

Γεώργιος Καρακιάζογλου

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ Ι

Γ' ΕΠΑ.Λ.

Ειδικότητα: Τεχνικός Μηχανοσυνθέτης Αεροσκαφών



ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Τεχνολογία Αεροσκαφών Ι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ

Γεώργιος Καρακιάζογλου, Σμήναρχος, Αεροναυπηγός Μηχανικός

ΚΡΙΤΕΣ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΤΕΣ

Ιωάννης Κούλλιας, Δρ. Αεροναυπηγός Μηχανικός – Καθηγητής Σχολής Ικάρων

Χρήστος Σαλής, Μηχανικός Αεροσκαφών, Εκπαιδευτικός

Δημήτριος Τζίμης, Αεροναυπηγός Μηχανικός

Ολύμπιος Δαφέρμος, Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος Μηχανικός,
υπεύθυνος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΓΛΩΣΣΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ

Γεώργιος Στασινάκης, φιλόλογος - εκπαιδευτικός, αποσπασμένος στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο

ΑΤΕΛΙΕ: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ ΕΠΕ

Ενέργεια 2.3.2.

«Ανάπτυξη των Τ.Ε.Ε. και Σ.Ε.Κ.»

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Μιχάλης Αγ. Παπαδόπουλος

Ομότιμος Καθηγητής του Α.Π.Θ.

Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Έργο:

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

– Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου

Σωτήριος Γκλαβός

Αντιπρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

– Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα

Ολύμπιος Δαφέρμος

Αντιπρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Συντονιστική Επιτροπή του Έργου:

- Βούτσινος Γεώργιος, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, Επιστημονικός Υπεύθυνος του έργου έως 21/4/2004
- Γκιζελή Βίκα, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- Γκλαβός Σωτήριος, Αντιπρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- Καφετζόπουλος Κωνσταντίνος, Πάρεδρος με θητεία Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- Στάππα Ματίνα, Πάρεδρος με θητεία Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- Καβαλάρη Παναγιώτα, Εκπ/κος Α/θμιας Εκπ/σης, αποσπ. στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο
- Μεργκούνη Καλλιόπη, Εκπ/κος Β/θμιας Εκπ/σης, αποσπ. στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

Ολύμπιος Δαφέρμος

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Γεώργιος Καρακιάζογλου

Τεχνολογία Αεροσκαφών Ι

Γ' ΤΑΞΗ ΕΠΑ.Λ

Ειδικότητα: Τεχνικός Μηχανοσυνθέτης Αεροσκαφών

ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Το βιβλίο "Τεχνολογία Αεροσκαφών Ι" απευθύνεται στους μαθητές της β' τάξης, του 1^{ου} κύκλου σπουδών, του Μηχανολογικού τομέα των ΤΕΕ.

Βασική επιδίωξη του βιβλίου είναι να προσφέρει στους μαθητές τις απαραίτητες γνώσεις που θα τους βοηθήσουν στην άμεση ένταξή τους στις απαιτήσεις της αγοράς εργασίας. Ιδιαίτερη προσπάθεια καταβλήθηκε στην ανάπτυξη των μεθόδων και τεχνικών που εφαρμόζονται στη συντήρηση και επισκευή των αεροσκαφών στη χώρα μας.

Το συγκεκριμένο μάθημα διακρίνεται σε δύο θεματικά πεδία:

- Θεωρία και Εργαστήρια

Στο θεωρητικό τμήμα οι έννοιες αναπτύσσονται με απλότητα και σαφήνεια και για την ευκολότερη κατανόησή τους άλλοτε αναφέρονται παραδείγματα και άλλοτε παρατίθενται σχήματα. Η περιγραφή των οργάνων, συσκευών και εργαλείων συνοδεύεται και με παραδείγματα πρακτικής χρήσης.

Η επιλογή και διάρθρωση των εργαστηριακών ασκήσεων επιδιώκει τα ακόλουθα:

- Κατανόηση και εμπέδωση της θεωρίας.
- Καλλιέργεια και ανάπτυξη της ορθολογικής χρήσης και δεξιότητας των οργάνων μέτρησης και των εργαλείων και συσκευών.
- Εκμάθηση της μεθοδολογίας συντήρησης και επισκευής των αεροσκαφών σύμφωνα με τα τεχνικά εγχειρίδιά τους.
- Η ανάπτυξη της ικανότητας αυτοσχεδιασμού στην κατασκευή απλών ιδιοκατασκευών και ιδιοσυσκευών που είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στους μελλοντικούς χώρους εργασίας.

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω από τη θέση αυτή τους κ.κ. Ιωάννη Κούλλια, Δημήτριο Τζίμη και Χρήστο Σαλή που με τις εύστοχες παρατηρήσεις τους συνέβαλαν στην αρτιότερη εμφάνιση του βιβλίου και στην παιδαγωγικότερη παρουσίαση της ύλης.

Ευελπιστώ ότι το βιβλίο αυτό θα αποβεί χρήσιμο στους μαθητές και θα τους δώσει τις απαραίτητες γνώσεις για την επαγγελματική τους σταδιοδρομία. Τέλος, θα ένιωθα βαθιά υποχρεωμένος σε κάθε συνάδελφο, μαθητή ή αναγνώστη, για τυχόν, παρατηρήσεις ή υποδείξεις με σκοπό την καλύτερη επανέκδοση του βιβλίου. Για το σκοπό αυτό παρακαλώ να απευθύνονται προς το: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Τομέας Μηχανολογικός, Μεσογείων 396, Αγία Παρασκευή, 153 41, Αθήνα.

	Σελίδα
Κεφάλαιο 1 : Τεχνολογία Αεροπορικού Υλικού	
1.1 Γενικά	15
1.1.1 Μετρήσεις Διαστάσεων	15
1.1.2 Κοινά και Ειδικά Αεροπορικά Εργαλεία	18
1.1.3 Μέτρα Προστασίας και Πρόληψη Ατυχημάτων	27
Περίληψη της Πρώτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	27
Ερωτήσεις	28
Εργαστηριακές Ασκήσεις της 1ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	30
<u>Επισκέψεις</u>	60
1.2 Στοιχεία Σύνδεσης	61
1.2.1 Γενικά	61
1.2.2 Τυποποίηση και Προδιαγραφές	61
1.2.3 Ήλοι	63
1.2.4 Είδη Σπειρωμάτων	66
1.2.5 Κοχλίες	67
1.2.6 Κοχλίες Μισής Στροφής	68
1.2.7 Βλήτρα	69
1.2.8 Περικόχλια	70
1.2.9 Παράκυκλοι	71
1.2.10 Πείροι	71
1.2.11 Εγκατάσταση Βλήτρων και Περικοχλίων	72
1.2.12 Τοποθέτηση και Αφαίρεση Στοιχείων Σύνδεσης	73
1.2.13 Μέθοδοι Ασφάλισης	73
1.2.14 Συρματόσχοινα	75
Περίληψη της Δεύτερης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	77
Ερωτήσεις	79
Εργαστηριακές Ασκήσεις της 2ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	82
<u>Επισκέψεις</u>	94
<u>Εργασίες</u>	94
1.3 Υλικά Κατασκευής Αεροσκάφους	95
1.3.1 Γενικά	95

1.3.2	Μεταλλικά Υλικά	95
1.3.2.1	Σιδηρούχα Μεταλλικά Υλικά	95
1.3.2.2	Μη Σιδηρούχα Μεταλλικά Υλικά	96
1.3.3	Μη Μεταλλικά Αεροπορικά Υλικά	99
	Περίληψη της Τρίτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	103
	Ερωτήσεις	104
	<u>Επισκέψεις</u>	105
	<u>Εργασίες</u>	105
1.4	Θερμική Κατεργασία	106
1.4.1	Γενικά	106
1.4.2	Θερμικές Κατεργασίες Σιδηρούχων Μετάλλων	106
1.4.3	Θερμικές Κατεργασίες μη Σιδηρούχων Μετάλλων	109
1.4.4	Σκληρόμετρα	111
	Περίληψη της Τέταρτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	113
	Ερωτήσεις	114
	Εργαστηριακές Ασκήσεις της 4ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	115
	<u>Επισκέψεις</u>	117
1.5	Διάβρωση	118
1.5.1	Γενικά	118
1.5.2	Τύποι Διάβρωσης	118
1.5.3	Παράγοντες Διάβρωσης	120
1.5.4	Περιοχές Διάβρωσης	121
1.5.5	Αντιδιαβρωτική Προστασία	122
1.5.6	Μέτρα Πρόληψης της Διάβρωσης	123
	Περίληψη της Πέμπτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	124
	Ερωτήσεις	125
	Εργαστηριακές Ασκήσεις της 5ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	126
	<u>Επισκέψεις</u>	128
	<u>Εργασίες</u>	128
1.6	Σωληνώσεις Α/φών και Προσαρμογείς Σωληνώσεων	129
1.6.1	Γενικά	129
1.6.2	Μεταλλικές Σωληνώσεις	130
1.6.3	Εύκαμπτες Σωληνώσεις	133
1.6.4	Στεγανοποιητικά Παρεμβάσματα	138
	Περίληψη της Έκτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	139
	Ερωτήσεις	140
	Εργαστηριακές Ασκήσεις της 6ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	142
	<u>Εργασίες</u>	155
1.7	Καθαρισμός Α/φους	156
1.7.1	Γενικά	156

1.7.2	Διαλύματα Καθαρισμού	158
1.7.3	Γαλακτώματα Καθαρισμού	158
1.7.4	Μηχανικός και Χημικός Καθαρισμός	159
1.7.5	Διαδικασίες και Μέσα καθαρισμού	160
	Περίληψη της Έβδομης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	160
	Ερωτήσεις	161
	Εργαστηριακές Ασκήσεις της 7ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	162
	<u>Επισκέψεις</u>	163
	<u>Εργασίες</u>	163
1.8	Χρώματα και Επιστρώσεις Α/φών	164
1.8.1	Γενικά	164
1.8.2	Υλικά Επιστρώσεων	164
1.8.3	Χρώματα, Αντικατάσταση και Μέθοδοι Χρήσης Χρωμάτων	167
1.8.4	Χρώματα Αριθμών Αναγνώρισης	170
	Περίληψη της Όγδοης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	172
	Ερωτήσεις	173
	Εργαστηριακές Ασκήσεις της 8ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου	173
	<u>Επισκέψεις</u>	185
	<u>Εργασίες</u>	185

Κεφάλαιο 2 : Επίγεια Μέσα Υποστήριξης Α/φών

2. 1	Γενικά	187
2.2	Αεροσυμπιεστής Χαμηλής και Υψηλής Πίεσης	187
2.3	Μονάδες Κλιματισμού - Θέρμανσης και Ψύξης	189
2.4	Μονάδες Παροχής Ηλεκτρικής Ισχύος	190
2.5	Μονάδες Εξυπηρέτησης Υδραυλικού και Πνευματικού Συστήματος	191
2.6	Συσκευή Προλίπανσης και Εξοπλισμός Λίπανσης	192
2.7	Συσκευές Εξυπηρέτησης Α/φών με Άζωτο και Οξυγόνο	193
2.8	Μέσα Ρυμούλκησης	194
2.9	Μέσα Ανεφοδιασμού Καυσίμου	195
2.10	Μέσα Ανύψωσης (Γρύλοι και Σαμπάνια)	196
2.11	Πρόσδεση Α/φους και Ασφάλιση Επιφανειών Ελέγχου	197
	Περίληψη του Δεύτερου Κεφαλαίου	197
	Ερωτήσεις	199
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Δεύτερου Κεφαλαίου	200

Κεφάλαιο 3 : Αεροδυναμική Συμβατικών Α/φών

3.1	Ιστορία των Α/φών	203
3.2	Εξέλιξη Α/φών	204

3.2.1	Κατάταξη	204
3.2.2	Διαμορφώσεις Σύγχρονων Α/φών	205
3.2.3	Εξέλιξη του Α/φους	205
3.3	Αέρας και Τυπική Ατμόσφαιρα	207
3.3.1	Φυσικές Ιδιότητες	207
3.3.2	Τυπική Ατμόσφαιρα	208
3.4	Αεροδυναμική Θεωρία και Νόμοι	208
3.4.1	Μόνιμη Ροή	208
3.4.2	Νόμοι Ροής	209
3.5	Θεωρία Πτέρυγας Αεροπλάνου	214
3.5.1	Γεωμετρικά Στοιχεία Αεροτομής	214
3.5.2	Τυποποίηση Αεροτομών	215
3.5.3	Στροβιλώδης και Αστρόβιλη Ροή	216
3.5.4	Οριακό Στρώμα	217
3.5.5	Ροή γύρω από Πτέρυγα	218
3.5.6	Κατανομή Πιέσεων	220
3.5.7	Αεροδυναμικές Δυνάμεις	220
3.5.8	Αεροδυναμικοί Συντελεστές	221
3.5.9	Άντωση κατά Μήκος Εκπετάσματος Πτέρυγας	222
3.5.10	Οπισθέλκουσα Πτέρυγας	222
3.5.11	Συνολική Οπισθέλκουσα Α/φους	223
3.5.12	Ερμηγεία Κατωρεύματος	223
3.6	Απώλεια Στήριξης	225
3.6.1	Αποκόλληση Οριακού Στρώματος	225
3.6.2	Γωνία Προσβολής και Ταχύτητα Απώλειας Στήριξης	226
3.6.3	Έλεγχος Οριακού Στρώματος	227
3.7	Έλεγχος	228
3.7.1	Γενικά	228
3.7.2	Επιφάνειες Ελέγχου	230
3.8	Ευστάθεια	231
3.8.1	Στατική και Δυναμική Ευστάθεια	231
3.8.2	Διαμήκης Ευστάθεια	231
3.8.3	Πορειακή Ευστάθεια	232
3.8.4	Εγκάρσια Ευστάθεια	233
3.9	Υπεραντωτικές Διατάξεις	234
3.9.1	Ταξινόμηση Υπεραντωτικών Διατάξεων	234
3.9.2	Μηχανικές Υπεραντωτικές Διατάξεις	234
3.9.3	Ενισχυμένες Υπεραντωτικές Διατάξεις	236
3.10	Λοιπές Επιφάνειες Ελέγχου	236
3.11	Χαρακτηριστικά και Χρήση Αεροσήραγγας	237
	Περίληψη του Τρίτου Κεφαλαίου	238

Ερωτήσεις	239
Εργαστηριακές Ασκήσεις του Τρίτου Κεφαλαίου	242

Κεφάλαιο 4 : Δομή Α/φους

4.1	Αεροσκάφη	249
4.1.1	Γενικά	249
4.1.2	Τάσεις Στοιχείων Δομής	249
4.1.3	Κύρια Συγκροτήματα Αεροσκάφους	251
4.1.4	Φιλοσοφίες και Τρόποι Κατασκευής	253
4.2	Άτρακτος	254
4.2.1	Γενικά	254
4.2.2	Αρχές Κατασκευής Ατράκτου	254
4.2.3	Υλικά και Φορτία	255
4.3	Πτέρυγες	257
4.3.1	Εισαγωγή	257
4.3.2	Δομή Πτέρυγας	257
4.3.3	Εξωτερική Διαμόρφωση Πτέρυγας	259
4.3.4	Δομικά Στοιχεία Πτέρυγας	259
4.4	Ουραίο Πτέρωμα	262
4.4.1	Γενικά	262
4.4.2	Διαμόρφωση Ουραίου Πτερώματος	262
4.4.3	Κάθετο Σταθερό	263
4.4.4	Οριζόντιο Σταθερό	264
4.4.5	Μη Κλασσικές Διαμορφώσεις Πτερωμάτων	265
4.5	Ατρακτίδια και Περιβλήματα Κινητήρων	265
4.5.1	Θέση Προωθητικού Συστήματος	265
4.5.2	Βάσεις Στήριξης Εμβολοφόρων Κινητήρων	266
4.5.3	Ατρακτίδια Κινητήρων	267
4.5.4	Περιβλήματα Κινητήρων	268
4.5.5	Αεροδυναμικά Καλύμματα	268
4.5.6	Αντιπυρικά Διαφράγματα	269
4.6	Συντεταγμένες Α/φους	269
4.6.1	Γενικά	269
4.6.2	Άτρακτος	269
4.6.3	Λοιπά Συγκροτήματα Α/φους	271
	Περίληψη του Τέταρτου Κεφαλαίου	273
	Ερωτήσεις	274
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Τέταρτου Κεφαλαίου	276
	Εργασίες	290

Κεφάλαιο 5 : Υδραυλικό Σύστημα

5. 1	Αρχές Υδραυλικών Συστημάτων	291
------	-----------------------------	-----

5.1.1	Γενικά	291
5.1.2	Υδραυλικοί Όροι	291
5.1.3	Σχέσεις Υδραυλικών Όρων	292
5.1.4	Νόμος Pascal	292
5.1.5	Μηχανικό Πλεονέκτημα	294
5.1.6	Υδραυλικά Υγρά	295
5.1.7	Μόλυνση Υδραυλικού Υγρού	297
5.2	Λειτουργία Βασικού Υδραυλικού Κυκλώματος	297
5.2.1	Αρχή Λειτουργίας Βασικού Υδραυλικού Συστήματος	297
5.2.2	Δεξαμενές Υδραυλικού Υγρού	298
5.2.3	Αντλίες	300
5.2.4	Βαλβίδες	301
5.2.5	Υδραυλικοί Συσσωρευτές	304
5.2.6	Κύλινδροι Ενέργειας	305
5.2.7	Υδραυλικοί Κινητήρες	306
5.2.8	Απλό Υδραυλικό Σύστημα	307
5.2.9	Υδραυλικά Συστήματα Ανοικτού και Κλειστού Κέντρου	307
5.3	Υδραυλικά Συστήματα Ανάγκης	310
	Περίληψη του Πέμπτου Κεφαλαίου	310
	Ερωτήσεις	311
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Πέμπτου Κεφαλαίου	312
	<u>Εργασίες</u>	318

Κεφάλαιο 6 : Πνευματικό Σύστημα

6.1	Γενικά	319
6.2	Συμπίεση Αέρα	319
6.3	Βασικά Στοιχεία Πνευματικού Συστήματος	320
6.4	Δομή Συστήματος	322
	Περίληψη του Έκτου Κεφαλαίου	323
	Ερωτήσεις	323
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Έκτου Κεφαλαίου	324
	<u>Εργασίες</u>	325

Κεφάλαιο 7 : Σύστημα Ελέγχου Πτήσης

7.1	Είδη Συστημάτων	327
7.2	Συρματοσχοίνα	328
7.3	Εντατήρες	328
7.4	Οδηγοί Συρματοσχοίωνων	328
7.5	Επιθεώρηση Συρματοσχοίωνων	329
7.6	Έλεγχος Έντασης Συρματοσχοίωνων	329

7.7	Ράβδοι Ελέγχου και Σωλήνες Ροπής	330
	Περίληψη του Εβδομού Κεφαλαίου	332
	Ερωτήσεις	333
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Έβδομου Κεφαλαίου	335

Κεφάλαιο 8 : Σύστημα Προσγείωσης

8.1.	Γενικά	347
8.1.1	Τύποι Συστημάτων Προσγείωσης	347
8.1.2	Κύρια Συγκροτήματα Σ/Π	348
8.2	Αποσβεστήρες Κρούσης	349
8.2.1	Γενικά	349
8.2.2	Περιγραφή Λειτουργίας	349
8.3	Σύστημα Ανάσχυσης και Έκτασης	352
8.3.1	Ηλεκτρικό Σύστημα Ανάσχυσης Σ/Π	352
8.3.2	Υδραυλικό Σύστημα Ανάσχυσης Σ/Π	352
8.3.3	Σύστημα Έκτασης Ανάγκης	353
8.3.4	Συστήματα Ένδειξης και Προειδοποίησης Σ/Π	353
8.4	Συστήματα Πηδαλιούχησης	354
8.4.1	Γενικά	354
8.4.2	Περιγραφή Λειτουργίας Συστήματος Πηδαλιούχησης	354
8.5	Αποσβεστήρες Εκτροπής	355
8.6	Συντήρηση Συστήματος Προσγείωσης	355
	Περίληψη του Όγδου Κεφαλαίου	357
	Ερωτήσεις	358
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Όγδου Κεφαλαίου	359

Κεφάλαιο 9 : Σύστημα Πέδησης

9.1	Είδη Συστημάτων Πέδησης	363
9.1.1	Γενικά	363
9.1.2	Ανεξάρτητα Συστήματα Πέδησης	363
9.1.3	Σύστημα Πέδησης Ελέγχου Ισχύος	364
9.1.4	Σύστημα Πέδησης Ενισχυμένης Ισχύος	365
9.2	Συγκρότημα Φρένων	366
9.3	Σύστημα Αντιολίσθησης Φρένων	369
	Περίληψη του Ένατου Κεφαλαίου	371
	Ερωτήσεις	372
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Ένατου Κεφαλαίου	373

Κεφάλαιο 10 : Τροχοί - Επίσωτρα

10.1	Τροχοί	377
------	--------	-----

10.2	Ελαστικά	378
	Περίληψη του Δέκατου Κεφαλαίου	380
	Ερωτήσεις	381
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Δέκατου Κεφαλαίου	381
	<u>Εργασίες</u>	384

Κεφάλαιο 11 : Σύστημα Συμπίεσης και Κλιματισμού

11.1	Γενικά	385
11.2	Βασικό Σύστημα Συμπίεσης και Κλιματισμού	386
11.3	Σύστημα Συμπίεσης Αέρα	387
11.4	Σύστημα Ελέγχου Συμπίεσης	391
11.5	Σύστημα Κλιματισμού Αέρα	392
	Περίληψη του Ενδέκατου Κεφαλαίου	395
	Ερωτήσεις	397
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Ενδέκατου Κεφαλαίου	398
	<u>Εργασίες</u>	402

Κεφάλαιο 12 : Σύστημα Αποπάγωσης και Προστασίας Βροχής

12.1	Γενικά	403
12.2	Αποπάγωση με Πεπιεσμένο Αέρα	404
12.3	Θερμικά Συστήματα Αντιπάγωσης	405
12.4	Συστήματα Ελέγχου Παγοποίησης και Προστασίας Βροχής Αλεξινέμου	407
12.4.1	Συστήματα Αποπάγωσης και Αντιπάγωσης Αλεξινέμων	407
12.4.2	Συστήματα Εξουδετέρωσης Βροχής	407
12.4.3	Συντήρηση Συστημάτων Αντιπάγωσης, Αποπάγωσης και Προστασίας Βροχής	408
	Περίληψη του Δωδέκατου Κεφαλαίου	410
	Ερωτήσεις	411
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Δωδέκατου Κεφαλαίου	412
	<u>Εργασίες</u>	417

Κεφάλαιο 13 : Συστήματα Πυρασφάλειας και Πυροπροστασίας

13.1	Γενικά	419
13.2	Συστήματα Ανίχνευσης Πυρκαγιάς και Καπνού	420
13.3	Συστήματα Πυρόσβεσης	423
	Περίληψη του Δέκατου Τρίτου Κεφαλαίου	426
	Ερωτήσεις	427

Εργαστηριακές Ασκήσεις του Δέκατου τρίτου Κεφαλαίου	428
<u>Εργασίες</u>	430

Κεφάλαιο 14 : Συστήματα Καυσίμου

14.1	Γενικά	431
14.2	Στοιχεία Συστημάτων Καυσίμων	431
14.3	Προειδοποιητικά Συστήματα	437
14.4	Τύποι Συστημάτων Καυσίμου	437
14.5	Μέτρα Ασφαλείας	442
	Περίληψη του Δέκατου Τέταρτου Κεφαλαίου	442
	Ερωτήσεις	444
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Δέκατου Τέταρτου Κεφαλαίου	445
	<u>Εργασίες</u>	449

Κεφάλαιο 15 : Σύστημα Οξυγόνου

15.1	Γενικά	451
15.2	Σύστημα Αερίου Οξυγόνου	451
15.3	Σύστημα Υγρού Οξυγόνου	458
	Περίληψη του Δέκατου Πέμπτου Κεφαλαίου	461
	Ερωτήσεις	462
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Δέκατου Πέμπτου Κεφαλαίου	463
	<u>Εργασίες</u>	466

Κεφάλαιο 16 : Σωστικά Μέσα Αεροσκάφους

16.1	Γενικά περί Σωστικών Μέσων	467
16.2	Ατομικός Εξοπλισμός Χειριστού	469
16.3	Αλεξίπτωτα	471
16.4	Συστήματα Εγκατάλειψης Χειριστών	472
	Περίληψη του Δέκατου Έκτου Κεφαλαίου	475
	Ερωτήσεις	476
	Εργαστηριακές Ασκήσεις του Δέκατου Έκτου Κεφαλαίου	477
	<u>Εργασίες</u>	478

	Παράρτημα Α	479
	Παράρτημα Γ	501
	Ορολογία	503
	Σύμβολα	510
	Συντμήσεις	511
	Βιβλιογραφία	512
	Παροράματα	513

1.1 Γενικά

1.1.1 Μετρήσεις Διαστάσεων

Οι διαστάσεις ενός αντικειμένου μετριοούνται με όργανα μέτρησης μήκους. Διαχρονικά χρησιμοποιήθηκαν πολυάριθμες μονάδες μέτρησης για τα ίδια μεγέθη. Τα πιο γνωστά συστήματα μέτρησης είναι το Διεθνές (S.I.) και το Αγγλοσαξονικό σύστημα. Το διεθνές σύστημα έχει υιοθετηθεί από όλες σχεδόν τις χώρες και σταδιακά αντικαθιστά το Αγγλοσαξονικό.

Τα συστήματα των μονάδων μέτρησης περιγράφονται διεξοδικά στην παράγραφο 3.2 του βιβλίου «Τεχνολογία Μηχανουργικών Κατασκευών». Οι αντιστοιχίες των μονάδων μέτρησης μήκους που χρησιμοποιούνται στην αεροπορική βιβλιογραφία δίδονται στον πίνακα Α1.

Πρέπει να τονισθεί ότι στο βιβλίο αυτό με τον όρο **α/φος** εννοούμε μόνο το **αεροπλάνο**.

Ι. Όργανα Μέτρησης Μήκους και Γωνιών

1. Γενικά. Τα όργανα μέτρησης είναι συσκευές ακριβείας, κατασκευασμένα συνήθως από ανοξείδωτο χάλυβα, με πολύ επιμελημένη μηχανική κατεργασία και επιφανειακή επεξεργασία. Χρησιμοποιούνται με πολλή προσοχή για να μην υποστούν εκδορές και να μην πέσουν κάτω. Η ακρίβεια μέτρησης καθορίζει το όργανο μέτρησης, π.χ. το μικρόμετρο έχει μεγαλύτερη ακρίβεια μέτρησης από το παχύμετρο το οποίο έχει μεγαλύτερη ακρίβεια από τον κανόνα.

Τα όργανα μέτρησης μήκους και γωνιών περιγράφονται διεξοδικά στις παραγράφους 3.2 και 3.3 του βιβλίου «Τεχνολογία Μηχανουργικών Κατασκευών». Στην παράγραφο αυτή γίνεται μία απλή ανασκόπησή τους με τις απαιτούμενες συμπληρώσεις για αεροπορικές εφαρμογές.



Κλασικό Παχύμετρο

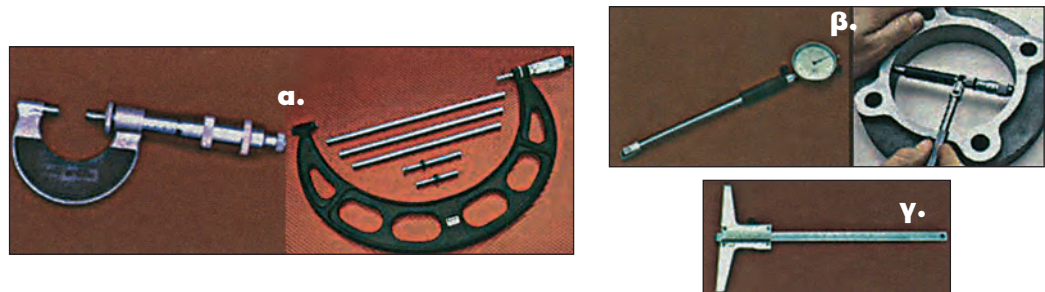
Παχύμετρο
με Ωρολογιακή Ένδειξη

Παχύμετρο
με Ηλεκτρονική Ένδειξη

Σχήμα 1.1
Παχύμετρα

2. Παχύμετρα. Χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση εξωτερικών και εσωτερικών διαστάσεων (π.χ. άξονας, οπή) καθώς και του βάθους εγκοπών, κοιλωμάτων, κ.τ.λ. Διακρίνονται με βάση τη μέθοδο ανάγνωσης της μέτρησης, η οποία μπορεί να είναι τύπου βερνιέρου, με ωρολογιακή και ηλεκτρονική ένδειξη (σχήμα 1.1). Η χρήση του παχύμετρου επεξηγείται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

3. Μικρόμετρα. Είναι όργανα μεγάλης ακρίβειας με σφάλμα μικρών του χιλιοστού (μm). Με βάση τη χρήση διακρίνονται σε: Εξωτερικά και εσωτερικά μικρόμετρα, μικρόμετρα βάθους και μικρόμετρα σπειρωμάτων (σχήμα 1.2). Με βάση τη μέθοδο ανάγνωσης διακρίνονται σε: τύπου Βερνιέρου, με ωρολογιακή και ηλεκτρονική ένδειξη. Η μέτρηση με το κλασικό μικρόμετρο τύπου βερνιέρου περιγράφεται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.



Σχήμα 1.2

Κλασικά
Μικρόμετρα
Τύπου Βερνιέρου

α) Εξωτερικών Διαστάσεων, β) Εσωτερικών Διαστάσεων, γ) Μικρόμετρο Βάθους

4. Μετρητικά Ωρολόγια. Αποτελούνται από το κινητό στέλεχος, που καταλήγει σε ένα σφαιρικό επαφέα, το μηχανισμό μετάδοσης κίνησης του στελέχους και την ωρολογιακή ένδειξη. Η χρήση τους περιγράφεται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.



Σχήμα 1.3

Ελεγκτήρες
Go - No-Go

5. Ελεγκτήρες Ορίων (Go, No-Go). Κατά τον έλεγχο των ανοχών των διαστάσεων ενός εξαρτήματος δε μετράμε τις ακριβείς διαστάσεις, αλλά ελέγχουμε τη διάσταση μαζί με τις ανοχές της με ελεγκτήρες Go, No-Go (σχήμα 1.3). Η διάσταση «περνά» (Go) σε έναν ελεγκτήρα για άξονα είναι η μέγιστη, ενώ σε έναν ελεγκτήρα για οπή, η ελάχιστη. Η διάσταση «δεν περνά» (No-Go) του ελεγκτήρα είναι για τον άξονα η ελάχιστη και για την οπή η μέγιστη. Σε κάθε

ελεγκτήρα αναγράφονται η μέγιστη και ελάχιστη διάσταση σε μικρά (μm) και οι συνθήκες θερμοκρασίας μέτρησης. Οι ελεγκτήρες κατασκευάζονται από σκληρά υλικά, όπως ανοξείδωτοι χάλυβες.

6. Ελεγκτήρες Σπειρωμάτων. Το βήμα του σπειρώματος, δηλ. η απόσταση μεταξύ δύο οδόντων, μετρείται με διάφορους τρόπους, ο πιο κλασικός των οποίων είναι με σπειρόμετρα (σχήμα 1.4).

7. Λοιπά Όργανα Μέτρησης. Οι τεχνικοί χρησιμοποιούν πολυάριθμες συσκευές και όργανα μέτρησης, όπως τα ακόλουθα:

- Ελεγκτήρες ακτίνας καμπυλότητας για τη μέτρηση της ακτίνας καμπυλότητας (σχήμα 1.5 α).
- Σχισμόμετρα για τη μέτρηση του πλάτους πολύ στενών σχισμών και μικρών διακένων (σχήμα 1.5 β).
- Γωνιόμετρα, μοιρογνωμόνια, φαλτσογωνιές και κεντρογωνιές για τη μέτρηση γωνιών.
- Ειδικά βυθόμετρα για τη μέτρηση βάθους οπών.
- Ελεγκτήρες για τη μέτρηση πάχους ελασμάτων και διαμέτρου συρμάτων (σχήμα 1.5 γ).
- Κανόνες για τη μέτρηση διαστάσεων.



Σχήμα 1.4
Σπειρόμετρο



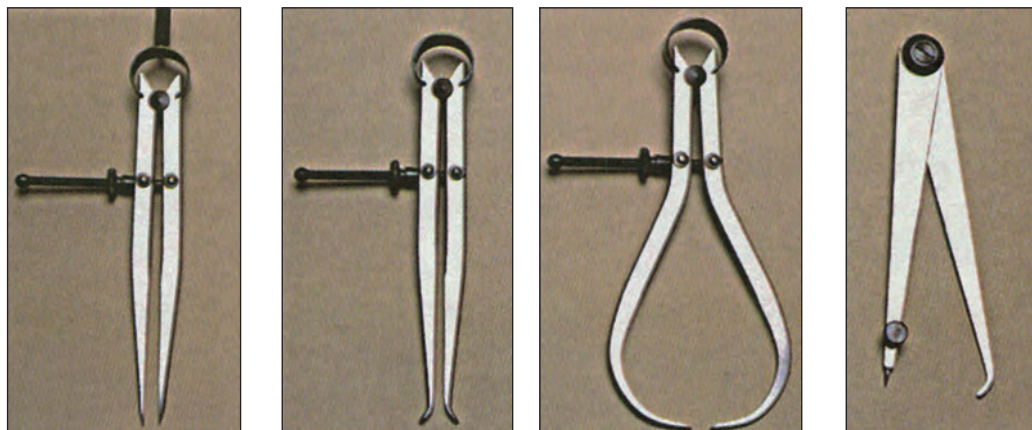
α) Ελεγκτήρας Ακτίνων Καμπυλότητας, β) Ελεγκτήρας Πλάτους Σχισμών,
γ) Ελεγκτήρας Διαμέτρου Συρμάτων

Σχήμα 1.5
Ελεγκτήρες

8. Διαβήτες και Κομπάσα. Οι διαβήτες και τα κομπάσα (σχήμα 1.6) είναι όμοια με τους κλασικούς διαβήτες και χρησιμεύουν για τη χάραξη κύκλων, μέτρηση πάχους εξαρτημάτων, μέτρηση διαμέτρου οπών, σύγκριση μικρών διαστάσεων μήκους και πάχους εξαρτημάτων, κ.τ.λ. Η τελική μέτρηση στα κομπάσα γίνεται με παχύμετρο ή μικρόμετρο.

Σχήμα 1.6

Διαβήτη
και Κομπάσα



II. Σφάλματα Μέτρησης

Διακρίνονται σε σταθερά και τυχαία. Σταθερά χαρακτηρίζονται τα σφάλματα που οφείλονται σε γνωστές αιτίες και μπορούν να απαλειφθούν και τυχαία, όταν οφείλονται σε απρόβλεπτους παράγοντες και αιτίες και δεν είναι δυνατή η εξάλειψη και αποφυγή τους. Τα σφάλματα μέτρησης σπάνια οφείλονται στα όργανα και τις συσκευές μέτρησης, επειδή αυτές υπόκεινται σε προγραμματισμένες διακριβώσεις και επιθεωρήσεις.

Σφάλματα που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα είναι:

- Λανθασμένη ανάγνωση, που συνήθως οφείλεται σε κακή όραση ή μη κατάλληλη θέση του οφθαλμού προς το όργανο.
- Κακό χειρισμό των οργάνων μέτρησης ή των αντικειμένων που μετριοούνται.

Τα σφάλματα μέτρησης λόγω κακής όρασης ελαχιστοποιούνται στα σύγχρονα όργανα και συσκευές μέτρησης με ηλεκτρονική ένδειξη. Τα κύρια σφάλματα σε μετρήσεις ακριβείας οφείλονται σε διαφορές θερμοκρασίας λόγω μεταβολής της μετρούμενης διάστασης. Οι μετρήσεις ακριβείας εκτελούνται σε χώρους με θερμοκρασία $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, όπου τα όργανα μέτρησης και τα αντικείμενα έχουν την ίδια θερμοκρασία.

1.1.2 Κοινά και Ειδικά Αεροπορικά Εργαλεία

Στις εργασίες συντήρησης και επισκευής α/φών χρησιμοποιούνται τόσο εργαλεία κοινά με άλλους χώρους εργασίας όσο και ειδικά αεροπορικά. Η πλειοψηφία των κοινών εργαλείων περιγράφεται στο κεφάλαιο τέσσερα του βιβλίου «Τεχνολογία Μηχανολογικών Κατασκευών». Οι ειδικές συσκευές και ο εξοπλισμός των συνεργείων και η χρήση τους περιγράφονται στο δεύτερο εγχειρίδιο της τεχνολογίας α/φών.

Ι. Εργαλεία Γενικής Χρήσης

1. Σφυριά και Ματσόλες. Τα μεταλλικά σφυριά ταξινομούνται με βάση το βάρος και το σχήμα της κεφαλής. Συχνά χρησιμοποιούνται σφυριά με μαλακή επιφάνεια, γνωστά ως ματσόλες, που είναι κατασκευασμένα από σκληρό ελαστικό, ξύλο (ξύλοσφυρα), μόλυβδο και πλαστικό. Οι ματσόλες χρησιμοποιούνται συνήθως για τη διαμόρφωση ελασμάτων.

2. Κατσαβίδια. Ταξινομούνται με βάση το σχήμα, τον τύπο και το μήκος του στελέχους. Το κατσαβίδι πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 75% της αυλάκωσης της κεφαλής του κοχλία. Για κεφαλές κοχλίων με κοίλωμα σχήματος σταυρού, υπάρχουν δύο τύποι κατσαβιδιών, τα γνωστά σταυροκατσάβιδα τύπου Philips και Read & Prince. Όταν η προσιτότητα είναι περιορισμένη χρησιμοποιούνται γωνιοκατσάβιδα. Όταν το εξάρτημα είναι μικρό πρέπει να συγκρατηθεί σε μέγενη. Η συγκράτησή του με το άλλο χέρι εγκυμονεί κίνδυνο τραυματισμού.

3. Χαράκτης. Χρησιμοποιείται από τους τεχνικούς για χάραξη γραμμών σε μεταλλικά αντικείμενα.

4. Πένσες, Κόφτες και Τσιμπίδες. Οι πένσες με επίπεδες σιαγόνες είναι κατάλληλες για διαμόρφωση φλαντζών και κάμψη ελασμάτων. Έχουν τετραγωνική διατομή, σταθερή άρθρωση, μεγάλες σιαγόνες και πολύ καλή προσαρμογή.

Οι πένσες με στρογγυλεμένες σιαγόνες χρησιμοποιούνται για πτύκωση ελασμάτων. Οι πένσες "τσιμπίδες" έχουν ημιστρόγγυλες σιαγόνες και χρησιμοποιούνται για συγκράτηση εξαρτημάτων. Οι πένσες με πεπλατυσμένα άκρα, γνωστές ως "πένσες πάπια", έχουν λεπτές, επίπεδες σιαγόνες και χρησιμοποιούνται μόνο για συστροφή καλωδίων ασφαλείας.

Η διαγώνια πένσα, γνωστή ως κόφτης, έχει αιχμηρές σιαγόνες μικρού μήκους και χρησιμοποιείται για κοπή καλωδίων, καρφιών, μικρών κοχλίων και κυρίως για συρματασφάλιση.

5. Πόντες. Χρησιμοποιούνται κατά κόρον από τους τεχνικούς στις εργασίες συντήρησης και επισκευής των α/φών και περιγράφονται λεπτομερώς στο βιβλίο «Τεχνολογία Μηχανολογικών Κατασκευών».

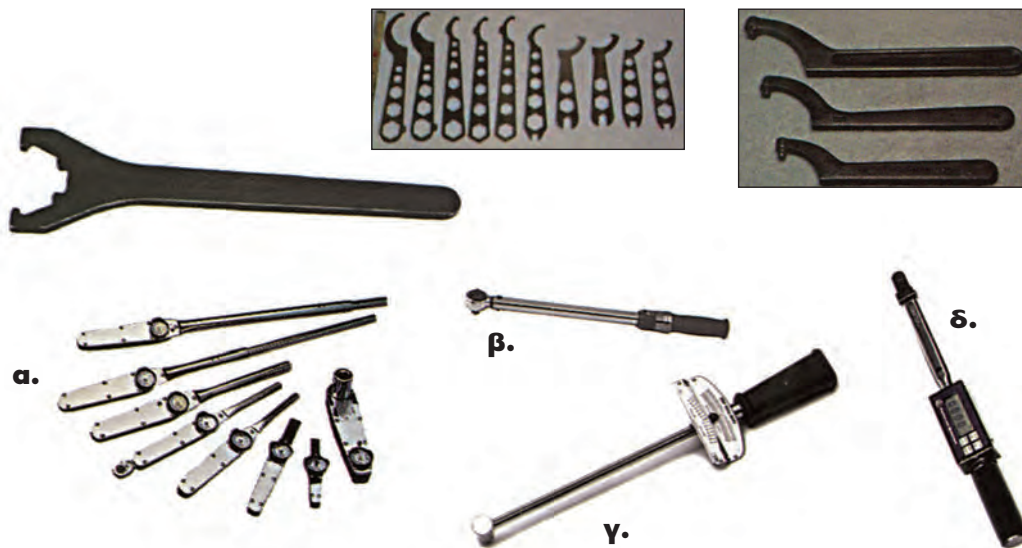
6. Κλειδιά. Τα κλειδιά με τη συχνότερη χρήση είναι: ανοικτών άκρων (γερμανικά), κλειστών άκρων (πολυγωνικά), σωληνωτά (καρυδάκια), ρυθμιζόμενα (γαλλικά και σωληνοκάβουρες) και ειδικά κλειδιά.

