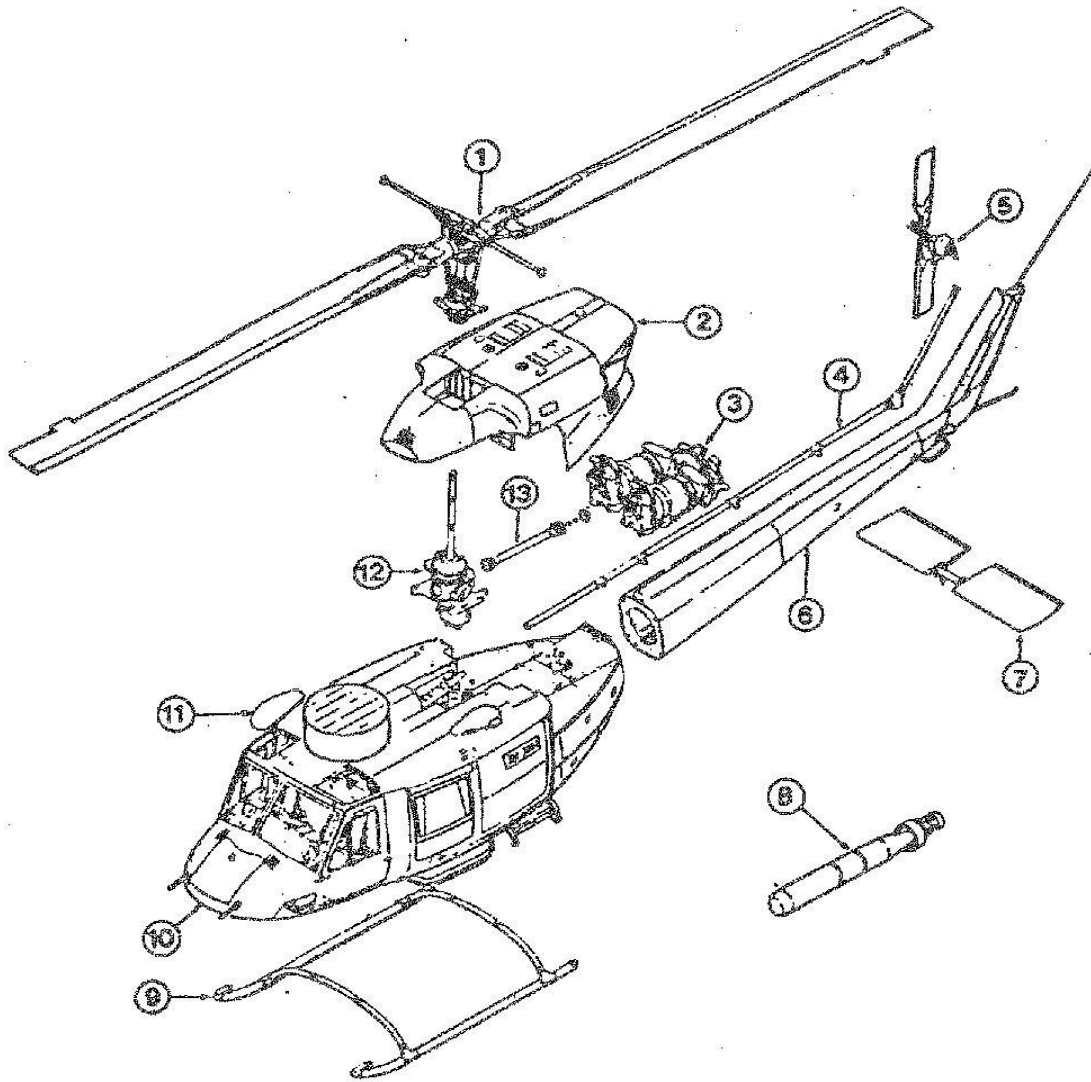
8.6.2. Ρυθμίσεις

Οι στροφές ανά λεπτό της αυτοπεριστροφής επηρεάζονται από το μεικτό βάρος του ελικοπτέρου και το ύψος πυκνότητας. Για το λόγο αυτόν, η ταχύτητα αυτοπεριστροφής ρυθμίζεται σύμφωνα με ένα διάγραμμα που παρέχει τις στροφές ανά λεπτό που απαιτούνται σε σχέση με το ύψος πυκνότητας και το μεικτό βάρος. Το διάγραμμα αυτό παρέχεται στο παράρτημα.