7. Ειδικά Κλειδιά. Είναι το περικοχλιοστρόφειο, το ροπόκλειδο και τα κλειδιά allen. Το περικοχλιοστρόφειο (κλειδί τύπου γάντζου) χρησιμοποιείται στα κυκλικά περικόχλια με εγκοπές στην εξωτερική επιφάνειά τους (σχήμα 1.7). Το ροπόκλειδο σφίγγει το στοιχείο σύνδεσης με προκαθορισμένη ροπή. Οι βασι-

κοί τύποι ροπόκλειδων είναι τρεις: με εκτροπέα απόκλισης, ωρολογιακή ένδειξη και τύπου ρύθμισης μικρομέτρου (σχήμα 1.8). Στα ροπόκλειδα τύπου εκτροπέα απόκλισης και ωρολογιακής ένδειξης η ροπή σύσφιξης απεικονίζεται σε ωρολογιακή μορφή ή μορφή κλίμακας στη χειρολαβή του κλειδιού. Τα ροπόκλειδα τύπου ρύθμισης μικρομέτρου ρυθμίζονται πριν τη σύσφιξη. Όταν η ροπή σύσφιξης λάβει την επιθυμητή τιμή το κλειδί "σπάει", δηλ. δεν σφίγγει πλέον.

Σχήμα 1.7

Περιοκλιοστρόφεια
ή Κλειδιά Τύπου
Γάντζου



Σχήμα 1.8

Συνήθεις Τύποι
Ροπόκλειδων

α) Τύπου Σταθερού Πλαισίου, β) Τύπου Καστάνιας, γ) Τύπου "Σπαστού" Μοχλο-βραχίονα, δ) Με Ηλεκτρονική Ένδειξη

II. Εργαλεία Κοπής Μετάλλων

1. Ψαλίδια Χειρός. Υπάρχουν πολλά είδη ψαλιδιών κάθε ένα από τα οποία εξυπηρετεί διαφορετικό σκοπό (σχήμα 1.9) και είναι: με ευθύγραμμη και κυρτή χειρολαβή, με καμπύλες λεπίδες κοπής, αεροπορικά ψαλίδια, κυκλικά ψαλίδια, κ.τ.λ. Τα ευθύγραμμα ψαλίδια χρησιμοποιούνται για την κοπή ελασμάτων σε ευθείες γραμμές και την κοπή άκρων και τα υπόλοιπα είδη για κοπή εσωτερικών καμπυλών. Τα αεροπορικά ψαλίδια είναι κατάλληλα για κοπή σκληρών ελασμάτων,

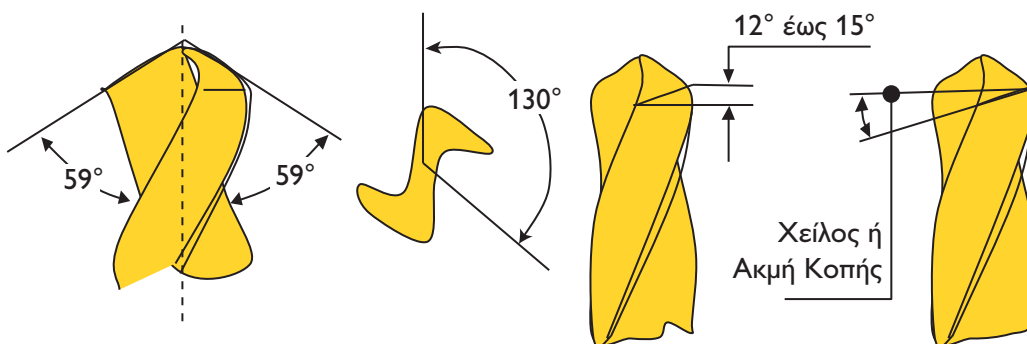


Σχήμα 1.9

Ψαλίδια Κοπής
Ελασμάτων

διεύρυνση οπών και κοπή διαμορφωμένων ελασμάτων με πολλές καμπυλότητες. Υπάρχουν ψαλίδια για κοπή από δεξιά προς τα αριστερά και αντιστρόφως.

2. Τρυπάνια. Τα τρυπάνια γενικής χρήσης είναι κατασκευασμένα από ανθρακούχο χάλυβα ή σκληρά χαλυβοκράματα. Για διάνοιξη οπών σε σκληρά υλικά, όπως ανοξείδωτους χάλυβες, χρησιμοποιούνται τρυπάνια με μεγάλη σκληρότητα. Στις αεροπορικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται, συνήθως, τρυπάνια κοβαλτίου. Τα τρυπάνια έχουν από μία έως τέσσερις σπειροειδείς αυλακώσεις. Τα τρυπάνια με δύο αυλακώσεις χρησιμοποιούνται στις περισσότερες εφαρμογές, ενώ με τρεις και τέσσερις αυλακώσεις χρησιμοποιούνται, κυρίως για διεύρυνση οπών. Ο κύριος κορμός με τις αυλακώσεις καταλήγει σε αιχμηρή κορυφή, της οποίας τα χείλη σχηματίζουν γωνία 59° με το διαμήκη άξονα του τρυπανιού (σχήμα 1.10). Η γωνία αυτή αυξάνεται με αυξανόμενη ταχύτητα περιστροφής. Η διάμετρος των τρυπανιών είναι τυποποιημένη στο διεθνές και Αγγλοσαξονικό σύστημα. Η τυποποίηση με αριθμούς είναι η πιο εύχρηστη και ακριβής, π.χ. το τρυπάνι με διάμετρο 0,0135 ίντσες χαρακτηρίζεται ως No 80 (πίνακας A2 του παραρτήματος Α).



Σχήμα 1.10
Βασικά Στοιχεία
Τρυπανιού

Επίσης, χρησιμοποιούνται τα εξής εργαλεία κοπής που περιγράφονται στο βιβλίο «Τεχνολογία Μηχανολογικών Κατασκευών».

3. Σιδηροπρίονα. Αποτελούνται από ένα πλαίσιο, μία λάμα και μία χειρολαβή. Οι λάμες είναι: άκαμπτες και εύκαμπτες στις οποίες μόνο η οδόντωση είναι σκληρή. Το βήμα της λάμας χαρακτηρίζει τον αριθμό των δοντιών ανά ίντσα και υπάρχουν λάμες με βήμα 14, 18, 24 και 32 δόντια ανά ίντσα. Η λάμα με 14 δόντια ανά ίντσα είναι κατάλληλη για κοπή χαλύβων και η λάμα με 18 δόντια ανά ίντσα για κράματα αλουμινίου και χάλυβες εργαλείων. Η λάμα με 24 δόντια ανά ίντσα χρησιμοποιείται για κοπή σωλήνων μικρού πάχους, ορειχάλκου, χαλκού και ράβδων διαφόρων διατομών από χάλυβα. Τέλος, η λάμα με 32 δόντια ανά ίντσα είναι η πιο κατάλληλη για σωλήνες με λεπτά τοιχώματα και ελάσματα.

4. Ζουμπάδες και Κοπίδια. Οι ζουμπάδες χρησιμοποιούνται, κυρίως για τη διάνοιξη οπών σε ελάσματα και τα κοπίδια για την κοπή κεφαλών κοχλίων, καρφιών, ήλων, αποκοπή ελασμάτων, κ.τ.λ.

5. Λίμες. Χαρακτηρίζονται από το σχήμα της διατομής και το είδος των εγκοπών. Η διατομή τους μπορεί να είναι τετραγωνική, κυκλική, ημικυκλική, τριγωνική, επίπεδη, αιχμηρή, οβάλ, ορθογωνική, κ.τ.λ. Το είδος των εγκοπών προσδιορίζει τις εργασίες και τα υλικά στα οποία χρησιμοποιούνται. Συνήθως έχουν δύο τύπους εγκοπών: τις απλές και διπλές. Είναι το βασικό όργανο του ελασματοουργού και χρησιμοποιείται στο στρογγύλεμα ακμών και γωνιών, σε οπές και αυλακώσεις, επιπέδωση ανωμαλιών σε επιφάνειες κοπής ελασμάτων και αφαίρεση ακμών.

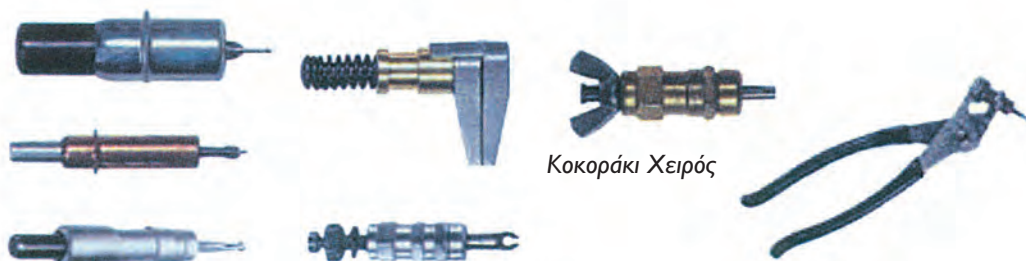
6. Γλύφανα (Αλεζουάρ). Χρησιμοποιούνται για τη διεύρυνση και αποκατάσταση οπών που έχουν υποστεί κακώσεις. Αφαιρούν ελάχιστο υλικό. Κατασκευάζονται από χάλυβες κοπής υψηλής ταχύτητας ή ανθρακούχους χάλυβες. Διακρίνονται σε κωνικά και κυλινδρικά.

7. Σπειροτόμοι (Κολαούζα) και Βιδολόγοι. Τα κολαούζα χρησιμεύουν για τη διάνοιξη εσωτερικών σπειρωμάτων, ενώ οι βιδολόγοι εξωτερικών. Κατασκευάζονται από σκληρούς χάλυβες βαφής.

8. Ταχυφρέζα. Είναι ένα εργαλείο που δημιουργεί στην οπή μια κωνική υποδοχή για χωνευτούς ήλους ή κοχλίες.

III. Εργαλεία Ήλωσης

Η κλασική ήλωση με κοινούς και τυφλούς ήλους παραμένει η κύρια εργασία στη φάση κατασκευής και επισκευής των α/φών. Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά τα κύρια εργαλεία ήλωσης.



Σχήμα 1.11

Κοκοράκια και
«Κοκορόπενσα»

α) Κοκοράκια Κοκορόπενσας

β) «Κοκορόπενσα»

1. Ειδικοί Συνδετήρες. Χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση των προς ήλωση στοιχείων. Υπάρχουν διάφοροι τύποι και οι πιο γνωστοί είναι τα κοκοράκια (Cleclos) (σχήμα 1.11 α). Τα κοκοράκια τοποθετούνται με ειδική πένσα, την "κοκορόπενσα" (σχήμα 1.11 β).

2. Κόφτης Ήλων. Χρησιμοποιείται για την κοπή των ήλων, όταν το μήκος τους είναι μεγαλύτερο από το προβλεπόμενο (σχήμα 1.12).



Σχήμα 1.12
Κόπτες Ήλων

3. Κόντρες. Είναι χαλύβδινα τεμάχια διαφόρων διαμορφώσεων για τη δημιουργία της δεύτερης κεφαλής στον κοινό ήλο (σχήμα 1.13 α).

4. Συσσκευή Συμπίεσης Κοινών Ήλων. Η μία σιαγόνα της συσκευής πιέζει την κεφαλή του ήλου και η άλλη τη βάση (σχήμα 1.13 γ). Λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα, υδραυλικό υγρό και με το χέρι.

5. Πνευματικό Πιστόλι Ήλωσης. Χρησιμοποιείται για ήλωση κοινών ήλων (σχήμα 1.13 β). Υπάρχουν διάφοροι τύποι και μεγέθη και η πίεση λειτουργίας τους κυμαίνεται από 90 έως 100 P.S.I. Στο σφικτήρα (τσोक) του πιστολιού τοποθετούνται υποδοχές που προσαρμόζονται στα μεγέθη και σχήματα των κεφαλών των κοινών ήλων (σχήμα 1.13 δ).

6. Πιστόλι Ήλωσης Εκρηκτικών Ήλων. Η κεφαλή του πιστολιού ζεσταίνεται ηλεκτρικά και όταν έρχεται σε επαφή με τον εκρηκτικό ήλο εκρήγνυται, η εκρηκτική ύλη του ήλου και ο ήλος κεφαλώνεται.

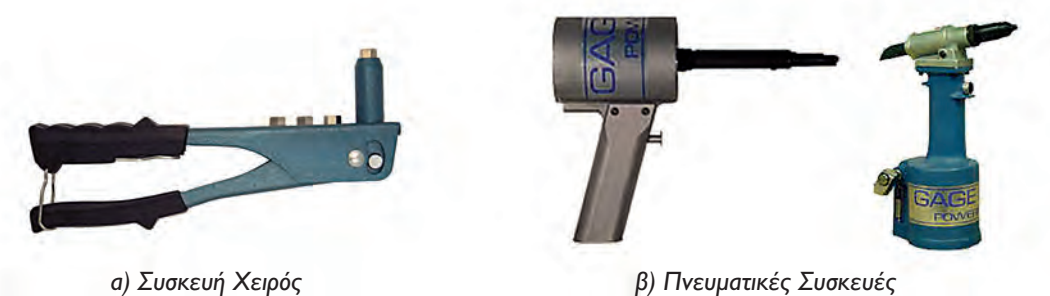


Σχήμα 1.13
Συσσκευές Ήλωσης
Κοινών Ήλων

7. Συσκευή Ήλωσης Τυφλών Ήλων. Χρησιμοποιείται για την ήλωση τυφλών ήλων. Λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα. Υπάρχουν και συσκευές ήλωσης χειρός (σχήμα 1.14).

IV. Αναγνώριση και Σωστή Χρήση Εργαλείων - Επιλογή

Τα αεροπορικά εργαλεία κατασκευάζονται στις διάφορες χώρες με τις εθνικές και διεθνείς προδιαγραφές. Η Αμερικάνικη αεροπορία έχει τη δική της τυποποίηση, η οποία χρησιμοποιείται για την προμήθεια εργαλείων και πάσης φύσεως υλικών και από τις χώρες του NATO. Κάθε υλικό χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό, γνωστό ως αριθμό υλικού ή αριθμό ονομαστικού P/N (Part Number) και ένα δεκατριψήφιο αριθμό N.S.N. (National Stock Number) ή F.S.N. (Federal Stock Number).



Σχήμα 1.14
Συσκευές Ήλωσης
Τυφλών Ήλων

Οι γενικοί κανόνες χρήσης των εργαλείων είναι:

- Να χρησιμοποιούνται στη χαμηλή έως ελάχιστη δυνατή ισχύ.
- Να προτιμάται σύσφιξη με συσκευή και όχι με κατσαβίδι.
- Να συγκρατούνται σταθερά με όλη την παλάμη και τα δάκτυλα.
- Η πίεση που ασκείται στην συσκευή να είναι η ελάχιστη δυνατή.

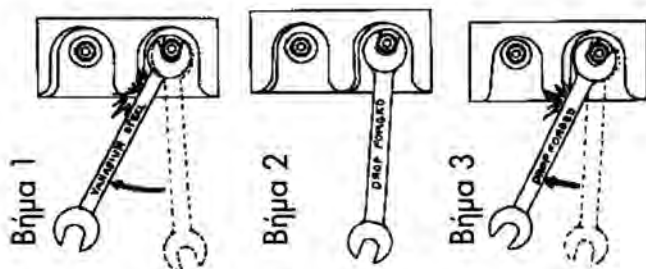


Σχήμα 1.15
Χρήση
Κατσαβιδιού

Κατσαβίδια. Πρέπει να είναι κάθετα στην κεφαλή του κοχλίας και να έχουν το κατάλληλο μέγεθος (σχήμα 1.15). Δεν πρέπει να στρέφονται ποτέ προς το σώμα. Όταν ο κοχλίας είναι σε μικρό εξάρτημα, τότε το εξάρτημα πρέπει να συγκρατηθεί σε μέγγενη. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται το άλλο χέρι ως μέγγενη.

Κλειδιά. Πρέπει να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα κλειδιά σε μέγεθος και σε είδος. Η χρήση εργαλείων με έντονες φθορές και η σύσφιξη ή χαλάρωση στοιχείων σύνδεσης σε μηχανές - συσκευές εν λειτουργία είναι επισφαλής. Η χρήση των κλειδιών με ανοικτά άκρα απεικονίζεται κατά βήματα στο σχήμα 1.16. Όταν οι κοχλίες ή τα βλήτρα είναι πολύ σφικτά και δε χαλαρώνουν, τότε χρησιμοποιούμε πολυγωνικά κλειδιά.

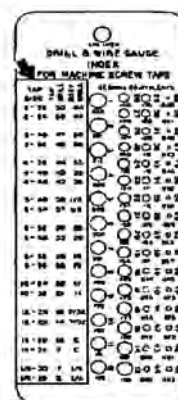
Κοπίδια και Ζουμπάδες. Σε εργασίες με κοπίδια και ζουμπάδες πρέπει να φοράμε γυαλιά προστασίας, επειδή μπορεί να αποσπασθούν βίαια τεμάχια μεταλλικού υλικού. Το κοπίδι ή ο ζουμπάς πρέπει να κρατιέται συνέχεια με το χέρι, όχι σφικτά και λίγο κάτω από την κεφαλή του.



Σχήμα 1.16

Χρήση Κλειδιών
με Ανοικτά Άκρα

Τρυπάνια. Στις εργασίες επισκευής και συντήρησης α/φών χρησιμοποιούνται τρυπάνια κοβαλτίου με τυποποίηση στο Αγγλοσαξονικό σύστημα. Η διάμετρος του τρυπανιού προσδιορίζεται από πίνακες με βάση το μέγεθος του στοιχείου σύνδεσης. Στο σχήμα 1.17 απεικονίζεται ελεγκτήρας διαμέτρου τρυπανιού, συρμάτων και κολαούζων.



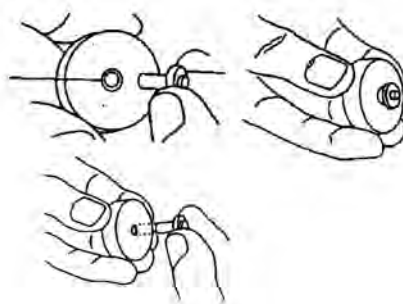
Σχήμα 1.17

Ελεγκτήρας
Διαμέτρου Τρυπανιού,
Συρμάτων
και Κολαούζων

Στροφές Δράπανου. Εξαρτώνται από τη διάμετρο του τρυπανιού και την πρώτη ύλη του εξαρτήματος. Οι στροφές του τρυπανιού προσδιορίζονται από πίνακες όπως τον πίνακα Α3 του παραρτήματος Α.

Ταχυφρέζα. Το είδος της προσδιορίζεται από πίνακες με βάση το στοιχείο σύνδεσης και οι στροφές του δράπανου από τον πίνακα Α3.

Συσκευή Ήλωσης και Προσαρμογέας. Η συσκευή ήλωσης προσδιορίζεται από το είδος των ήλων (κοινοί, τυφλοί) και ο προσαρμογέας της κεφαλής (τσोक) προσδιορίζεται με βάση τα στοιχεία του ήλου.



Σχήμα 1.18

Χρήση Ελεγκτήρων
GO, NO-GO

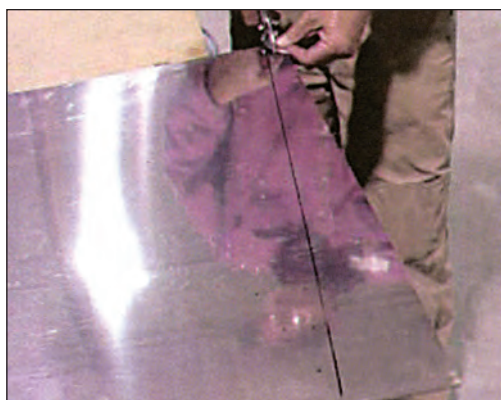
Εργαλεία Αφαίρεσης Τραχύτητας και Επιφανειακών Ανωμαλιών. Μετά την κατεργασία με κοπτικό εργαλείο (π.χ. διάνοιξη οπής) δημιουργούνται αιχμηρές, τραχείες και μη επίπεδες επιφάνειες. Οι ατέλειες αυτές αποκαθίστανται με τις ξύστρες (σχήμα 1.19).



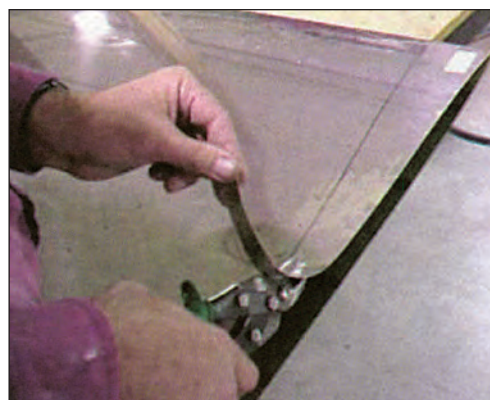
Η ξύστρα με χειρολαβή του σχήματος 1.19 α χρησιμοποιείται για το "καθάρισμα" των τοιχωμάτων μίας οπής, η ξύστρα του σχ. 1.19 β για την αφαίρεση ρινισμάτων και του σχήματος 1.19 γ για την αφαίρεση ακμών.

Σχήμα 1.19

Ξύστρες



α) Κοπή από αριστερά



β) Κοπή από δεξιά

Σχήμα 1.20

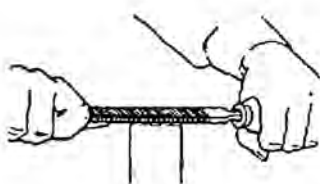
Χρήση Ψαλιδιών
Κοπής Ελασμάτων

Ψαλίδια. Κάθε ψαλίδι έχει τη δική του χρήση. Όλα τα είδη ψαλιδιών κατασκευάζονται για δεξιά και αριστερή κοπή. Στο σχήμα 1.20 α και β απεικονίζεται η κοπή της αριστερής και δεξιάς επικάλυψης του πηδαλίου διεύθυνσης με τα αντίστοιχα δεξιά και αριστερά ψαλίδια. Το αεροπορικό ψαλίδι έχει λεπτή οδόντωση και κόβει ελάσματα πάχους μέχρι 0,051 ίντσες. Υπάρχουν τα εξής 4 τέσσερα βασικά είδη ψαλιδιών: ευθύ, δεξιό, αριστερό και συνδυασμός τους. Το ευθύ, αεροπορικό ψαλίδι χρησιμοποιείται για κοπή ελασμάτων σε ευθεία γραμμή, ενώ το δεξιό και το αριστερό για αντίστοιχες καμπύλες γραμμές.

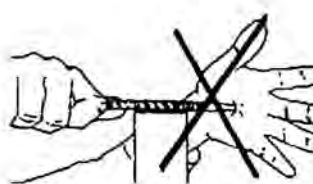
Λίμα. Η ορθή χρήση της λίμας απαιτεί επίπονη και μακρόχρονη άσκηση. Στο σχήμα 1.21 απεικονίζονται η ορθή χρήση της λίμας για την αποφυγή τραυματισμών.

Σχήμα 1.21

Χρήση Λίμας



Σωστό



Λάθος



Λιμάρισμα υπό Γωνία

1.1.3 Μέτρα Προστασίας και Πρόληψη Ατυχημάτων

Στη διάρκεια των εργασιών συντήρησης και επισκευής α/φών, καθώς και κατά τις μετακινήσεις του προσωπικού εντός του αεροδρομίου συμβαίνουν πολλά ατυχήματα, τα οποία θα μπορούσαν να προληφθούν. Οι κανόνες υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων αναφέρονται με λεπτομέρειες στην παράγραφο 1.6 του βιβλίου «Τεχνολογία Μηχανουργικών Κατασκευών». Τα μέτρα προστασίας και πρόληψης ατυχημάτων στα εργαστήρια είναι ίδια με αυτά των χώρων εργασίας και ταξινομούνται στις ακόλουθες ομάδες:

1. Γενικά μέτρα ασφαλείας στους χώρους εργασίας.
2. Μέτρα ασφαλείας κατά τη χρήση φορητών, ηλεκτρικών και πνευματικών συσκευών.
3. Ειδικά μέτρα ασφαλείας για εργαλεία χειρός.
4. Ασφάλεια εδάφους. Αφορά τις κτιριακές εγκαταστάσεις, τη χωροταξική διάταξη του εξοπλισμού των συνεργείων, την ενημέρωση του προσωπικού και την επίβλεψη της τήρησης των μέτρων ασφαλείας. Επίσης, αφορά τη μετακίνηση του προσωπικού εντός του αεροδρομίου.

Περίληψη της Πρώτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

Τα όργανα μέτρησης είναι όργανα ακριβείας με ενδείξεις στο Αγγλοσαξονικό και διεθνές σύστημα μέτρησης. Τα βασικά όργανα μέτρησης μήκους είναι ο κανόνας, το παχύμετρο και το μικρόμετρο. Οι γωνίες μετριοούνται με γωνιόμετρα. Για τη μεταφορά και σύγκριση διαστάσεων χρησιμοποιούνται μεταλλικοί διαβήτες και κομπάσα. Η ακρίβεια των διαστάσεων ελέγχεται αξιόπιστα και γρήγορα με ελεγκτήρες, όπως ελεγκτήρες Go, No - Go και ειδικούς ελεγκτήρες, όπως τα σπειρόμετρα, οι ελεγκτήρες ακτινών καμπυλότητας, κ.τ.λ. Τα όργανα μέτρησης είναι κατασκευασμένα από χρωμονικελιούχους ή ανοξείδωτους χάλυβες.

Οι ελασματοουργοί χρησιμοποιούν σφυριά και ματσόλες για διαμόρφωση ελασμάτων, σιδηροπρίονα για κοπή πρώτων υλών, πένσες για συγκράτηση εξαρτημάτων, συρματασφάλιση και κοπή συρμάτων, ζουμπάδες για διάνοιξη οπών σε ελάσματα, κοπίδια για κοπή μικρών ήλων, κ.τ.λ. Χρησιμοποιούν λίμες για αφαίρεση ακμών, ψαλίδια χειρός για κοπή ελασμάτων, πόντες για αποτύπωση εγκοπών, κατσαβίδια για κοχλίωση κοχλιών, κ.τ.λ. Η διάνοιξη

οπών γίνεται με τρυπάνια κοβαλτίου. Η ήλωση εκτελείται με συσκευές ήλωσης πεπιεσμένου αέρα και σπάνια με συσκευές χειρός. Η κοχλίωση και χαλάρωση των κοχλίων και βλήτρων εκτελείται με κλειδιά ανοικτών και κλειστών άκρων, πολυγωνικά, κλειδιά Allen και ροπόκλειδα. Η διάνοιξη οπών, με μεγάλη ακρίβεια διαμέτρου, γίνεται με ρήμες. Τα κολαούζα και οι βιδολόγοι χρησιμεύουν για διάνοιξη εσωτερικών και εξωτερικών σπειρωμάτων αντιστοίχως.

Η ασφάλεια των εργαζομένων στις εργασίες επισκευής και συντήρησης των α/φών και στη μετακίνηση και διαμονή στους χώρους που τους διατίθενται (π.χ. αεροπορική βάση) είναι πρωταρχικής σημασίας.

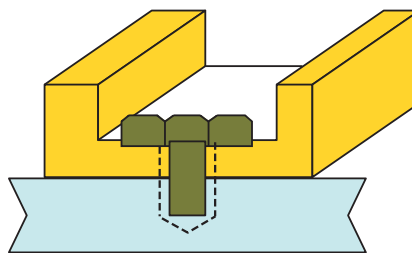
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πόσες ίντσες είναι τα 5 cm και πόσα εκατοστά είναι οι 3 1/4 ίντσες;
2. Σε ποιο σύστημα μέτρησης μετράμε το μήκος σε ίντσες;
3. Με ποιο όργανο αποτυπώνουμε κέντρων κύκλων σε ελάσματα;
4. Ποιο όργανο χρησιμοποιείται για τη χάραξη γραμμών σε ελάσματα;
5. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένα τα παχύμετρα και μικρόμετρα;
6. Ποιο όργανο θα χρησιμοποιούσατε για να μετρήσετε με ακρίβεια τη διάμετρο ενός βλήτρου;
7. Με ποιο όργανο θα ελέγχατε το βήμα του σπειρώματος ενός κοχλία; Μπορείτε με το ίδιο όργανο να μετρήσετε το βήμα ενός εσωτερικού σπειρώματος;
8. Πρέπει να χαράξετε παράλληλες ευθείες προς τη βάση ενός αγωγού (σχήμα E.1.1.1). Ποιο όργανο θα χρησιμοποιήσετε;
9. Σε τι χρησιμεύουν οι ελεγκτήρες οριακών διαστάσεων (Go, No - Go);
10. Ποιος είναι ο κύριος παράγοντας των σφαλμάτων μέτρησης;
11. Ένας τεχνίτης μετράει με μικρόμετρο τη διάμετρο δύο ίδιων βλήτρων. Το ένα βλήτρο είναι στο συνεργείο, που έχει θέρμανση και το άλλο έξω στο χιόνι. Οι ενδείξεις του μικρομέτρου θα είναι ίδιες; Εάν όχι, ποιο βλήτρο έχει μεγαλύτερη διάμετρο;



Σχήμα E. 1.1.1

12. Επιθυμείτε να διαμορφώσετε ένα έλασμα αλουμινίου με σφυρηλάτηση χειρός. Πώς ονομάζεται το εργαλείο που θα χρησιμοποιούσατε;
13. Από μία εγκοπή επιθυμείτε να μετρήσετε την ακτίνα καμπυλότητας. Με ποιο όργανο θα τη μετρούσατε;
14. Σε τι διαφέρουν τα ροπόκλειδα από τα κοινά κλειδιά;
15. Εάν ένα βλήτρο εμφανίζει πολύ μεγάλη αντίσταση στη χαλάρωσή του ποιο τύπο κλειδιού θα χρησιμοποιούσατε;
16. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένα τα τρυπάνια που χρησιμοποιούνται σε αεροπορικές εφαρμογές;
17. Πού χρησιμοποιούνται τα γλύφανα (ρήμες);
18. Με ποιο εργαλείο θα ανοίγατε σπείρωμα σε έναν άξονα;
19. Πότε χρησιμοποιούνται τα γωνιοκατσάβιδα;
20. Από τι εξαρτάται η επιλογή των στροφών ενός δράπανου;
21. Σε πόσες στροφές θα ρυθμίζατε το δράπανο για διάνοιξη οπής διαμέτρου 1/4 ίντσες σε χαλυβόκραμα (Πίνακας A3);
22. Τι νούμερο είναι το τρυπάνι με διάμετρο 0,180 ίντσες (Πίνακας A2);
23. Τα τοιχώματα μίας οπής ενός εξαρτήματος έχουν υποστεί μικρές επιφανειακές διαβρώσεις και πρέπει να καθαρισθούν. Πρέπει να αφαιρεθεί ελάχιστα πάχος τοιχώματος. Ποιο εργαλείο θα χρησιμοποιούσατε;
24. Με ποιο εργαλείο θα απομακρύνατε το στέλεχος ενός ήλου σφηνωμένου σε μία οπή;
25. Στο σχήμα E. 1.1.2 απαιτείται χαλάρωση και αφαίρεση του κοχλία, αλλά δεν υπάρχει προσιτότητα με κλασικό κλειδί ανοικτών ή κλειστών άκρων. Πώς ονομάζεται το κλειδί που θα χρησιμοποιούσατε;
26. Με ποιο εργαλείο θα κόβατε;
 - α) Ένα σωλήνα αλουμινίου.
 - β) Ένα σύρμα συρματοσφάλισης.
 - γ) Έναν ήλο που έχει τοποθετηθεί στραβά.



Σχήμα E. 1.1.2

Εργαστηριακές Ασκήσεις της 1ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Μετρήσεις με Παχύμετρο.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Πώς πρέπει να κρατάει το παχύμετρο.
- Πώς πρέπει να τοποθετεί το παχύμετρο στις επιφάνειες του εξαρτήματος που μετράει. Να διαβάζει την ένδειξη του παχυμέτρου.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Παχύμετρο τύπου βερνιέρου.
- Κοινά υλικά εργαστηρίου (κοχλίες, ελάσματα, σωλήνες, κ.τ.λ.).

Επίδειξη Λειτουργίας Παχυμέτρου

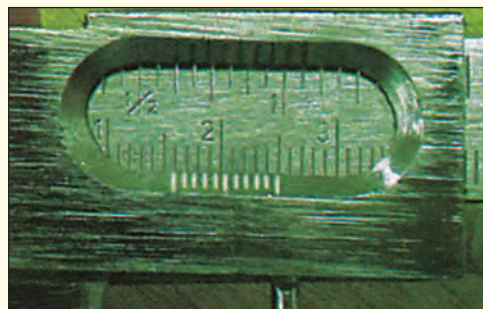
Η μέτρηση με τα κλασικά όργανα μέτρησης, όπως το παχύμετρο και μικρόμετρο απαιτεί εξάσκηση.

α. Παράδειγμα Μέτρησης με Παχύμετρο (σχήμα Α.1.1.1).

Το παχύμετρο έχει δυνατότητα μέτρησης σε ίντσες και σε mm, συνήθως μέχρι 25 cm. Το σφάλμα του παχυμέτρου ανέρχεται σε $\pm 0,05\text{mm}$.

Εργασίες κατά βήματα

1. Κρατάμε το παχύμετρο με την παλάμη και τα δάκτυλα.
2. Τοποθετούμε τις σιαγόνες του παχυμέτρου, με ελαφρά πίεση, στις προς μέτρηση επιφάνειες του αντικειμένου.
3. Το παχύμετρο έχει τρεις σταθερές κλίμακες μέτρησης και δύο ολισθαίνουσες. Οι μεγάλοι και τονισμένοι αριθμοί στη πάνω σταθερή κλίμακα είναι σε ίντσες και στην κάτω σε cm. Οι 10 λεπτές γραμμές μεταξύ των τονισμένων αριθμών της κάτω σταθερής κλίμακας είναι mm.
4. Στο παχύμετρο του σχήματος Α.1.1.1 η ανάγνωση της μέτρησης, σύμφωνα με τον κανόνα είναι μεταξύ 15 mm και 16mm.
5. Διαβάζουμε, το μικρότερο πλήρη αριθμό στην κάτω σταθερή κλίμακα σε mm αριστερά του 0 στην κάτω κινητή κλίμακα: 15 mm.



Σχήμα Α.1.1.1

Παράδειγμα Ένδειξης Ταχυμέτρου

6. Διαβάζουμε τον αριθμό στην κάτω κινητή κλίμακα που ευθυγραμμίζεται με την άνω κλίμακα: 0,8 mm.

7. Συνολικά προκύπτει: $15 + 0,8 = 15,8$ mm.

β. Ασκήσεις

I. Μέτρηση διαμέτρου αξόνων και εξωτερικής διαμέτρου σωλήνων (σχήμα A.1.1.2.α.).

1. Επιλέγουμε έναν τυχαίο άξονα ή σωλήνα.

2. Μετράμε την εξωτερική διάμετρο με το παχύμετρο εκτελώντας κατά βήματα τις εργασίες του παραδείγματος 1α.

II. Μέτρηση εσωτερικής διαμέτρου σωλήνων (σχήμα A.1.1.2 β).

Επιλέγουμε τυχαίο σωλήνα και μετράμε την εσωτερική του διάμετρο, με παχύμετρο, ακολουθώντας τις εργασίες του παραδείγματος 1.α.

III. Μέτρηση του βάθους εξαρτημάτων (σχήμα A.1.1.2 γ).

Επιλέγουμε ένα τυχαίο εξάρτημα π.χ. ένα τεμάχιο από σωλήνα και μετράμε το βάθος του (μήκος) με το παχύμετρο.

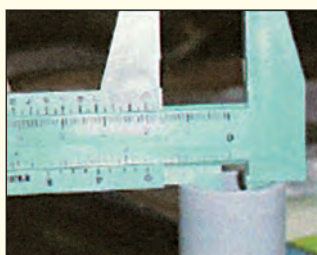
IV. Ανάγνωση ένδειξης παχυμέτρου (σχήμα A 1.1.2 δ).

1. Παρατηρούμε τις γραμμές στις κλίμακες μέτρησης του παχυμέτρου και εντοπίζουμε τις γραμμές που είναι πολύ κοντά η μία στην άλλη (σχήμα A.1.1.2 δ).

2. Διαβάζουμε την ένδειξη.



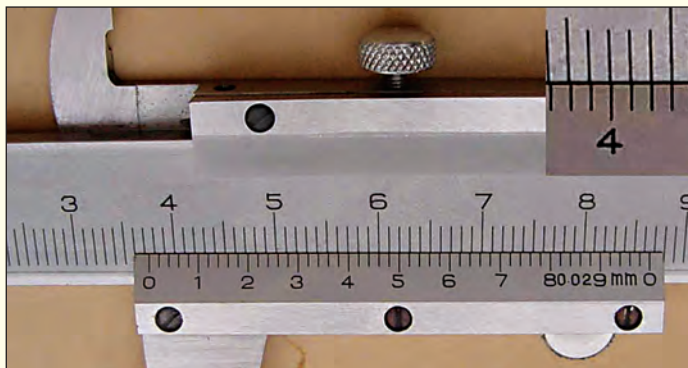
α) Εξωτερική Διάμετρος



β) Εσωτερική Διάμετρος



γ) Βάθος



δ) Ένδειξη Παχυμέτρου

Σχήμα A.1.1.2

Μέτρηση με Παχύμετρο

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Μετρήσεις με Μικρόμετρο.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

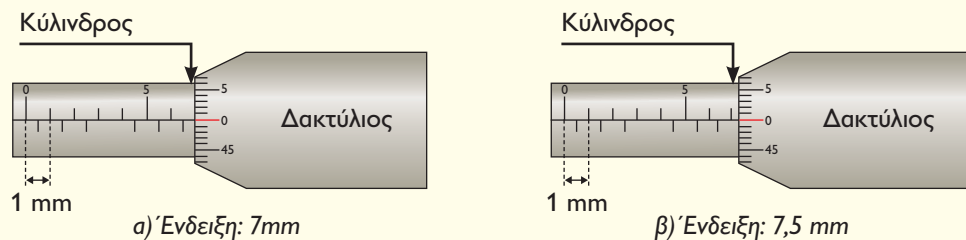
- Πώς πρέπει να κρατάει το μικρόμετρο και πώς πρέπει να τοποθετεί το πέλμα και τον κινητό επαφέα στις επιφάνειες του εξαρτήματος που μετράει. Να διαβάζει την ένδειξη του μικρόμετρου.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μικρόμετρο και κοχλίες, ελάσματα, σωλήνες, κ.τ.λ.

α. Επίδειξη Λειτουργίας Μικρομέτρου

Τα κινούμενα μέρη του μικρομέτρου είναι ο δακτύλιος και ο κινητός επαφέας. Ο δακτύλιος περιστρέφει τον κινητό επαφέα που μετακινείται, μέσω ενός κοχλίου, στο εσωτερικό του κυλίνδρου. Περιστρέφοντας το δακτύλιο μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ του πέλματος και του άκρου του κινητού επαφέα. Το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι η ένδειξη στο σημείο που έχει σταματήσει ο κινητός επαφέας. Μία πλήρης περιστροφή του δακτυλίου, δηλ. από την ένδειξη 0 σε 0 αντιστοιχεί σε μετακίνηση του κυλίνδρου κατά 0,025 της ίντσας ή σε 0,5 mm. Στο σχήμα Α.1.1.3 η ένδειξη του μικρομέτρου από 7mm, μετά από μία πλήρη περιστροφή του δακτυλίου, γίνεται 7,5 mm. Ο δακτύλιος είναι διαιρεμένος σε 50 ίσα τμήματα στο διεθνές σύστημα. Συνεπώς, η περιστροφή του δακτυλίου κατά μία διαίρεση αντιστοιχεί σε διαμήκη μετακίνησή του κατά 0,01 mm.



Σχήμα Α.1.1.3

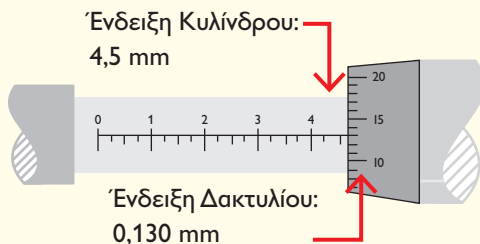
Μετρήσεις με Μικρόμετρο

Ένδειξη μικρομέτρου: Διαβάζουμε πρώτα την πλησιέστερη στο δακτύλιο ένδειξη της οριζόντιας βαθμονόμησης στη θέση που προσδιορίζεται από το δακτύλιο σε mm. Εν συνεχεία διαβάζουμε επί του δακτυλίου την ένδειξη της διαίρεσης που συμπίπτει με τη γραμμή της οριζόντιας βαθμονόμησης. Το άθροισμα των τριών αριθμών είναι το αποτέλεσμα της μέτρησης (σχήμα Α.1.1.4). Πρέπει να κρατάμε το μικρόμετρο με το μικρό και μεσαίο δάκτυλο

για να μπορούμε να περιστρέφουμε με τον αντίχειρα και το δείκτη το δακτύλιό του (σχήμα A.1.1.5)

Σχήμα A.1.1.4

Μέτρηση με το
Μικρόμετρο



Ολική Ένδειξη Μικρομέτρου: 4,63 mm



Σχήμα A.1.1.5

Συγκράτηση Μικρομέτρου

β. Ασκήσεις

I. Μέτρηση διαμέτρου αξόνων και σωλήνων.

- Επιλέγουμε έναν τυχαίο άξονα ή σωλήνα.
- Επιλέγουμε το κατάλληλο μικρόμετρο (εξωτερικής διάστασης).
- Μετράμε την εξωτερική διάμετρο, με το μικρόμετρο, ακολουθώντας κατά βήματα τις εργασίες του παραδείγματος α.

II. Μέτρηση της εσωτερικής διαμέτρου σωλήνων.

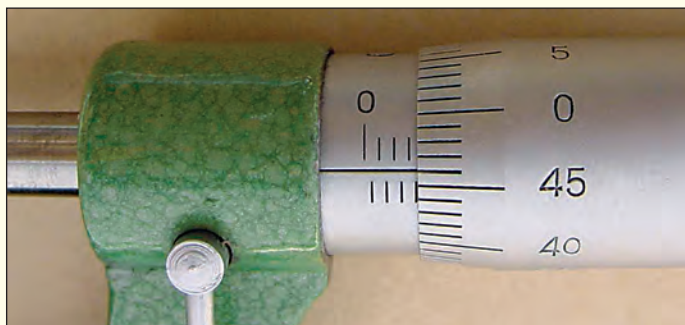
- Επιλέγουμε τυχαίο σωλήνα και το κατάλληλο μικρόμετρο.
- Μετράμε την εσωτερική διάμετρο του σωλήνα.

III. Μέτρηση βάθους εξαρτημάτων.

- Επιλέγουμε ένα τυχαίο εξάρτημα, π.χ. ένα τεμάχιο από σωλήνα.
- Επιλέγουμε το κατάλληλο μικρόμετρο.
- Μετράμε το βάθος του (μήκος) εξαρτήματος.

IV. Ανάγνωση ένδειξης μικρομέτρου (σχήμα A 1.1.6).

- Ρυθμίζουμε τις ενδείξεις ενός μικρομέτρου μέτρησης εξωτερικών διαστάσεων, σύμφωνα με το μικρόμετρο του σχήματος A.1.1.6.
- Διαβάζουμε την ένδειξη.



Σχήμα A.1.1.6

Ανάγνωση Ένδειξης
Μικρομέτρου

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Μετρήσεις με Βυθόμετρο.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να κρατάει και να τοποθετεί σωστά το βυθόμετρο στο εξάρτημα.
- Να διαβάζει την ένδειξη του βυθόμετρου.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Βυθόμετρο. Κοινά υλικά και εξαρτήματα του εργαστηρίου.

Εργασίες κατά βήματα

1. Τοποθετούμε το βυθόμετρο με τον άξονα του παράλληλο προς την απόσταση που επιθυμούμε να μετρήσουμε (σχήμα Α.1.1.7).
2. Διαβάζουμε την ένδειξη του βυθομέτρου.



Σχήμα Α.1.1.7: Χρήση Βυθομέτρου

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Μετρήσεις με Κομπάσα.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα :

- Να κρατάει και να τοποθετεί σωστά το κομπάσο στο εξάρτημα.
- Να μάθει να χρησιμοποιεί το κατάλληλο είδος κομπάσου για την εκάστοτε μέτρηση (μέτρηση εξωτερικής ή εσωτερικής διάστασης).
- Να διαβάζει την ένδειξη του κομπάσου με κανόνα ή παχύμετρο.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Κομπάσα μέτρησης εξωτερικής και εσωτερικής διαμέτρου, κανόνας και παχύμετρο. Κοινά υλικά και εξαρτήματα του εργαστηρίου.

Εργασίες κατά βήματα

1. Επιλέγουμε ένα εξάρτημα με εσωτερική οπή ή διάκενο.
2. Επιλέγουμε το κομπάσο μέτρησης εσωτερικών διαστάσεων.
3. Τοποθετούμε το κομπάσο, όπως απεικονίζεται στο σχήμα Α.1.1.8 α στην προς μέτρηση διάσταση και πιέζουμε τα άκρα του ελαφρά στα τοιχώματα των επιφανειών μέτρησης.
4. Σφίγγουμε τον κοχλία ασφάλισης.
5. Με κανόνα ή παχύμετρο μετράμε το άνοιγμα του κομπάσου.

6. Επαναλαμβάνουμε την άσκηση με κομπάσο μέτρησης εξωτερικών διαστάσεων (σχήμα Α.1.1.8 β).

α.



β.



Σχήμα Α.1.1.8

Χρήση Κομπάσων:

α) Μέτρησης Εσωτερικών και β) Εξωτερικών Διαστάσεων

ΑΣΚΗΣΗ 5η

Μέτρηση Βήματος Σπειρώματος με Σπειρόμετρο.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να διακρίνει και να χρησιμοποιεί τα είδη σπειρωμάτων.
- Να προσδιορίζει το βήμα του σπειρώματος.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Κοχλίες ή βλήτρα και σπειρόμετρο.

Εργασίες κατά βήματα

1. Επιλέγουμε τυχαία έναν κοχλία του εργαστηρίου.
2. Εκτιμούμε το είδος της οδόντωσης.
3. Μετράμε με το σπειρόμετρο το βήμα του σπειρώματος.
4. Από τα στοιχεία του κοχλία, που είναι ανάγλυφα στην κεφαλή του, προσδιορίζουμε τα στοιχεία του σπειρώματός του.
5. Επιβεβαιώνουμε τη μέτρηση του βήματος με το σπειρόμετρο.

ΑΣΚΗΣΗ 6η

Χρήση Γωνιών, Κανόνα και Χαράκτη.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα :

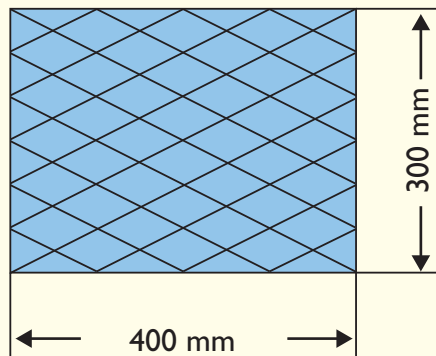
- Να χρησιμοποιεί τον κανόνα και τους χάρακες.
- Να χρησιμοποιεί γωνιόμετρα για τη μέτρηση και χάραξη γωνιών.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα αλουμινίου. Γωνιόμετρα, κανόνας και χαράκτης.

Εργασίες κατά βήματα

1. Με το σταθερό ψαλίδι κόβουμε ένα έλασμα αλουμινίου 2024 T4 πάχους 0,032 ίντσες διαστάσεων 300 mm x 400 mm.
2. Με το γωνιόμετρο και με χαράκτες χαράζουμε παράλληλες γραμμές που να σχηματίζουν 30 μοίρες με τη μεγάλη πλευρά του ελάσματος και να ισαπέχουν μεταξύ τους με απόσταση 100 mm.
3. Χαράζουμε τις αντίστοιχες παράλληλες γραμμές με γωνία πάλι 60 μοίρες προς τη μικρή πλευρά του ελάσματος με απόσταση 50 mm (σχήμα A.1.1.9).
4. Μετράμε με το γωνιόμετρο τις γωνίες ενός από τα τετράπλευρα που σχηματίστηκαν.
5. Μετράμε με κανόνα τις πλευρές ενός από τα τετράπλευρα που σχηματίστηκαν.
6. Τι διαπιστώνουμε από τις μετρήσεις των πλευρών;
7. Χαράζουμε τις διαγώνιους ενός τετραπλεύρου.
8. Μετράμε τη γωνία που σχηματίζουν οι διαγώνιοι.
9. Πόση είναι η γωνία των διαγωνίων του τετραπλεύρου;

**Σχήμα A.1.1.9****ΑΣΚΗΣΗ 7η****Χρήση Πόντας****Επιδιωκόμενοι Στόχοι**

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί την πόντα και τους χαράκτες.
- Να κρατάει και να χρησιμοποιεί σωστά τα σφυριά.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου, σφυρί και πόντα κεντραρίσματος.

Εργασίες κατά βήματα

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών της προηγούμενης άσκησης προβαίνουμε στα ακόλουθα :

1. Επιλέγουμε την κατάλληλη πόντα κεντραρίσματος για την αποτύπωση εγκοπών στα σημεία τομής των γραμμών του ελάσματος του σχήματος A.1.1.9.
2. Επιλέγουμε το κατάλληλο σφυρί.
3. Τοποθετούμε το έλασμα επάνω στον πάγκο εργασίας.

4. Τοποθετούμε την πόντα κεντραρίσματος κάθετα και σταθερά στο επιθυμητό σημείο και την κτυπάμε ελαφρά με το σφυρί. Το χέρι πρέπει να σφίγγει τη λαβή μαζί με τον αντίχειρα και η κίνηση του σφυριού να εκτελείται με κάμψη του αγκώνα και όχι του καρπού. Το κτύπημα πρέπει να γίνεται με τη μέγιστη εφικτή μετωπική επιφάνεια του σφυριού.
5. Ποντάρουμε όλες τις τομές των γραμμών του ελάσματος.

ΑΣΚΗΣΗ 8η

Διάνοιξη Οπών με Αεροδράπανο

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί το αεροδράπανο.
- Να επιλέγει τη διάμετρο του τρυπανιού της αρχικής οπής.
- Να επιλέγει τις ενδιάμεσες διαμέτρους των τρυπανιών, μέχρι την τελική διάμετρο.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου και αεροδράπανο.
- Τρυπάνια κοβαλτίου διαμέτρου 1/32 και 3/32 της ίντσας.

Εργασίες κατά βήματα

1. Τοποθετούμε κάτω από το έλασμα που ποντάρουμε ένα τεμάχιο από σανίδι για να μη χαλάσουμε την επιφάνεια του πάγκου εργασίας.
2. Τοποθετούμε σε κλασικό αεροδράπανο τρυπάνι 1/32 ίντσες.
3. Κρατάμε το δρόπανο κάθετο στο έλασμα και πιέζουμε ελαφρά.
4. Ανοίγουμε όλες τις οπές στα σημεία που "ποντάρουμε" το έλασμα.
5. Αφαιρούμε το τρυπάνι και τοποθετούμε τρυπάνι 3/32 ίντσες
6. Διευρύνουμε τις οπές με τρυπάνι διαμέτρου 3/32 της ίντσας.

ΑΣΚΗΣΗ 9η

Κοπή Τμήματος Επικάλυψης

Μία συνήθης και επίπονη εργασία των ελασματοουργών, που εκτελείται συνήθως στο α/φος, είναι η επισκευή τμημάτων της επικάλυψής του που έχουν υποστεί διάβρωση ή ζημιές. Στις εργασίες επισκευής απαιτείται, κατά κανόνα, η αφαίρεση τμήματος της επικάλυψης της περιοχής που επισκευάζεται. Η κοπή της επικάλυψης επί του α/φους δεν είναι συνήθως εφικτή με ψαλίδια κοπής ή άλλο κοπτικό εργαλείο και εκτελείται με διάνοιξη πολλών οπών σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Οι οπές αυτές εν συνεχεία διευρύνονται, μέχρι να συναντηθούν.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί την πόντα και το αεροδράπανο.
- Να αξιολογεί αποστάσεις κέντρων διάνοιξης οπών με το μάτι.
- Να επιλέγει τις κατάλληλες διαμέτρους τρυπανιών.
- Να αφαιρεί και τοποθετεί τρυπάνια στο δρόπανο.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου.
- Αεροδράπανο και πόντα κεντραρίσματος.
- Τρυπάνια κοβαλτίου διαμέτρου 1/32, 1/16 και 3/32 ίντσες.

Εργασίες κατά βήματα

1. Επιλέγουμε ένα από τα τετράπλευρα του ελάσματος του σχήματος Α.1.1.3
2. Με την πόντα κεντραρίσματος αποτυπώνουμε εγκοπές (κέντρα) στις πλευρές του τετραπλεύρου που επιλέξαμε.
3. Προσπαθούμε οι εγκοπές να είναι πολύ κοντά η μία στην άλλη. Επίσης, προσπαθούμε οι εγκοπές να είναι όλες πάνω στις πλευρές του τετραπλεύρου.
4. Η σωστή αποτύπωση των εγκοπών είναι ο βασικός και κύριος παράγοντας επιτυχίας της όλης εργασίας.
5. Τοποθετούμε σε ένα κλασικό αεροδράπανο τρυπάνι 1/32 της ίντσας και ανοίγουμε οπές στα σημεία που "ποντάραμε" στις πλευρές του τετραπλεύρου.
6. Αφαιρούμε το τρυπάνι και τοποθετούμε τρυπάνι 1/16 ίντσες.
7. Διευρύνουμε τις υπάρχουσες οπές με τρυπάνι διαμέτρου 1/16 της ίντσας. Εάν οι αποστάσεις των εγκοπών, που αποτυπώσαμε με την πόντα κεντραρίσματος, είναι πολύ μικρές, θα πρέπει ήδη σε ορισμένα τμήματα των πλευρών του τετραπλεύρου το έλασμα να αποχωρίζεται.
8. Αφαιρούμε το τρυπάνι και τοποθετούμε τρυπάνι 3/32 ίντσες.
9. Διευρύνουμε τις υπάρχουσες οπές με τρυπάνι διαμέτρου 3/32 της ίντσας στα τμήματα του τετραπλεύρου που δεν έχουν ακόμη αποχωρισθεί. Ήδη ένα μεγάλο τμήμα των πλευρών του τετραπλεύρου θα πρέπει να έχει αποχωρισθεί. Με τη σταδιακή διεύρυνση των οπών επιδιώκεται να αποκοπεί το μεταξύ τους τμήμα του ελάσματος.
10. Αποκόβουμε τα μη αποχωρισθέντα τμήματα των πλευρών του τετραπλεύρου με λάμα από σιδηροπρίονο, μέχρι να αποκοπούν όλες οι πλευρές του. Κατά τη διάρκεια χρήσης της λάμας καταβάλουμε προσπάθεια να μην παραμορφωθεί ή στρεβλωθεί το έλασμα.

Σημείωση: Οι εργασίες διάνοιξης και διεύρυνσης των οπών μπορούν να γίνουν σε σταθερό δράπανο ή με φορητό αεροδράπανο. Και στις δύο περιπτώσεις το έλασμα πρέπει να συγκρατείται σταθερά σε μέγγενη.

ΑΣΚΗΣΗ 10η

Χρήση Λίμας

Η εργαστηριακή αυτή άσκηση είναι μία πολύ συνήθης εργασία που εκτελούν οι ελασματοουργοί τόσο στο α/φος όσο και στο συνεργείο.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να επιλέγει την κατάλληλη λίμα και να τη χρησιμοποιεί σωστά.
- Να επιλέγει την καταλληλότερη θέση της λίμας προς την επιφάνεια του εξαρτήματος.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου και λίμες.

Εργασίες κατά βήματα

Οι πλευρές της ρομβοειδούς οπής, που διανοίξαμε στην προηγούμενη εργαστηριακή άσκηση, είναι τραχείες με μεγάλες εγκοπές και αιχμές. Με τη χρήση της λίμας θα πρέπει να γίνουν λείες και ευθύγραμμες. Η εργασία αυτή είναι το πιο επίπονο και χρονοβόρο τμήμα των εργασιών επισκευής επικαλύψεων στο α/φος.

1. Στερεώνουμε το έλασμα στη μέγγενη.
2. Επιλέγουμε επίπεδη ή ημικυκλική λίμα με τραχείες εγκοπές.
3. Αφαιρούμε σιγά - σιγά με τη λίμα τις μεγάλες αιχμές των πλευρών του ελάσματος της ρομβοειδούς οπής. Πιέζουμε πολύ ελαφρά τη λίμα στις αιχμές των τοιχωμάτων της οπής του ελάσματος για να μη στραβώσει το έλασμα.
4. Όταν μειωθεί αρκετά η αιχμηρότητα των τοιχωμάτων της ρομβοειδούς οπής του ελάσματος, επιλέγουμε μία λίμα με μικρότερη τραχύτητα εγκοπών.
5. Συνεχίζουμε την εργασία μέχρι να λειανθούν τα τοιχώματα της οπής σε ικανοποιητικό βαθμό. Ήδη τα τοιχώματα της ρομβοειδούς οπής έχουν ξεπεράσει τις πλευρές του τετραπλεύρου που είχαμε χαράξει.
6. Όπως διαπιστώνουμε, έχουν παραμείνει μερικές μόνο εγκοπές στα τοιχώματα της ρομβοειδούς οπής, από οπές των οποίων το κέντρο κατά το ποντάρισμα "ξέφυγε" προς τα έξω. Τα τοιχώματα της ρομβοειδούς οπής δεν είναι ακόμη λεία αλλά έχουν "κυματοειδή" μορφή.

7. Χαράζουμε νέες γραμμές παράλληλες προς τις γραμμές του αρχικού τετραπλεύρου. Οι νέες γραμμές που χαράζουμε θα είναι τα τοιχώματα της τελικής ρομβοειδούς οπής του ελάσματος. Για την ελαχιστοποίηση της εργασίας οι νέες γραμμές που χαράζουμε θα πρέπει να είναι σχεδόν εφαπτόμενες στις υπάρχουσες εγκοπές των τοιχωμάτων της ρομβοειδούς οπής. Όσο αυξάνεται η απόσταση των νέων γραμμών χάραξης από τις εγκοπές, αυξάνεται και η εργασία που απαιτείται στο λιμάρισμα.
8. Συνεχίζουμε να λιμάρουμε τα τοιχώματα της ρομβοειδούς οπής μέχρι να εξαλειφθούν πλήρως οι εγκοπές.
9. Τα τοιχώματα της τελικής ρομβοειδούς οπής πρέπει να συμπίπτουν πλήρως με τις γραμμές που χαράξαμε.
10. Με τη λίμα αφαιρούμε τις ακμές στα τοιχώματα της οπής.

ΑΣΚΗΣΗ 11η

Μέτρηση Διαστάσεων.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα :

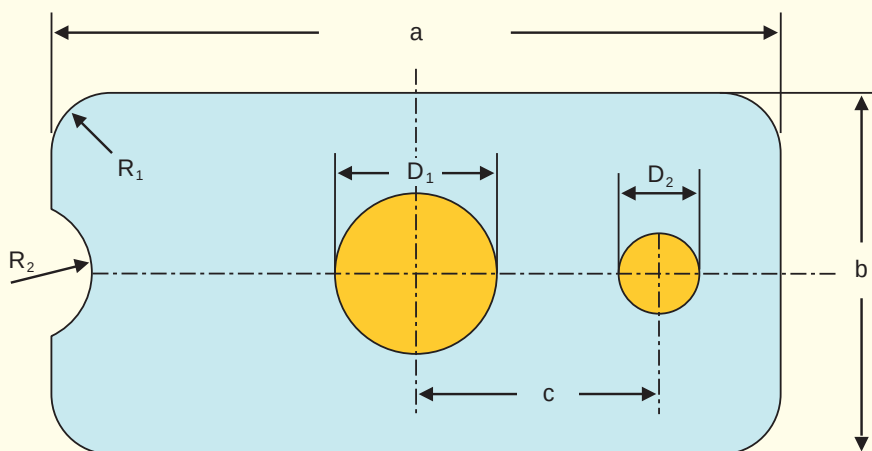
- Να επιλέγει και να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα όργανα μέτρησης.
- Να συγκρίνει την ακρίβεια των μετρήσεων.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Παχύμετρο, μικρόμετρο, κανόνας και ελεγκτήρας μέτρησης ακτίνων καμπυλότητας.

Εργασίες κατά βήματα

1. Μετρήστε με κανόνα, παχύμετρο και το κατάλληλο μικρόμετρο τη διάμετρο των οπών στο σχήμα A.1.1.10.
2. Συγκρίνατε τα αποτελέσματα των τριών μετρήσεων.
3. Μετρήστε την απόσταση των κέντρων των δύο οπών του ελάσματος με κανόνα και παχύμετρο.
4. Συγκρίνατε τα αποτελέσματα των δύο μετρήσεων.
5. Μετρήστε με τους κατάλληλους ελεγκτήρες καμπυλότητας τις ακτίνες καμπυλότητας R1 και R2.
6. Σκεφτείτε μία μέθοδο μέτρησης των R1 και R2 με παχύμετρο.
7. Συγκρίνατε τα αποτελέσματα των δύο μετρήσεων.



Σχήμα Α. 1.1.10: Μέτρηση Διαστάσεων

ΑΣΚΗΣΗ 12η

Χρήση Κομπάσου Μέτρησης Εξωτερικών Διαστάσεων.

Σημείωση: Η άσκηση αυτή είναι συμπληρωματική της άσκησης 4.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να επιλέγει και να χρησιμοποιεί το κατάλληλο κομπάσο.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Κομπάσο μέτρησης εξωτερικών διαστάσεων.
- Κανόνας, παχύμετρο ή μικρόμετρο.
- Άξονας ή εκ περιστροφής συμμετρικό σώμα.

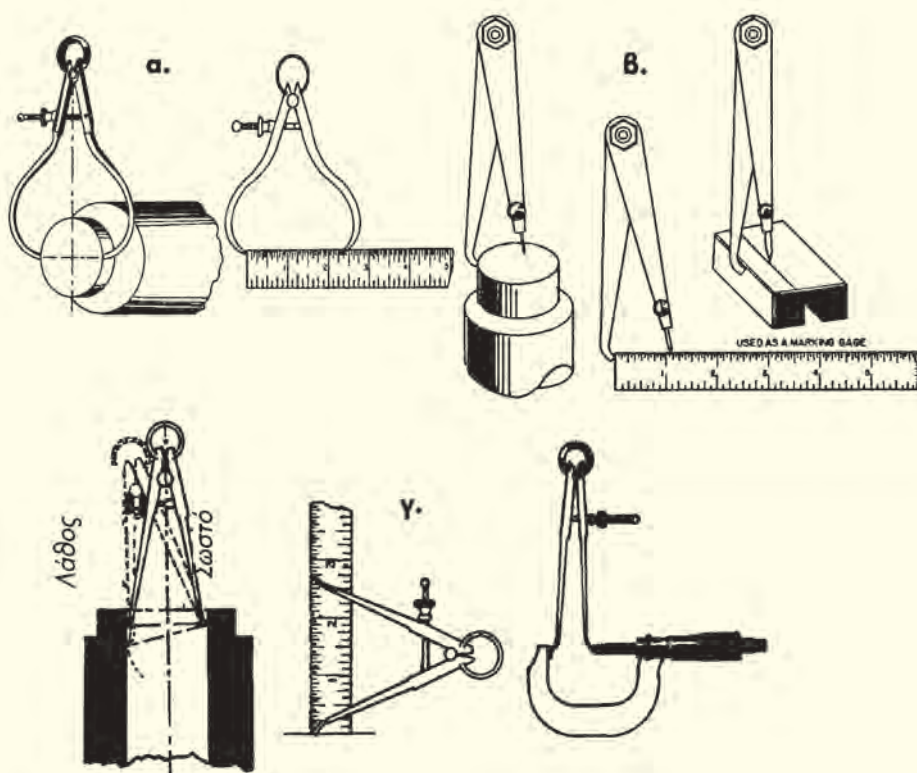
Εργασίες κατά βήματα

1. Επιλέγουμε το κατάλληλο μέγεθος κομπάσου εξωτερικών διαστάσεων.
2. Τοποθετούμε το κομπάσο στα τοιχώματα του άξονα και μάλιστα στη μέγιστη διάμετρό του.
3. Σφίγγουμε ελαφρά τα σκέλη του κομπάσου και εν συνεχεία τον κοχλία σταθεροποίησής του.
4. Μετράμε με κανόνα ή με παχύμετρο την απόσταση των σκελών του κομπάσου (σχήμα Α.1.1.11 α).

Σημείωση: Ακολουθώντας κατά βήματα τις εργασίες της ανωτέρω άσκησης μπορούν να εκτελεσθούν, κατά αναλογία, οι ακόλουθες ασκήσεις:

1. Μέτρηση της διαμέτρου μίας οπής.

Η μέτρηση εκτελείται με κομπάσο εσωτερικών διαστάσεων, όπως απεικονίζεται στο σχήμα (σχήμα Α.1.1.11 β).

2. Μέτρηση του ανοίγματος μίας πατούρας ή της ακτίνας της διατομής ενός άξονα. Η μέτρηση εκτελείται με ερμαφρόδιτο κομπάσο, όπως απεικονίζεται στο σχήμα Α.1.1.11 γ.**Σχήμα Α.1.1.11**

Χρήσεις Κομπάσων Μέτρησης Εξωτερικών και Εσωτερικών Διαστάσεων και του Ερμαφρόδιτου Κομπάσου

ΑΣΚΗΣΗ 13η

Μέτρηση Παραμόρφωσης Διατομής με Μετρητικό Ρολόι.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να διαβάζει τις ενδείξεις από το μετρητικό ρολόι.
- Να επιλέγει και ρυθμίζει, στη κατάλληλη θέση τοποθέτησής του, το μετρητικό ρολόι.
- Να αξιολογεί τις μετρήσεις με το μετρητικό ρολόι.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μετρητικό ρολόι με τη βάση στήριξής του. Μιλιμετρέ χαρτί.
- Τόρνος ή πλάκα εφαρμογής και δύο ίδιες βάσεις στήριξης.

Εργασίες κατά βήματα

1. Τοποθετούμε το εκ περιστροφής συμμετρικό σώμα, π.χ. ένα σωλήνα ή έναν τροχό στον τόρνο.
2. Ρυθμίζουμε τη συγκράτηση του σώματος στο τσοκ του τόρνου, μέχρι ο άξονάς του, που ορίζεται από τα κέντρα των δύο μετωπικών του επιφανειών, να είναι παράλληλος με τον άξονα περιστροφής του τσοκ του τόρνου. Εάν δεν υπάρχει τόρνος τοποθετούμε τα άκρα του σώματος σε κατάλληλες βάσεις στήριξης. Οι βάσεις πρέπει να είναι ίδιες και πρέπει να τοποθετηθούν σε πάγκο εργασίας με λεία, επίπεδη και οριζόντια επιφάνεια. Συνήθως, στις μετρήσεις χρησιμοποιείται πλάκα εφαρμογής.
3. Τοποθετούμε το μετρητικό ρολόι (σχήμα Α.1.1.12) σε σταθερή βάση πάνω στον τόρνο και φέρνουμε το σφαιρικό επαφέα του σε επαφή με την επιφάνεια του σώματος που μετράμε την εκκεντρότητα.
4. Περιστρέφουμε το σώμα με το χέρι σιγά - σιγά και εντοπίζουμε το σημείο με την ελάχιστη ένδειξη του ρολογιού. Στο σημείο αυτό σταθεροποιούμε το μετρητικό ρολόι, έτσι ώστε να έχει μηδενική ένδειξη.
5. Περιστρέφουμε το σώμα με το χέρι σιγά - σιγά και καταγράφουμε σε συγκεκριμένες μοίρες περιστροφής τις ενδείξεις του ρολογιού.
6. Σχεδιάζουμε σε μιλιμετρέ χαρτί τη διατομή του σώματος με διαβήτη και εν συνεχεία τις ενδείξεις του ρολογιού που μετρήσαμε.
7. Ενώνουμε τα σημεία των μετρήσεων που αποτυπώσαμε.
8. Συγκρίνοντας τη θεωρητική κυκλική διατομή, που έπρεπε να είχε το σώμα, με την πραγματική που σχεδιάσαμε μπορούμε να αποκτήσουμε μία εκτίμηση της παραμόρφωσης της διατομής του σώματος.
9. Επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις, κατά μήκος του διαμήκη άξονα του σώματος, σε διάφορες ισαπέχουσες διατομές και σχεδιάζουμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε μιλιμετρέ χαρτί.
10. Από τα σχέδια στις διάφορες διατομές προκύπτει η παραμόρφωση της διατομής του σώματος κατά μήκος του διαμήκη άξονα.

**Σχήμα Α.1.1.12***Μετρητικό Ρολόι*

ΑΣΚΗΣΗ 14η

Μέτρηση Εκκεντρότητας Διαμήκη Άξονα με Μετρητικό Ρολόι.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα :

- Να διαβάζει τις ενδείξεις από το μετρητικό ρολόι.
- Να αξιολογεί τις μετρήσεις με το μετρητικό ρολόι.
- Να προσδιορίζει την παραμόρφωση ενός άξονα ή ενός εκ περιστροφής συμμετρικού σώματος.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μετρητικό ρολόι με τη βάση στήριξής του και μιλιμετρέ χαρτί.
- Κλασικός τώρνος ή πλάκα εφαρμογής και δύο ίδιες βάσεις στήριξης.

Εργασίες κατά βήματα

1. Χαράζουμε ή σημαδεύουμε ευκρινώς το σώμα σε ισαπέχουσες αποστάσεις, π.χ. ανά 2 ίντσες κατά μήκος του διαμήκη άξονά του.
2. Τοποθετούμε το σώμα επάνω σε δύο ίδιες βάσεις στήριξης σε πλάκα εφαρμογής.
3. Προσαρμόζουμε το μετρητικό ρολόι σε υψομετρικό χαρακτή.
4. Ελέγχουμε το ύψος της άνω και κάτω επιφάνειας της διατομής του σώματος κοντά στις βάσεις στήριξης.
5. Ρυθμίζουμε το ύψος του υψομετρικού χαρακτή, έτσι ώστε το μετρητικό ρολόι να έχει μία μέση ένδειξη (τιμή) στην πάνω επιφάνεια του σώματος στις βάσεις στήριξης.
6. Μετακινούμε σιγά - σιγά τον υψομετρικό χαρακτή παράλληλα προς το διαμήκη άξονα του σώματος και σημειώνουμε τις ενδείξεις από το μετρητικό ρολόι στα σημεία που έχουμε χαράξει το σώμα.
7. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση στην κάτω επιφάνεια.
8. Περιστρέφουμε το σώμα κατά 30 μοίρες και επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις.
9. Περιστρέφουμε το σώμα άλλες 30 μοίρες και επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις.
10. Αποτυπώνουμε τις μετρήσεις σε μιλιμετρέ χαρτί και ενώνουμε τα σημεία μέτρησης.
11. Ενώνουμε τα σημεία μέτρησης στις βάσεις του σώματος στο μιλιμετρέ χαρτί.
12. Συγκρίνοντας τις καμπύλες εντοπίζουμε την περιοχή του σώματος κατά μήκος του διαμήκη άξονά του με τη μέγιστη εκκεντρότητα.

Σημείωση: Η μέγιστη εκκεντρότητα είναι πρακτικά η μέγιστη απόσταση του κέντρου της διατομής του σώματος από την ευθεία που ορίζεται από τα κέντρα των διατομών στα άκρα του σώματος.

ΑΣΚΗΣΗ 15η

Μέτρηση Έκτασης Τηλεσκοπικού Άξονα.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

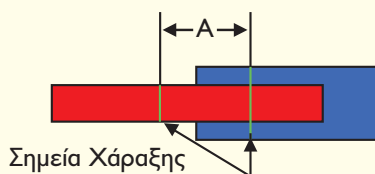
- Να μετράει τη μέγιστη έκταση ενός τηλεσκοπικού άξονα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

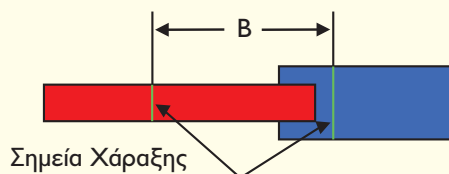
- Τηλεσκοπικός άξονας, αποσβεστήρας κρούσης συστήματος προσγείωσης ή κύλινδρος ενέργειας υδραυλικού ή πνευματικού συστήματος. Χαράκτης και παχύμετρο.

Εργασίες κατά βήματα

1. Χαράζουμε με χαράκτη τα δύο τμήματα του τηλεσκοπικού άξονα, π.χ. ενός αποσβεστήρα κρούσης από σύστημα προσγείωσης α/φους. Το σημείο χάραξης στο κινούμενο τμήμα πρέπει να είναι έξω από το σταθερό τμήμα του τηλεσκοπικού άξονα τόσο σε θέση πλήρους συμπίεσης όσο και σε θέση πλήρους έκτασης. Συνήθως, τα σημεία μέτρησης στους αποσβεστήρες κρούσης των συστημάτων προσγείωσης είναι συγκεκριμένα και ευκρινώς αναγνωρίσιμα.
2. Συμπιέζουμε τον τηλεσκοπικό άξονα στη μέγιστη εφικτή και επιτρεπόμενη θέση συμπίεσης και μετράμε την απόσταση των σημείων που χαράξαμε με παχύμετρο (σχήμα A.1.1.13 α). Χαρακτηρίζουμε την ένδειξη του παχυμέτρου με A.
3. Αποσυμπιέζουμε και εκτείνουμε τον τηλεσκοπικό άξονα στη μέγιστη εφικτή και επιτρεπόμενη θέση έκτασης και μετράμε την απόσταση των σημείων που χαράξαμε με παχύμετρο. Χαρακτηρίζουμε την ένδειξη του παχυμέτρου με B (σχήμα A.1.1.13 β).
4. Η έκταση του τηλεσκοπικού άξονα είναι ίση με τη διαφορά των δύο μετρήσεων, δηλ. είναι ίση με $B - A$.



α) Μέτρηση σε θέση πλήρους συμπίεσης

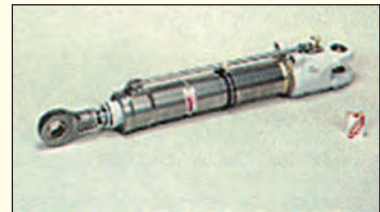


β) Μέτρηση σε θέση πλήρους έκτασης

Σχήμα A.1.1.13: Μέτρηση Έκτασης Τηλεσκοπικού Άξονα

Σημείωση: Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να μετρήσουμε το μήκος της διαδρομής ενός εμβόλου μεταξύ δύο τυχαίων θέσεων λειτουργίας του. Μέτρηση διαδρομής εμβόλου σε κύλινδρο ενέργειας.

1. Εκτελούμε κατά βήματα τις ανωτέρω εργασίες σε έναν κύλινδρο ενέργειας και προσδιορίζουμε τη διαδρομή του εμβόλου.
2. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση στον κύλινδρο ενέργειας με διαφορετικά σημεία χάραξης (σχήμα Α. 1.1.14).
3. Συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων.



Σχήμα Α.1.1.14

Κύλινδρος Ενέργειας Ανάσωσης Κυρίου Σκέλους

ΑΣΚΗΣΗ 16η

Μέτρηση Γωνίας Επιφανειών.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να μετράει γωνίες επιφανειών του α/φους, συγκροτημάτων του ή εξωτερικών δεξαμενών, κ.τ.λ., η μέτρηση των οποίων δεν είναι εφικτή με τα κλασσικά όργανα μέτρησης γωνιών.

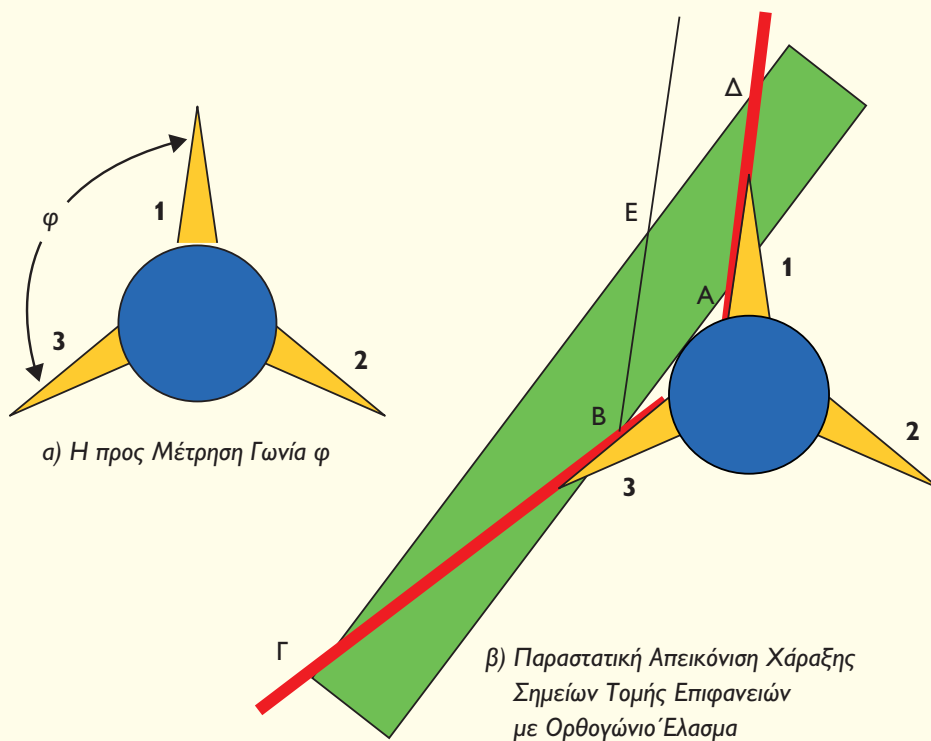
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Ουραίο πτέρωμα α/φους ή εξωτερική δεξαμενή καυσίμων.
- Έλασμα κράματος αλουμινίου 2024 T4.
- Μοιρογνώνιο ή άλλο γωνιόμετρο, κανόνας και χαράκτης.

Εργασίες κατά βήματα

1. Κόβουμε στο σταθερό ψαλίδι του εργαστηρίου, στις κατάλληλες διαστάσεις, έλασμα αλουμινίου 2024 -T4 με πάχος μεγαλύτερο από 0,028 ίντσες και μικρότερο από 0,051 ίντσες.
2. Φροντίζουμε οι δύο πλευρές του ελάσματος να είναι τελείως παράλληλες. Αυτό επιτυγχάνεται εύκολα σε ψαλίδι τετραγωνισμού. Εάν το εργαστήριο δε διαθέτει ψαλίδι τετραγωνισμού, τότε διασφαλίζουμε την παραλληλότητα των πλευρών του ορθογωνίου ελάσματος με μετρήσεις των διαγωνίων του. Οι διαγώνιες του πρέπει να είναι ίσες μεταξύ τους.

3. Κόβουμε στο σταθερό ψαλίδι δύο λωρίδες ελάσματος κράματος αλουμινίου 2024 -T4 με αυξημένο πάχος για να είναι άκαμπτες.
4. Τοποθετούμε και συγκρατούμε πρόχειρα, αλλά σταθερά τις δύο άκαμπτες λωρίδες ελάσματος επάνω στις δύο επιφάνειες, από τις οποίες θέλουμε να μετρήσουμε τη γωνία που σχηματίζουν (σχήμα A.1.1.15 α).
5. Τοποθετούμε το έλασμα αλουμινίου στις δύο επιφάνειες, όπως απεικονίζεται στο σχήμα A.1.1.15 β και χαράζουμε τα σημεία τομής του με τις λωρίδες ελάσματος (σημεία Α, Β, Γ και Δ, σχήμα A. 1.1.15 β).
6. Τοποθετούμε το έλασμα επάνω σε έναν πάγκο εργασίας και ενώνουμε με χαράκτη τα τέσσερα σημεία Α, Β, Γ και Δ με χαράκτη.
7. Χαράζουμε στο έλασμα, από το σημείο Β, ευθεία παράλληλη προς το ευθύγραμμο τμήμα ΑΔ, η οποία τέμνει την πλευρά ΓΔ του ορθογωνίου ελάσματος στο σημείο Ε.
8. Μετράμε με το γωνιόμετρο τη γωνία που σχηματίζουν τα ευθύγραμμα τμήματα ΒΓ και ΒΕ.
9. Η γωνία αυτή είναι η ζητούμενη γωνία φ του σχήματος A1.1.15

**Σχήμα A.1.1.15:** Μέτρηση Γωνίας Επιφανειών

ΑΣΚΗΣΗ 17η

Κατασκευή Ελεγκτήρα GO, NO - GO Μέτρησης Γωνιών.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αυτοσχεδιάζει και να κατασκευάζει με απλά μέσα και υλικά ιδιοκατασκευές για τον έλεγχο γωνιών στο α/φος.

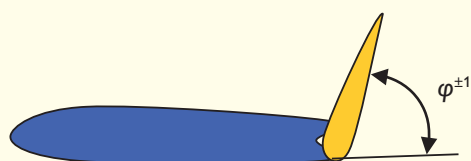
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Ουραίο πτέρωμα α/φους ή εξωτερική δεξαμενή καυσίμων.

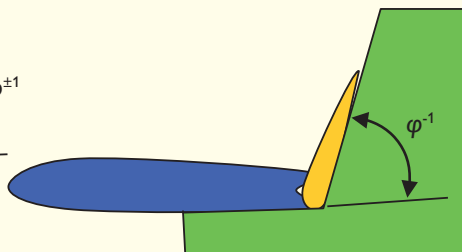
Εργασίες κατά βήματα

1. Κόβουμε στο σταθερό ψαλίδι δύο ορθογώνια τεμάχια στις απαραίτητες διαστάσεις (σχήμα A.1.1.16 α) από σκληρό έλασμα κράματος αλουμινίου 2024 - T4 ή 7075 - T6 πάχους μεγαλύτερου από 0,032 ίντσες. Η κοπή ορθογώνιων τεμαχίων από ελάσματα είναι απλή και εύκολη στο ψαλίδι τετραγωνισμού.
2. Μετράμε τις διαγώνιους των ορθογωνίων ελασμάτων. Οι διαγώνιοι ενός ορθογωνίου είναι ίσες μεταξύ τους.
3. Χαράζουμε τα δύο ορθογώνια ελάσματα σύμφωνα με το σχήμα A.1.1.16β και γ. Το ένα έλασμα έχει γωνία φ^{+1} και το άλλο φ^{-1} .
4. Κόβουμε στο σταθερό ψαλίδι του εργαστηρίου τα δύο χαραγμένα ελάσματα πάνω στις γραμμές που χαράξαμε.
5. Το έλασμα με τη γωνία φ^{-1} είναι ελεγκτήρας GO, δηλ. όταν το τοποθετούμε σωστά στην προς μέτρηση γωνία πρέπει να μπαίνει σχετικά ελεύθερα μεταξύ των δύο επιφανειών (σχήμα A. 1.1.16 δ).
6. Το έλασμα με τη γωνία φ^{+1} είναι ελεγκτήρας NO - GO, δηλ. όταν το τοποθετούμε σωστά στην προς μέτρηση γωνία πρέπει να μη μπαίνει (χωράει) μεταξύ των δύο επιφανειών (σχήμα A. 1.1.16 ε).
7. Εάν ο ελεγκτήρας GO δε μπαίνει μεταξύ των δύο επιφανειών και είναι σωστός, τότε οι δύο επιφάνειες πρέπει να ρυθμισθούν, διότι η γωνία που σχηματίζουν είναι μικρότερη από φ^{-1} .
8. Εάν ο ελεγκτήρας NO - GO μπαίνει μεταξύ των δύο επιφανειών και είναι σωστός, τότε οι δύο επιφάνειες πρέπει να ρυθμισθούν, διότι η γωνία που σχηματίζουν είναι μεγαλύτερη από φ^{+1} .
9. Οι δύο επιφάνειες είναι σωστές και δεν απαιτείται ρύθμιση, όταν ο ελεγκτήρας GO "μπαίνει" και ο ελεγκτήρας NO - GO δε "μπαίνει".

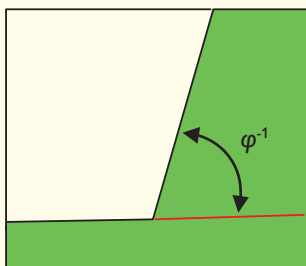
Σημείωση: Η κατασκευή ελεγκτήρων από το τεχνικό προσωπικό που εργάζεται στην επισκευή και συντήρηση των α/φών είναι μία εργασία που εκτελείται πολύ συχνά.