Η διαδικασία είναι αρκετά απλή. Το ελικόπτερο ανεβαίνει στα 4.000 πόδια και ξεκινά την κάθοδό του από αυτό το ύψος. Όταν φτάσει τα 2.000 πόδια καταγράφονται η στατική θερμοκρασία και οι στροφές ανά λεπτό του στροφέιου. Το ύψος πυκνότητας λαμβάνεται μέσω ενός διαγράμματος που παρέχει το ύψος πυκνότητας σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα και το ύψος στο οποίο έχει ληφθεί η θερμοκρασία. Το διάγραμμα αυτό παρέχεται στο παράρτημα.

Τόσο οι στροφές ανά λεπτό που μετρώνται όσο και οι στροφές ανά λεπτό που προσδιορίζονται με το διάγραμμα συγκρίνονται και γίνονται ρυθμίσεις ανάλογα με το αποτέλεσμα. Αν οι στροφές ανά λεπτό είναι πολύ χαμηλές, η πρόνευση και των δύο πτερυγίων μειώνεται εξίσου συντομεύοντας τους συνδέσμους αλλαγής πρόνευσης. Αντίθετη ρύθμιση γίνεται αν οι στροφές ανά λεπτό είναι πολύ υψηλές.

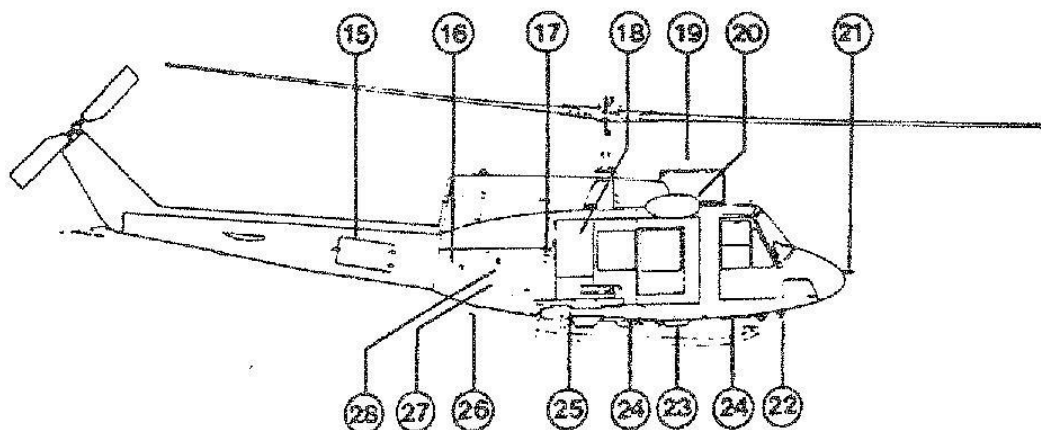
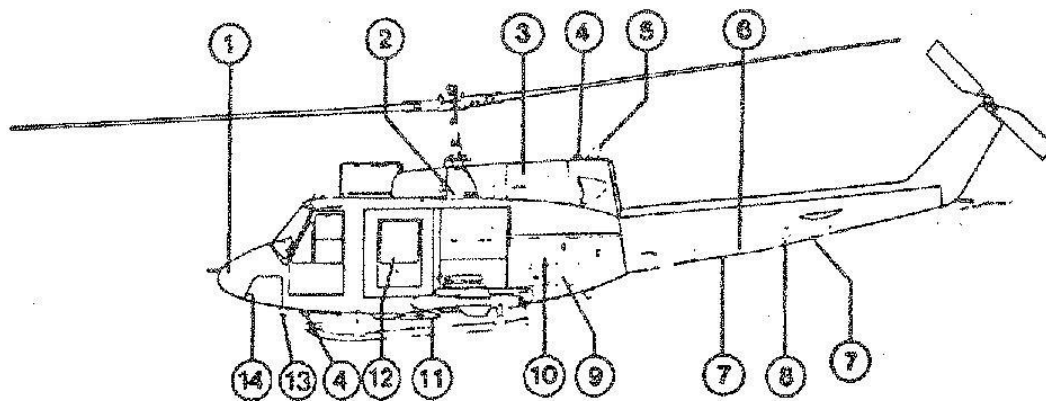
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