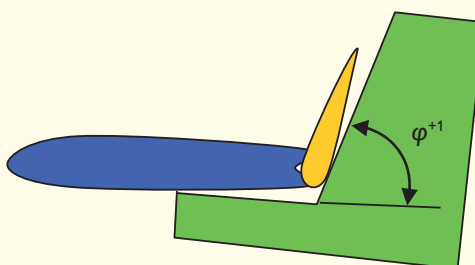
α) Γωνία μεταξύ δύο επιφανειών για την οποία θα κατασκευασθεί ο Ελεγκτήρας GO, NO - GO.



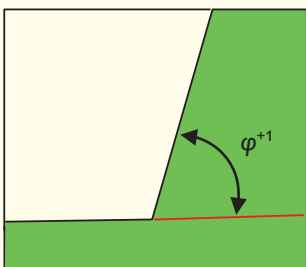
δ) Έλεγχος γωνίας με ελεγκτήρα GO.



β) Χάραξη και κοπή ελεγκτήρα GO.



ε) Έλεγχος γωνίας με ελεγκτήρα NO - GO.



γ) Χάραξη και κοπή ελεγκτήρα NO - GO.

Σχήμα A.1.1.16

Κατασκευή και Μέτρηση Γωνιών με Ελεγκτήρα GO, NO - GO.

ΑΣΚΗΣΗ 18η

Κατασκευή Ελεγκτήρα GO, NO - GO για Μέτρηση Μήκους.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αυτοσχεδιάζει και να κατασκευάζει με απλά μέσα και υλικά ιδιοκατασκευές για τον έλεγχο αποστάσεων στοιχείων του α/φους, όπως π.χ. ανοίγματα σκελών.

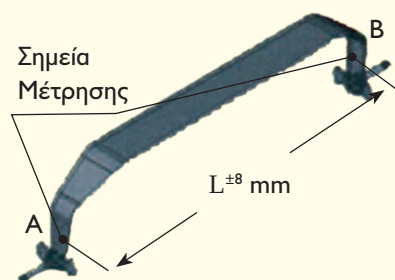
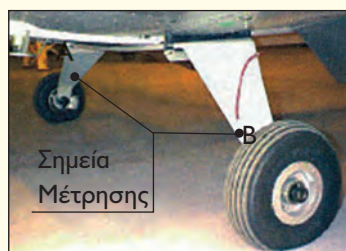
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μπάρα ή σωλήνας κράματος αλουμινίου, σιδηροπρίονο.
- Α/φος με κύριο σκέλος τύπου ελαστικής δοκού.

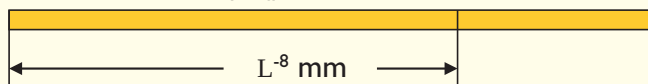
Εργασίες κατά βήματα

Σημείωση: Στα τεχνικά εγχειρίδια των α/φών αναφέρεται το μέγιστο και ελάχιστο άνοιγμα των σκελών για συγκεκριμένο βάρος α/φους. Θεωρούμε ότι το επιτρεπόμενο άνοιγμα των σκελών του α/φους ανέρχεται σε $L^{\pm 8}$ mm. Τα σημεία του σκέλους, στα οποία εκτελούνται οι μετρήσεις καθορίζονται στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους και είναι τα σημεία Α και Β του σχήματος Α. 1.1.17.

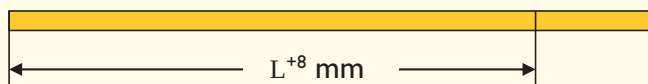
1. Μετράμε και χαράσσουμε ένα σωλήνα αλουμινίου σε απόσταση L^{-8} mm από το άκρο του, σύμφωνα με το σχήμα Α.1.1.17 β.
2. Μετράμε και χαράσσουμε άλλο σωλήνα αλουμινίου σε απόσταση L^{+8} mm από το άκρο του, σύμφωνα με το σχήμα Α.1.1.17 γ.
3. Κόβουμε τους σωλήνες κράματος αλουμινίου στα σημεία που χαράξαμε με σιδηροπρίονο ή άλλο μέσο κοπής.
4. Καθαρίζουμε καλά τις ακμές των σωληνίων στα σημεία κοπής.



α) Κύριο Σκέλος Τύπου Ελαστικής Δοκού για το οποίο πρόκειται να κατασκευασθούν Ελεγκτήρες GO, NO - GO.



β) Μέτρηση και Χάραξη Σωλήνα Ελεγκτήρα GO.



γ) Μέτρηση και Χάραξη Σωλήνα Ελεγκτήρα NO - GO.



δ) Ο Ελεγκτήρας GO "περνάει" από το άνοιγμα του σκέλους



ε) Ο Ελεγκτήρας NO - GO "δεν περνάει" από το άνοιγμα του σκέλους

Σχήμα Α.1.1.17

Κατασκευή και Μέτρηση Ανοίγματος Σκέλους με Ελεγκτήρα GO, NO - GO

5. Ο σωλήνας αλουμινίου με μήκος L^{-8} mm είναι ελεγκτήρας GO. Ο σωλήνας αυτός, όταν το τοποθετούμε σωστά στα σημεία ελέγχου του σκέλους του α/φους Α και Β, "περνάει", δηλ. χωράει σχετικά ελεύθερα στο σκέλος (σχήμα Α.1.1.17 δ).
6. Ο σωλήνας αλουμινίου με μήκος L^{+8} mm είναι ελεγκτήρας NO - GO. Ο σωλήνας αυτός, όταν τον τοποθετούμε σωστά στα σημεία ελέγχου των σκελών του α/φους Α και Β, "δεν περνάει", δηλ. είναι μεγαλύτερος από το άνοιγμα του σκέλους του α/φους (σχήμα Α.1.1.17 ε).
7. Εάν το σκέλος είναι σωστό, δηλ δεν έχει υποστεί πλαστική παραμόρφωση, τότε ο ελεγκτήρας GO μπαίνει και ο ελεγκτήρας NO - GO δε μπαίνει μεταξύ των σημείων μέτρησης του σκέλους.
8. Εάν ο ελεγκτήρας GO δε μπαίνει μεταξύ των σημείων μέτρησης του σκέλους και είναι σωστός, τότε το σκέλος έχει υποστεί πλαστική παραμόρφωση, δηλ. το σκέλος είναι στραβό και το άνοιγμά του είναι μικρότερο από το προβλεπόμενο.
9. Εάν ο ελεγκτήρας NO - GO μπαίνει (χωράει) μεταξύ των σημείων μέτρησης του σκέλους και είναι σωστός, τότε το σκέλος έχει υποστεί πλαστική παραμόρφωση (είναι στραβό) και το άνοιγμά του είναι μεγαλύτερο από το προβλεπόμενο.

ΑΣΚΗΣΗ 19η

Κατασκευή Εγκάρσιας Νεύρωσης (Rib).

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αυτοσχεδιάζει και να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα εργαλεία.
- Να διαμορφώνει ελάσματα με ματσόλα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

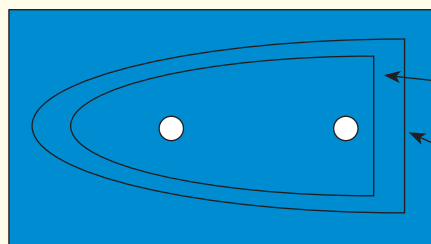
- Χαρτόνι, έλασμα κράματος αλουμινίου 2024 -Ο πάχους 0,028 ίντσες. Σανίδι φουρνισμένης οξιάς πάχους 15 έως 20mm. Δύο κοχλίες 1/16 ίντσες με περικόχλια και παράκυκλους.
- Ψαλίδι χειρός, τρυπάνι 1/ 16 ίντσες, ηλεκτρικό πριόνι (σέγα) ή κορδέλα, μέγγενη, ράσπα και ματσόλα.

Σημείωση: 1. Τα γεωμετρικά στοιχεία των τυποποιημένων αεροτομών αναφέρονται αναλυτικά σε σχετικά εγχειρίδια.

2. Η τυποποιημένη αεροτομή και το μήκος της χορδής της επιλέγονται από τους καθηγητές που επιβλέπουν τις εργαστηριακές ασκήσεις.

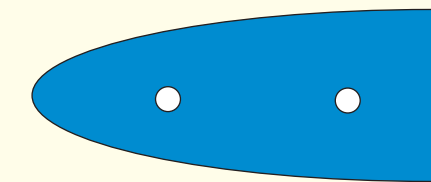
Εργασίες κατά βήματα

1. Σχεδιάζουμε σε μιλιμετρέ χαρτί το αποτύπωμα μίας τυποποιημένης αεροτομής (σχήμα A.1.1.18 α).

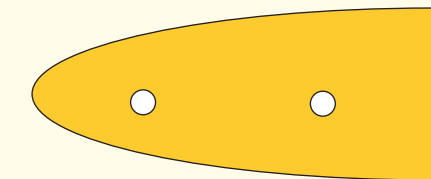


Χαρτόνι
αποτύπωμα αεροτομής

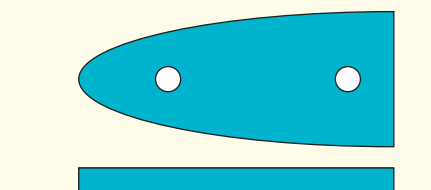
Αποτύπωμα αναπτύγματος
της εγκάρσιας νεύρωσης. Απέχει
35 mm από την περίμετρο
της αεροτομής



Χαρτόνι με το αποτύπωμα
του αναπτύγματος της εγκάρσιας
νεύρωσης με οπές 1/16 ίντσες



Έλασμα με το αποτύπωμα
του αναπτύγματος της εγκάρσιας
νεύρωσης με οπές 1/16 ίντσες



Τεμάκιο οξιάς με το αποτύπωμα
της αεροτομής



Διαμόρφωση ελάσματος εγκάρσιας
νεύρωσης στη μέγγενη με ματσόλα

Σχήμα A.1.1.18

Κατασκευή Εγκάρσιας Νεύρωσης

2. Σε απόσταση 35 mm περιμετρικά της αεροτομής σχεδιάζουμε στο μιλιμετρέ χαρτί ισαπέχουσα καμπύλη (σχήμα Α.1.1.1 8 α). Το τμήμα αυτό αντιστοιχεί στην περιμετρική φλάντζα της εγκάρσιας νεύρωσης.
3. Το οπίσθιο τμήμα της εγκάρσιας νεύρωσης, που πρόκειται να κατασκευάσουμε συνδέεται με ήλους σε μία δοκό μέσω μίας φλάντζας. Σχεδιάζουμε το ανάπτυγμα της φλάντζας αυτής του οπισθίου τμήματος της εγκάρσιας νεύρωσης στο μιλιμετρέ χαρτί.
4. Αποτυπώνουμε σε σκληρό χαρτόνι το σχήμα της αεροτομής και του αναπτύγματος της φλάντζας που σχεδιάσαμε στο μιλιμετρέ χαρτί.
5. Κόβουμε περιμετρικά το χαρτόνι με ψαλίδι στην εξωτερική καμπύλη που σχεδιάσαμε (Α.1.1.18β). Αυτό είναι το ανάπτυγμα της εγκάρσιας νεύρωσης που πρόκειται να κατασκευάσουμε.
6. Ανοίγουμε δύο τρύπες διαμέτρου 1/16 ίντσες στο απόκομμα του χαρτονιού έξω από την περιοχή που θα διανοιχτούν μελλοντικά οι ελαφρυντικές οπές στην εγκάρσια νεύρωση.
7. Τοποθετούμε το κομμένο χαρτόνι πάνω από έλασμα κράματος αλουμινίου 2024 -Ο πάχους 0,028 ίντσες. Μεταφέρουμε με λεπτό μαρκαδόρο το αποτύπωμα του χαρτονιού στο έλασμα καθώς και τις δύο οπές (Α.1.1.18γ).
8. Κόβουμε με ψαλίδι χειρός περιμετρικά το αποτύπωμα που σχεδιάσαμε με μαρκαδόρο στο έλασμα.
9. Ανοίγουμε τις δύο οπές που αποτυπώσαμε στο έλασμα από το χαρτόνι με τρυπάνι διαμέτρου 1/16 ίντσες. Κατά προτίμηση, ανοίγουμε τις οπές σε σταθερό δράπανο.
10. Κόβουμε με ψαλίδι περιμετρικά το χαρτόνι στο εσωτερικό αποτύπωμα της αεροτομής που σχεδιάσαμε στο βήμα 1.
11. Τοποθετούμε το χαρτόνι που κόψαμε στο προηγούμενο βήμα εργασίας πάνω σε πλανισμένο σανίδι φουρνισμένης οξιάς και με μαρκαδόρο μεταφέρουμε το αποτύπωμά του στο σανίδι, καθώς και τα αποτυπώματα των δύο οπών. Το πάχος του σανιδιού πρέπει να είναι της τάξεως των 15 έως 20 mm.
12. Κόβουμε με ηλεκτρικό πριόνι (σέγα) ή με κορδέλα προσεκτικά από το σανίδι οξιάς το αποτύπωμα που σχεδιάσαμε και πάντοτε έξω και ποτέ μέσα από τη γραμμή που σχεδιάσαμε (Α. 1.1.18 δ).
13. Ανοίγουμε τις δύο οπές, που αποτυπώσαμε στο σανίδι από το χαρτόνι με τρυπάνι διαμέτρου 1/16 ίντσες.
14. Τοποθετούμε το κομμένο τμήμα ξύλου (οξιάς) στη μέγγενη και με ράσπα καθαρίζουμε σιγά - σιγά και προσεκτικά την περίμετρό του. Κρα-

τάμε πάντοτε τη ράσπα παράλληλα προς την επιφάνεια που καθαρίζουμε. Συνεχίζουμε την εργασία αυτή, μέχρι να φθάσουμε στη γραμμή που είναι σχεδιασμένη πάνω στο τεμάχιο της οξιάς. Η τελική επιφάνεια περιμετρικά του τεμαχίου της οξιάς πρέπει να είναι πολύ καθαρή, λεία, χωρίς βαθουλώματα και προεξοχές.

15. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα 9 έως 12 για να έχουμε δύο τεμάχια οξιάς, ίδια μεταξύ τους, με το σχήμα της αεροτομής.
16. Συνδέουμε τα δύο τεμάχια οξιάς τοποθετώντας δύο κοχλίες και δύο περικόχλια με παράκυκλους στις δύο οπές τους.
17. Τοποθετούμε τα συνδεδεμένα τεμάχια οξιάς στη μέγγενη και κατεργαζόμαστε με ράσπα τις περιοχές τους που δεν ταιριάζουν πλήρως μεταξύ τους. Συνεχίζουμε την εργασία αυτή με τη ράσπα, μέχρι τα δύο τεμάχια οξιάς να είναι ακριβώς ίδια.
18. Επειδή οι αεροτομές δεν είναι πάντοτε συμμετρικές σηματοδούμε με μαρκαδόρο την πλευρά του ξύλου που έχει το σχήμα της αεροτομής στη σωστή θέση τοποθέτησής της στην πτέρυγα. Η μία πλευρά του τεμαχίου οξιάς έχει το σωστό σχήμα της αεροτομής, ενώ η άλλη πλευρά έχει το ανάστροφο σχήμα.
19. Αποσυναρμολογούμε τα δύο τεμάχια οξιάς.
20. Τοποθετούμε το ένα τεμάχιο οξιάς στη μέγγενη και με τη ράσπα αφαιρούμε τις ακμές περιμετρικά από την πλευρά που θα γυρισθεί το έλασμα. Το στρογγύλεμα πρέπει να είναι σχετικά μικρό. Το τεμάχιο αυτό είναι το θηλυκό καλούπι και το άλλο τεμάχιο το αρνητικό καλούπι διαμόρφωσης του ελάσματος της εγκάρσιας νεύρωσης.
21. Τοποθετούμε το τεμάχιο ελάσματος μεταξύ των δύο τεμαχίων οξιάς και τα συνδέουμε με τους δύο κοχλίες και τους παράκυκλους που ήδη έχουμε χρησιμοποιήσει. Τοποθετούμε μεγάλους σε μέγεθος και πάχος καλύβδινους παράκυκλους (ροδέλες). Πρέπει να προσέξουμε τα τρία τεμάχια (ένα έλασμα και δύο οξιάς) να συναρμολογηθούν σωστά, δηλαδή να μην είναι, το ένα ή και τα δύο από αυτά, αντίστροφα.
22. Σφίγγουμε αρκετά δυνατά τα περικόχλια.
23. Τοποθετούμε το συναρμολογημένο συγκρότημα στη μέγγενη.
24. Αρχίζουμε σιγά σιγά να λυγίζουμε με ελαφρά κτυπήματα με ματσόλα το έλασμα στην περίμετρο του θηλυκού τεμαχίου (καλουπιού) της οξιάς. Συνεχίζουμε την εργασία διαμόρφωσης του ελάσματος, μέχρι να επιτύχουμε λεία και επίπεδη επιφάνεια χωρίς προεξοχές και βαθουλώματα (σχήμα Α.1.1.18 δ). Γενικά, η εργασία του βήματος αυτού είναι η πιο χρονοβόρα και απαιτεί υπομονή και δεξιότητα.

25. Αποσυναρμολογούμε τα δύο ξύλινα τεμάχια οξιάς.
26. Η εγκάρσια νεύρωση είναι έτοιμη για περαιτέρω εργασίες, όπως διάνοιξη ελαφρυντικών οπών με εκκύλωση, θερμική κατεργασία για να αποκτήσει την προβλεπόμενη σκληρότητα και αντοχή, κ.τ.λ.

ΑΣΚΗΣΗ 20ή

Διάνοιξη και Εκκύλωση Ελαφρυντικών Οπών.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αυτοσχεδιάζει και να κατασκευάζει απλά ξύλινα καλούπια εκκύλωσης ελαφρυντικών οπών.
- Να χρησιμοποιεί κατάλληλα εργαλεία και απλά υλικά και μέσα για την κατασκευή ιδιοσυσκευών
- Να ανοίγει και να εκκυλώνει ελαφρυντικές οπές σε ελάσματα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου 2024 -Ο πάχους 0,028 ίντσες. Σανίδι φουρνισμένης οξιάς πάχους 15 έως 20 mm. Δύο κοχλίες 1/16 ίντσες με περικόχλια και παράκυκλους. Δύο ποτηροτρύπανα.

Εργασίες κατά βήματα

Σημείωση: Οι εργασίες της άσκησης αυτής μπορούν να εκτελεσθούν είτε μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης άσκησης είτε μετά την ολοκλήρωση των εργασιών του βήματος 20 αυτής. Παρακάτω περιγράφονται οι εργασίες μετά το βήμα 20 της προηγούμενης άσκησης.

A. Ενισχυτική Πτύχωση σε Εγκάρσια Νεύρωση (Rib)

Σημείωση: Οι τοπικές πτυχώσεις (βαθουλώματα) σε ένα έλασμα αυξάνουν την ακαμψία του κάθετα στην πτύχωση. Οι εγκάρσιες νευρώσεις διατηρούν τη γεωμετρία της αεροτομής της πτέρυγας και πρέπει να είναι άκαμπτες στο επίπεδό τους. Η αύξηση της ακαμψίας επιτυγχάνεται είτε με πτύχωση (βαθούλωμα) είτε με ήλωση γωνιών. Προτιμάμε την πτύχωση επειδή δεν προσθέτει βάρος. Το έλασμα κράματος αλουμινίου, στο οποίο διαμορφώνουμε την πτύχωση, πρέπει να είναι ανοπτημένο.

1. Κόβουμε, από σανίδι φουρνισμένης οξιάς, ένα μικρό τεμάχιο.
2. Τοποθετούμε το τεμάχιο οξιάς στη μέγγενη και με ράσπα διαμορφώνουμε την μία πλευρά του, ώπου να πάρει το σχήμα που επιθυμούμε να έχει η πτύχωση (βαθούλωμα), συνήθως ημικυκλικής διατομής.

3. Τοποθετούμε το ένα από τα τεμάχια (καλούπια) οξιάς που κατασκευάσαμε στα βήματα 11 έως 14 στον πάγκο και με μαρκαδόρο χαράζουμε μία περιοχή, στην οποία θα σχηματισθεί η πτύκωση (βαθούλωμα) στο έλασμα αλουμινίου.
4. Τοποθετούμε το τεμάχιο στη μέγγενη και με σκαρπέλο ξύλου ανοίγουμε βαθούλωμα που να ταιριάζει στο τεμάχιο ξύλου που κατασκευάσαμε στο βήμα 2. Το τεμάχιο ξύλου του βήματος 2 πρέπει να μπαίνει και να φωλιάζει πλήρως στο βαθούλωμα που ανοίξαμε στο καλούπι.
5. Στο άλλο καλούπι οξιάς χαράσσουμε με μαρκαδόρο την ακριβή θέση στην οποία θα κολληθεί το τεμάχιο ξύλου του βήματος 2. Η ακριβής θέση προσδιορίζεται ως ακολούθως:
6. Βάζουμε λίγο χρώμα στην επίπεδη πλευρά του ξύλινου τεμαχίου που διαμορφώσαμε στο βήμα 2 ανωτέρω και το τοποθετούμε στο βαθούλωμα του καλουπιού.
7. Συνδέουμε τα δύο καλούπια με δύο κοχλίες και τα σφίγγουμε με το χέρι. Στο δεύτερο καλούπι απομένει το αποτύπωμα της βάσης του τεμαχίου του βήματος 2.
8. Στη θέση του αποτυπώματος κολλάμε το τεμάχιο του βήματος 2 με κόλλα ατλακόλ.
9. Τοποθετούμε τα δύο κολλημένα με ατλακόλ τεμάχια οξιάς στη μέγγενη και τα σφίγγουμε. Τα αφήνουμε στη μέγγενη, μέχρι να στεγνώσει καλά, η κόλλα ατλακόλ.
10. Τοποθετούμε το τεμάχιο ελάσματος μεταξύ των δύο τεμαχίων οξιάς (καλουπιών) και τα συνδέουμε με κοχλίες, παράκυκλους και περικόχλια. Πρέπει να προσέξουμε τα τρία τεμάχια (το τεμάχιο ελάσματος και τα δύο καλούπια οξιάς) να συναρμολογηθούν σωστά, δηλ. να μην είναι, ένα ή δύο από αυτά, αντάστροφα.
11. Τοποθετούμε τα συναρμολογημένα τεμάχια σε μέγγενη και τα σφίγγουμε, μέχρι να έρθουν σε επαφή τα δύο καλούπια οξιάς.
12. Αφαιρούμε τα συναρμολογημένα τεμάχια από τη μέγγενη και τα αποσυναρμολογούμε.
13. Το έλασμα αλουμινίου έχει αποκτήσει την απαραίτητη για την ενίσχυσή του πτύκωση (βαθούλωμα).

Στο σχήμα Α.1.1.19 απεικονίζεται το έλασμα αλουμινίου μετά την πτύκωση και τα δύο καλούπια οξιάς.

Β. Διάνοιξη -Εκχύλωση Ελαφρυντικών Οπών Εγκάρσιας Νεύρωσης

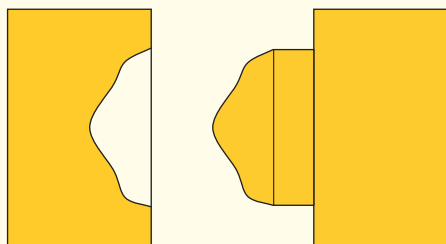
Σημείωση: Η αντοχή της εγκάρσιας νέυρωσης αυξάνεται, όταν οι ελαφρυντικές οπές έχουν εκχύλωση. Η εκχύλωση εκτελείται, συνήθως με καλούπια ή και με ειδική συσκευή εκχύλωσης. Τα καλούπια

είναι μεταλλικά για μεγάλη ποσότητα τεμαχίων και ξύλινα για λίγα τεμάχια. Στο σχήμα A.1.1.19 β απεικονίζονται παραστατικά δύο ξύλινα καλούπια (αρσενικό-θηλυκό). Θεωρούμε ότι τα καλούπια υπάρχουν στο εργαστήριο. Παρακάτω περιγράφονται οι εργασίες μετά το βήμα εργασίας 20 της εργαστηριακής άσκησης A19.

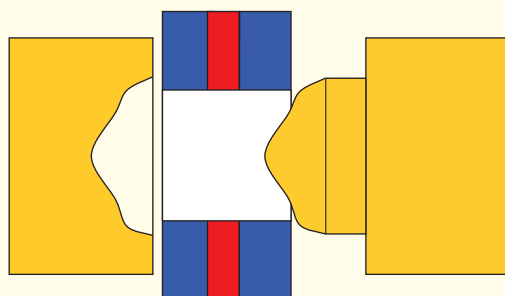
1. Καθορίζουμε στο έλασμα το κέντρο των ελαφρυντικών οπών.
2. Ποντάρουμε τα κέντρα των προς διάνοιξη ελαφρυντικών οπών.
3. Διανοίγουμε με ποτηροτρύπανα, που έχουν τη προβλεπόμενη διάμετρο, στο σταθερό δράπανο τις δύο ελαφρυντικές οπές.



α) Καλούπια οξιάς και έλασμα που έχει το σχήμα του αναπύγματος της προς κατασκευή εγκάρσιας νεύρωσης.



β) Καλούπια οξιάς για ενίσχυση περιμετρικά των ελαφρυντικών οπών του ελάσματος.



γ) Διαδικασία ενίσχυσης των ελαφρυντικών οπών με ξύλινα καλούπια οξιάς στη μέγγενη.

Σχήμα A.1.1.19

Εκχύλωση Ελαφρυντικών Οπών

4. Κατασκευάζουμε δύο απλά ξύλινα καλούπια από σανίδα φουρνιρισμένης οξιάς με οπή ίση με αυτήν του αρσενικού καλουπιού εκχύλωσης. Τα δύο αυτά τεμάχια χρησιμεύουν για να συγκρατήσουν σταθερά την εγκάρσια νεύρωση και σαν οδηγός του αρσενικού καλουπιού εκχύλωσης.
5. Τοποθετούμε το τεμάχιο ελάσματος μεταξύ των δύο τεμαχίων οξιάς (καλουπιών) που κατασκευάσαμε στο προηγούμενο βήμα και τα συνδέουμε με δύο κοχλίες, παράκυκλους και περικόχλια.

6. Τοποθετούμε στη μία ελαφρυντική οπή τα αντίστοιχα καλούπια (αρσενικό - θηλυκό) (σχήμα Α. 1.1.19 β).
7. Τοποθετούμε τα ανωτέρω στοιχεία στη μέγγενη και τα σφίγγουμε μέχρι να έρθουν εσωτερικά σε επαφή το αρσενικό με το θηλυκό καλούπι εκκύλωσης.
8. Αφαιρούμε τα υλικά από τη μέγγενη και επαναλαμβάνουμε τα βήματα 5 και 6 με το δεύτερο ζεύγος των καλουπιών εκκύλωσης στην άλλη ελαφρυντική οπή.
9. Αφαιρούμε τα υλικά από τη μέγγενη και τα αποσυναρμολογούμε. Ήδη έχουν εκκυλωθεί οι ελαφρυντικές οπές του ελάσματος.

Σημείωση: Το έλασμα της εγκάρσιας νεύρωσης είναι ανοπτημένο και πρέπει να υποστεί την προβλεπόμενη θερμική κατεργασία για να αποκτήσει την απαιτούμενη σκληρότητα και αντοχή.

ΑΣΚΗΣΗ 21η

Μεταφορά Αποτυπώματος Οπών.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να μεταφέρει αποτυπώματα οπών από ένα στοιχείο του α/φους (π.χ. επικάλυψη) σε άλλο στοιχείο (εξάρτημα) στο συνεργείο.
- Να μεταφέρει αποτυπώματα οπών από ένα στοιχείο στο συνεργείο (επικάλυψη, εξάρτημα, κ.τ.λ.) σε άλλο στοιχείο του α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα 2024-T4, σανίδι φουρνισμένης οξιάς πάχους 15 έως 20mm ή κοντραπλακέ θαλάσσης. Δύο κοχλίες 1/ 6 ίντσες με τα αντίστοιχα περικόχλια. Σταθερό δράπανο. Τρυπάνι 1/16 ίντσες.

Εργασίες κατά βήματα

Σημείωση: Η μεταφορά αποτυπωμάτων οπών από ένα στοιχείο του α/φους σε άλλο στοιχείο στο συνεργείο και αντιστρόφως είναι μια εργασία, που εκτελείται συχνά από το τεχνικό προσωπικό που εργάζεται στις επισκευές α/φών. Πολλές φορές απαιτείται η ενίσχυση ενός δομικού στοιχείου του α/φους που δεν είναι δυνατή ή είναι πολύ χρονοβόρα εργασία η αφαίρεσή του από το α/φος. Η ενίσχυση κατασκευάζεται στα συνεργεία και οι οπές σύνδεσής της με το δομικό στοιχείο οφείλουν να διανοιχτούν με βάση τις οπές του δομικού στοιχείου του α/φους που πρόκειται να ενισχυθεί. Αντιστρόφως, όταν αντικαθιστούμε κάποιο κατε-

στραμμένο στοιχείο του α/φους, αλλά δεν ενδείκνυται η αφαίρεση της επικάλυψης από το α/φος, πρέπει να μεταφέρουμε τις οπές της επικάλυψης του α/φους στο συνεργείο στο στοιχείο που αντικαθιστούμε. Στο παράδειγμα της εργαστηριακής άσκησης έχουμε δύο ενισχυτικά στηρίγματα μίας δοκού που πρέπει να τοποθετηθούν σε συγκεκριμένη θέση της δοκού. Δηλ. έχουμε τις οπές των ενισχυτικών στηριγμάτων και πρέπει να μεταφέρουμε αφενός τις οπές τους, αλλά και την ακριβή θέση τους στη δοκό επί του α/φους.

1. Τοποθετούμε τα δύο ενισχυτικά στηρίγματα επάνω σε ένα τεμάχιο ελάσματος αλουμινίου, σε ένα τεμάχιο από πλανισμένο σανίδι ή κοντραπλακέ θαλάσσης. Στο παράδειγμά μας χρησιμοποιούμε κόντρα πλακέ θαλάσσης.
2. Προσδιορίζουμε την ακριβή θέση κάθε ενισχυτικού στηρίγματος πάνω στο τεμάχιο του κοντραπλακέ θαλάσσης και σημειώνουμε σε αυτό με μαρκαδόρο μία οπή εκκίνησης από κάθε ενισχυτικό στήριγμα.
3. Ανοίγουμε σε σταθερό δράπανο στο τεμάχιο του κοντραπλακέ θαλάσσης τις δύο οπές που σημαδέψαμε.
4. Συνδέουμε τα ενισχυτικά στηρίγματα με το τεμάχιο του κοντραπλακέ θαλάσσης με δύο κοχλίες, περικόχλια και παράκυκλους στις οπές που ανοίξαμε.
5. Σημαδεύουμε εκ νέου μία ακόμη οπή από κάθε ενισχυτικό στήριγμα στο τεμάχιο του κοντραπλακέ θαλάσσης. Συνήθως, σημαδεύουμε τις ακραίες οπές των ενισχυτικών στηριγμάτων.
6. Ανοίγουμε στο κοντραπλακέ θαλάσσης, με συναρμολογημένα τα ενισχυτικά στηρίγματα, τις δύο οπές που σημαδέψαμε.
7. Στις δύο οπές που ανοίξαμε τοποθετούμε δύο κοχλίες, περικόχλια και παράκυκλους και συνδέουμε σφικτά τα ενισχυτικά στηρίγματα με το τεμάχιο του κοντραπλακέ θαλάσσης (σχήμα A.1.1.20 α).
8. Ανοίγουμε όλες τις οπές των δύο ενισχυτικών στηριγμάτων στο τεμάχιο του κοντραπλακέ θαλάσσης στο σταθερό δράπανο.
9. Αποσυναρμολογούμε τα ενισχυτικά στηρίγματα από το τεμάχιο του κοντραπλακέ θαλάσσης.
10. Το τεμάχιο του κοντραπλακέ θαλάσσης έχει το ακριβές αποτύπωμα των οπών των ενισχυτικών στηριγμάτων. Συνεπώς, έχει το ακριβές αποτύπωμα των οπών, που πρέπει να ανοιχτούν στη δοκό του α/φους (σχήμα A.1.1.20 β).
11. Τοποθετούμε το τεμάχιο του κοντραπλακέ θαλάσσης με το αποτύπωμα των οπών στην προβλεπόμενη θέση στη δοκό επί του α/φους.

12. Με οδηγό τις οπές του κοντραπλακέ θαλάσσης διανοίγουμε τις οπές στη δοκό με αεροδράπανο.



α) "Μεταφορά" οπών σε κοντραπλακέ θαλάσσης



β) Κοντραπλακέ θαλάσσης με τα αποτυπώματα των οπών

Σχήμα A.1.1.20: "Μεταφορά" Οπών

Επισκέψεις

Οι μαθητές μπορούν να παρακολουθήσουν εργασίες μέτρησης με κλασικά και σύγχρονα όργανα μέτρησης σε αεροπορικές εφαρμογές στο ΚΕΑ (Κρατικό Εργοστάσιο Αεροπλάνων) της Πολεμικής Αεροπορίας στο Ελληνικό και στην Ε.Α.Β. Α. Ε. στην Τανάγρα.

1.2 Στοιχεία Σύνδεσης

1.2.1 Γενικά

Τα στοιχεία σύνδεσης (ήλοι, κοχλίες, βλήτρα) συνδέουν τα επιμέρους εξαρτήματα του α/φους σε υπό /συγκροτήματα. Η σωστή επιλογή και εγκατάσταση των στοιχείων σύνδεσης είναι πολύ σημαντική για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία του α/φους. Ο αριθμός τους σε ένα α/φος είναι πολύ μεγαλύτερος από ό,τι μπορεί να εκτιμήσει κάποιος που δε γνωρίζει την αεροπορική τεχνολογία. Ενδεικτικά, στο α/φος C-130 ο αριθμός των ήλων υπερβαίνει το ένα εκατομμύριο. Είναι τυποποιημένα με προδιαγραφές και αναγνωρίζονται από τον αριθμό προδιαγραφής, τον αριθμό ονομαστικού ή την εμπορική τους ονομασία.

Σύνδεση είναι η σταθερή συγκράτηση δύο ή περισσότερων "στοιχείων" μεταξύ τους σε ένα ενιαίο τμήμα. Επιτυγχάνεται με τους εξής βασικούς τρόπους: με βλήτρα ή κοχλίες, με ήλους, με συγκόλληση και με κόλληση. Στη δομή του α/φους χρησιμοποιούνται κυρίως συνδέσεις με βλήτρα, κοχλίες, ήλους και μετά τη δεκαετία του 80, οι συνδέσεις γίνονται και με κόλληση.

Οι συνδέσεις κατατάσσονται στις ακόλουθες δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Λυόμενες συνδέσεις (βλήτρα, κοχλίες).
- Μόνιμες ή σταθερές συνδέσεις (ήλοι, συγκόλληση - κόλληση).

Η μεθοδολογία εφαρμογής των συνδέσεων και τα απαραίτητα εργαλεία αναφέρονται στις αντίστοιχες εργαστηριακές ασκήσεις.

1.2.2 Τυποποίηση και Προδιαγραφές

Τα στοιχεία σύνδεσης είναι τυποποιημένα με εθνικές προδιαγραφές ορισμένες από τις οποίες έχουν διεθνή χαρακτήρα. Οι επικρατέστερες από τις Αμερικάνικες προδιαγραφές είναι της Αμερικάνικης αεροπορίας και του ναυτικού (AN), της εθνικής αεροπορικής τυποποίησης (NAS), της υπηρεσίας τυποποίησης στρατού (MS) και οι προδιαγραφές από κρατικούς και μη φορείς όπως AISI, SAE, ASTM, κ.τ.λ. Τα περισσότερα στοιχεία σύνδεσης αναγνωρίζονται από τον αριθμό της προδιαγραφής τους ή από την εμπορική τους ονομασία. Τα υλικά σύνδεσης, που έχουν σπείρωμα (βλήτρα, κοχλίες) και οι ήλοι αναγνωρίζονται, συνήθως, από τα αρχικά γράμματα των προδιαγραφών AN, NAS και MS. Αρκετά όμως, όπως οι σύνδεσμοι ταχείας αποσύνδεσης, αναγνωρίζονται από τα στοιχεία των διαστάσεών τους και από την εμπορική τους ονοματολογία.

1.2.3 Ήλοι

I. Γενικά. Η αντοχή της δομής ενός α/φους δεν εξαρτάται μόνο από τα δομικά υλικά κατασκευής του, αλλά και από τα υλικά σύνδεσης, τα κυριότερα των οποίων είναι οι κοχλίες, οι ήλοι και οι κολλήσεις. Η ήλωση είναι η πιο ενδεδειγμένη και πρόσφορη μέθοδος μόνιμης σύνδεσης και διασφαλίζει ικανοποιητική αντοχή. Διακρίνονται οι ακόλουθοι δύο τύποι ήλων: Ήλοι με συμπαγές στέλεχος (κοινοί) και ειδικοί (τυφλοί) που αποτελούνται από δύο μέρη.

II. Κοινοί Ήλοι. Έχουν ευρεία χρήση στην κατασκευή και επισκευή α/φών. Προσδιορίζονται από αριθμούς, οι οποίοι με συγκεκριμένη σειρά, καθορίζουν τα χαρακτηριστικά τους. Ο χαρακτηρισμός της κεφαλής καθορίζεται στις προδιαγραφές AN ή MS. Στον πίνακα 1.1 απεικονίζονται οι τύποι της κεφαλής των κοινών ήλων και στον πίνακα 1.2 η κωδικοποίηση και αναγνώρισή τους. Οι περισσότεροι αεροπορικοί ήλοι είναι κατασκευασμένοι από κράματα αλουμινίου.

Ο χαρακτηρισμός του κράματος ακολουθεί αμέσως μετά το χαρακτηρισμό του τύπου της κεφαλής και αναφέρεται στον πίνακα 1.2. Η πρώτη ύλη κατασκευής των ήλων αναγνωρίζεται από τα ανάγλυφα σύμβολα που είναι αποτυπωμένα στην κεφαλή τους. Ο πρώτος αριθμός που ακολουθεί το γράμμα χαρακτηρισμού του κράματος μετά από παύλα χαρακτηρίζει τη διάμετρο του ήλου σε 1/32 της ίντσας, π.χ. 3 δηλώνει ότι η διάμετρος του ήλου είναι 3 /32 της ίντσας. Μετά τον αριθμό της διαμέτρου ακολουθεί ο αριθμός που χαρακτηρίζει το μήκος του κορμού του ήλου σε 1/16 της ίντσας, π.χ. 5 δηλώνει ότι το μήκος του κορμού του ήλου είναι 5/16 της ίντσας (σχήμα 1.22).

Πίνακας 1.2
Σχήμα Κεφαλής και Πρώτης Ύλης Ήλων

Αριθμός Υλικού	Σχήμα Κεφαλής		Αριθμός Υλικού	Πρώτη Ύλη Κατασκευής Ήλου
AN 426	Φρεζάτη 100°		A	Κράμα αλουμ. 1100 ή 3000
MS 20426	Φρεζάτη 100°		AD	Κράμα αλουμινίου 2117 - T
AN 430	Στρογγυλή		D	Κράμα αλουμινίου 2017 - T
MS 20430	Στρογγυλή		DD	Κράμα αλουμινίου 2024 - T
AN 441	Επίπεδη		B	Κράμα αλουμινίου 5056
AN 456	Απλωμένη		C	Κράμα Χαλκού
AN 470	Κοινή		M	Κράμα «Μονέλ»
MS 20470	Κοινή		-	Μαλακός χάλυβας

Παράδειγμα: AN 470 AD3-5. Είναι ένας πλήρης αριθμός υλικού (P/ N) ενός ήλου με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

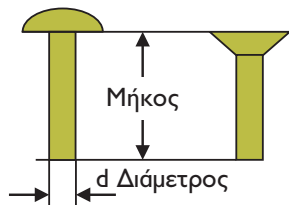
- Ο αριθμός 470 δηλώνει κοινή κεφαλή.
- Τα γράμματα AD δηλώνουν κράμα αλουμινίου 2117 - T.
- Ο αριθμός 3 δηλώνει ότι η διάμετρος του ήλου είναι 3/32 ίντσες
- Ο αριθμός 5 δηλώνει ότι το μήκος του ήλου είναι 3/16 ίντσες.

Το σχήμα της κεφαλής προσδιορίζεται βασικά από τις περιοχές του α/φους που χρησιμοποιούνται οι ήλοι και ισχύουν τα εξής: Οι ήλοι με στρογγυλή κεφαλή, λόγω μεγάλης οπισθέλκουσας χρησιμοποιούνται μόνο στο εσωτερικό του α/φους και όπου υπάρχει προσιτότητα. Οι ήλοι με επίπεδη κεφαλή χρησιμοποιούνται σε εσωτερικές κατασκευές, όπου η χρήση των ήλων με στρογγυλή κεφαλή δεν είναι προσιτή και η απαίτηση σε αντοχή είναι μεγάλη. Οι ήλοι κοινής κεφαλής συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των ανωτέρω τύπων ήλων και τους αντικαθιστούν. Οι ήλοι φρεζάτης κεφαλής χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές επιφάνειες, εφόσον το πάχος των ελασμάτων επαρκεί για την υποδοχή της κωνικότητάς τους.