1. Main rotor
2. Cowling
3. Engine assembly
4. Tail rotor drive shaft
5. Tail rotor
6. Tail boom
7. Synchronized elevator

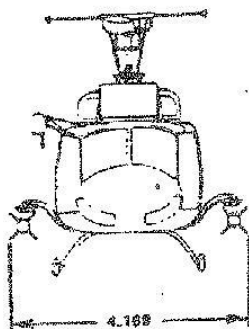
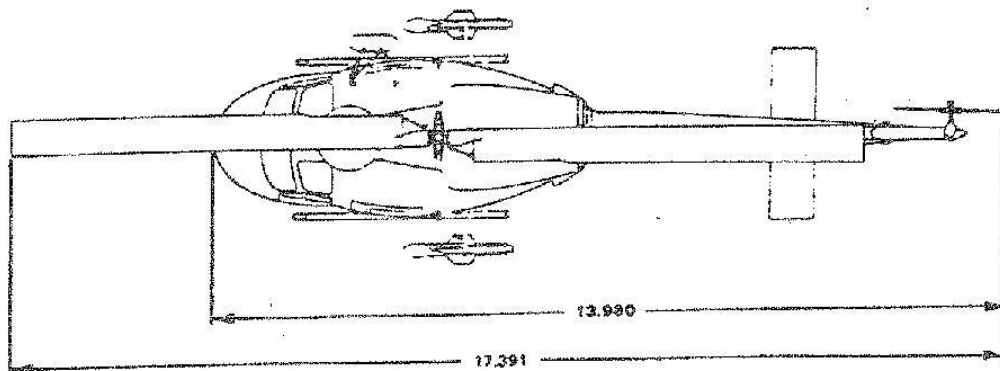
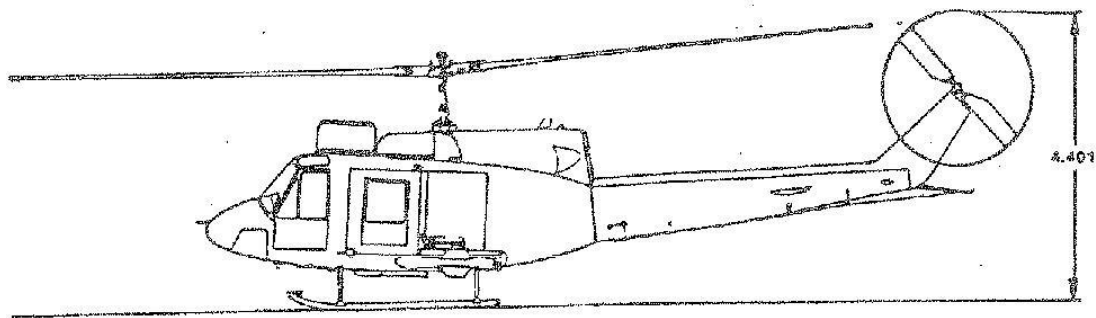
8. Torpedo installation (interchangeable with missile or auxiliary fuel tank installation)
9. Landing gear
10. Fuselage forward section
11. Rescue hoist
12. Main transmission
13. Main drive shaft