Πίνακας 1.3

Θερμοκρασία και Χρόνος Θερμικής Κατεργασίας Ήλων

Τύπος Ήλου	Θερμοκρασία Κλιβάνου	Παραμονή στον Κλίβανο
2024 - T	910 - 930° F	1 Ώρα
2017-T	925 - 950° F	1 Ώρα
Λουτρό Αλατός		
2024 - T	910 - 930° F	30 Λεπτά
2017-T	925 - 950° F	30 Λεπτά



Σχήμα 1.22

Διάμετρος και
Μήκος Κοινών Ήλων

Οι ήλοι πρέπει να είναι μαλακοί για να ηλώνονται εύκολα. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση και θέρμανσή τους στον κλίβανο, στην προβλεπόμενη θερμοκρασία και διάρκεια παραμονής. Η αντοχή τους αυξάνεται μετά την ήλωση με γήρανση. Οι ήλοι 2017 - T και 2024 - T αρχίζουν να σκληραίνουν μετά τη θερμική κατεργασία και πρέπει να χρησιμοποιηθούν στον προβλεπόμενο χρόνο. Ο μέγιστος χρόνος παραμονής ήλων 2024 - T σε θερμοκρασία δωματίου είναι δέκα λεπτά και ήλων 2017 - T μία ώρα. Ο χρόνος αυτός αυξάνεται, όταν οι ήλοι αμέσως μετά τη θερμική κατεργασία τοποθετούνται σε ψυγείο. Οι ήλοι μπορούν να υποστούν πολλές φορές θερμική κατεργασία, εφόσον τηρούνται

οι χρονικοί περιορισμοί παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου ή σε ψυγείο. Οι θερμοκρασίες και οι χρόνοι παραμονής ήλων σε κλίβανο δίδονται στον πίνακα 1.3.

III. Ειδικόί Ήλοι. Η ήλωση με κοινούς ήλους προϋποθέτει προσιτότητα και από τις 2 πλευρές των επιφανειών ήλωσης. Όταν υπάρχει προσιτότητα μόνο από τη μία πλευρά ήλωσης χρησιμοποιούνται οι ειδικόί ήλοι, γνωστοί και ως τυφλοί (σχήμα 1.23 και 1.24). Για την τοποθέτηση και αφαίρεσή τους απαιτούνται ειδικά εργαλεία και διαδικασίες.

Υπάρχουν πολλοί τύποι ειδικών ήλων οι κυριότεροι των οποίων είναι:

α. Ήλοι Μηχανικής Εκτόνωσης. Υπάρχουν εξής δύο τύποι:

Ήλοι Ασφάλισης με τριβή. Αποτελούνται από δύο μέρη, την κεφαλή με έναν κοίλο κορμό και το συμπαγές στέλεχος που διέρχεται από τον κορμό. Η κεφαλή των ήλων είναι κοινή ή φρεζάτη (σχήμα 1.23). Η διαδικασία ήλωσης περιγράφεται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση. Η πρώτη ύλη κατασκευής των δύο μερών του ήλου μπορεί να είναι διαφορετική π.χ. στέλεχος από κράμα αλουμινίου 2017 και κορμός από 2117 ή και τα δύο από χάλυβα. Το τράβηγμα του στελέχους σταματάει, όταν το εκκυλωμένο άκρο του κορμού συναντήσει την επιφάνεια του εξαρτήματος που ηλώνει. Τότε, σπάμε το στέλεχος που προεξέχει από την κεφαλή. Στο σχήμα 1.24 β απεικονίζεται ήλωση με ήλο ασφάλισης με τριβή.

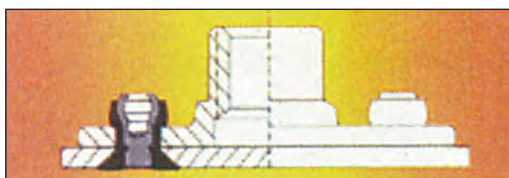


Σχήμα 1.23

Τυφλός Ήλος



α) Ήλος Μηχανικής Ασφάλισης



β) Ήλωση με Ήλο Ασφάλισης με Τριβή

Σχήμα 1.24

Ήλοι Μηχανικής Ασφάλισης. Είναι όμοιοι με τους ήλους ασφάλισης με τριβή, έχουν την ίδια αντοχή και είναι εναλλακτοί με αυτούς, ηλώνονται με τον ίδιο τρόπο και διαφέρουν στον τρόπο σφήνωσης του στελέχους στον κοίλο κορμό. Η ασφάλιση του στελέχους στον κορμό γίνεται από έναν ασφαλιστικό δακτύλιο και μία εγκοπή του στελέχους στην κεφαλή του ήλου (σχήμα 1.24 α). Το στέλεχος, μόλις ασφαλίσει, "σπάει" και το τμήμα που απομένει εφάπτεται στην κεφαλή του ήλου.

β. Ήλος Τύπου Πείρου. Είναι ήλος με συμπαγή κορμό. Είναι κατάλληλος για εφαρμογές που αναπτύσσονται μόνο διατμητικά φορτία και μηδενικά εφελκυστικά (σχήμα 1.25). Κατά την ήλωση παραμορφώνεται μόνο ο δακτύλιος και καθόλου ο κορμός.

γ. Λοιποί Τύποι. Οι πιο γνωστοί τύποι τυφλών ήλων είναι:

Ήλοι cherrylock, ηλοπερικόχλια, εκρηκτικοί ήλοι, ήλοι Dill-Loch-Skrus και Dill-Lock-Rivets, γερμανικοί ήλοι και ήλοι τύπου πείρου.

Στον πίνακα Α6 του παραρτήματος Α απεικονίζονται τα βασικά είδη αεροπορικών ήλων.



Σχήμα 1.25

Ήλος Τύπου Πείρου

1.2.4 Είδη Σπειρωμάτων

Γενικά. Η λυόμενη σύνδεση εκτελείται με βλήτρα ή κοχλίες. Τα βλήτρα χρησιμοποιούνται όταν η κύρια απαίτηση της σύνδεσης είναι η αντοχή, ενώ στις άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται κοχλίες.

Οι βασικές διαφορές των βλήτρων από τους κοχλίες είναι:

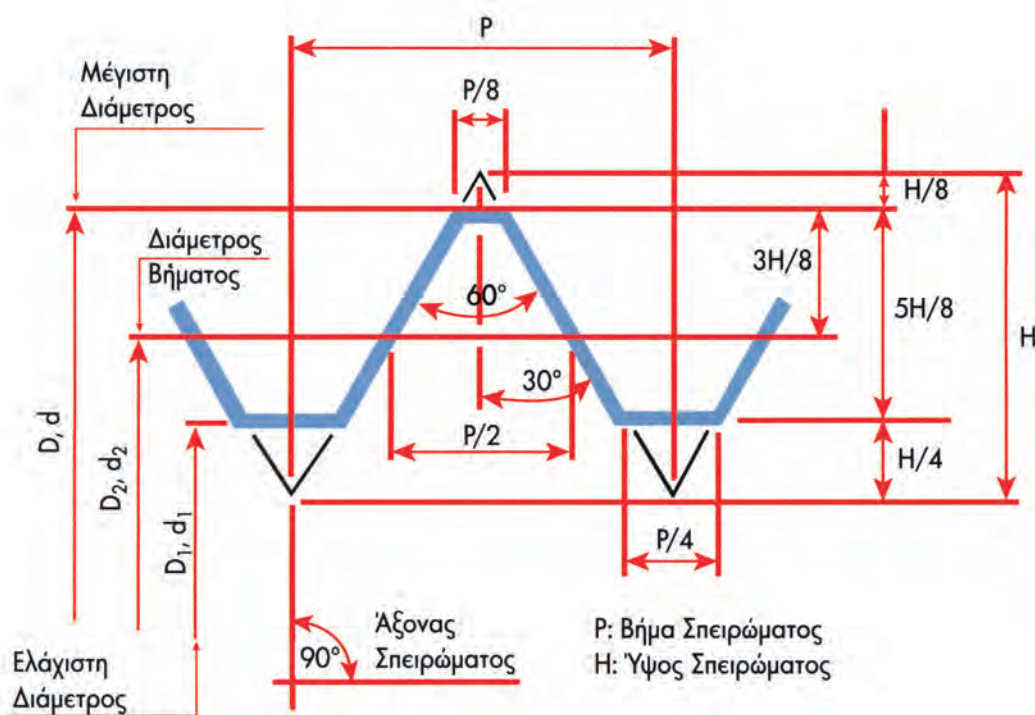
- Το άκρο του κοχλία είναι αιχμηρό, ενώ του βλήτρου όχι.
- Ο κοχλίας σφίγγεται με την κεφαλή, ενώ το βλήτρο, συνήθως, με το περικόχλιο.
- Το σπείρωμα του κοχλία καλύπτει μεγάλο τμήμα του κορμού, ενώ στα βλήτρα μικρό.
- Το βλήτρο, συνήθως, κοχλιώνεται σε περικόχλιο, ενώ ο κοχλίας σε κατάλληλη υποδοχή ή στο σπείρωμα του εξαρτήματος.

Σπειρώματα. Το σπείρωμα χαρακτηρίζεται από τα εξής στοιχεία: 1) Μέγιστη διάμετρο, 2) Ελάχιστη διάμετρο 3) Βήμα, δηλ. απόσταση από δόντι σε δόντι και 4) Γωνία πλευρών, δηλ. γωνία μεταξύ των πλευρών του σπειρώματος. Ανάλογα με τη μορφή του σπειρώματος διακρίνονται σε τριγωνικά, τετραγωνικά, τραπεζοειδή, στρογγυλά, πριονωτά, ορθογώνια, κ.τ.λ.

Το πιο σύνηθες και με ευρεία εφαρμογή σπείρωμα είναι το τριγωνικό στο οποίο διακρίνονται τα εξής τέσσερα συστήματα:

- Αγγλικό σύστημα,
- Μετρικό σύστημα,
- Αμερικάνικο σύστημα και
- Ενοποιημένο σύστημα.

Η μεγάλη πλειοψηφία των α/φών χρησιμοποιεί ακόμη βλήτρα, κοχλίες και περικόχλια σε Αμερικάνικη τυποποίηση τα σπειρώματα των οποίων ανήκουν σε μία από τις ακόλουθες σειρές: NF, UNF, UNC και NF. Τα σπειρώματα NF και UNF προσδιορίζονται από τον αριθμό σπειρών σε μήκος κορμού μίας ίντσας για συγκεκριμένη διάμετρο κορμού (σχήμα 1.26). Π.χ. το σπείρωμα 4-28 σημαίνει ότι η διάμετρος του κορμού είναι 1/4 ίντσες και έχει 28 σπείρες ανά ίντσα. Η διαφορά των σπειρωμάτων NF και UNF είναι ότι σε διάμετρο κορμού μίας ίντσας η τυποποίηση NF έχει 14 σπείρες ανά ίντσα ενώ η UNF 12 σπείρες ανά ίντσα. Μία βασική διάκριση των σπειρωμάτων σε κατηγορίες είναι η ακρίβεια των ανοχών κατασκευής τους. Η κατηγορία 1 δηλώνει αυξημένη ανοχή, δηλ. χαλαρή εφαρμογή, η κατηγορία 2 μέση ανοχή και ελεύθερη εφαρμογή, η κατηγορία 3 μικρή ανοχή και μέτρια εφαρμογή και η κατηγορία 4 πολύ μικρή ανοχή και εξαιρετική εφαρμογή.



Σχήμα 1.26

Στοιχεία Σπειρώματος
UN και UNF

1.2.5 Κοχλίες

1. Τύποι Κοχλίων. Έχουν τον ίδιο κορμό με τα βλήτρα, μικρότερη αντοχή από αυτά και διαφέρουν μόνο το σχήμα της κεφαλής (σχήμα 1.27). Υπάρχουν οι εξής τρεις κατηγορίες κοινών κοχλίων: Κοχλίες δομής, με αντοχή ίση με αυτή των βλήτρων της ίδιας διαμέτρου, αυτοκοχλιούμενοι ή λαμαρινόβιδες για τη σύνδεση μικρών και ελαφρών υλικών και απλοί κοχλίες που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες επισκευές.

1. Κοχλίες Δομής. Κατασκευάζονται από χαλύβδινα κράματα κατάλληλης θερμικής κατεργασίας. Ανήκουν στις σειρές κοχλιών NAS 20 έως NAS 235 και AN 509 έως AN525. Έχουν την ίδια αντοχή σε διάτμηση με τα βλήτρα ίδιας διαμέτρου. Οι δομικοί κοχλίες έχουν στρογγυλή ή χωνευτή κεφαλή.

2. Απλοί Κοχλίες. Είναι γενικής χρήσης από χάλυβα, κράμα αλουμινίου ή ορείχαλκου. Η κεφαλή τους μπορεί να είναι επίπεδη, στρογγυλή ή με ενσωματωμένο παράκυκλο. Το σπείρωμα τους μπορεί να είναι λεπτό ή χοντρό και αρκετοί έχουν τρυπημένη κεφαλή για ασφάλιση.

Σχήμα 1.27

Κοχλίες



3. Αυτοκοκχλιούμενοι ή Λαμαρινόβιδες. Είναι της σειράς AN 504 και AN 506. Χρησιμοποιούνται συνήθως για υλικά που αφαιρούνται, όπως πινακίδες σε χυτά υλικά, όπου ο κοχλίας "ανοίγει" μόνος του το σπείρωμα.

II. Κωδικοποίηση και Αναγνώριση Κοχλιών. Στα α/φη χρησιμοποιούνται κοχλίες της τυποποίησης AN και NAS. Οι κοχλίες NAS είναι δομικοί. Ο αριθμός υλικού ή ονομαστικού (P /N) σχηματίζεται από γράμματα και αριθμούς.

Παράδειγμα: AN 501 B - 416 - 7. AN: Κοχλίας τύπου AN, 501: Κεφαλή με σχισμή και κοχλίας με λεπτό σπείρωμα, B: Ορείχαλκος, 416: Διάμετρος κοχλία = 4/16 της ίντσας, 7: Μήκος κοχλία = 7/9 ίντσες

1.2.6 Κοχλίες Μισής Στροφής

Είναι γνωστοί ως "ταχείας ενέργειας" και χρησιμοποιούνται κατά κόρο στα α/φη για τη στερέωση και ασφάλιση των θυρίδων προσιτότητας. Οι πιο γνωστοί τύποι είναι: Dzus, Camloc και Airloc.

Κοχλίες Μισής Στροφής Dzus. Ασφαλίζουν με μισή στροφή στη φορά των δεικτών του ωρολογίου και απασφαλίζουν σε αντίθετη φορά. Η ασφάλιση και απασφάλιση γίνεται με κοινό ή ειδικό κλειδί.

Κοχλίες Μισής Στροφής Calmoc. Υπάρχουν δύο ειδών: σταθεροί και μη. Η υποδοχή είναι ηλωμένη στη δομή του εξαρτήματος. Η ασφάλιση και απασφάλιση είναι ανάλογη με αυτήν των κοχλιών Dzus.

Κοχλίες Μισής Στροφής Airloc. Οι κεφαλές των πείρων είναι τριών τύπων: οβάλ, επίπεδοι και με πτερύγια.

Στον πίνακα Α7 του παραρτήματος Α απεικονίζονται τα βασικά είδη αεροπορικών κοχλιών.

1.2.7 Βλήτρα

I. Γενικά. Τα αεροπορικά βλήτρα κατασκευάζονται από α) Χρωμιούχο ανοξείδωτο χάλυβα επικαδμιωμένο, επιψευδαργυρωμένο, ή και χωρίς επιμετάλλωση και β) Κράματα αλουμινίου με ανοδίσωση.

Η μεγάλη πλειοψηφία των αεροπορικών βλήτρων ανήκουν σε μία από τις κατηγορίες: α) Γενικής χρήσης AN, β) Μικρών ανοχών NAS και γ) Της σειράς MS. Διακρίνονται από το είδος της κεφαλής (σχήμα 1.28) η οποία μπορεί να είναι εξαγωνική, ημισφαιρική με σχισμή, με εγκοπή στο κέντρο της, εσωτερικής υποδοχής και βυθισμένης κεφαλής.



Σχήμα 1.28
Βλήτρα

II. Βλήτρα Γενικής Χρήσεως. Τα βλήτρα AN 3 έως AN 20 είναι γενικής χρήσης με εξαγωνική κεφαλή, χρησιμοποιούνται σε γενικές εφαρμογές και σε περιοχές με εφελκυστικά και διατμητικά φορτία. Τα βλήτρα AN- 73 με εξαγωνική κεφαλή είναι όμοια με τα κοινά βλήτρα εξαγωνικής κεφαλής, πλην όμως έχουν στην κεφαλή οπή για συρματασφάλιση. Η αντοχή τους είναι της ίδιας τάξεως με αυτήν των κοινών βλήτρων της σειράς AN - 3.

III. Βλήτρα Εσωτερικής Σύσφιξης. Είναι κατασκευασμένα από χαλυβοκράματα μεγάλης αντοχής και χρησιμοποιούνται σε περιοχές του α/φους με μεγάλες διατμητικές και εφελκυστικές τάσεις. Η κεφαλή τους έχει εσωτερική υποδοχή για κοχλίωση με κλειδιά Allen.

IV. Ειδικά Βλήτρα. Τα πιο γνωστά είναι βλητροκοχλίες, οφθαλμοκοχλίες, βλήτρα τύπου JO και ασφαλοκοχλίες. Στον πίνακα Α8 του παραρτήματος Α απεικονίζονται τα βασικά είδη αεροπορικών βλήτρων.

V. Κωδικοποίηση και Αναγνώριση. Τα αεροπορικά βλήτρα της σειράς AN και NAS αναγνωρίζονται από τους αριθμούς, τα ψηφία και τα ανάγλυφα στην κεφα-

λή τους. Τα στοιχεία αυτά αναφέρονται στον κατασκευή, την πρώτη ύλη κατασκευής και τον τύπο του βλήτρου. Τα υπόλοιπα στοιχεία που χαρακτηρίζουν τα βλήτρα αναγράφονται στον αριθμό υλικού (P/ N) του βλήτρου.

Παράδειγμα: Βλήτρο AN 3DD 5 A. AN: Βλήτρο της σειράς AN, 3: Διάμετρος κορμού 3/16 της ίντσας, DD: Πρώτη ύλη κατασκευής κράμα αλουμινίου 2024 - T, 5: Μήκος κορμού 5/8 της ίντσας, A: Κορμός δίχως οπή ασφάλισης.

1.2.8 Περικόχλια

I. Γενικά. Είναι κατασκευασμένα από επικαδμιωμένα ανθρακούχα χαλυβοκράματα, ανοξείδωτο χάλυβα ή κράμα αλουμινίου 2024 T με ανοδίωση. Είναι δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Δεν έχουν αριθμούς, γράμματα ή σύμβολα και αναγνωρίζονται από την απόχρωση ή την κατασκευή τους. Διακρίνονται σε αυτασφαλιζόμενα και μη και σταθερά και κινητά. Τα μη αυτασφαλιζόμενα μπορούν να ασφαλισθούν με κοπίλιες και σύρμα ασφαλείας.

II. Μη Αυτασφαλιζόμενα Περικόχλια Αντιπροσωπεύουν τη μεγάλη πλειοψηφία των περικοχλίων στα α/φη (σχήμα 1.29 α). Τα βασικά είδη των μη αυτασφαλιζόμενων περικοχλίων αναφέρονται στον Πίνακα Α.9 του παραρτήματος Α.

Σχήμα 1.29

Περικόχλια



α) Σταθερά και Κινητά μη Αυτασφαλιζόμενα και β) Αυτασφαλιζόμενα Περικόχλια

III. Αυτασφαλιζόμενα Περικόχλια. Υπάρχουν πολλοί τύποι με διάφορες εφαρμογές, όπως συγκράτηση τροχαλίων και τριβών, στερέωση καλυμμάτων βαλβίδων και τμημάτων της εξαγωγής του κινητήρα και ασφάλιση των θυρίδων προσιτότητας του α/φους. Χρησιμοποιούνται σε αεροπορικές κατασκευές με κραδασμούς και όταν δεν είναι εφικτή η ασφάλιση των περικοχλίων με τον τρόπο που προαναφέρθηκε ή για εξοικονόμηση χρόνου. Είναι μίας χρήσης. Η αυτασφάλιση επιτυγχάνεται, γενικά, με την αύξηση της τριβής μεταξύ κοχλία και περικοχλίου, όπως π.χ. με την παρεμβολή ειδικού συνθετικού υλικού (σχήμα 1.29 β). Τα βασικά είδη αυτασφαλιζόμενων περικοχλίων είναι τα αυτασφαλιζό-

μενα περικόχλια Boots, ανοξείδωτου χάλυβα και Elastic Stop. Στον πίνακα Α9 του παραρτήματος Α απεικονίζονται τα βασικά είδη αεροπορικών βλήτρων.

1.2.9 Παράκυκλοι

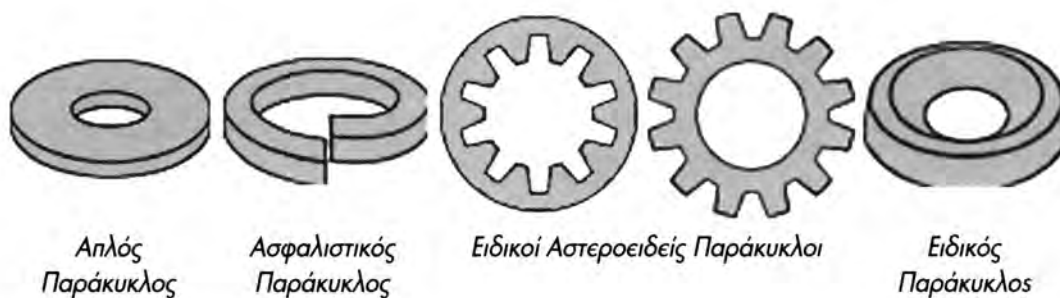
Οι αεροπορικοί παράκυκλοι, (σχήμα 1.30) διακρίνονται σε ασφαλιστικούς, απλούς, ειδικούς και αντιδονηστικούς. Στον πίνακα Α10 Α απεικονίζονται τα βασικά είδη αεροπορικών παράκυκλων.

Απλοί. Είναι της σειράς AN 960 και AN 970 και χρησιμοποιούνται με εξαγωγικά περικόχλια.

Αστεροειδείς. Είναι της σειράς AN 935 και AN 936 και χρησιμοποιούνται, όταν δεν είναι εφικτή η χρήση των πυργωτών και αυτασφαλιζόμενων περικοχλίων. Δεν επιτρέπουν τη χαλάρωση της σύνδεσης, ακόμη και σε κραδασμούς.

Αντιδονηστικοί. Διατηρούν την αντοχή τους σε υψηλές θερμοκρασίες και διασφαλίζουν την προβλεπόμενη σύσφιξη σε περιοχές με έντονους κραδασμούς. Είναι μίας χρήσης και δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίησή τους.

Ειδικόί. Χρησιμοποιούνται, όταν η οπή υποδοχής του βλήτρου δεν είναι κάθετη στην επιφάνεια του εξαρτήματος ή όταν απαιτείται τέλεια επαφή της κεφαλής του βλήτρου με την επιφάνεια των εξαρτημάτων.



Σχήμα 1.30

Τύποι Παράκυκλων

1.2.10 Πείροι

Υπάρχουν πολλοί τύποι πείρων οι βασικοί των οποίων είναι:

Κωνικοί Πείροι. Υπάρχουν δυο τύποι: οι απλοί και οι πείροι με σπείρωμα. Οι απλοί κωνικοί πείροι είναι της σειράς AN385 και οι κωνικοί πείροι με σπείρωμα της σειράς AN386. Φέρουν συνήθως οπή και ασφαλίζονται με σύρμα.

Πείροι Επίπεδης Κεφαλής. Είναι της σειράς AN 392 έως AN 406 και είναι γνωστοί ως περόνες. Χρησιμοποιούνται σε δευτερεύουσες εφεδρικές διατάξεις ελέγχου και ασφαλίζονται με ασφαλιστικές κοπίλιες.

Διχαλωτοί Πείροι (Κοπίλιες). Είναι της σειράς AN380 και χρησιμοποιούνται για την ασφάλιση κοχλιών, βλήτρων, περικοχλίων, κ.τ.λ. Κατασκευάζονται από ανθρακούχο χάλυβα και είναι μίας χρήσης.

Πείροι Ταχείας Αποσύνδεσης. Χρησιμοποιούνται, όταν απαιτείται ταχεία αφαίρεση και τοποθέτηση ενός υλικού στο α/φος.

Ελατηριωτοί Πείροι (Κυλινδρικοί). Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές με διπλή διάτμηση. Η διάμετρός τους είναι λίγο μεγαλύτερη από αυτήν της οπής υποδοχής.



Η αντοχή τους είναι μεγαλύτερη από όλα τα άλλα είδη πείρων. Στο σχήμα 1.31 απεικονίζονται τυπικοί αεροπορικοί πείροι και στον πίνακα A11 του παραρτήματος Α τα βασικά είδη αεροπορικών πείρων.

Σχήμα 1.31

Τυπικοί Αεροπορικοί
Πείροι

1.2.11 Εγκατάσταση Βλήτρων, Κοχλιών και Περικοχλίων

Πρακτικές Εγκατάστασης. Γενικά, αντικαθιστούμε τα βλήτρα με ίδια βλήτρα. Στα εγχειρίδια των α/φών αναφέρονται τα στοιχεία των προβλεπομένων προς εγκατάσταση βλήτρων. Οι άξονες των βλήτρων και κοχλιών πρέπει να είναι κάθετοι στις επιφάνειες των εξαρτημάτων σύνδεσης για να εφαρμόσει πλήρως σε αυτές η κεφαλή τους και το περικόχλιο. Οι οπές δεν επιτρέπεται να έχουν πολύ μεγαλύτερη διάμετρο από τα βλήτρα ή να είναι παραμορφωμένες, γιατί σε μία τέτοια περίπτωση δεν παραλαμβάνουν πλήρως τα διατμητικά φορτία. Στις κύριες συνδέσεις η ανοχή οπής-βλήτρου είναι πολύ μικρή.

Στην κεφαλή του βλήτρου ή κοχλία και στο περικόχλιο τοποθετούνται παράκυκλοι, εκτός εάν καθορίζεται ρητά ότι δεν απαιτείται τοποθέτησή τους. Προστατεύουν τις επιφάνειες των εξαρτημάτων της σύνδεσης από μηχανική φθορά λόγω τριβής. Σε περίπτωση σύνδεσης εξαρτημάτων από κράμα αλουμινίου ή μαγνησίου με χαλύβδινο βλήτρο τοποθετούνται παράκυκλοι κράματος αλουμινίου. Εάν τα εξαρτήματα που συνδέονται είναι χαλυβοκράματα, οι παράκυκλοι πρέπει να είναι από χαλυβοκράματα. Γενικά, τα βλήτρα τοποθετούνται, εφόσον είναι εφικτό, με την κεφαλή επάνω ή μπροστά για να διασφαλισθεί η παραμονή τους σε περίπτωση χαλάρωσης και πτώσης του περικοχλίου. Το σπείρωμά τους δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με τα τοιχώματα των εξαρτημάτων της σύνδεσης. Το μήκος του κορμού του βλήτρου χωρίς σπείρωμα οφείλει να είναι ίσο με το πάχος των εξαρτημάτων της σύνδεσης και σε περίπτωση που είναι λίγο μεγαλύτερο τοποθετείται επιπρόσθετος παράκυκλος στην κεφαλή του βλήτρου.

Σύσφιξη Βλήτρων και Περικοχλίων. Τα βλήτρα, οι κοχλίες και τα περικόχλια πρέπει να σφίγγονται με τη σωστή ροπή σύσφιξης. Οι προβλεπόμενες για κάθε σύνδεση ροπές σύσφιξης αναφέρονται στα εγχειρίδια των α/φών. Στον πίνακα Α.4 του παραρτήματος Α αναφέρονται τυποποιημένες ροπές σύσφιξης για διάφορους αεροπορικούς κοχλίες, βλήτρα και περικόχλια. Πρώτα σφίγγεται το περικόχλιο.

1.2.12 Τοποθέτηση και Αφαίρεση Στοιχείων Σύνδεσης

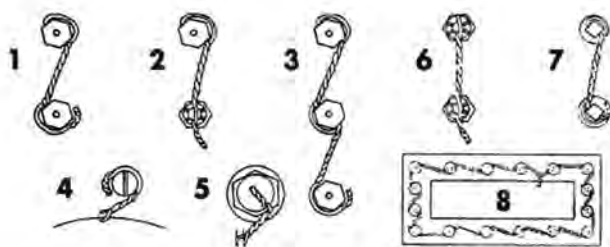
Κύρια στοιχείο για τη συγκράτηση των προς ήλωση εξαρτημάτων είναι τα κοκοράκια (clecos) που τοποθετούνται με την "κοκορόπενσα". Στην εργαστηριακή άσκηση 6 περιγράφεται και στο σχήμα Α.1.2.6 απεικονίζεται η "κοκορόπενσα" και ένα κοκοράκι στη φάση τοποθέτησης και αφαίρεσης. Η ήλωση των κοινών ήλων εκτελείται είτε με συσκευή χειρός είτε με πνευματικό πιστόλι.

1.2.13 Μέθοδοι Ασφάλισης

I. Γενικά. Η ασφάλιση είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται ευρέως στην αεροπορική τεχνολογία. Γενικά, ασφάλιση ονομάζεται η διαδικασία "στερέωσης" των διαφόρων μέσων σύνδεσης, όπως βλήτρα, κοχλίες, περικόχλια, πείροι, κ.τ.λ. για την αποφυγή χαλάρωσης ή αποσυναρμολόγησης από κραδασμούς. Η ασφάλιση δεν επιδιώκει τη διατήρηση της ροπής σύσφιξης της σύνδεσης αλλά την αποφυγή χαλάρωσής της. Υπάρχουν πολλές πρακτικές και μέσα ασφάλισης, οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι: Με σύρμα, κοπίλιες, ασφαλιστικούς παράκυκλους, ειδικούς παράκυκλους και ειδικά περικόχλια.

II. Συρματασφάλιση. α. Γενικά. Είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος ασφάλισης της πλειοψηφίας των βλήτρων, κοχλίων, πωμάτων, περικοχλίων, κ.τ.λ. Συνήθως, χρησιμοποιείται μαλακό σύρμα από ορείχαλκο ή χάλυβα.

β. Ασφάλιση Κοχλίων, Βλήτρων και Περικοχλίων. Υπάρχουν δύο κύριες μέθοδοι ασφάλισης με σύρμα: Με διπλό στριμμένο σύρμα, που είναι η συνήθης και με απλό σύρμα. Με απλό σύρμα ασφαλίζονται κοχλίες, βλήτρα και περικόχλια που γειτνιάζουν, εξαρτήματα ηλεκτρικών συστημάτων και συνδέσεις σε δυσπρόσιτες περιοχές (σχήμα 1.32).



1, 2 και 7: Στοιχεία κατά ζεύγη.
4 και 5: Μεμονωμένα στοιχεία
3: Στοιχεία εν σειρά.
6: Πυργωτά περικόχλια
8: Στοιχεία σε κλειστό κύκλο

Σχήμα 1.32

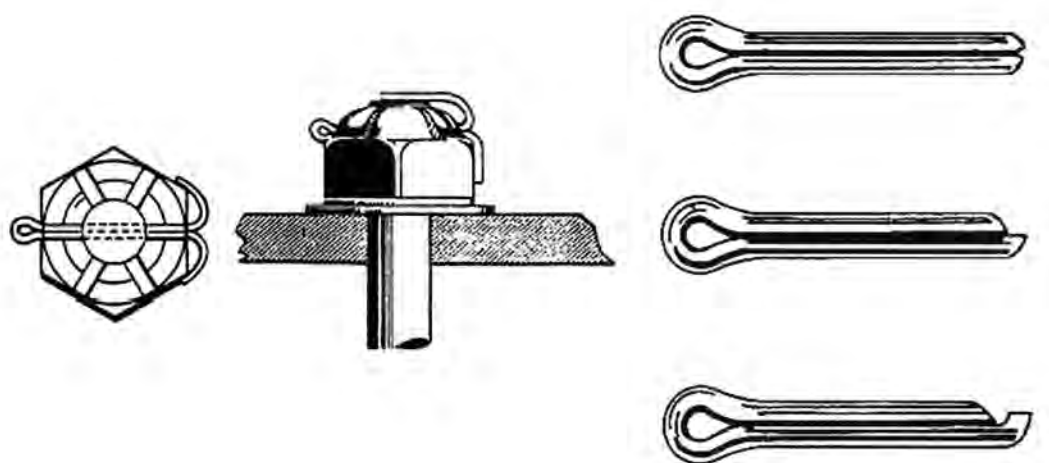
Ασφάλιση Βλήτρων,
Κοχλίων και
Περικοχλίων
με Σύρμα

Η τοποθέτηση του σύρματος πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να εμποδίζει τη χαλάρωση του κοχλίου. Γενικά, όταν τα μέσα σύνδεσης γειτνιάζουν, τότε προτιμάται η μεταξύ τους ασφάλιση από την ανεξάρτητη. Στο γενικό αυτό κανόνα υπάρχουν περιορισμοί που προσδιορίζονται από τις εκάστοτε εφαρμογές. Π.χ. όταν η απόσταση μεταξύ βλήτρων είναι σχετικά μικρή, δεν πρέπει να ασφαλιζονται μαζί περισσότερα από τρία βλήτρα, πρέπει να χρησιμοποιηθεί διπλό σύρμα και το μέγιστο μήκος του σύρματος δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 24 ίντσες. Η "δρομολόγηση" του σύρματος μέσα από τις οπές πρέπει να διασφαλίζει ότι σε περίπτωση χαλάρωσης ενός στοιχείου δεν επηρεάζεται η ασφάλιση των γειτνιαζόντων στοιχείων. Τα σύρματα ασφαλείας που χρησιμοποιούνται για συρματασφάλιση επιλέγονται με βάση τον τύπο τυλίγματος από πίνακες.

γ. Ασφάλιση Πωμάτων Λιπαντικών και Βαλβίδων. Ασφαλιζονται μεμονωμένα σε σημεία αγκύρωσης του άλλου άκρου του σύρματος. Η ξεχωριστή ασφάλιση είναι αποτελεσματικότερη από την ασφάλιση ομάδων στοιχείων.

III. Ασφάλιση με Κοπίλιες. Τα πυργωτά περικόχλια ασφαλιζονται με κοπίλιες. Υπάρχουν δύο μέθοδοι. Στη μία μέθοδο οι περόνες της κοπίλιας κάμπτονται περιμετρικά του περικοχλίου και στη δεύτερη (καλύτερη) η μία περόνη κάμπτεται και εφαρμόζει στο περικόχλιο, ενώ η δεύτερη γυρίζει και εφαρμόζει στο άκρο του βλήτρου (σχήμα 1.33).

IV. Ασφαλιστικοί Δακτύλιοι. Οι ασφαλιστικοί δακτύλιοι είναι κατασκευασμένοι από σχετικά μαλακά μεταλλικά υλικά, είναι κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής και τοποθετούνται με ειδική πένσα σε αυλακώσεις της εξωτερικής επιφάνειας των αξόνων ή στο εσωτερικό των κυλίνδρων. Οι εξωτερικοί ασφαλιστικοί δακτύλιοι μπορούν να ασφαλισθούν με συρματασφάλιση, ενώ οι εσωτερικοί δεν ασφαλιζονται. Οι εργασίες ασφάλισης με διπλό τύλιγμα περιγράφονται κατά βήματα στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

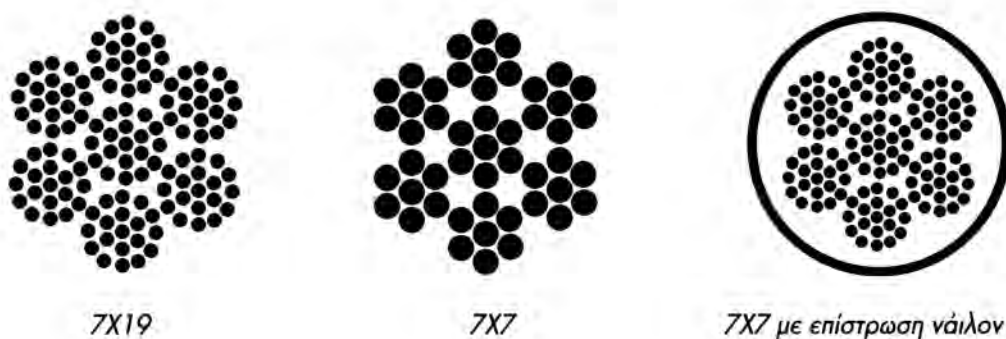


Σχήμα 1.33

Ασφάλιση
με Κοπίλια

1.2.14 Συρματόσχοινα

Ι. Είδη Συρματόσχοινων. Τα συρματόσχοινα είναι κατασκευασμένα με σύρμα από ανθρακούχα ή ανοξείδωτα χαλυβοκράματα και είναι εύκαμπτα ή μη εύκαμπτα. Αποτελούνται από πολλές κατάλληλα στριμμένες πλεξούδες συρμάτων. Κάθε πλεξούδα αποτελείται από πολλά σύρματα κατάλληλα στριμμένα (1.34). Υπάρχουν οι εξής τύποι:



Σχήμα 1.34

Τομές Αεροπορικών
Συρματόσχοινων

α) Με κεντρικό σύρμα. Στο κέντρο του συρματόσχοινου υπάρχει ένα σύρμα γύρω από το οποίο είναι στριμμένες οι πλεξούδες.

β) Με κεντρική πλεξούδα. Στο κέντρο του συρματόσχοινου υπάρχει μία ευθεία πλεξούδα παρόμοια, σε στρίψιμο και αριθμό συρμάτων, με τις άλλες πλεξούδες.

γ) Με ανεξάρτητη κεντρική πλεξούδα (7X7). Μία ανεξάρτητη κεντρική πλεξούδα ενός συρματόσχοινου 7X7 αποτελείται από πλεξούδες με επτά σύρματα εκάστη που είναι στριμμένα γύρω από μία πλεξούδα επτά συρμάτων.

Η διάμετρος του συρματόσχοινου εξαρτάται από τη διάμετρο του σύρματος, τον αριθμό των συρμάτων ανά πλεξούδα και τον αριθμό των πλεξούδων. Τα συρματόσχοινα προσδιορίζονται από τον αριθμό Α των πλεξούδων και τον αριθμό Β των συρμάτων ανά πλεξούδα, δηλ. ΑΧΒ, π.χ. 3Χ7 δηλώνει συρματόσχοινο με τρεις πλεξούδες των επτά συρμάτων. Υπάρχουν συρματόσχοινα με επίστρωση νάιλον. Η αντοχή των συρματόσχοινων σε εφελκυσμό δίδεται σε πίνακες συναρτήσεως του πάχους του σύρματος, του αριθμού των πλεξούδων και του τύπου ΑΧΒ.

α. Εύκαμπτα Συρματόσχοινα. Είναι κατασκευασμένα με επικασσιτερωμένα ή επιψευδαργυρωμένα σύρματα από ανθρακούχα ή ανοξείδωτα χαλυβοκράματα σε συνδυασμούς 3Χ7, 7Χ7, 7Χ19 και 6Χ19. Τα πιο κοινά αεροπορικά συρματόσχοινα είναι τα εξής:

7X7. Έχει επτά πλεξούδες με επτά συρματόσχοινα σε κάθε πλεξούδα. Είναι σχετικά εύκαμπτο και χρησιμοποιείται στα αντισταθμιστικά πηδάλια και στον έλεγχο του κινητήρα.

7X19. Είναι πολύ εύκαμπτο και χρησιμοποιείται κυρίως στη σύνδεση των πηδαλίων ανόδου-καθόδου και διεύθυνσης σε συνδυασμό με τροχαλίες. Στα αεροπορικά συρματόσχοινα η διάμετρος κυμαίνεται από 1/16 έως 3/8 ίντσες. Στα α/φη δε χρησιμοποιούνται άκαμπτα συρματόσχοινα.

β. Συρματόσχοινα με Επικάλυψη Νάιλον. Είναι κατασκευασμένα με σύρμα από ανοξείδωτα χαλυβοκράματα και φέρουν επικάλυψη από νάιλον. Το όριο ζώνης τους είναι πολύ μεγαλύτερο από τα αντίστοιχα εύκαμπτα δίχως επένδυση. Τα συρματόσχοινα φθείρονται στις τροχαλίες. Η επικάλυψη νάιλον προστατεύει τα συρματόσχοινα από τη φθορά ως εξής: α) Διατηρεί το συρματόσχοινο καθαρό από βρωμιά και σκόνη, β) Αυξάνει τη διάρκεια παραμονής του λιπαντικού και γ) Αποσβένει την ταλάντωση και μειώνει την επίδρασή της στη φθορά του.

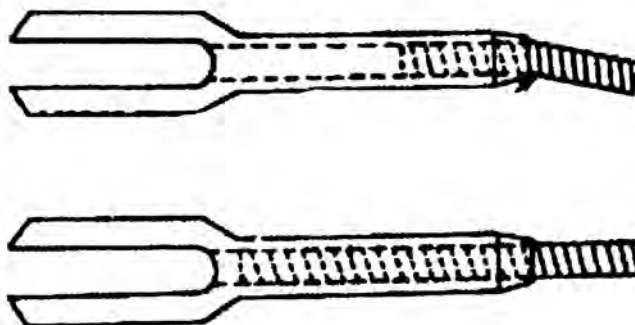
II. Ακροδέκτες Συρματόσχοινων. Στα άκρα των συρματόσχοινων τοποθετούνται ακροδέκτες, διαφορετικοί για κάθε χρήση. Υπάρχουν πολλοί τύποι ακροδεκτών π.χ. με σπείρωμα στο άκρο, με διαμόρφωση περόνης, με οπή, με μονό άκρο και με διπλό σφαιρικό άκρο σύμφωνα με την τυποποίηση AN (σχήμα 1.35). Η τοποθέτηση του ακροδέκτη είναι πολύ απλή και απεικονίζεται στο σχήμα 1.36. Λυγίζουμε ελαφρά το συρματόσχοινο και πιέζουμε το άκρο του μέχρι να τερματίσει στην υποδοχή του ακροδέκτη. Κυλινδρώνουμε το στέλεχος του ακροδέκτη μέχρι να σφίξει το συρματόσχοινο.

Σχήμα 1.35
Ακροδέκτες

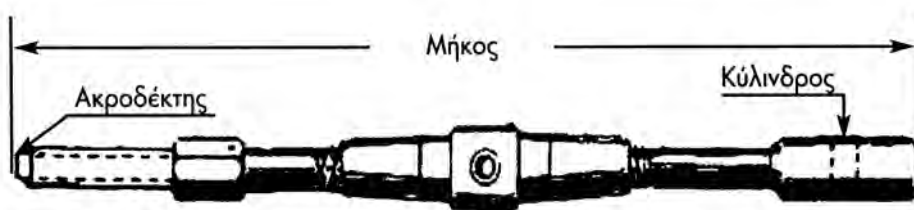


α) AN 664 Ακροδέκτης με σφαιρικό άκρο και μονό στέλεχος
β) AN 667 Ακροδέκτης με σχήμα περόνης

Σχήμα 1.36
Τοποθέτηση
Ακροδέκτη
στο Συρματόσχοινο



III. Αμφισύνδεσμοι (Εντατήρες). Είναι ρυθμιζόμενοι και αποτελούνται από δύο κυλινδρικούς ακροδέκτες με σπείρωμα και έναν κύλινδρο με εσωτερικό σπείρωμα (σχήμα 1.37). Χρησιμοποιούνται για σύνδεση συρματόσχοινων. Ο ένας ακροδέκτης έχει δεξιόστροφο σπείρωμα και ο άλλος αριστερόστροφο. Η πλευρά του κύλινδρου με το αριστερόστροφο σπείρωμα και ο αριστερόστροφος ακροδέκτης έχουν επισήμανση αναγνώρισης. Ο αριθμός των στροφών των ακροδεκτών κατά την κοχλίωσή τους στον κύλινδρο πρέπει να είναι ίδιος, δηλ. να εισέλθουν στον κύλινδρο κατά το ίδιο μήκος.



Σχήμα 1.37

Τυπικός
Αμφισύνδεσμος

Περίληψη της Δεύτερης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

Τα στοιχεία σύνδεσης εξαρτημάτων σε υπό/συγκροτήματα είναι τα βλήτρα, οι ήλοι, οι κοχλίες, τα περικόχλια, οι παράκυκλοι και οι πείροι. Στα α/φη χρησιμοποιείται μεγάλος αριθμός στοιχείων σύνδεσης. Τα αεροπορικά στοιχεία σύνδεσης είναι τυποποιημένα σύμφωνα με διεθνείς προδιαγραφές, όπως AN, MS, NAS, AISI, SAE, ASTM, κ.τ.λ.

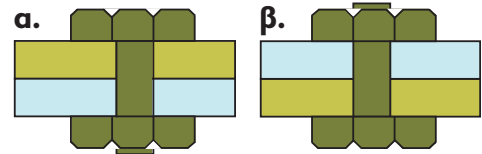
Οι συνδέσεις διακρίνονται σε λυόμενες και μόνιμες ή σταθερές. Η πιο ενδεδειγμένη μόνιμη σύνδεση είναι η ήλωση. Υπάρχουν 2 τύποι ήλων: οι κοινοί με συμπαγές στέλεχος, γνωστοί και ως κτυπητοί και οι ειδικοί που είναι τυφλοί και είναι γνωστοί ως τραβηχτοί ήλοι. Οι περισσότερες αεροπορικές ηλώσεις είναι με κοινούς ήλους. Για την ήλωσή τους απαιτείται προσιτότητα και από τις δύο πλευρές των προς ήλωση υλικών. Οι κοινοί ήλοι χαρακτηρίζονται από το σχήμα της κεφαλής, τη διάμετρο, το μήκος του κορμού, την πρώτη ύλη κατασκευής και τη θερμική κατεργασία. Οι ειδικοί ήλοι χρησιμοποιούνται, όταν υπάρχει προσιτότητα μόνο από τη μία πλευρά των επιφανειών σύνδεσης. Υπάρχουν πολλοί τύποι ειδικών ήλων οι κυριότεροι των οποίων είναι οι ήλοι μηχανικής εκτόνωσης και διακρίνονται σε ήλους ασφάλισης με τριβή και μηχανικής ασφάλισης. Υπάρχουν επίσης και οι αυτοσφαιζόμενοι ήλοι με μηχανική ασφάλιση, εκρηκτικοί ήλοι, γερμανικοί ήλοι, ήλοι τύπου πείρου, ηλοπερικόχλια, ήλοι Cherrylock και Dill - Lock.

Στις μη μόνιμες συνδέσεις, με απαίτηση μεγάλης αντοχής, χρησιμοποιούνται βλήτρα. Τα αεροπορικά βλήτρα διακρίνονται σε γενικής χρήσης ΑΝ, μικρών ανοχών ΝΑΣ και σειράς ΜS. Τα γενικής χρήσης χρησιμοποιούνται σε κύριες δομικές κατασκευές. Τα βλήτρα εσωτερικής σύσφιξης χρησιμοποιούνται σε περιοχές του α/φους με μεγάλες διατμητικές και εφελκυστικές τάσεις. Υπάρχουν και ειδικά βλήτρα π.χ. βλητροκοχλίες, οφθαλμοκοχλίες, ασφαλοκοχλίες και τα βλήτρα τύπου JO. Οι κοχλίες και τα βλήτρα είναι παρόμοια στοιχεία με την ίδια πρώτη ύλη με τη διαφορά ότι οι κοχλίες έχουν αιχμηρό άκρο, κοχλιώνονται με την κεφαλή και συνήθως όχι σε περικόχλιο, αλλά σε κατάλληλη υποδοχή και έχουν σπείρωμα σε μεγαλύτερο τμήμα του κορμού τους. Οι κοχλίες διακρίνονται σε κοχλίες δομής με αντοχή ίση με αυτή των βλήτρων της ίδιας διαμέτρου, αυτοκοχλιούμενους ή λαμαρινόβιδες για τη σύνδεση μικρών και ελαφρών υλικών και σε απλούς κοχλίες που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες επισκευές. Τα περικόχλια κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα, ανθρακούχο χαλυβόκραμα και κράμα αλουμινίου 2024Τ. Είναι δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα και διακρίνονται σε αυτασφαλιζόμενα και μη. Η μεγάλη πλειοψηφία των περικοχλίων είναι μη αυτασφαλιζόμενα, όπως πυργωτά, απλά, εξαγωνικά κ.τ.λ. Οι παράκυκλοι, διακρίνονται σε απλούς, ειδικούς, ασφαλιστικούς και αντιδονηστικούς. Εξασφαλίζουν ομαλή επιφάνεια τριβής και προσαρμόζουν ρυθμιστικά το μήκος του βλήτρου στο πάχος των υλικών που συνδέονται.

Τα μη αυτασφαλιζόμενα περικόχλια ασφαλιζονται με πείρους, οι κυριότεροι των οποίων είναι οι κωνικοί, οι πείροι επίπεδης κεφαλής, οι κοπίλιες, οι ελατηριωτοί πείροι και οι πείροι ταχείας αποσύνδεσης. Τα στοιχεία σύνδεσης ασφαλιζονται για να μη χαλαρώσουν. Τα κύρια μέσα μίας ασφάλισης είναι: σύρμα, κοπίλιες, ασφαλιστικοί, ειδικοί παράκυκλοι και ειδικά περικόχλια. Τα συρματόσχοινα είναι κατασκευασμένα με σύρματα από ανθρακούχα ή ανοξείδωτα χαλυβοκράματα και είναι εύκαμπτα και επενδεδυμένα. Αποτελούνται από πολλές κατάλληλα στριμμένες πλεξούδες συρμάτων. Κάθε πλεξούδα αποτελείται από πολλά στριμμένα σύρματα. Τα συρματόσχοινα έχουν στα άκρα τους ακροδέκτες.

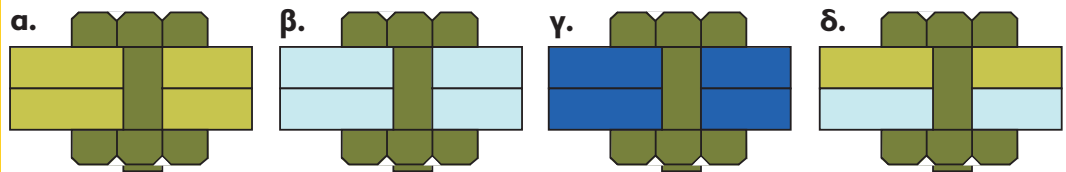
1. Τι εννοούμε με τον όρο στοιχεία σύνδεσης α/φους;
2. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένοι οι κοινοί ήλοι των α/φών;
3. Τα στοιχεία ενός ήλου είναι AN 470 AD59. Με τη βοήθεια του πίνακα 1.2 προσδιορίστε από τον ήλο: α) Τη διάμετρο, β) Το μήκος και γ) Το υλικό κατασκευής.
4. Ποιο είδος ήλων χρησιμοποιείται, όταν υπάρχει προσιτότητα ήλωσης από: α) Τις δύο πλευρές και β) Τη μία πλευρά;
5. Γιατί οι ήλοι έχουν προστατευτική επικάλυψη;
6. Τι είδους κεφαλή έχουν οι ήλοι που χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές επικαλύψεις α/φών;
7. Πώς ονομάζονται οι ήλοι που αποτελούνται από δύο μέρη, την κεφαλή με κοίλο κορμό και το συμπαγές στέλεχος που διέρχεται από αυτόν;
8. Από τι κράμα θα πρέπει να είναι οι ήλοι για την ήλωση δύο ελασμάτων από κράμα αλουμινίου;
9. Σε μία σύνδεση με κύρια απαίτηση την αυξημένη αντοχή θα χρησιμοποιούσατε βλήτρα ή κοχλίες;
10. Ένα στοιχείο σύνδεσης είναι κοχλιωμένο σε σπείρωμα εξαρτήματος και όχι σε περικόχλιο. Πώς θα χαρακτηρίζατε το στοιχείο σύνδεσης;
11. Το σπείρωμα σε ένα στοιχείο σύνδεσης καλύπτει όλο το μήκος του κορμού. Πώς θα χαρακτηρίζατε το στοιχείο σύνδεσης;
12. Το άκρο ενός στοιχείου σύνδεσης είναι αιχμηρό. Πώς θα το χαρακτηρίζατε;
13. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένα τα βλήτρα και τα περικόχλια;
14. Ποια στοιχεία χαρακτηρίζουν ένα σπείρωμα;
15. Πού χρησιμοποιούνται, συνήθως, οι κοχλίες μισής στροφής στα α/φη;
16. Τι είδους είναι τα περικόχλια σε μία περιοχή του α/φους με κραδασμούς και τι είδους σε μία περιοχή με χαλαρές συνδέσεις;
17. Ένα περικόχλιο έχει τα ακόλουθα στοιχεία AN 320 6D AN. Πόση είναι η διάμετρος του σπειρώματός του;
18. Με τι ασφαλίζονται τα πυργωτά περικόχλια;
19. Ένα βλήτρο έχει τα ακόλουθα στοιχεία AN 20 3DD 5. Αναφέρατε:
 - α) Πόση είναι η διάμετρος του κορμού;
 - β) Πόσο είναι το μήκος του;

20. Στη σύνδεση του σχήματος Ε. 1.2.1 α το βλήτρο είναι τοποθετημένο με την κεφαλή επάνω, ενώ στη σύνδεση Ε. 1.2.1 β με την κεφαλή κάτω. Ποια σύνδεση είναι σωστή και γιατί;



Σχήμα Ε.1.2.1

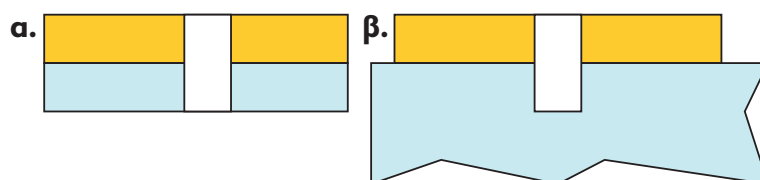
21. Τα προς σύνδεση υλικά του σχήματος Ε.1.2.2 α είναι κράματα αλουμινίου, του σχ. Ε.1.2.2 β κράματα μαγνησίου, του σχ. Ε.1.2.2 γ χαλυβοκράματα και του σχ. Ε.1.2.2 δ το ένα είναι κράμα αλουμινίου και το άλλο κράμα μαγνησίου. Το βλήτρο είναι κατασκευασμένο από χαλυβόκραμα. Από τι κράμα θα έπρεπε να είναι σε κάθε περίπτωση οι παράκυκλοι που θα χρησιμοποιούσατε;



Σχήμα Ε.1.2.2

α) Κράματα Αλουμινίου, β) Κράματα Μαγνησίου, γ) Χαλυβοκράματα και δ) Κράματα Μαγνησίου και Αλουμινίου

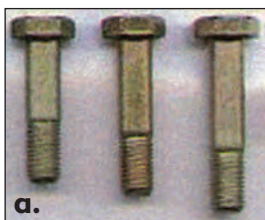
22. Αναφέρατε τις κύριες πρακτικές και τα μέσα ασφάλισης.
23. Από τον πίνακα Α. 4 του παραρτήματος Α υπολογίστε τη ροπή σύσφιξης του ροπόκλειδου για βλήτρο 3/8 - 16 με αντοχή σε θραύση μεγαλύτερη από 160.000 PSI.
24. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένα τα συρματόσχοινα;
25. Πού χρησιμοποιούνται τα συρματόσχοινα στα α/φη;
26. Σε ποια από τις συνδέσεις του σχήματος Ε.1.2.3 θα χρησιμοποιούσατε κοινούς ήλους και σε ποια τυφλούς;



Σχήμα Ε.1.2.3

27. Χαρακτηρίστε τα κοινά υλικά του σχήματος Ε. 1.2.4.

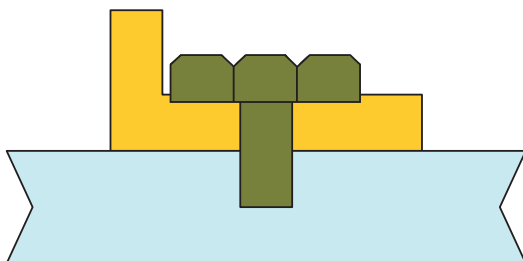
Σχήμα Ε. 1.2.4



β.



28. Αναφέρατε επιγραμματικά ορισμένους από τους βασικούς τύπους παράκυκλων που χρησιμοποιούνται στα α/φη.
29. Με τι στοιχείο σύνδεσης (βλήτρο ή κοχλία) θα στερεώνατε τη βάση Α στο εξάρτημα Β που έχει εσωτερικό σπείρωμα του σχήματος Ε. 1.2.5;



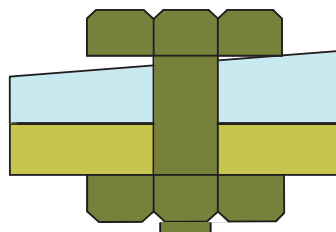
Σχήμα Ε. 1.2.5

30. Πώς ονομάζεται και πού χρησιμοποιείται το στοιχείο σύνδεσης του σχήματος Ε.1.2.6;



Σχήμα Ε. 1.2.6

31. Πόσες πλεξούδες και πόσα σύρματα έχει κάθε πλεξούδα από το συρματόσχοινο 7Χ7;
32. Πώς ονομάζεται ο παράκυκλος που πρέπει να τοποθετηθεί κάτω από την κεφαλή του βλήτρου του σχήματος Ε.1.2.7;



Σχήμα Ε. 1.2.7

Εργαστηριακές Ασκήσεις της 2ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Συρματασφάλιση.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

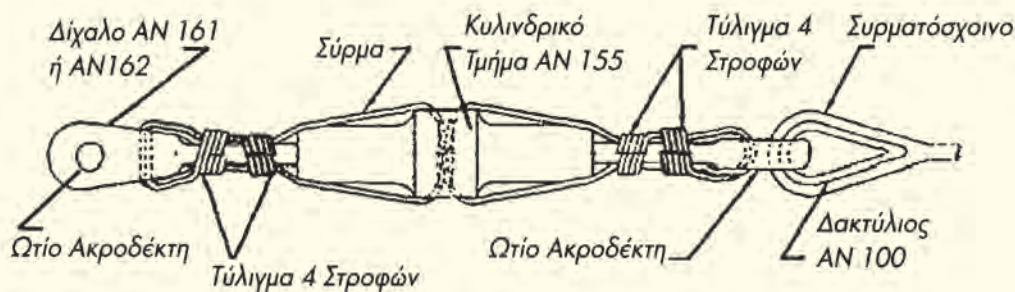
- Να επιλέγει τη διάμετρο του σύρματος ασφάλισης.
- Να ασφαλίζει με σύρμα ένα ρυθμιζόμενο σύνδεσμο.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Σύρμα ασφάλισης, πένσα και ρυθμιζόμενος σύνδεσμος.

Εργασίες κατά βήματα (στο σχήμα A.1.2.1)

1. Επιλέγουμε, από πίνακες τη διάμετρο του σύρματος ασφάλισης.
2. Κόβουμε με την πένσα δύο τεμάχια από το σύρμα ασφαλείας.
3. Περνάμε την μία άκρη του πρώτου σύρματος μέσα από την οπή του κυλινδρικού τμήματος και τραβάμε τα δύο άκρα του κατά μήκος του κυλίνδρου προς τον ακροδέκτη της απέναντι πλευράς.



Σχήμα A.1.2.1: Ασφάλιση με Σύρμα

4. Περνάμε τα άκρα του πρώτου σύρματος με αντίθετη φορά από την οπή του ωτίου ή μέσα από τις πλευρές του δίχαλου στον ακροδέκτη.
5. Τραβάμε τα δύο άκρα του πρώτου σύρματος και αφού σφίξουμε αρκετά το σύρμα, τυλίγουμε το κάθε ένα με αντίθετη φορά τέσσερις φορές γύρω από το βραχίονα του ακροδέκτη και έπειτα το κόβουμε.
6. Εκτελούμε την ίδια εργασία με το δεύτερο σύρμα, στον άλλο ακροδέκτη, στην άλλη πλευρά της συνδεσμολογίας.

Επιπρόσθετη Άσκηση Συρματασφάλισης

Προβείτε σε συρματασφάλιση ενός ρυθμιζόμενου συνδέσμου του εργαστηρίου με διπλό τύλιγμα με σύρμα από ορείχαλκο.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Μπιζουδάκια.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

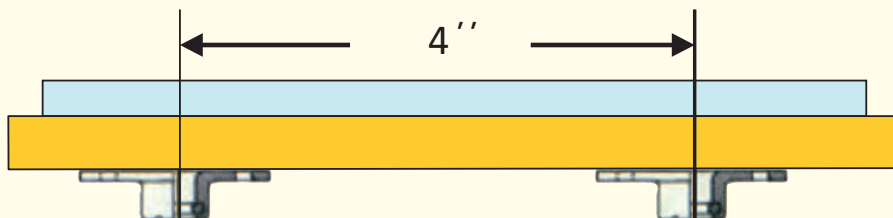
- Να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα τρυπάνια και την ταχυφρέζα.
- Να ηλώνει μπιζουδάκια σε ελάσματα.
- Τη σειρά των εργασιών εγκατάστασης θυρίδων προσιτότητας στο α/φος με τοποθέτηση βάσης από έλασμα με μπιζουδάκια.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Κοινοί ήλοι, με φρεζάτη κεφαλή και με διάμετρο ίση με τις οπές από τα μπιζουδάκια. Μπιζουδάκια.
- Δύο κοκλίες με μήκος, διάμετρο και σπείρωμα που να προσαρμόζονται στα μπιζουδάκια.
- Ελάσματα αλουμινίου 2024 - T4, πάχους 0,032 και 0,024 ίντσες.
- Τρυπάνι 1/32 της ίντσας. Πάντα κεντραρίσματος και ταχυφρέζα. Τρυπάνι με διάμετρο ίση με αυτή των δύο κοκλιών.
- Αεροδράπανο

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα A.1.2.2)

1. Κόβουμε, στο σταθερό ψαλίδι, δύο ελάσματα αλουμινίου 2024 - T4 πάχους 0,032 και 0,024 ίντσες σε διαστάσεις 100 mm x 200 mm. Χαρακτηρίζουμε το έλασμα με πάχος 0,032 ίντσες, Α και το έλασμα με πάχος 0,024 ίντσες, Β.



Σχήμα A.1.2.2: Σύνδεση με Μπιζουδάκια

2. Επιλέγουμε δύο σημεία στο έλασμα Α στα οποία επιθυμούμε να εγκαταστήσουμε τα μπιζουδάκια.
3. Με πόντα κεντραρίσματος αποτυπώνουμε εγκοπές στα ανωτέρω δύο σημεία που επιλέξαμε.
4. Ανοίγουμε οπές στα ανωτέρω δύο σημεία του ελάσματος Α με τρυπάνι 1/32 της ίντσας.
5. Τοποθετούμε το έλασμα Α επάνω στο άλλο έλασμα Β και με πόντα αποτυπώνουμε τα κέντρα των οπών του ελάσματος Α στο Β.
6. Διευρύνουμε τις οπές στα ελάσματα με τρυπάνι διαμέτρου ίσης με τη διάμετρο του κοχλία που θα χρησιμοποιήσουμε στα μπιζουδάκια.
7. Τοποθετούμε τα δύο μπιζουδάκια με δύο κοχλίες και περικόχλια στο έλασμα Α.
8. Μετακινούμε ελαφρά τα μπιζουδάκια στην τελική τους θέση.
9. Με πόντα κεντραρίσματος αποτυπώνουμε εγκοπές στο έλασμα Α με οδηγούς τις οπές ήλωσης που έχουν τα μπιζουδάκια.
10. Αφαιρούμε τους κοχλίες από τα μπιζουδάκια.
11. Διανοίγουμε οπές στα 4 κέντρα που αποτυπώσαμε με την πόντα κεντραρίσματος με τρυπάνι 1/32 της ίντσας στο έλασμα Α.
12. Διευρύνουμε τις τέσσερις οπές στο έλασμα Α με τρυπάνι διαμέτρου ίσης με τη διάμετρο των οπών ήλωσης που έχουν τα μπιζουδάκια.
13. Στην πλευρά του ελάσματος Α που θα συνδεθεί με το έλασμα Β διαμορφώνουμε τις τέσσερις οπές με ταχυφρέζα για την υποδοχή των ήλων με φρεζάτη κεφαλή.
14. Επιλέγουμε κοινούς ήλους με φρεζάτη κεφαλή και με διάμετρο ίση με τη διάμετρο των οπών ήλωσης που έχουν τα μπιζουδάκια. Το μήκος των ήλων πρέπει να είναι ίσο με το πάχος του ελάσματος Α αυξημένο κατά 1,5 της διαμέτρου του ήλου. Εάν δεν υπάρχει ήλος με το ακριβές μήκος επιλέγουμε μεγαλύτερους ήλους και τους κόβουμε με κόφτη στο επιθυμητό μήκος.
15. Ηλώνουμε τα μπιζουδάκια στο έλασμα Α με κοινούς ήλους.
16. Διευρύνουμε τις οπές στο έλασμα Β, μέχρι να έχουν τη διάμετρο του κοχλία που θα κοχλιωθεί στα μπιζουδάκια.
17. Συνδέουμε τα ελάσματα με τους κοχλίες.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Χρήση Ροπόκλειδου.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

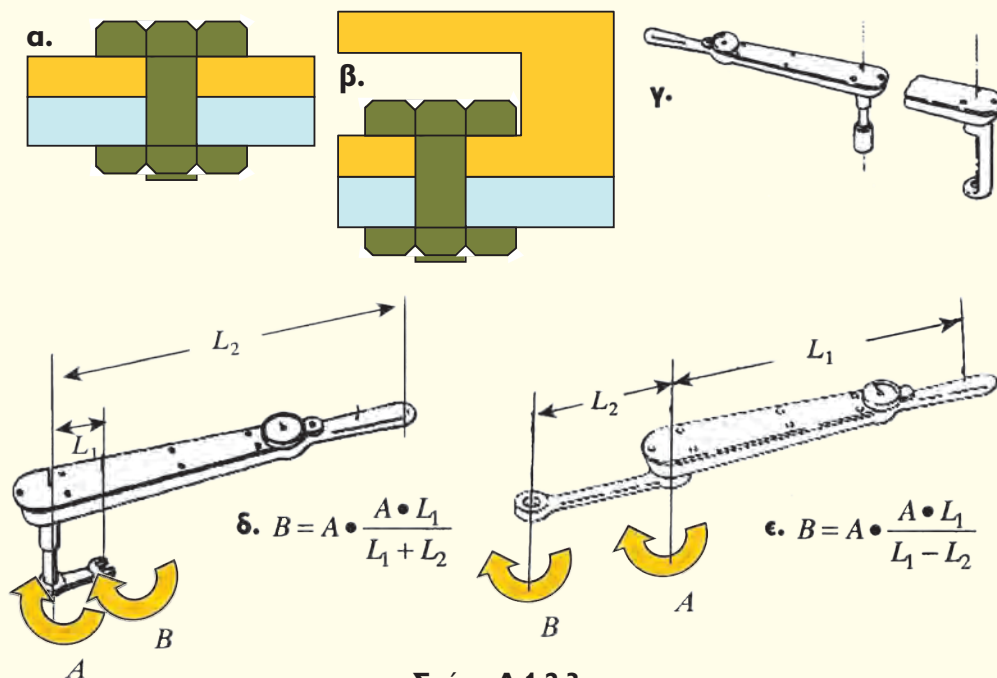
- Να ρυθμίζει και να χρησιμοποιεί το ροπόκλειδο χωρίς προεκτάσεις.
- Να ρυθμίζει και να χρησιμοποιεί ροπόκλειδο με προεκτάσεις.
- Να προσδιορίζει τη σωστή ροπή σύσφιξης του ροπόκλειδου με βάση τον τύπο και τη διάμετρο του βλήτρου.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Ροπόκλειδο με προεκτάσεις. Μεταλλική γωνιά.
- Βλήτρο AN 310 με διάμετρο 1/4 και κατάλληλο μήκος για υπάρχοντα στο εργαστήριο προς σύνδεση μεταλλικά τεμάχια.

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα A.1.2.3)

1. Προσδιορίζουμε με βάση τα στοιχεία του βλήτρου (AN 310) και τη διάμετρό του, από τον πίνακα A 4, τη ροπή σύσφιξης του ροπόκλειδου για τη σύνδεση του σχήματος A.1.2.3 α.
2. Ρυθμίζουμε το ροπόκλειδο με την ανωτέρω ροπή σύσφιξης.
3. Σφίγγουμε το περικόχλιο της σύνδεσης του σχήματος A.1.2.3 α κρατώντας σταθερή την κεφαλή του βλήτρου.



Σχήμα A.1.2.3

4. Χρησιμοποιούμε προέκταση (σχήμα 1.2.3 δ και ε) και υπολογίζουμε τη ροπή σύσφιξης σύμφωνα με τις ακόλουθες σχέσεις: $B = \frac{A \circ L_1}{L_1 - L_2}$ προέκταση προς τα έξω και $B = \frac{A \circ L_1}{L_1 + L_2}$ και για προέκταση προς τα μέσα όπου: A είναι η ροπή σύσφιξης, με την οποία ρυθμίζεται το ροπόκλειδο, B είναι η πραγματική ροπή με την οποία σφίγγεται το περικόχλιο και L_1 και L_2 οι μοχλοβραχίονες του ροπόκλειδου και της επέκτασής του.
5. Ρυθμίζουμε το ροπόκλειδο με τη ροπή σύσφιξης που προσδιορίσαμε.
6. Σφίγγουμε την κεφαλή του βλήτρου του σχήματος Α.1.2.3 β κρατώντας σταθερό το περικόχλιο.

Σημείωση: Για να είναι σωστές οι ροπές του ροπόκλειδου πρέπει να το κρατάμε και να το περιστρέφουμε σωστά. Ο βραχίονας της χειρολαβής πρέπει να είναι κάθετος στον άξονα του κοχλία και η δύναμη που ασκούμε να είναι κάθετη στο μοχλοβραχίονα (σχήμα Α.1.2.4).



Σχήμα Α.1.2.4

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Κοπή Ελασμάτινου Αγωγού με Ψαλίδι Χειρός Διπλής Κοπής.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

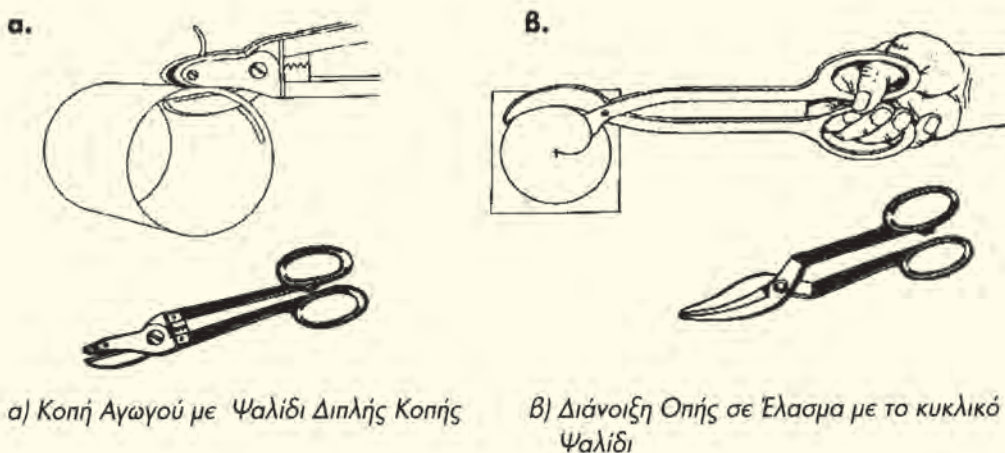
- Να χρησιμοποιεί το ψαλίδι χειρός διπλής κοπής.
- Να χαράζει με τον υψομετρικό χαρακτή έλασμα.
- Να επιλέγει ψαλίδι για κοπή από αριστερά ή δεξιά.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Ψαλίδι χειρός διπλής κοπής για δεξιά και αριστερή κοπή και λίμα. Υψομετρικός χαρακτήρας, αεροδράπανο και τρυπάνια.
- Αγωγός από έλασμα.

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα Α.1.2.5 α)

1. Χαράσσουμε εξωτερικά και περιμετρικά στον αγωγό τη γραμμή κοπής με υψομετρικό χαρακτή.
2. Ανοίγουμε οπή διαμέτρου 1/16 της ίντσας για την εκκίνηση της κοπής με το ψαλίδι έξω από τη γραμμή κοπής.
3. Διευρύνουμε την οπή με τρυπάνι 1 /4 της ίντσας για να μπορεί να εισέλθει η μύτη του ψαλιδιού.
4. Επιλέγουμε το προβλεπόμενο ψαλίδι διπλής κοπής δεξιό ή αριστερό ανάλογα από ποια πλευρά κόβουμε τον αγωγό.
5. Βάζουμε τη μύτη του ψαλιδιού στην οπή και αρχίζουμε την κοπή του ελάσματος του αγωγού.
6. Οδηγούμε το ψαλίδι προς τη γραμμή κοπής που χαράξαμε.
7. Συνεχίζουμε την κοπή μέχρι πλήρους αποκοπής του ελάσματος.
8. Λειαίνουμε με λίμα την περίμετρο του αγωγού.

**Σχήμα Α. 1.2.5:** Χρήση Ψαλιδιών Κοπής Ελασμάτων**ΑΣΚΗΣΗ 5η**

Διάνοιξη Κυκλικής Οπής σε Έλασμα με Κυκλικό Ψαλίδι Χειρός.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί το κυκλικό ψαλίδι χειρός.
- Να χαράζει κύκλο σε έλασμα με διαβήτη.
- Να επιλέγει ψαλίδι για κοπή από αριστερά ή δεξιά.
- Να μπορεί να ανοίγει αρχική οπή έναρξης κοπής με το ψαλίδι.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Κυκλικό ψαλίδι χειρός, αεροδράπανο, τρυπάνια 1/16 και λίμα.
- Διαβήτη, χαράκτης και πόντα.
- Έλασμα αλουμινίου πάχους 0,028 της ίντσας 30 cm x 30 cm.

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα Α.1.2.5 β)

1. Επιλέγουμε ένα τετράγωνο έλασμα αλουμινίου πάχους 0,028 της ίντσας πλευράς 30 cm.
2. Χαράζουμε με χαράκτη τις διαγωνιούς του.
3. Στο σημείο τομής των διαγωνίων αποτυπώνουμε, με πόντα, το κέντρο διάνοιξης οπής.
4. Με κέντρο το σημείο που αποτυπώσαμε χαράζουμε στο έλασμα κύκλο με διαβήτη ακτίνας 10 cm.
5. Ανοίγουμε οπή διαμέτρου 1/16 ίντσες στο σημείο που αποτυπώσαμε για την εκκίνηση της κοπής με το ψαλίδι.
6. Διευρύνουμε την οπή με τρυπάνι 1/4 της ίντσας για να μπορεί να εισέλθει η μύτη του ψαλιδιού.
7. Επιλέγουμε το προβλεπόμενο κυκλικό ψαλίδι κοπής δεξιό ή αριστερό ανάλογα από ποια πλευρά κόβουμε το έλασμα.
8. Βάζουμε τη μύτη του ψαλιδιού στην οπή και αρχίζουμε την κοπή του ελάσματος.
9. Οδηγούμε σιγά - σιγά το ψαλίδι προς την περίμετρο του κύκλου που χαράξαμε με το διαβήτη.
10. Συνεχίζουμε την κοπή μέχρι να αποχωρισθεί το έλασμα.
11. Λειαίνουμε με λίμα την περίμετρο του ελάσματος στην οπή.

ΑΣΚΗΣΗ 6η

Χρήση "Κοκορόπενσας" και Συνδετήρων "Κοκοράκια"

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

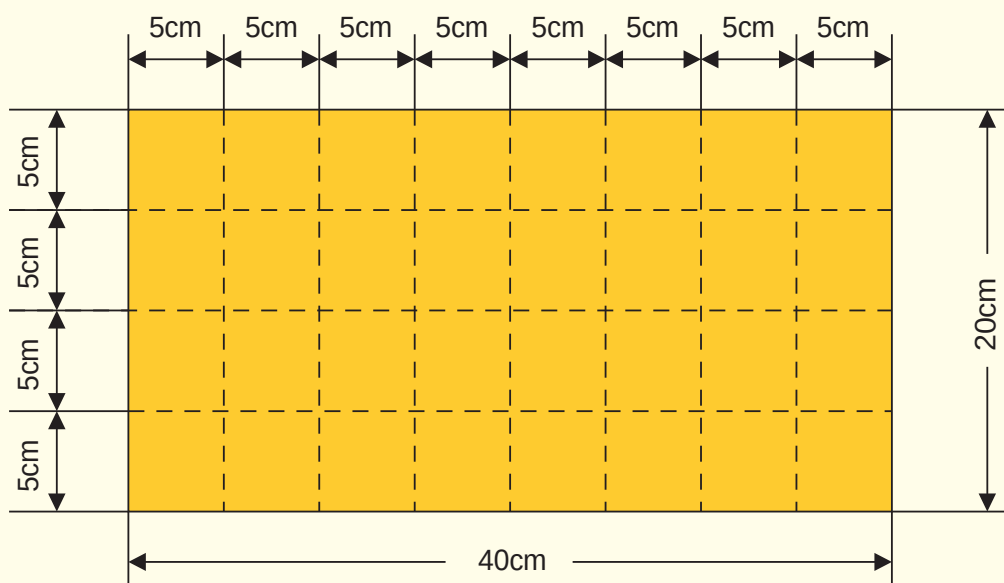
- Να χρησιμοποιεί τη κοκορόπενσα και τα κοκοράκια.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα (σχήμα Α.1.2.6 β)

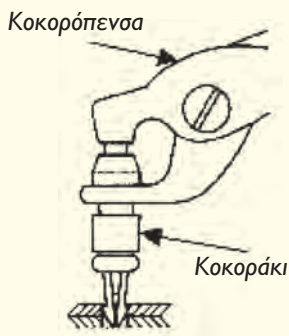
- Χαράκτης, πόντα, σφυρί, αεροδράπανο και κοκορόπενσα.
- Τρυπάνια 1/ 32 και 1/16 ίντσες, σφιγκτήρες και κοκοράκια.
- Έλασμα κράματος αλουμινίου 2024 T4 πάχους 0,032 της ίντσας.

Εργασίες κατά βήματα

1. Κόβουμε δύο ελάσματα αλουμινίου 2024-T4 πάχους 0,032 της ίντσας, 20 cm x 40 cm σε σταθερό ψαλίδι.
2. Στο ένα από τα δύο ελάσματα χαράζουμε με κανόνα και χαράκτη τις γραμμές που απεικονίζονται στο σχήμα Α.1.2.6 α.
3. Με πόντα και σφυρί προβαίνουμε σε "ποντάρισμα" των σημείων τομής των γραμμών που χαράξαμε.
4. Τοποθετούμε στο αεροδράπανο τρυπάνι 1/32 της ίντσας.

**Σχήμα Α.1.2.6.α:** Χάραξη Ελάσματος

Αεροδράπανο



Κοκοράκι



Κοκοράκια



Ήλωση

Σχήμα Α.1.2.6.β

Αεροδράπανο, Κοκορόπενσα και Εγκατεστημένα Κοκοράκια

5. Ανοίγουμε οπές στα σημεία που "ποντάραμε" στο έλασμα.
6. Τοποθετούμε το έλασμα που χαράξαμε πάνω στο άλλο έλασμα και ευθυγραμμίζουμε τις πλευρές τους.
7. Συγκρατούμε σταθερά τα ελάσματα με σφιγκτήρες ή "σκύλες".
8. Τοποθετούμε στο αεροδράπανο τρυπάνι 1/16 της ίντσας.
9. Διευρύνουμε μία από τις υπάρχουσες οπές, κατά προτίμηση, προς τη μία ακμή του ελάσματος.
10. Στην οπή που διανοίξαμε τοποθετούμε το κατάλληλο κοκοράκι (Clecot) χρησιμοποιώντας την κοκορόπενσα.
11. Διευρύνουμε άλλες τρεις οπές, κατά προτίμηση, στην περιοχή των ακμών του ελάσματος και τοποθετούμε κοκοράκια.
12. Αφαιρούμε τους σφιγκτήρες ή τις σκύλες.
13. Διευρύνουμε όλες τις οπές του ελάσματος. Μετά τη διεύρυνση κάθε οπής τοποθετούμε με την κοκορόπενσα κοκοράκια.

ΑΣΚΗΣΗ 7η

Ήλωση Ελασμάτων με Κοινούς Ήλους

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να επιλέγει το σωστό μήκος του ήλου, να κρατάει κόντρα κατά την ήλωση και να χρησιμοποιεί το πιστόλι ήλωσης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Τα υλικά της προηγούμενης άσκησης. Κοκοράκια (Clecot), κοινοί ήλοι 1/16 ίντσες, πιστόλι ήλωσης κοινών ήλων, κόντρες ήλωσης.

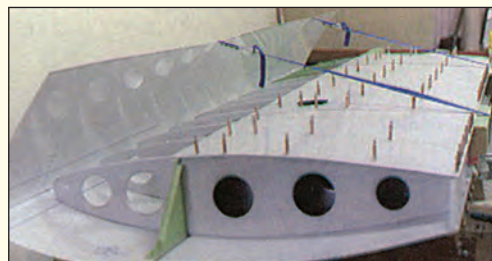
Εργασίες κατά βήματα

1. Επιλέγουμε κοινούς ήλους διαμέτρου 1/16 προδιαγραφής AN 430, AN 435, AN 455, AN 456, AN 470.
2. Οι ήλοι πρέπει να έχουν μήκος ίσο με το πάχος των δύο προς ήλωση ελασμάτων αυξημένο κατά 1,5 φορές τη διάμετρο του ήλου, δηλ. πρέπει να έχουν μήκος $L = 2 \times 0,032 + 1,5 \times 1/16 = 0,158$ ίντσες.
3. Εάν το εργαστήριο δε διαθέτει ήλους διαμέτρου 1/16 ίντσες και μήκους 0,158 ίντσες, επιλέγουμε το αμέσως επόμενο μήκος που διαθέτει και τους κόβουμε στο προβλεπόμενο μήκος με κόφτη.

4. Τοποθετούμε τα συνδεδεμένα με κοκοράκια ελάσματα, ως έχουν, σε μία μέγγενη και τα σφίγγουμε ελαφρά.
5. Επιλέγουμε την κατάλληλη υποδοχή της κεφαλής του πιστολιού ήλωσης και την τοποθετούμε στο πιστόλι ήλωσης.
6. Στρέφουμε το πιστόλι προς το έδαφος και πατάμε τη σκανδάλη. Εάν η υποδοχή δεν έχει τοποθετηθεί σωστά, θα πεταχτεί έξω.
7. Από τη συλλογή με τις κόντρες ήλωσης κοινών ήλων του εργαστηρίου επιλέγουμε την πιο κατάλληλη για την περίπτωση μας.
8. Εάν δεν υπάρχουν κόντρες επιλέγουμε ένα μεγάλο σφυρί.
9. Οι εργασίες ήλωσης με κοινούς ήλους εκτελούνται πάντοτε με δύο άτομα. Ο ένας ηλώνει από την πλευρά της κεφαλής και ο άλλος κρατάει κόντρα στην πλευρά του ήλου που πρόκειται να "κεφαλωθεί".
10. Αφαιρούμε ένα κοκοράκι με την κοκορόπενσα, κατά προτίμηση, στην περιοχή των ελασμάτων που είναι κοντά στη μέγγενη.
11. Τοποθετούμε έναν κοινό ήλο στην οπή από την οποία αφαιρέσαμε το κοκοράκι.
12. Ο ένας μαθητής πιέζει σταθερά το πιστόλι στην κεφαλή του ήλου και ο άλλος πιέζει με την κόντρα το στέλεχος του ήλου που εξέρχεται από τα ελάσματα.
13. Ο μαθητής που κρατάει το πιστόλι προσέχει να είναι κάθετο στην επιφάνεια των ελασμάτων. Πατάει τη σκανδάλη μία φορά.
14. Εάν και οι δύο μαθητές κρατήσουν και πιέσουν σωστά ο ένας το πιστόλι και ο άλλος την κόντρα, η ήλωση θα είναι καλή έως πολύ καλή.
15. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα έντεκα έως δέκα τέσσερα στις υπόλοιπες οπές των ελασμάτων.