HELICOPTER MAIN COMPONENTS



- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Electronics and battery compartment 2. Sonar hoist housing 3. Engine compartment 4. Anti-collision lights 5. UHF antenna 6. HF antenna 7. Radar altimeter antennas 8. Gyro compass transmitter 9. Doppler radar equipment compartment 10. IFF equipment compartment 11. Sonar transducer funnels 12. Sonar operator's compartment 13. Tacan Antenna 14. Electrical equipment compartment | <ol style="list-style-type: none"> 15. Baggage and MF amplifier compartment 16. ARA-50 compartment 17. Fuel filler cap 18. Radar operator's compartment 19. Radar antenna 20. Rescue hoist 21. Pitot tubes 22. Transponder antenna 23. ARA-50 antenna 24. ADF loop and sense antennas 25. Missile, torpedo or auxiliary tank 26. IFF antenna 27. UHF equipment compartment 28. HF equipment and radar altimeter compartment |
|--|---|

HELICOPTER SYSTEMS INSTALLATION



LENGTH

- Overall length (main rotor forward and aft and tail rotor horizontal) 17,391 mm (57 ft 7 in)
- Length from nose of cabin to end of tail skid 12,901 mm (42 ft 4 in)
- Length from nose of cabin to aft end of tail rotor (horizontal position) 13,980 mm (45 ft 10 in)
- Skid gear 3,683 mm (12 ft 1 in)

HEIGHT

- From tip of forward blade to ground (minimum height) 2,338 mm (7 ft 8 in)
- From tip of forward blade to ground (static position) 3,860 mm (12 ft 8 in)
- From top tip of tail rotor blade to ground (tail rotor in vertical position) 4,401 mm (14 ft 5 in)
- From bottom of cabin to ground 361 mm (1 ft 2 in)

WIDTH

- Skid gear 2,642 mm (8 ft 8 in)
- Synchronized elevator 2,858 mm (9 ft 4.5 in)
- Maximum width with universal supports only 3,939 mm (12 ft 11 in)
- Maximum width with external auxiliary tanks 3,939 mm (13 ft)
- Maximum width with AS-12 missiles 4,169 mm (13 ft 8 in)
- Maximum width with MK-44 or MK-46 torpedos (Universal supports width prevailing) (12 ft 11 in)

DIAMETER

- Main rotor 14,630 mm (48 ft)
- Tail rotor 2,591 mm (8 ft 6 in)
- Stabilizer bar 2,744 mm (9 ft)

HELICOPTER PRINCIPAL DIMENSIONS

GENERAL DATA AB 212 AS

AIRFRAME

Over-all length (rotor turning)	17.391m	57' 7"
Fuselage length (T/R Horizontal)	13.980m	45' 10"
Width (Rotor Fore & Aft with missiles)	4.379m	13' 8"
Height (T/R Horizontal)	4.860m	12' 8"
Landing Gear Tread (No Load)	2.652m	8' 8.0"

MAIN ROTOR

Number of blades	2
Diameter	48'
Chord	23.38"
Disc area	1809 sq. ft.
Solidity ratio	0.0517
Twist	10°
Airfoil section	NACA 0012 to 80% radius tapering to NACA 0006 at tips
Engine to rotor gear ratio	20.37 : 1
Tip speed (6600 Eng RPM)	814 ft/sec.
RPM (6600 Eng RPM)	324 RPM

TAIL ROTOR

Number of blades	2
Diameter	8' 6"
Chord	0' 11.5"
Disc area	56.7 sq. ft.
Solidity ratio	0.1436
Twist	0°
Tip speed (6600 Eng RPM)	740 ft/sec
RPM (6600 Eng RPM)	1660 RPM

ENGINE

Model No	PT6T-6
Manufacturer	Pratt & Whitney of Canada Limited
Max continuous power (SHP)	1675
Normal RPM (output)	6600 = 100%
Takeoff power (SHP) 5 min	1875
Power section (SHP) ea. 2 1/2 min	1025
Power section (SHP) ea. 30 min	970