Προσοχή: Εάν το εργαστήριο δε διαθέτει πιστόλι ήλωσης κοινών ήλων ή δεν έχει παροχή πεπιεσμένου αέρα, μπορούμε να ηλώσουμε τα ελάσματα με σφυρί ως ακολούθως:

1. Τοποθετούμε στον πάγκο εργασίας ένα βαρύ χαλύβδινο αντικείμενο με επίπεδη επιφάνεια (π.χ. κομμάτι από χαλύβδινη μπάρα).
2. Αφαιρούμε ένα κοκοράκι με την κοκορόπενσα, κατά προτίμηση, στην περιοχή των ακμών των προς ήλωση ελασμάτων.
3. Τοποθετούμε τα συνδεδεμένα με κοκοράκια ελάσματα, έτσι ώστε η οπή, από την οποία αφαιρέσαμε το κοκοράκι, να είναι πάνω από τη χαλύβδινη βάση και τα κοκοράκια να μην εμποδίζουν το έλασμα να εφάπτεται στη χαλύβδινη βάση.

**Σχήμα Α. 1.2.7**

Ήλωση Επικάλυψης Πτέρυγας Ελαφρού Α/φους

4. Τοποθετούμε έναν ήλο στην οπή που αφαιρέσαμε το κοκοράκι με την κεφαλή από την κάτω πλευρά του ελάσματος και ακουμπάμε τα συνδεδεμένα με κοκοράκια ελάσματα πάνω στο χαλύβδινο αντικείμενο.
5. Οριζοντιώνουμε τα ελάσματα και με το σφυρί κτυπάμε το στέλεχος του ήλου που εξέρχεται από τα ελάσματα μέχρι να "κεφαλωθεί".
6. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα πέντε και επτά σε όλες τις οπές.

Σημείωση: Η ήλωση με κοινούς ήλους είναι μία εργασία ρουτίνας για το προσωπικό που εργάζεται σε επισκευές α/φών. Στο σχήμα Α.1.2.7 απεικονίζεται παραστατικά η ήλωση της επικάλυψης της πτέρυγας ενός ελαφρού α/φους.

ΑΣΚΗΣΗ 8η

Ασφάλιση Πυργωτού Περικοχλίου με Κοπίλια

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ασφαλίζει περικόχλια και με τις δύο μεθόδους ασφάλισης.

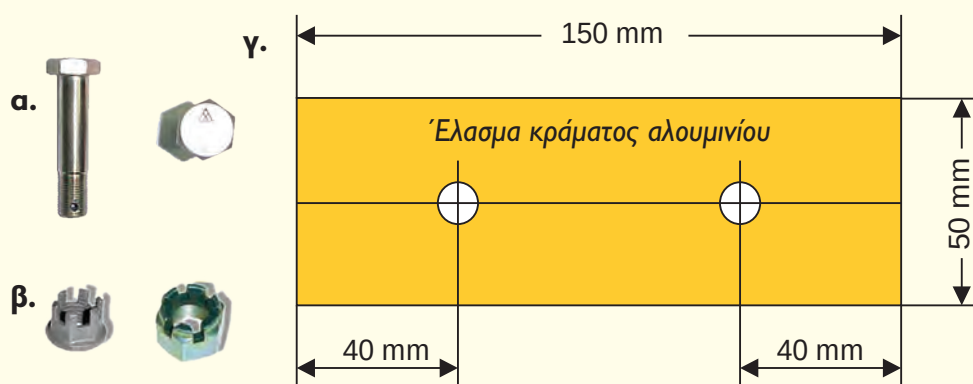
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Δύο πυργωτά περικόχλια, δύο κοπίλιες, έλασμα κράματος αλουμινίου 2024, πένσα, τρυπάνια και σφιγκτήρες.

Εργασίες κατά βήματα

1. Επιλέγουμε ένα βλήτρο με οπή ασφάλισης (σχήμα Α.1.2.8 α) από τον πίνακα Α8 και το αντίστοιχο πυργωτό περικόχλιο (σχήμα Α.1.2.8 β) από τον πίνακα Α9 Α του παραρτήματος Α.
2. Κόβουμε στο σταθερό ψαλίδι αρκετά ορθογώνια τεμάχια ελάσματος αλουμινίου 5 cm x15 cm.

3. Αφαιρούμε με λίμα τις ακμές των ελασμάτων που κόψαμε.
4. Χαράζουμε μία γραμμή ισαπέχουσα από τις μεγάλες πλευρές του ορθογωνίου στο ένα τεμάχιο ελάσματος (σχήμα Α.1.2.8 γ).
5. Σημαδεύουμε με πόντα δύο σημεία, σε απόσταση 4 cm από κάθε μικρή πλευρά του ορθογωνίου ελάσματος στη γραμμή που χαράξαμε (σχήμα Α.1.2.8 γ).



α) Βλήτρο β) Πυργωτά περικόχλια γ) Έλασμα Αλουμινίου

Σχήμα Α.1.2.8: Ασφάλιση Πυργωτών Περικοχλίων με Κοπίλια

6. Στα σημεία αυτά ανοίγουμε οπές με τρυπάνι 1 / 32 ίντσες στο σταθερό δράπανο.
7. Τοποθετούμε τα κομμένα ορθογώνια ελάσματα, το ένα επάνω στο άλλο, με τελευταίο αυτό που διανοίξαμε τις οπές.
8. Σφίγγουμε τα τεμάχια με σφιγκτήρες και με οδηγούς τις οπές του πρώτου τεμαχίου ανοίγουμε οπές σε όλα με τρυπάνι 1 / 32 ίντσες.
9. Ανοίγουμε στα ελάσματα, με ενδιάμεσα νούμερα τρυπανιών, τις οπές με την τελική διάμετρο του κοχλίου που θα χρησιμοποιήσουμε.
10. Συνδέουμε τα ελάσματα με τους κοχλίες και τα περικόχλια.
11. Προσθέτουμε και αφαιρούμε ελάσματα ή παράκυκλους μέχρι το μήκος του βλήτρου να είναι το προβλεπόμενο για τη σύνδεση.
12. Περιστρέφουμε τα περικόχλια με το αντίστοιχο κλειδί, μέχρι να αισθανθούμε αντίσταση στην περιστροφή του κλειδιού.
13. Χαλαρώνουμε τα περικόχλια μέχρι μία εγκοπή του πυργωτού περικοχλίου να συμπέσει με τον άξονα της οπής του βλήτρου.
14. Τοποθετούμε μία κοπίλια στο ένα περικόχλιο και το ασφαλίζουμε κάμπτοντας τις περόνες της κοπίλιας περιμετρικά του περικοχλίου.

15. Τοποθετούμε μία κοπίλια στο άλλο περικόχλιο και το ασφαλίζουμε, έτσι ώστε η μία περόνη μετά την κάμψη να εφαρμόζει στο περικόχλιο, ενώ η δεύτερη γυρίζει και εφαρμόζει στο άκρο του βλήτρου (σχήμα 1.33).

Επισκέψεις

Οι μαθητές μπορούν να παρακολουθήσουν ελασματοουργικές εργασίες και εργασίες εφαρμοστών - συνδετών για εξαρτήματα μικρών και ελαφρών α/φών και ελικοπτέρων στα συνεργεία του ΚΕΑ στο Ελληνικό και σύγχρονων α/φών στην Ε.Α.Β Α.Ε. στην Τανάγρα.

Εργασίες

1. Συγκεντρώστε από το διαδίκτυο στοιχεία προδιαγραφών από χώρες της Ευρώπης για τα ακόλουθα αεροπορικά υλικά σύνδεσης:
 - α) Ήλους (κοινούς και τυφλούς), β) Βλήτρα και κοχλίες, γ) Περικόχλια
2. Συγκεντρώστε από το διαδίκτυο στοιχεία από α/φη Αμερικανικής και Ρωσικής κατασκευής που αφορούν συγκολλήσεις και κολλήσεις. Τι προκύπτει από τη σύγκριση των στοιχείων;

1.3 Υλικά Κατασκευής Αεροσκάφους

1.3.1 Γενικά

Η επιλογή της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται στην κατασκευή και επισκευή α/φών εξαρτάται από την αντοχή, σε συνδυασμό με το βάρος και την αντίσταση σε διάβρωση και φθορά. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες είναι η αντοχή σε εναλλασσόμενα φορτία (κόπωση), η αντοχή σε θερμικά φορτία, η σκληρότητα, η κατεργασιμότητα, η ευκολία προμήθειας, το κόστος, κ.τ.λ. Η συνεχής βελτίωση των επιδόσεων των σύγχρονων α/φών απαιτεί νέα υλικά, με μικρότερο ειδικό βάρος και βελτιωμένη μηχανική συμπεριφορά και αντοχή.

Τα υλικά των α/φών ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: μεταλλικά και μη μεταλλικά. Τα μεταλλικά διακρίνονται σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα. Τα μη μεταλλικά διακρίνονται σε πλαστικά, ελαστικά και σύνθετα. Παρά τη ραγδαία εξέλιξη των σύνθετων υλικών τα μεταλλικά υλικά είναι ακόμη τα πλέον χρησιμοποιούμενα (σχήμα 1.38). Βασικά χρησιμοποιούνται κράματα αλουμινίου, τιτανίου και μαγνησίου που συνδυάζουν μικρό βάρος και ικανοποιητική αντοχή, κράματα σιδήρου (χάλυβες) σε περιοχές με μεγάλη καταπόνηση και χαλυβοκράματα που αντέχουν σε μεγάλες θερμοκρασίες (Νικελίου, Κοβαλτίου).



Σχήμα 1.38

Κατανομή Υλικών
Κατασκευής
Μαχητικού
Αιφους F - 18

1.3.2 Μεταλλικά Υλικά

1.3.2.1 Σιδηρούχα Μεταλλικά Υλικά

Η αναγνώριση των χαλυβοκραμάτων μπορεί να γίνει από την απόχρωση των σπινθήρων του υλικού στο σμηριδοτροχό. Οι κόκκινοι π.χ. σπινθήρες στη βάση και οι κίτρινοι στα άκρα δηλώνουν χυτοσίδηρο. Οι μεγάλοι λευκοί σπινθήρες

δηλώνουν χάλυβα με μικρή περιεκτικότητα σε άνθρακα. Η δέσμη σπινθήρων με λευκές εστίες στο κέντρο δηλώνει νικελιούχο χάλυβα, κ.τ.λ.. Επίσης, η αναγνώριση μπορεί να γίνει με χημικό τρόπο, καθώς και με σκληρομέτρηση. Υπάρχουν πολλές εθνικές τυποποιήσεις χαλυβοκραμάτων. Η πιο γνωστή τυποποίηση είναι η Αμερικάνικη κατά AISI και SAE, σύμφωνα με την οποία τα χαλυβοκράματα χαρακτηρίζονται με τέσσερα ψηφία XXXX.

Όταν στον καθαρό σίδηρο προστίθεται άνθρακας, τότε βελτιώνονται οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητές του και το προϊόν ονομάζεται χάλυβας. Ο χάλυβας είναι κράμα σιδήρου με μικρή περιεκτικότητα άνθρακα από 0,08% - 2,2%. Όταν η περιεκτικότητα του άνθρακα είναι μεγαλύτερη από 1%, ο χάλυβας ονομάζεται ανθρακούχος. Τα βασικά χαρακτηριστικά του χάλυβα καθορίζονται από την περιεκτικότητά του σε άνθρακα, η οποία προσδιορίζει σε σημαντικό βαθμό τόσο τις φυσικές ιδιότητες του χάλυβα, όπως το σημείο τήξης, τις μαγνητικές ιδιότητες όσο και τις ιδιότητες μηχανικής αντοχής, τη σκληρότητα, ελαστικότητα, κ.τ.λ. Η πρόσμιξη επιπρόσθετων στοιχείων, όπως μαγνήσιο, πυρίτιο, χρώμιο, φώσφορος, μολυβδαίνιο, βανάδιο, τιτάνιο, κοβάλτιο, κ.τ.λ. στο χάλυβα δημιουργεί τα χαλυβοκράματά που έχουν βελτιωμένα χαρακτηριστικά έναντι του χάλυβα. Κάθε δευτερεύον στοιχείο πρόσμιξης προσδίδει στο χαλυβόκραμα συγκεκριμένες ιδιότητες, όπως αλλαγή της σκληρότητας και της αντοχής, αντοχής σε κόπωση και θερμοκρασία, κ.τ.λ.

Στο εμπόριο διατίθενται πρώτες ύλες από χάλυβα ή χαλυβοκράματα σε μορφή ελασμάτων, ράβδων, δοκών και σωλήνων.

Οι μηχανικές ιδιότητες αντοχής των χαλύβων- χαλυβοκραμάτων είναι σχεδόν διπλάσιες από αυτές των κραμάτων αλουμινίου και εξαρτώνται πάρα πολύ από την τελική θερμική κατεργασία τους.

Οι χρωμιονικελιούχοι χάλυβες είναι το κατ' εξοχήν ανοξείδωτο μεταλλικό υλικό με βασικό στοιχείο το χρώμιο. Έχουν μεγάλη σκληρότητα και αντίσταση σε διάβρωση. Τη μεγαλύτερη χρήση σε αεροπορικές εφαρμογές έχει ο ανοξείδωτος χάλυβας "18-8" με περιεκτικότητα σε χρώμιο 18% και σε νικέλιο 8%.

1.3.2.2 Μη Σιδηρούχα Μεταλλικά Υλικά

Αλουμίνιο και Κράματα Αλουμινίου

Ι. Γενικά. Με τον όρο "μη σιδηρούχα" μέταλλα εννοούνται όλα τα μέταλλα και κράματα που δεν περιέχουν ως βασικό στοιχείο το σίδηρο. Τα "μη σιδηρούχα" μέταλλα που χρησιμοποιούνται στα α/φη είναι τα κράματα αλουμινίου, τιτανίου, χαλκού, μαγνησίου και ορισμένα μέταλλα, όπως το Μονέλ. Το καθαρό αλουμίνιο είναι ελαφρύ, λευκό, γυαλιστερό, ελατό με μεγάλη αντίσταση σε διάβρωση, αλλά μικρή αντοχή. Τα κράματα αλουμινίου με χαλκό, πυρίτιο, μαγνήσιο, μαγγάνιο και χρώμιο αποτελούν τα κλασικά υλικά των αεροπορικών κατασκευών. Κύριο

χαρακτηριστικό τους είναι η ελατότητα και η μεγάλη αναλογία της αντοχής σε εφελκυσμό προς το βάρος τους. Είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, δεν είναι μαγνητικά υλικά και η αντοχή τους σε εφελκυσμό, με κατάλληλη θερμική κατεργασία, προσεγγίζει τις τιμές των χαλυβοκραμάτων. Έχουν χαμηλό κόστος και ειδικό βάρος, περίπου $1/3$ του χάλυβα, αυξημένη αντίσταση σε διάβρωση, παρασκευάζονται εύκολα και έχουν πολύ καλή κατεργασιμότητα. Τα κύρια μειονεκτήματα των κραμάτων αλουμινίου είναι το σχετικά μικρό όριο αντοχής στη θερμοκρασία (περίπου 120°C) και η σχετικά μικρή ακαμψία.

II. Αναγνώριση - Τυποποίηση. Η πιο γνωστή τυποποίηση των κραμάτων αλουμινίου είναι Αμερικάνικη της Aluminum Association, σύμφωνα με την οποία τα κράματα αλουμινίου συμβολίζονται με τέσσερα ψηφία. Το πρώτο ψηφίο χαρακτηρίζει το στοιχείο με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα μετά το αλουμίνιο και συνεπώς, τον τύπο του κράματος.

Παραδείγματα: 1100: Κράμα με περιεκτικότητα 99,00% αλουμίνιο.

III. Μηχανικές Ιδιότητες Αντοχής. Η μεγάλη πλειοψηφία των δομικών υλικών των σύγχρονων α/φών είναι κατασκευασμένα από κράματα αλουμινίου τύπου 2XXX και 7XXX και μάλιστα 2024, 7075 και 7079. Μετά το έτος 2000 άρχισαν να χρησιμοποιούνται και κράματα αλουμινίου τύπου 8XXX τα οποία έχουν αυξημένες ιδιότητες μηχανικής αντοχής, κατά 10 - 20% , έναντι των παραδοσιακών κραμάτων και μειώνουν το βάρος κατασκευής κατά 7-15%. Στον πίνακα Α.5 αναφέρονται οι ιδιότητες μηχανικής αντοχής των βασικών κραμάτων αλουμινίου με την τελική θερμική κατεργασία τους. Η αντοχή των αεροπορικών κραμάτων αλουμινίου μειώνεται ραγδαία με αυξανόμενη θερμοκρασία. Το θερμικά κατεργασμένο κράμα αλουμινίου μαυρίζει, όταν βυθίζεται σε διάλυμα 10% καυστικής ποτάσας, ενώ το μη κατεργασμένο όχι.

IV. Υλικά Alclad. Επειδή τα κράματα αλουμινίου έχουν μικρή σχετικά αντίσταση σε διάβρωση, πολλά ελάσματα ή διατομές έχουν εξωτερική επίστρωση για προστασία από διάβρωση. Η επίστρωση κατά της διάβρωσης γίνεται ηλεκτρολυτικά από λεπτό στρώμα καθαρού αλουμινίου, με άλλο κατάλληλο μέταλλο ή κράμα, ανάλογα με το βασικό κράμα. Οι πρώτες ύλες των κραμάτων αυτών με την αντιδιαβρωτική προστασία ονομάζονται Alclad. Κατά τη διαμόρφωση ελασμάτων και διατομών με επίστρωση Alclad απαιτείται προσοχή, για να μην αφαιρεθεί τοπικά η αντιδιαβρωτική επικάλυψη.

Μαγνήσιο και Κράματα Μαγνησίου

Είναι το ελαφρύτερο μέταλλο και το ειδικό βάρος του ανέρχεται στα $2/3$ του ειδικού βάρους του αλουμινίου. Η αντοχή του καθαρού μαγνησίου είναι πολύ

μικρή, πλην όμως τα κράματά του με προσμίξεις ψευδαργύρου, αλουμινίου και μαγγανίου έχουν τη μεγαλύτερη αναλογία αντοχής προς βάρος από όλα τα μέταλλα, ικανοποιητική αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και πολύ καλή κατεργασιμότητα. Κύρια μειονεκτήματα των κραμάτων μαγγανίου είναι ότι είναι εύφλεκτα και διαβρώνονται εύκολα με συνέπεια να απαιτείται ειδική προστατευτική επίστρωση.

Τιτάνιο και Κράματα Τιτανίου

α. Γενικά. Χρησιμοποιούνται σε εμπορική μορφή εδώ και πενήντα χρόνια. Μοιάζουν πολύ με τον ανοξείδωτο χάλυβα και αναγνωρίζονται εύκολα από τον άσπρο και λαμπρό σπινθηρισμό που βγαίνει στον τροχό και από τη μαύρη γραμμή που αφήνουν όταν χαράζουν ένα γυαλί. Η διαδικασία παραγωγής, διαμόρφωσης και χρήσης των κραμάτων τιτανίου εμφανίζει πολλές δυσκολίες, λόγω της αυξημένης ευαισθησίας του τιτανίου σε ξένες προσμίξεις.

β. Φυσικές και Μηχανικές Ιδιότητες. Είναι εξαιρετικές. Η αντοχή τους κυμαίνεται μεταξύ των αντίστοιχων τιμών των κραμάτων αλουμινίου και ανοξείδωτου χάλυβα. Είναι 60% περίπου βαρύτερα από τα κράματα αλουμινίου και 50 % ελαφρύτερα από τον ανοξείδωτο χάλυβα. Αντέχουν σε θερμοκρασίες όπως και τα χαλυβοκράματα.

γ. Εφαρμογές. Τα κράματα τιτανίου χρησιμοποιούνται ευρέως στην κατασκευή εξαρτημάτων στροβιλοκινητήρων, αξόνων περιστροφής των "ολοκίνητων" επιφανειών του ουραίου πτερώματος, σε επικαλύψεις, στα αντιπυρητικά διαφράγματα των κώνων και αγωγών εξαγωγής καυσαερίων και στα σύνθετα υλικά. Το κόστος των κραμάτων τιτανίου είναι πέντε έως δέκα φορές μεγαλύτερο του κόστους των κραμάτων αλουμινίου.

δ. Χαρακτηριστικά Διάβρωσης. Η αντίσταση σε διάβρωση του τιτανίου και των κραμάτων του υπερέχει αυτής του ανοξείδωτου χάλυβα 18-8 και χρησιμοποιείται σε εφαρμογές με έντονο διαβρωτικό περιβάλλον και σε συνεργασία με ανάμοια μέταλλα.

Χαλκός και Κράματα Χαλκού

Ο χαλκός έχει κόκκινη απόχρωση, τη μεγαλύτερη ηλεκτρική αγωγιμότητα μετά το ασήμι, αλλά πολύ αυξημένο ειδικό βάρος και για το λόγο αυτό δεν έχει αεροπορικές εφαρμογές. Τα κράματα χαλκού με βηρύλλιο είναι τα πιο διαδεδομένα. Η αντοχή του σε κόπωση και επιφανειακές κακώσεις το καθιστούν κατάλληλο για την κατασκευή, τριβών ακριβείας, διαφραγμάτων σε όργανα, κ.τ.λ. Ο ορείχαλκος (μπρούντζος) είναι κράμα χαλκού με προσμίξεις ψευδαργύρου, αλουμινίου, σιδήρου, μολύβδου, κ.α. Το κράμα χαλκού Muntz περιέχει 60% χαλκό και

40% ψευδάργυρο και χρησιμοποιείται για την κατασκευή βλήτρων, περικοχλίων και υλικών που έρχονται σε επαφή με αλατόνερο.

1.3.3 Μη Μεταλλικά Αεροπορικά Υλικά

Ξύλα

Οι αδελφοί Wright επέλεξαν ως πρώτη ύλη κατασκευής του α/φους τους ένα είδος ελάτης. Το έλατο παρέμεινε, για αρκετά έτη, η πρώτη ύλη κατασκευής των α/φών, στα πρώτα έτη της αεροπορικής ιστορίας. Σήμερα δε χρησιμοποιείται πλέον ξύλο στην αεροναυπηγική.

Πλαστικά

Η χρήση των πλαστικών αυξάνεται διαχρονικά και στα σύγχρονα α/φη οι επικαλύψεις του χώρου επιβατών και τα διάφορα διακοσμητικά στοιχεία είναι κατασκευασμένα από πλαστικά. Διακρίνονται σε διαφανή και ενισχυμένα.

Διαφανή Πλαστικά. Τα διαφανή πλαστικά χρησιμοποιούνται στα α/φη για την κατασκευή αλεξηνέμων, καλύπτρων, παραθύρων και παρόμοιων διαφανών επιφανειών. Διακρίνονται, ανάλογα με τη συμπεριφορά τους στη θέρμανση σε θερμοπλαστικά και θερμοστατικά.

Θερμοπλαστικά Υλικά. Μαλακώνουν, όταν θερμαίνονται και σκληραίνουν, όταν ψύχονται. Η διαδικασία παραγωγής τους συνίσταται στη θέρμανση της πρώτης ύλης, έως ότου καταστεί μαλακή και υγρή, στη "χύτευση" της υγρής μάζας σε καλούπια και στην εν συνεχεία ψύξη μέχρι στερεοποίησης. Είναι ευκολόχρηστα, έχουν χαμηλό κόστος και χρησιμοποιούνται στον εξοπλισμό του χώρου επιβατών και διακυβέρνησης του α/φους και στους πίνακες οργάνων.

Θερμοστατικά Υλικά. Σκληραίνουν μετά τη θέρμανσή τους και δεν επηρεάζονται από μετέπειτα αναθερμάνσεις. Η διαδικασία παραγωγής τους συνίσταται στη θέρμανση της πρώτης ύλης, έως ότου υγροποιηθεί, τη χύτευση σε καλούπι και την εν συνεχεία θέρμανσή τους σε υψηλότερες θερμοκρασίες έως την τελική στερεοποίηση και σκλήρυνσή τους. Αλλοιώνονται, όταν θερμαίνονται. Δεν επαναχρησιμοποιούνται.

Τα διαφανή πλαστικά διακρίνονται στις εξής επιπρόσθετες κατηγορίες: α) Τα συμπαγή και β) Τα αποτελούμενα από φύλλα πλαστικού. Ένα από τα πλέον χρήσιμα διαφανή πλαστικά είναι το ακρυλικό. Το ABS είναι θερμοπλαστικό με ευρεία χρήση στις αεροπορικές κατασκευές, είναι δύσθραυστο, σκληρό και εύκαμπτο με πολύ μικρή μηχανική αντοχή.

Ενισχυμένα Πλαστικά. Είναι θερμοστατικά υλικά, έχουν εξαιρετα διηλεκτρικά χαρακτηριστικά, μεγάλη αναλογία αντοχής βάρους, μεγάλη αντίσταση σε διάβρωση και διαμορφώνονται εύκολα. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή καλυμμάτων κεραιών, ακροπτερυγίων και άλλων μη δομικών εξαρτημάτων των α/φών. Τα ενισχυμένα πλαστικά είναι δύο ειδών: α) Συμπαγή και β) Τύπου σάντουιτς. Τα συμπαγή αποτελούνται από στρώματα υφάσματος που έχουν εμβαπτιστεί σε ρητίνη.

Ελαστικά

Ο όρος "ελαστικά" είναι πολύ ευρύς σε αναλογία προς τον όρο μέταλλα και περιλαμβάνει τα φυσικά ελαστικά, τα τεχνητά (συνθετικά) ελαστικά και τα ελαστικά σιλικόνης. Τα ελαστικά χρησιμοποιούνται στα α/φη για τη στεγανοποίησή τους και ειδικά για την αποφυγή εισόδου ακαθαρσιών και νερού στα διάφορα συστήματα, την αποφυγή διαρροής υγρών, αερίων και αέρα, για την απόσβεση κραδασμών και τη μείωση του θορύβου.

Φυσικά Ελαστικά. Έχουν μεγαλύτερη αντοχή σε εφελκυσμό και σχίσιμο, ευκαμψία, κ.τ.λ. από τα συνθετικά ελαστικά και τα ελαστικά σιλικόνης. Η χρήση τους στα α/φη είναι περιορισμένη, επειδή διαβρώνονται σε επαφή με καύσιμα και λιπαντικά. Γενικά, χρησιμοποιούνται ως στεγανοποιητικά υλικά σε συστήματα νερού και μεθανόλης.

Συνθετικά Ελαστικά. Υπάρχουν πολλά είδη συνθετικών ελαστικών που παρέχουν τις επιθυμητές ιδιότητες για κάθε χρήση. Τα πιο γνωστά είναι το βουτύλιο, τα μπούνα S και N και το νεοπρένιο.

Βουτίλιο. Έχει μεγάλη αντοχή και δε φθείρεται εύκολα. Έχει μειωμένες ιδιότητες και χαρακτηριστικά συγκριτικά με το φυσικό ελαστικό. Διαβρώνεται εύκολα από το καύσιμο και τα διαλυτικά και έχει αυξημένη αντίσταση στη θέρμανση και ψύξη.

Ελαστικό Μπούνα S. Οι ιδιότητές του είναι σχεδόν ίδιες με αυτές του φυσικού ελαστικού με καλύτερα όμως χαρακτηριστικά γήρανσης. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή σωλήνων και αεροθαλάμων.

Ελαστικό Μπούνα N. Εμφανίζει εξαιρετική αντίσταση στους υδρογονάνθρακες και σε άλλα διαλυτικά, στο σχίσιμο, στο ηλιακό φως και το όζον. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή σωλήνων καυσίμου, λαδιού, εσωτερικών επενδύσεων δεξαμενών καυσίμου, κ.τ.λ.

Νεοπρένιο. Εμφανίζει εξαιρετη αντίσταση στο όζον, στη θερμότητα, στο ηλιακό φως και δε φθείρεται με το χρόνο. Αντέχει σε μεγαλύτερες καταπονήσεις από το φυσικό ελαστικό. Έχει εξαιρετη αντίσταση σε λάδια και μη αρωματικά καύσιμα. Χρησιμοποιείται κυρίως ως στεγανοποιητικό στα πλαίσια παραθύρων, έδρανα αντλιών και σωλήνες λαδιού.

Ελαστικά Σιλικόνης. Κύρια συστατικά τους είναι το πυρίτιο, το οξυγόνο, ο άνθρακας και το υδρογόνο. Έχουν εξαιρετική αντοχή στη θερμότητα. Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές με θερμοκρασίες από -100° έως 315° C . Ενώ αντέχουν στα λάδια, φθείρονται από τα αρωματικά. Το "σιλάστικ" είναι το πιο γνωστό ελαστικό σιλικόνης και χρησιμοποιείται ευρέως ως μονωτικό στις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές.

Σύνθετα Υλικά

Ι. Γενικά. Αποτελούνται από μία μήτρα και από ένα ή περισσότερα ενισχυτικά υλικά. Ο συνδυασμός του υλικού της μήτρας με τα ενισχυτικά υλικά παρέχει βελτιωμένες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες. Τα ενισχυτικά υλικά ή "οπλισμός" προσδίδουν μεγάλη αντοχή και ελαστικότητα, παραλαμβάνουν τις δυνάμεις και εμποδίζουν τη διάδοση ρωγμών. Η μήτρα συγκρατεί τον οπλισμό στη θέση του, παρέχει την απαραίτητη ευκαμψία και τον προστατεύει από εξωτερικές επιδράσεις.

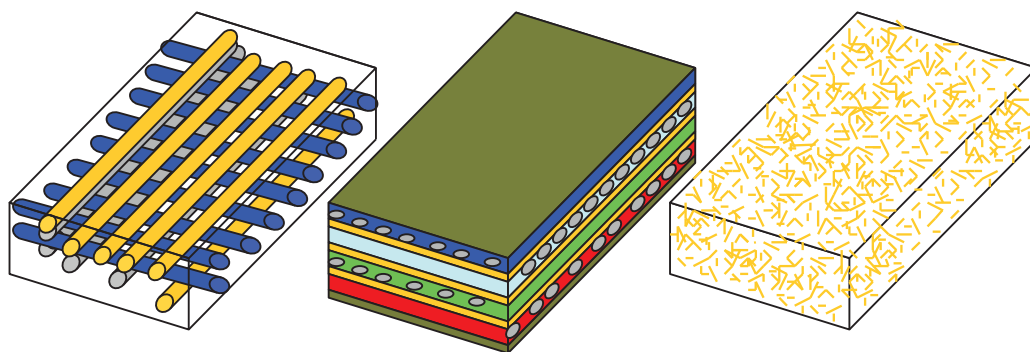
Τα βασικά είδη των σύνθετων υλικών είναι τα ακόλουθα:

Ινώδη σύνθετα υλικά. Ο οπλισμός είναι ίνες εμποτισμένες στη μήτρα (σχήμα 1.39 α). Έχουν ευρύτατη εφαρμογή στα α/φη.

Σύνθετα υλικά πολλών στρωμάτων. Αποτελούνται από διαδοχικά στρώματα διαφόρων σύνθετων υλικών (σχήμα 1.39 β).

Κοκκώδη σύνθετα υλικά. Ο οπλισμός είναι μικρά νημάτια τυχαία διασκορπισμένα στη μήτρα (σχήμα 1.39 γ).

Τα σύνθετα υλικά αντικαθιστούν σταδιακά τα κράματα αλουμινίου. Το βάρος ενός δομικού αεροπορικού υλικού κατασκευασμένου από εποξειδική ρητίνη ως μήτρα και οπλισμό γραφίτη, ανέρχεται στο 75% του βάρους του αντίστοιχου από κράμα αλουμινίου. Στα σύγχρονα α/φη αντιπροσωπεύουν το 25% του δομικού βάρους.



α) Ινώδη σύνθετα υλικά

β) Σύνθετα υλικά πολλών στρωμάτων

γ) Κοκκώδη σύνθετα υλικά

Σχήμα 1.39

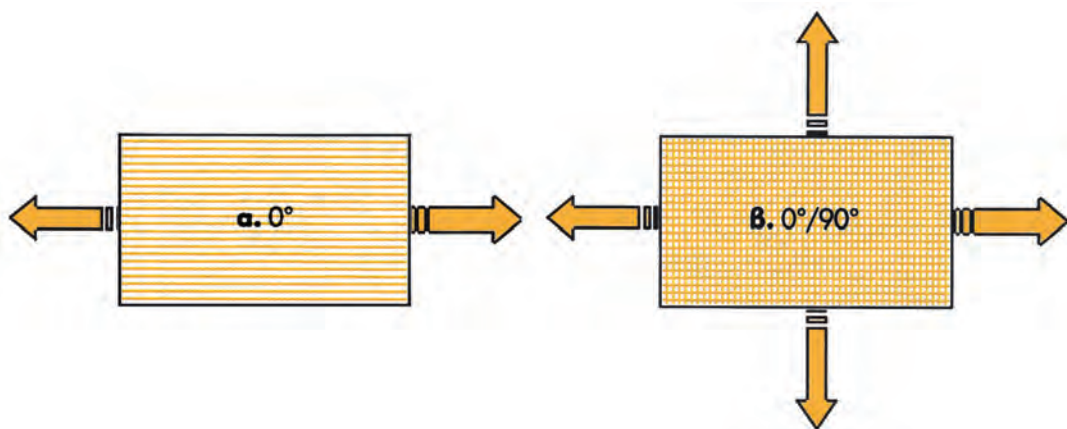
Βασικά Είδη
Σύνθετων Υλικών

II. Ινώδη Σύνθετα Υλικά. Τα περισσότερα σύνθετα υλικά των α/φών είναι ινώδους τύπου, λόγω της αυξημένης αναλογίας αντοχής προς βάρος. Κύριο πλεονέκτημά τους είναι η επίτευξη της επιθυμητής αντοχής σε συγκεκριμένη διεύθυνση, σε αντίθεση με τα μέταλλα που είναι ισотροπικά (σχήμα 1.40). Η διεύθυνση του οπλισμού είναι παράλληλη στη διεύθυνση καταπόνησης με συνέπεια τη μείωση του βάρους. Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι το δομικό εξάρτημα κατασκευάζεται από πρώτη ύλη σύνθετου υλικού ενισχυμένο σε συγκεκριμένη διεύθυνση.

Η μήτρα είναι συνήθως ρητίνη και μάλιστα πολυεστερική σε ναυτικές κατασκευές και εποξυδική σε αεροπορικές κατασκευές.

Ο οπλισμός του σύνθετου υλικού είναι:

- α. Αρωματικό πολυαμίδιο με την εμπορική ονομασία Κεβλάρ. Χρησιμοποιείται συνήθως σε εξαρτήματα με μέση καταπόνηση.
- β. Ανθρακούχα νήματα (Γραφίτης). Γενικά, έχει μεγάλη αντοχή σε κόπωση και χρησιμοποιείται για την κατασκευή βασικών δομικών στοιχείων, όπως δοκοί και φέρουσες επικαλύψεις.



Σχήμα 1.40

Διεύθυνση Ινών
Σύνθετων Υλικών

III. Σύνθετα Υλικά Πολλαπλών Στρώσεων και Κοκκώδη Σύνθετα Υλικά.

Αποτελούνται από συνδυασμό πολλών επιστρώσεων ίδιων ή διαφορετικών σύνθετων υλικών. Οι ιδιότητες μηχανικής αντοχής του τελικού προϊόντος δεν προσδιορίζονται αλγεβρικά από το άθροισμα των επιμέρους επιστρώσεων, αλλά εξαρτώνται από το επικολλητικό μέσο που συγκρατεί τις επιστρώσεις, το πάχος, το υλικό και τον αριθμό των επιστρώσεων. Κάθε επίστρωση εμφανίζει συγκεκριμένες μηχανικές ιδιότητες σε συγκεκριμένες διευθύνσεις στο επίπεδό της και μπορεί να είναι λεπτό μεταλλικό έλασμα αλουμινίου, χάλυβα κ.τ.λ. ή σύνθετο υλικό με υαλοϋφασμα, ανθρακονήματα, κ.τ.λ. Στα κοκκώδη σύνθετα υλικά ο οπλισμός είναι κόκκοι ή ίνες πολύ μικρού μήκους από διάφορα ενισχυτικά υλικά, όπως αργίλιο, πυρίτιο, λίθιο, πυρίμαχο γυαλί, κ.τ.λ. Κύριο μειονέκτημά τους είναι η αυξημένη δυσκολία παρασκευής τους συγκριτικά με τα υπόλοιπα σύνθετα υλικά.

Περίληψη της Τρίτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή α/φών είναι μεταλλικά και μη μεταλλικά. Τα μεταλλικά διακρίνονται σε σιδηρούχα και μη. Τα μη μεταλλικά διακρίνονται σε πλαστικά, ελαστικά και σύνθετα. Τα σιδηρούχα είναι χάλυβες και χαλυβοκράματα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εξαρτημάτων μεγάλης αντοχής. Ευρεία αεροπορική χρήση έχουν οι ανοξείδωτοι χάλυβες, οι χρωμιούχοι, οι χρωμιονικελιούχοι, χρωμιοβαναδιούχοι, οι χρωμιομολυβδαινιούχοι και το κράμα inconel.

Τα "μη σιδηρούχα" μέταλλα που χρησιμοποιούνται στα α/φη είναι τα κράματα αλουμινίου, τιτανίου, χαλκού και μαγνησίου. Από τα μη σιδηρούχα μέταλλα τη μεγαλύτερη εφαρμογή στα α/φη έχουν τα κράματα αλουμινίου. Τα δομικά υλικά των σύγχρονων α/φών κατασκευάζονται συνήθως από κράματα αλουμινίου 2024, 7075 και 7079.

Τα κράματα τιτανίου χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εξαρτημάτων στροβιλοκινητήρων και αξόνων περιστροφής των ολοκινούμενων επιφανειών του ουραίου περώματος. Τα πιο διαδεδομένα κράματα χαλκού περιέχουν 2% βηρύλλιο και χρησιμοποιούνται ελάχιστα στα α/φη, λόγω και του μεγάλου ειδικού βάρους τους.

Τα πλαστικά υλικά χρησιμοποιούνται στο χώρο επιβατών του α/φους και διακρίνονται σε διαφανή και ενισχυμένα. Τα διαφανή πλαστικά διακρίνονται σε θερμοπλαστικά και θερμοστατικά. Τα ενισχυμένα πλαστικά είναι θερμοστατικά υλικά και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μη δομικών εξαρτημάτων των α/φών.

Τα ελαστικά διακρίνονται στα φυσικά και στα συνθετικά ελαστικά, τα πιο γνωστά από τα οποία είναι το βουτύλιο, τα μπούνα S και N και το νεοπρένιο.

Τα σύνθετα υλικά είναι ανισότροπα και ανομοιογενή υλικά. Αποτελούνται από τη μήτρα και τον οπλισμό και διακρίνονται σε ινώδη σύνθετα υλικά, σύνθετα υλικά πολλών στρωμάτων και κοκκώδη σύνθετα υλικά. Οι περισσότερες αεροπορικές κατασκευές είναι ινώδους τύπου. Κύριο πλεονέκτημά τους είναι η επίτευξη της επιθυμητής αντοχής σε συγκεκριμένη διεύθυνση, σε αντίθεση με τα μέταλλα που είναι ισотροπικά. Η μήτρα του συνθετικού υλικού σε αεροπορικές εφαρμογές είναι συνήθως εποξυδική ρητίνη. Ο οπλισμός μπορεί να είναι υαλοϋφασμα, Κεβλάρ, γραφίτης ή νήματα βορίου.

1. Αναφέρατε τις κατηγορίες υλικών που χρησιμοποιούνται στα α/φη.
2. Τι κράμα είναι ο χάλυβας;
3. Αναφέρατε δύο μη σιδηρούχα μεταλλικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή της δομής του α/φους.
4. Οι σπινθήρες ενός μεταλλικού υλικού στον τροχό είναι κόκκινοι στη βάση και κίτρινοι στα άκρα. Τι υλικό είναι;
5. Ποια είναι η αναλογία της μηχανικής αντοχής των χαλυβοκραμάτων προς τη μηχανική αντοχή των κραμάτων αλουμινίου;
6. Αναφέρατε δύο ανοξείδωτους χάλυβες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εξαρτημάτων του α/φους.
7. Τι υλικό είναι το κράμα inconel; Διατηρεί την αντοχή του σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες ή μικρότερες από τα κράματα αλουμινίου;
8. Μέχρι ποιες θερμοκρασίες αντέχουν τα κράματα αλουμινίου;
9. Ποια είναι η διαφορά δύο ελασμάτων των ιδίων διαστάσεων και της ίδιας πρώτης ύλης Alclad και Unclad;
10. Ποιο από τα "μη σιδηρούχα" κράματα είναι εύφλεκτο;
11. Σε ποια στοιχεία του α/φους χρησιμοποιούνται κράματα τιτανίου;
12. Το ειδικό βάρος του μαγνησίου είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από το ειδικό βάρος του αλουμινίου;
13. Βυθίζουμε εξάρτημα αλουμινίου σε καυστική ποτάσα και παρατηρούμε ότι μαυρίζει. Τι διαπιστώνουμε για το κράμα αλουμινίου;
14. Τα κράματα τιτανίου έχουν μικρότερη ή μεγαλύτερη αντοχή από τα κράματα αλουμινίου και τα χαλυβοκράματα;
15. Τι κράμα είναι ο μπρούντζος;
16. Τα κράματα τιτανίου αντέχουν σε μεγαλύτερες ή μικρότερες θερμοκρασίες από τα κράματα αλουμινίου;
17. Τα χαλυβοκράματα αντέχουν σε μεγαλύτερες ή μικρότερες θερμοκρασίες από τα κράματα τιτανίου;
18. Ποιο ξύλο είναι καταλληλότερο για την κατασκευή της δομής α/φών;
19. Αναφέρατε τη βασική διαφορά συμπεριφοράς των θερμοπλαστικών και θερμοστατικών υλικών στη θέρμανση.
20. Πού χρησιμοποιούνται τα ελαστικά υλικά στα α/φη;
21. Αναφέρατε τις βασικές κατηγορίες των σύνθετων υλικών.
22. Ένα εξάρτημα είναι κατασκευασμένο μία φορά από πλαστικά υλικά και μία από σύνθετα υλικά. Ποιο εξάρτημα έχει μεγαλύτερη αντοχή;

Επισκέψεις

Οι μαθητές μπορούν να ενημερωθούν και να περιεργασθούν διάφορα εξαρτήματα α/φών με μεταλλικά και μη υλικά στο ΚΕΑ στο Ελληνικό, στην Ε.Α.Β. Α.Ε. στην Τανάγρα και στη Μονάδα της Πολεμικής Αεροπορίας ΕΤΗΜ στη Γλυφάδα.