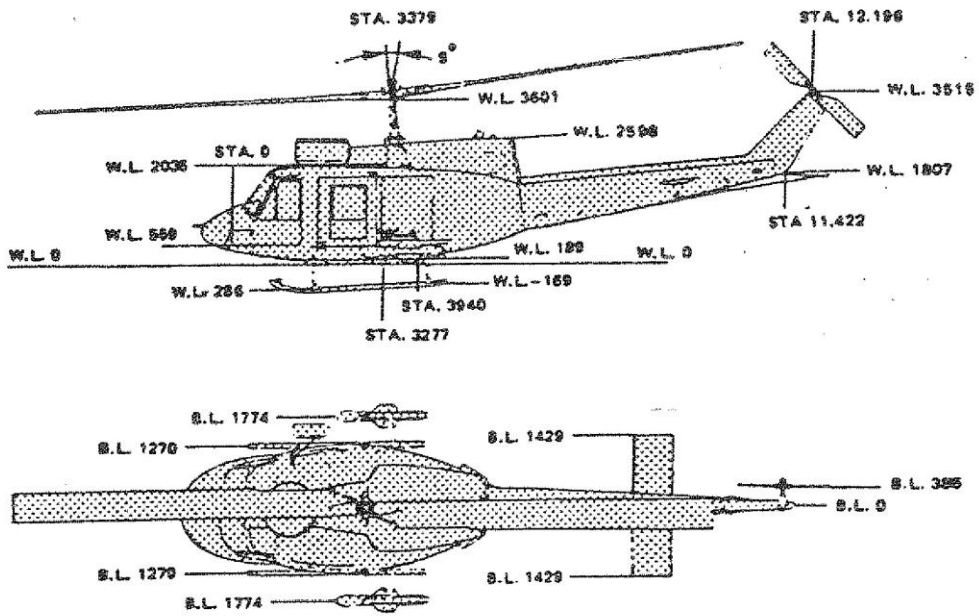
TRANSMISSION RATING

Max. continuous power (SHP)	1135
Takeoff power (5 min) (SHP)	1290

WEIGHTS

Maximum Gross Weight	11,200 lbs.
----------------------------	-------------

7.	SEATING		4
	Total	.....
8.	FUEL		357 U.S. Gals
	Capacity	.....
9.	OIL (ENGINE)		1.6 U.S. Gals
	Capacity - Engine, Each (2)	.....	1.25 U.S. Gals
	- Combining Gearbox	.....	4.45 U.S. Gals
	Total	.....
	Type	.....	MIL-L-7808 E or MIL-L-23699
10.	OIL (TRANSMISSION)		2.75 U.S. Gals
	Capacity	.....	(MIL-L-7808/23699)
	Type	.....
11.	BAGGAGE COMPARTMENT SPACE	.....	28 cu. ft.
12.	ALLOWABLE CENTER OF GRAVITY TRAVEL		14 inches
	Fore and Aft	.....
13.	CLIMATE OPERATING CONDITIONS	.....	- 54°C to 51.5°C
14.	MAXIMUM AIRSPEED (V _{ne})	.....	130 Kts. Sea Level to 3000'
	Decrease (V _{ne})	.....	3 kts/1000' Above 3000'



STATIONS, WATER LINES AND BUTTOCK LINES

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AB 212 AS Trainee workbook
- Maintenance manual E- AB 212 AS- PT6T-2
- Overhaul manual E- AB 212 AS- PT6T-3
- Βασικές Αρχές της Συντήρησης του Ελικοπτέρου
- Εισαγωγή στις Μεθόδους Μη Καταστροφικών Ελέγχου- Ηλεκτρονικές Σημειώσεις Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, ΕΜΠ
- Handbook of Nondestructive Evaluation- Charles J. Hellier