Εργασίες

Συγκεντρώστε από το διαδίκτυο στοιχεία για τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή α/φών, μαχητικών και μεταφορικών μετά τον Β΄ παγκόσμιο πόλεμο έως σήμερα. Τι διαπιστώνετε για τη χρήση των κάτωθι υλικών στις αεροπορικές κατασκευές;

- α) Των σιδηρούχων μεταλλικών υλικών.
- β) Των μη σιδηρούχων μεταλλικών υλικών.
- γ) Των μη μεταλλικών υλικών.

1.4 Θερμική Κατεργασία

1.4.1 Γενικά

Ορισμός. Η θερμική κατεργασία γίνεται με ελεγχόμενη θέρμανση και ψύξη, κυρίως σε κράματα, για να επιτύχουμε τις επιθυμητές ιδιότητες για τις εφαρμογές τους. Οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν τη θερμική κατεργασία είναι η θερμοκρασία, ο ρυθμός θέρμανσης και ψύξης, ο εξοπλισμός και τα μέσα.

Με τη θερμική κατεργασία μεταβάλλεται η σκληρότητα, ελατότητα, ευπλαστότητα, κατεργασιμότητα, αντοχή σε εφελκυσμό, αντοχή σε κρούσεις, ελαστικότητα, κ.τ.λ. των υλικών. Οι διαδικασίες θερμικής κατεργασίας είναι ίδιες στα διάφορα μέταλλα και κράματά τους και διαφέρουν στη θερμοκρασία θέρμανσης, το χρόνο παραμονής στον κλίβανο και στον τρόπο ψύξης. Οι κύριες θερμικές κατεργασίες των σιδηρούχων υλικών είναι: σκλήρυνση, επαναφορά, ανόπτηση για εξομάλυνση, ανόπτηση και επιφανειακή σκλήρυνση. Η θερμική κατεργασία μπορεί να γίνει σε πρώτη ύλη ή σε έτοιμο εξάρτημα.

Εξοπλισμός Θερμικών Κατεργασιών. Ο βασικός εξοπλισμός των θερμικών κατεργασιών αποτελείται από κλίβανους και μπάνια.

Κλίβανοι. Οι κλίβανοι μπορεί να είναι ηλεκτρικοί ή με καύσιμο. Οι μέγιστες θερμοκρασίες τους είναι της τάξεως των 1.400°C . Διαφέρουν στο μέγεθος, σχήμα, χωρητικότητα, κατασκευή, λειτουργία και σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας. Μπορεί να είναι κυκλικοί ή ορθογώνιοι. Η θερμοκρασία μετριέται με διμεταλλικά θερμόμετρα ή πυρόμετρα.

Μπάνια. Είναι δοχεία με υγρά στα οποία εκτελείται η βαφή με εμβάπτιση. Είναι κοντά στους κλίβανους για να μειωθεί η διάρκεια μεταφοράς των υλικών από τον κλίβανο σε αυτά. Καθυστέρηση, μερικών μόνο δευτερολέπτων, μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς την επιτυχία βαφής.

1.4.2 Θερμικές Κατεργασίες Σιδηρούχων Μετάλλων

Η εσωτερική δομή ενός σιδηρούχου μετάλλου μεταβάλλεται, όταν θερμανθεί πάνω από μία κρίσιμη θερμοκρασία, παραμένει σε αυτήν για χρονικό διάστημα επαρκές για τη μεταβολή της εσωτερικής δομής του και στη συνέχεια ψυχθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα σε ελεγχόμενες συνθήκες. Σε κανονική θερμοκρασία ο άνθρακας του χάλυβα είναι διασκορπισμένος, υπό μορφή σωματιδίων μέσα στο σίδηρο. Το μέγεθος, ο αριθμός και η κατανομή των σωματιδίων αυτών καθορίζει τη σκληρότητα του χάλυβα. Σε υψηλές θερμοκρασίες ο άνθρακας διαλύεται στη μήτρα του σιδήρου υπό μορφή στερεού διαλύματος και τα σωματίδια επανεμφανίζονται μόνο μετά την ψύξη του χάλυβα. Εάν ο ρυθμός ψύξης του

χάλυβα είναι αργός, τα σωματίδια είναι λίγα και ελεύθερα και ο χάλυβας είναι μαλακός. Αντιθέτως, εάν ο ρυθμός της ψύξης είναι γρήγορος π.χ. βαφή σε λάδι ή νερό ο χάλυβας είναι σκληρός.

Ψύξη, Μέσα Ψύξης και Βαφή

Η επιτυχία της θερμικής κατεργασίας εξαρτάται από το ρυθμό και το μέσον ψύξης. Ο ρυθμός ψύξης εξαρτάται από τις επιθυμητές ιδιότητες. Ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι αργό μέσον ψύξης. Τα υγρά είναι τα ταχύτερα μέσα ψύξης και χρησιμοποιούνται συνήθως για τη σκλήρυνση χαλύβων. Τα συνήθη υγρά ψύξης είναι: το αλατόνερο, το καθαρό νερό και το λάδι. Το αλατόνερο και το καθαρό νερό χρησιμοποιούνται για ανθρακούχο χάλυβα και το λάδι για χαλυβοκράματα. Ο ρυθμός ψύξης είναι αργός στο λάδι, μεγαλύτερος στο καθαρό νερό και ακόμη μεγαλύτερος στο αλατόνερο. Τα χαλύβδινα εξαρτήματα έχουν την τάση να αναπτύσσουν ρωγμές και να παραμορφώνονται στη διάρκεια της ψύξης σε υγρά. Κύρια επιδίωξη κατά την ψύξη είναι η ομοιόμορφη ψύξη των επιφανειών των εξαρτημάτων. Βαφή ονομάζεται η απότομη ψύξη με εμβάπτιση ενός υλικού σε ένα μέσο βαφής (αέρας, νερό, λάδι, κ.τ.λ.).

Σκλήρυνση

Σκλήρυνση ονομάζεται η κατεργασία με την οποία αυξάνεται η σκληρότητα ενός μετάλλου ή κράματος και η αντοχή του. Η σκλήρυνση των χαλύβων συνίσταται συνήθως στη θέρμανσή τους σε μία θερμοκρασία λίγο μεγαλύτερη από το άνω κρίσιμο σημείο, παραμονή στον κλίβανο, όσο απαιτείται και εν συνεχεία ταχεία ψύξη με εμβάπτιση σε αλατόνερο, λάδι ή καθαρό νερό. Ορισμένοι χάλυβες υφίστανται σκλήρυνση με αργή ψύξη στον ατμοσφαιρικό αέρα. Η σκλήρυνση του χάλυβα, ενώ αυξάνει τις μηχανικές ιδιότητες αντοχής μειώνει την ολκιμότητά του και εγκυμονεί κινδύνους ανάπτυξης ρωγμών. Η απότομη ψύξη δημιουργεί εσωτερικές τάσεις στα χαλύβδινα εξαρτήματα, τα καθιστά εύθραυστα και πολύ σκληρά. Στον πίνακα Α12 αναφέρονται οι θερμοκρασίες σκλήρυνσης και επαναφοράς για ορισμένα χαλυβοκράματα.

Επαναφορά

Με τον όρο επαναφορά εννοούμε την αναθέρμανση του χάλυβα, που έχει υποστεί σκλήρυνση, σε θερμοκρασία μικρότερη από αυτήν που μετασχηματίζεται και εν συνεχεία ψύξη, με συγκεκριμένο ρυθμό, για την επίτευξη της επιθυμητής σκληρότητας. Με την επαναφορά ο χάλυβας γίνεται μαλακός και αυξάνεται

η μηχανική του αντοχή. Ο χρόνος παραμονής στη θερμοκρασία επαναφοράς εξαρτάται από το πάχος του υλικού.

Ανόπτηση

Είναι η αντίθετη διαδικασία της σκλήρυνσης. Συνίσταται σε θέρμανση του υλικού σε καθορισμένη θερμοκρασία και στη συνέχεια, συνήθως αργή ψύξη σε θερμοκρασία δωματίου. Η ανόπτηση είναι μία απλή, αλλά χρονοβόρος διαδικασία που διαρκεί από μία έως τέσσερις ώρες. Αποσκοπεί στη μαλακτοποίηση του υλικού για την εύκολη μηχανουργική του κατεργασία, διαμόρφωση και κοπή και στη μείωση της σκληρότητας. Απαλείφει τις εσωτερικές τάσεις και ομογενοποιεί το κράμα.

Εξομάλυνση

Είναι μία ανόπτηση με ταχεία ψύξη στον αέρα. Συνίσταται στη θέρμανση και παραμονή του υλικού σε θερμοκρασία μεγαλύτερη της ανόπτησης, ώσπου να αποκτήσει όλο το εξάρτημα τη θερμοκρασία αυτή και εν συνεχεία ψύξη στον αέρα. Βελτιώνει τις μηχανικές ιδιότητες του χάλυβα και αυξάνει τη σκληρότητα. Ο χάλυβας γίνεται πιο όλκιμος και πιο κατάλληλος για συγκολλήσεις και κατεργασίες σκλήρυνσης.

Επιφανειακή Σκλήρυνση

Γενικά. Είναι ένας γενικός όρος που καλύπτει ευρύ φάσμα κατεργασιών του χάλυβα, οι οποίες αλλάζουν τη χημική σύσταση της επιφάνειάς του με απορρόφηση άνθρακα, αζώτου ή μίγματος των δύο, χωρίς να επηρεάζει την εσωτερική δομή του. Εφαρμόζεται, όταν επιδιώκεται να είναι σκληρή μόνο η επιφάνεια του εξαρτήματος (π.χ. οδοντωτοί τροχοί, κ.τ.λ.). Οι συνήθεις κατεργασίες επιφανειακής σκλήρυνσης είναι οι εξής:

Ενανθράκωση. Είναι ο εμπλουτισμός της επιφάνειας ενός χαλύβδινου εξαρτήματος με άνθρακα χωρίς να επηρεασθεί ο πυρήνας του. Τα χαλύβδινα εξαρτήματα τοποθετούνται σε ένα πυρίμαχο δοχείο μαζί με υλικά πλούσια σε άνθρακα. Το δοχείο στεγανοποιείται και θερμαίνεται σε κλίβανο. Το μονοξείδιο του άνθρακα που παράγεται έρχεται σε επαφή με την εξωτερική επιφάνεια του εξαρτήματος και ο άνθρακας "διεισδύει" σε αυτήν. Στην υγρή ενανθράκωση τα εξαρτήματα βυθίζονται σε λουτρά άλατος με κατάλληλες χημικές ουσίες, οι οποίες ερχόμενες σε επαφή με την επιφάνεια των εξαρτημάτων την εμπλουτίζουν με άνθρακα.

Εναζώτωση. Τα υλικά τοποθετούνται σε ειδικό στεγανό κλίβανο μέσα στον οποίον κυκλοφορεί ροή αερίου αμμωνίας ή διάλυμα κυανιούχου νατρίου. Η αμμωνία στην υψηλή θερμοκρασία του κλίβανου διασπάται σε άζωτο και υδρογόνο. Το άζωτο αντιδρά με το σίδηρο και σχηματίζει νιτρίδια σιδήρου, τα οποία

διεισδύουν στην επιφάνεια του εξαρτήματος. Το πάχος της εναζώτωσης εξαρτάται από το χρόνο παραμονής.

1.4.3 Θερμικές Κατεργασίες μη Σιδηρούχων Μετάλλων

Γενικά. Οι θερμικές κατεργασίες των μη σιδηρούχων μετάλλων, δηλ. των κραμάτων αλουμινίου, μαγνησίου, τιτανίου, κ.τ.λ. είναι βασικά ίδιες και ανάλογες με αυτές των σιδηρούχων μετάλλων. Η βασική διαφορά είναι ότι τα μη σιδηρούχα μέταλλα βελτιώνουν την αντοχή τους ακόμη και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως γήρανση. Γενικά, η θερμική κατεργασία των μη σιδηρούχων μετάλλων διακρίνεται σε: α) Θερμική κατεργασία σε κλίβανο και β) Γήρανση. Τα βασικά είδη θερμικών κατεργασιών είναι η βαφή, η ανόπτηση και η γήρανση. Οι θερμικές κατεργασίες των μη σιδηρούχων μετάλλων στοχεύουν στη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων, στη μαλακτοποίηση και απαλοιφή και ανακούφιση των τάσεων. Επειδή, τα κράματα αλουμινίου αποτελούν τη βασική πρώτη ύλη κατασκευής, ακόμη και σήμερα, των α/φών, παρακάτω περιγράφονται διεξοδικά οι θερμικές τους κατεργασίες.

Θέρμανση στον Κλίβανο

Θερμοκρασία. Τα κράματα αλουμινίου θερμαίνονται συνήθως στους 440° έως 530° C. Η θερμοκρασία εξαρτάται κυρίως από το κράμα αλουμινίου και τα αποτελέσματα που επιδιώκονται. Στον πίνακα Α13 αναφέρονται οι θερμοκρασίες του κλίβανου και ο χρόνος παραμονής για βαφή και τεχνητή γήρανση για διάφορα κράματα αλουμινίου. Οι κλίβανοι θερμικών κατεργασιών των κραμάτων αλουμινίου έχουν εγκατάσταση κυκλοφορίας αέρα για να πετύχουν ομοιογένεια στην κατανομή της θερμοκρασίας του εξαρτήματος. Η ακρίβεια θέρμανσης είναι 0,5° C.

Χρόνος Θέρμανσης. Είναι ο χρόνος που απαιτείται για να αποκτήσει το ψυχρότερο τμήμα του υλικού την ελάχιστη προβλεπόμενη θερμοκρασία. Εξαρτάται από το κράμα και το πάχος του υλικού και κυμαίνεται από δέκα λεπτά της ώρας στα λεπτά ελάσματα έως δώδεκα ώρες στα ογκώδη σφυρήλατα υλικά. Στα κράματα μαγνησίου ανέρχεται σε δέκα έως δέκα οκτώ ώρες. Οι θερμοκρασίες θέρμανσης και οι χρόνοι παραμονής στον κλίβανο αναφέρονται για κάθε τύπο κράματος και πάχος εξαρτημάτων σε πίνακες.

Βαφή

Μετά τη θέρμανση και παραμονή στον κλίβανο ακολουθεί η βαφή, δηλ. η απότομη ψύξη του εξαρτήματος, όπως στους χάλυβες. Υπάρχουν τρεις μέθοδοι βαφής ανάλογα με το εξάρτημα, το κράμα και τις επιδιωκόμενες ιδιότητες.

Βαφή σε Κρύο Νερό. Τα εξαρτήματα που παράγονται από ελάσματα, τα μικρά σφυρήλατα, οι σωλήνες, κ.τ.λ. βάφονται σε κρύο νερό. Η θερμοκρασία του νερού δεν πρέπει να ξεπερνά τους 30°C . Η ποσότητα του νερού στο λουτρό πρέπει να είναι αρκετή, ώστε η θερμοκρασία του να μην υπερβεί τους 10°C . Η βαφή σε κρύο νερό αυξάνει την αντίσταση των εξαρτημάτων σε διάβρωση.

Βαφή σε Θερμό Νερό. Τα μεγάλα σφυρήλατα εξαρτήματα και αυτά με μεγάλες διατομές βάφονται σε ζεστό νερό. Η μέθοδος αυτή βαφής μηδενίζει σχεδόν τις παραμορφώσεις και μειώνει την πιθανότητα ανάπτυξης ρωγμών, λόγω ανομοιομορφίας ψύξης του εξαρτήματος.

Βαφή με Ψεκασμό. Το εξάρτημα ψεκάζεται με άφθονο νερό από ψεκαστήρες. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για όλα σχεδόν τα κράματα αλουμινίου, εκτός από 2017 και 2024 χωρίς επίστρωση Alclad. Μειώνει τις παραμορφώσεις και την πιθανότητα ανάπτυξης ρωγμών.

Ανόπτηση

Είναι μία θερμική κατεργασία που περιλαμβάνει: Θέρμανση των υλικών σε σχετικά μεγάλη θερμοκρασία, παραμονή στον κλίβανο για ορισμένο χρονικό διάστημα και εν συνεχεία ψύξη στον αέρα. Υπάρχουν τα εξής δύο είδη ανόπτησης: Αποτατική ανόπτηση και πλήρης ανόπτηση.

Με την ανόπτηση τα υλικά γίνονται καταλληλότερα για ψυχρή μηχανική κατεργασία, στην οποία σκληρύνονται και ορισμένες φορές απαιτούνται διαδοχικές ανοπτήσεις για να μη δημιουργηθούν ρωγμές.

Γήρανση

Γενικά. Ως γήρανση χαρακτηρίζεται η μεταβολή των ιδιοτήτων ορισμένων μετάλλων ή κραμάτων που λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ή μεγαλύτερη, μετά τη θερμή, θερμική ή ψυχρή κατεργασία. Τα βασικά είδη γήρανσης είναι η φυσική και τεχνητή γήρανση.

Φυσική Γήρανση. Τα κράματα αλουμινίου οριστικοποιούν την αντοχή και σκληρότητά τους στις οκτώ πρώτες ημέρες. Επειδή, η γήρανση αυτή συντελείται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ονομάζεται φυσική γήρανση. Η φυσική γήρανση παρεμποδίζεται, όταν τα υλικά τοποθετούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Π.χ. στους 0°C η γήρανση καθυστερεί για μερικές ώρες, ενώ στους -30°C έως -70°C καθυστερεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτό ορισμένοι τύποι ήλων μετά τη θερμική κατεργασία τοποθετούνται σε ψυγείο για να διατηρηθούν μαλακοί.

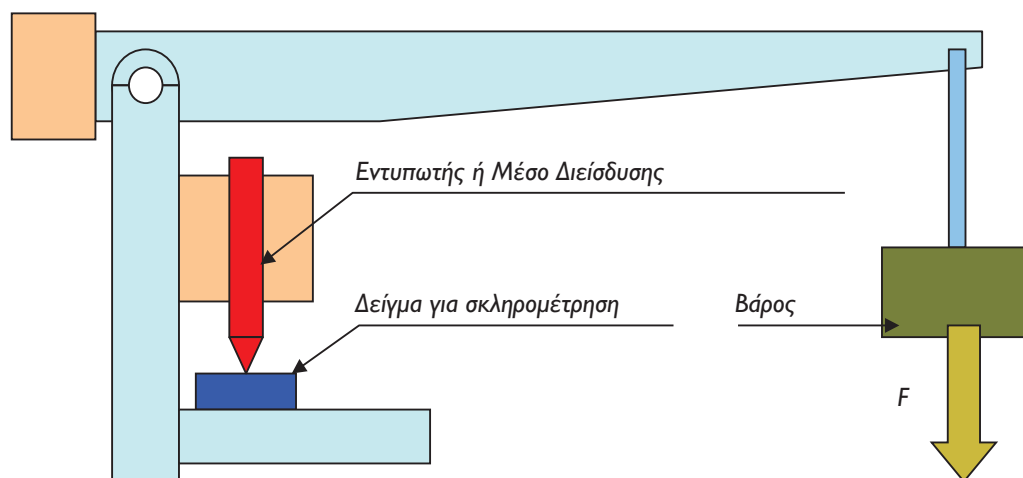
Τεχνητή Γήρανση. Η γήρανση εξαρτημάτων και πρώτων υλών κραμάτων αλουμινίου επισπεύδεται με θέρμανση και παραμονή σε κλίβανο στους 100°C

έως 200° C επί μία έως τρεις ημέρες. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται τεχνητή γήρανση. Με την τεχνική γήρανση αυξάνεται η μηχανική αντοχή και η σκληρότητα του υλικού και μειώνεται η ελατότητα και κατεργασιμότητά του. Στον πίνακα Α.13 του παραρτήματος Α αναφέρονται στοιχεία βαφής και τεχνητής γήρανσης κραμάτων αλουμινίου.

1.4.4 Σκληρόμετρα

Η σκληρότητα ενός υλικού, πριν και μετά τη θερμική κατεργασία του, αποτελεί ένα μέτρο αξιολόγησης της θερμικής κατεργασίας του και συνδέεται άμεσα με την αντοχή του (πίνακας Α 5).

Ως σκληρότητα ορίζεται η αντίσταση που προβάλλει ένα υλικό στη διείσδυση (παραμόρφωση) της επιφανείας του. Η αρχή λειτουργίας των μεθόδων προσδιορισμού της σκληρότητας φαίνεται στο σχήμα 1.41.



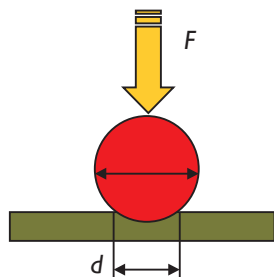
Σχήμα 1.41

Αρχή Λειτουργίας
Διάταξης Μέτρησης
Σκληρότητας
Μεταλλικού Υλικού

Η δύναμη που ασκείται στο άκρο ενός μοχλοβραχίονα μίας διάταξης από ένα αναρτημένο βάρος μεταφέρεται σε ένα μηχανισμό που καταλήγει σε έναν εντυπωτή. Ο εντυπωτής πιέζει την επιφάνεια του δείγματος και δημιουργεί μία κοιλότητα. Η αιχμή του εντυπωτή μπορεί να είναι σφαιρική ή κωνική. Το πηλίκο του βάρους που αναρτήθηκε προς το μέγεθος της παραμόρφωσης που προκάλεσε, είναι ένα μέτρο αξιολόγησης της σκληρότητας.

Οι βασικότερες μέθοδοι ελέγχου σκληρότητας είναι η μέθοδος Brinell και Rockwell που χαρακτηρίζουν με το όνομά τους τις αντίστοιχες κλίμακες σκληρότητας. Η επιφάνεια των δοκιμών πρέπει να είναι λεία και επίπεδη. Η αντοχή στα μέταλλα προσδιορίζεται με ακρίβεια 5 - 10% από τη σκληρότητα, όπως αναφέρεται στον πίνακα Α5 για αεροπορικά κράματα αλουμινίου.

Σκληρόμετρο Brinell



Ο εντυπωτής είναι μία σφαίρα από ατσάλι, η οποία υπό την επίδραση της δύναμης F , δημιουργεί στη σκληρομετρούμενη επιφάνεια μία κοιλότητα, η διάμετρος της οποίας, είναι ένα μέτρο της σκληρότητας του δείγματος στην κλίμακα Brinell (BHN) (σχήμα 1.42). Οι σύγχρονες συσκευές παρέχουν απ' ευθείας ένδειξη της σκληρότητας στην επιλεγμένη μονάδα. Στο σχήμα 1.43 απεικονίζεται ένα σύγχρονο σκληρόμετρο Brinell με ηλεκτρονική ένδειξη. Όταν δεν είναι εφικτή ή προσιτή, η αποκοπή τεμαχίου, όπως π.χ. σε εξαρτήματα επί του α/φους χρησιμοποιούνται φορητά σκληρόμετρα (σχήμα 1.44).

Σχήμα 1.42

Μέτρηση
Σκληρότητας Brinell



Σχήμα 1.43

Σύγχρονο
Σκληρόμετρο Brinell

Σχήμα 1.44: Φορητό Σκληρόμετρο Brinell



Έλεγχος Rockwell

Η μέθοδος αυτή δε μετράει τη διάμετρο της κοιλότητας, αλλά το βάθος της, το οποίο μετατρέπει σε σκληρότητα. Ο εντυπωτής μπορεί να είναι σφαίρα από σκληρό ατσάλι για μικρές σκληρότητες ή κώνος από διαμάντι για μεγάλες σκληρότητες. Οι ενδείξεις της συσκευής είναι λανθασμένες, όταν η επιφάνεια σκληρομέτρησης δεν είναι επίπεδη ή όταν ο εντυπωτής δεν είναι κάθετος στην επιφάνεια σκληρομέτρησης. Στο σχήμα 1.45 απεικονίζεται ένα σύγχρονο σκληρόμετρο Rockwell.

Σχήμα 1.45

Σύγχρονο
Σκληρόμετρο
Rockwell



Υπάρχουν επίσης και οι μέθοδοι ελέγχου σκληρότητας Vickers και Barcol τα σκληρόμετρα των οποίων απεικονίζονται στα σχήματα 1.46 και 1.47 αντίστοιχως.

Σχήμα 1.46

Σύγχρονο
Σκληρόμετρο
Vickers



Σχήμα 1.47

Σύγχρονο Σκληρόμετρο Barcol

Περίληψη της Τέταρτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

Τα μέταλλα και τα κράματά τους για να αποκτήσουν τις επιθυμητές μηχανικές ιδιότητες υφίστανται μία αλληλουχία ελεγχόμενων θερμάνσεων και ψύξεων που ονομάζεται θερμική κατεργασία. Οι παράγοντες που την καθορίζουν είναι η θερμοκρασία, ο ρυθμός θέρμανσης και ψύξης, ο εξοπλισμός και τα μέσα. Ο βασικός εξοπλισμός αποτελείται από κλίβανους και μπάνια. Οι κύριες θερμικές κατεργασίες των σιδηρούχων υλικών είναι η σκλήρυνση, επαναφορά, εξομάλυνση, ανόπτηση και επιφανειακή σκλήρυνση.

Οι χάλυβες μετά τη θέρμανση ψύχονται στον αέρα ή σε υγρά.

Όταν η ψύξη είναι απότομη, με εμποτισμό του υλικού στο μέσον ψύξης, ονομάζεται βαφή. Η κατεργασία με την οποία αυξάνεται η σκληρότητα ονομάζεται σκλήρυνση και συνοδεύεται με αύξηση της μηχανικής αντοχής. Στη σκλήρυνση το εξάρτημα εμβαπτίζεται σε υγρά. Η επαναφορά είναι μία αναθέρμανση του βαμμένου χάλυβα με εν συνεχεία αργή ψύξη. Με την επαναφορά ο χάλυβας καθίσταται μαλακός. Η ανόπτηση είναι η αντίθετη διαδικασία της σκλήρυνσης. Η εξομάλυνση είναι μία ανόπτηση που καθιστά το χάλυβα πιο όλκιμο και κατάλληλο για συγκολλήσεις. Η κατεργασία σκλήρυνσης της εξωτερικής μόνο επιφάνειας του εξαρτήματος χαρακτηρίζεται επιφανειακή σκλήρυνση. Οι βασικές κατεργασίες επιφανειακής σκλήρυνσης είναι η ενανθράκωση και η εναζώτωση.

Η αντοχή των μη σιδηρούχων μετάλλων βελτιώνεται και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, δηλ. με γήρανση. Τα βασικά είδη θερμικών κατεργασιών είναι η βαφή, η ανόπτηση και η γήρανση. Μετά τη θέρμανση και παραμονή στον κλίβανο τα μη σιδηρούχα μέταλλα υφίστανται βαφή, δηλ. απότομη ψύξη σε υγρά. Για να γίνουν πιο κατεργάσιμα υφίστανται ανόπτηση. Τα κράματα αλουμινίου βελτιώνουν τις μηχανικές τους ιδιότητες, μετά τη θερμική κατεργασία, με φυσική και τεχνητή γήρανση.

Η σκληρότητα ορίζεται ως η αντίσταση που προβάλλει ένα υλικό στη χάραξη της επιφανείας του. Μετριέται με σκληρόμετρα, τα πιο γνωστά από τα οποία είναι του Brinell και Rockwell.

1. Πώς ορίζεται η θερμική κατεργασία;
2. Αναφέρατε τις θερμικές κατεργασίες του χάλυβα.
3. Σε τι αποσκοπεί η θερμική κατεργασία;
4. Αναφέρατε τον εξοπλισμό που απαιτείται για θερμικές κατεργασίες.
5. Αναφέρατε τα υγρά ψύξης στα μπάνια θερμικών κατεργασιών.
6. Ένα εξάρτημα μετά τη θέρμανση στον κλίβανο εμβαπτίζεται σε αλατόνερο. Πώς θα ονομάζεται η θερμική αυτή κατεργασία;
7. Τι επιτυγχάνεται με τη σκλήρυνση ενός χαλύβδινου εξαρτήματος;
8. Σε τι αποσκοπεί η επαναφορά του χάλυβα;
9. Ένας χαλύβδινος άξονας είναι σκληρός. Ποια θερμική κατεργασία πρέπει να υποστεί για να γίνει μαλακός και εύκολα κατεργάσιμος;
10. Τι επιδιώκεται με την ανόπτηση του χάλυβα;
11. Πώς ονομάζεται η θερμική κατεργασία με την οποία αυξάνουμε τη σκληρότητα της εξωτερικής μόνο επιφάνειας ενός εξαρτήματος;
12. Τι επιδιώκεται με την εξομάλυνση του χάλυβα;
13. Αναφέρατε τις βασικές μεθόδους επιφανειακής σκλήρυνσης.
14. Ένα χαλύβδινο εξάρτημα θερμαίνεται σε κλίβανο με ατμόσφαιρα μονοξειδίου του άνθρακα.
 - α) Πώς ονομάζεται η θερμική κατεργασία;
 - β) Τι αλλάζει στο εξάρτημα;
15. Αναφέρατε τις συνήθεις μεθόδους βαφής των κραμάτων αλουμινίου.
16. Τι χαρακτηρίζει η τεχνητή γήρανση στα κράματα αλουμινίου;
17. Σε τι διαφέρει η φυσική από την τεχνητή γήρανση;
18. Ένα εξάρτημα κράματος αλουμινίου είναι πολύ σκληρό. Ποια θερμική κατεργασία πρέπει να υποστεί για να γίνει μαλακό και κατεργάσιμο;
19. Σε τι αποσκοπεί η ανόπτηση κραμάτων αλουμινίου;
20. Πώς ορίζεται η σκληρότητα ενός μεταλλικού αντικειμένου;
21. Αναφέρατε τις βασικές μεθόδους ελέγχου σκληρότητας;
22. Ένα έλασμα κράματος αλουμινίου έχει εσωτερικές τάσεις που πρέπει να εξαλειφθούν. Ποια θερμική κατεργασία πρέπει να υποστεί;

Εργαστηριακές Ασκήσεις της 4ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Σκληρομέτρηση Ελασμάτων

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί το σκληρόμετρο του εργαστηρίου.
- Να συγκρίνει τιμές μέτρησης σκληρότητας με τιμές από πίνακες.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Σκληρόμετρο. Ελάσματα κράματος αλουμινίου 2024-0, 2024-T3, 2024-T4 και Alclad 2014-T4 διαστάσεων 5 cm X 5 cm.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Κόβουμε τέσσερα τεμάχια από ελάσματα αλουμινίου 2024-0, 2024-T3, 2024-T4 και Alclad 2014-T4 διαστάσεων 5 cm x 5 cm.
2. Σκληρομετρούμε τα τεμάχια σε κλίμακα Brinel.
3. Συγκρίνουμε τις τιμές μέτρησης σκληρότητας με αυτές του πίνακα A5 του παραρτήματος Α.
4. Συγκρίνουμε τη σκληρότητα του ελάσματος αλουμινίου Alclad 2014-T4 με αυτήν του ελάσματος 2014-T4.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Θερμική Κατεργασία Κράματος Αλουμινίου

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ρυθμίζει τη θερμοκρασία του κλίβανου και το χρόνο παραμονής στον κλίβανο των υλικών με βάση πίνακες.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Σταθερό ψαλίδι, σκληρόμετρο και κλίβανος (σχήμα Α.1.4.1)
- Ελάσματα κράματος αλουμινίου 2024-0.

Εργασίες κατά βήματα

1. Κόβουμε τεμάχιο από έλασμα κράματος αλουμινίου 2024-0, διαστάσεων 8cm x 8 cm.
2. Μετράμε τη σκληρότητα του ελάσματος σε κλίμακα Brinel.

3. Προβαίνουμε σε θερμική κατεργασία του ελάσματος στον κλίβανο θερμικών κατεργασιών, σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα θερμικών κατεργασιών των κραμάτων αλουμινίου.
4. Μετράμε τη σκληρότητα του ελάσματος σε κλίμακα Brinel αμέσως μετά τη βαφή.
5. Ελέγχουμε, εάν οι τιμές σκληρότητας του ελάσματος πριν και μετά τη θερμική κατεργασία συμφωνούν με αυτές του πίνακα Α5.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Θερμική Κατεργασία Γήρανσης.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί το σκληρόμετρο του εργαστηρίου.
- Να συγκρίνει τιμές μέτρησης σκληρότητας με τιμές από πίνακες.
- Να ρυθμίζει τη θερμοκρασία του κλίβανου και το χρόνο παραμονής στον κλίβανο των υλικών με βάση τους πίνακες.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Σταθερό ψαλίδι, σκληρόμετρο και κλίβανος (Σχήμα Α.1.4.1)
- Ελάσματα κράματος αλουμινίου 7075-Τ.

Εργασίες κατά βήματα

1. Κόβουμε ένα τεμάχιο από έλασμα κράματος αλουμινίου 7075-Τ διαστάσεων 8 cm X 8 cm.
2. Μετράμε τη σκληρότητα του σε κλίμακα Brinel.
3. Προβαίνουμε σε σκλήρυνση με γήρανση του τεμαχίου σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα Α13.
4. Μετράμε τη σκληρότητα του ελάσματος σε κλίμακα Brinel μετά τη σκλήρυνση και γήρανση.
5. Ελέγχουμε τις τιμές σκληρότητας με αυτές του πίνακα Α5.

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Θερμική Κατεργασία Ανόπτησης.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί το σκληρόμετρο του εργαστηρίου.
- Να συγκρίνει τιμές μέτρησης σκληρότητας με τιμές από πίνακες.
- Να ρυθμίζει τη θερμοκρασία του κλίβανου και το χρόνο παραμονής στον κλίβανο των υλικών με βάση τους πίνακες.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Σταθερό ψαλίδι, σκληρόμετρο και κλίβανος (Σχήμα A.1.4.1)
- Έλασμα κράματος αλουμινίου 2024-T4.

Εργασίες κατά βήματα

1. Κόβουμε δύο τεμάχια από ελάσματα κράματος αλουμινίου 2024-T4 διαστάσεων 5 cm x 20 cm.
2. Προβαίνουμε σε ανόπτηση του ενός τεμαχίου στο κλίβανο θερμικών κατεργασιών.
3. Κόβουμε και από τα δύο τεμάχια μικρές λωρίδες πλάτους 2cm.
4. Ποιο από τα δύο ελάσματα είναι σκληρότερο και δυσχεραίνει την κοπή με το ψαλίδι;
5. Μετράμε την σκληρότητα των ελασμάτων σε κλίμακα Brinell και επιβεβαιώνουμε τη διαπίστωσή μας.



Σχήμα A.1.4.1
Κλίβανος Θερμικών
Κατεργασιών

Επισκέψεις

Οργανωμένα συγκροτήματα θερμικής κατεργασίας αεροπορικών υλικών διαθέτουν το ΚΕΑ της Πολεμικής Αεροπορίας στο Ελληνικό και η Ε.Α.Β. Α.Ε. στην Τανάγρα. Μετά από κατάλληλο προγραμματισμό, οι μαθητές μπορούν να παρακολουθήσουν τις διαδικασίες θερμικής κατεργασίας των αεροπορικών εξαρτημάτων.

1.5 Διάβρωση

1.5.1 Γενικά

Διάβρωση ενός μεταλλικού αντικειμένου είναι η απώλεια υλικού μίας περιοχής της εξωτερικής επιφάνειας ή της εσωτερικής δομής του από χημική ή ηλεκτροχημική προσβολή. Η κύρια αιτία διάβρωσης των μεταλλικών υλικών είναι η παραμονή τους σε περιβάλλον νερού ή υδρατμών που περιέχουν αλάτι και δευτερεύουσα αιτία τα διαβρωτικά καυσαέρια των βιομηχανικών περιοχών. Τα συνήθη διαβρωτικά υλικά που προσβάλλουν τα δομικά υλικά των α/φών είναι καύσιμα, αλμυρό νερό, ατμοσφαιρική υγρασία και καυσαέρια του κινητήρα.

Τα δομικά και μη υλικά του α/φους οφείλουν να αντέχουν στο "εργασιακό" περιβάλλον λειτουργίας, στάθμευσης και συντήρησής του. Τα αεροπορικά κράματα αλουμινίου εμφανίζουν μειωμένη αντοχή σε διάβρωση συγκριτικά με τα χαλύβδινα. Οι διαβρωμένες επιφάνειες των κραμάτων αλουμινίου και μαγνησίου εμφανίζουν όψη σκωρίασης με λεπτό στρώμα λευκής σκόνης, των κραμάτων χαλκού είναι καλυμμένες με πρασινωπό χρώμα και του χάλυβα με κοκκινωπή σκουριά.

1.5.2 Τύποι Διάβρωσης

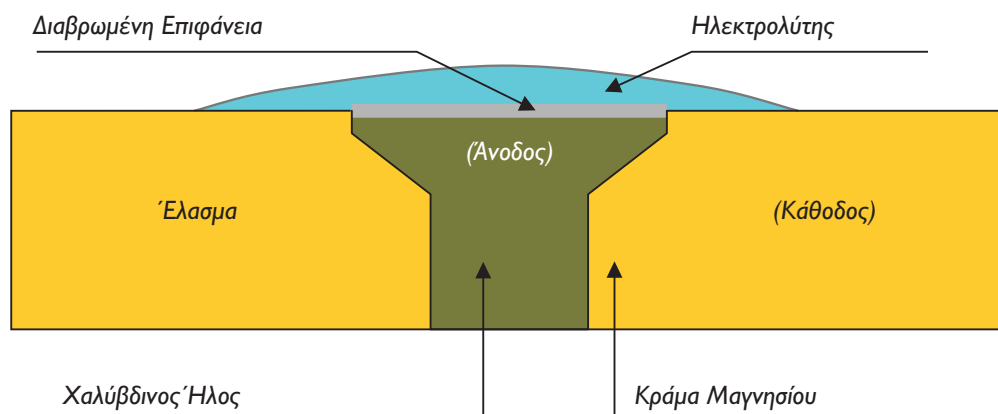
Γενικά. Οι αιτίες διάβρωσης είναι δύο ειδών: χημική και ηλεκτροχημική προσβολή και συνήθως συνυπάρχουν. Το μέταλλο ή κράμα και στα δύο είδη προσβολών μετατρέπεται σε οξείδιο, υδροξείδιο ή άλας.

Χημική Διάβρωση. Προκαλείται, όταν μία μεταλλική επιφάνεια εκτεθεί σε διαβρωτικό περιβάλλον και οφείλεται στη μετατροπή του μετάλλου σε κάποιο οξείδιό του παρουσία οξυγόνου, όξινου ή αλκαλικού περιβάλλοντος. Οι κυριότερες αιτίες άμεσης χημικής προσβολής στα α/φη είναι: κατάλοιπα υγρών από καθαρισμό κολλήσεων ή επιφανειακών επεξεργασιών και εγκλωβισμένα καυστικά υγρά καθαρισμού.

Ηλεκτροχημική Διάβρωση. Στην ηλεκτροχημική διάβρωση λαμβάνουν χώρα χημικές αντιδράσεις παρόμοιες με αυτές της επιμετάλλωσης με ηλεκτρολύτη ή ξηρό στοιχείο. Υπάρχει, πάντοτε, ένα μέσον που επιτρέπει τη διέλευση μικρής ποσότητας ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν η επιφάνεια ενός κράματος εκτεθεί σε ηλεκτρικό πεδίο, τότε το διαβρωτικό μέσο καθιστά το πιο ηλεκτρικά ενεργό μέταλλο ανοδικό και το λιγότερο ενεργό καθοδικό με συνέπεια τη δημιουργία συνθηκών διάβρωσης.

Οι περισσότερες διαβρώσεις στα α/φη οφείλονται στην ηλεκτροχημική διάβρωση, η οποία προκαλείται από τη διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο μετάλλων

που βρίσκονται σε επαφή. Παράδειγμα αποτελεί η διάβρωση των ηλώσεων, στις οποίες ο ήλος συμπεριφέρεται ως ένα ηλεκτρόδιο και τα ηλωμένα ελάσματα ως άλλο ηλεκτρόδιο. Η υγρασία με τις διάφορες προσμίξεις της λειτουργεί ως ηλεκτρολύτης (σχήμα 1.48). Η άμεση επαφή επιφανειών ανόμοιων μετάλλων παρουσία υγρασίας δημιουργεί ηλεκτρόλυση με συνέπεια την οξείδωση του ενός ή και των δύο (διάβρωση επαφής). Το θαλασσινό νερό επιταχύνει την ηλεκτρόλυση. Οι συνδυασμοί μετάλλων, που απαιτούν διαχωριστικό υλικό προστασίας για να μην υποστούν οξείδωση, αναφέρονται στο πίνακα A15.



Σχήμα 1.48

Διάβρωση Ήλου σε
Μεταλλικό Έλασμα

Είδη Διάβρωσης

Το είδος της διάβρωσης προσδιορίζεται από τη χημική σύνθεση του κράματος, το σχήμα, τις διαστάσεις και τις συνθήκες λειτουργίας του εξαρτήματος, την παρουσία διαβρωτικών μέσων και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Τα κυριότερα είδη της διάβρωσης είναι:

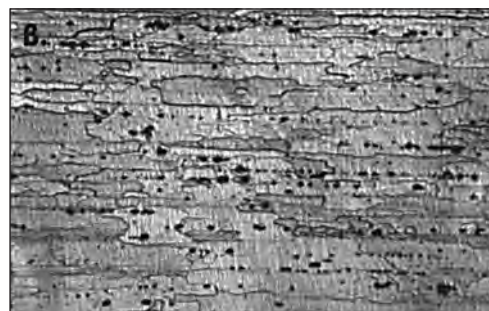
Επιφανειακή Διάβρωση. Η διαβρωμένη επιφάνεια δεν είναι λεία, έχει πόρους και συνήθως καλύπτεται από "σκόνη" που δημιουργείται από τη διάβρωση. Υπάρχουν δύο είδη επιφανειακής διάβρωσης:

- 1) Ομοιόμορφη διάβρωση, στην οποία η ταχύτητα διάβρωσης είναι ίδια σε όλη την επιφάνεια και κατά συνέπεια και το πάχος διάβρωσης.
- 2) Σημειακή διάβρωση, η οποία περιορίζεται σε ορισμένα σημεία και οφείλεται, συνήθως, σε τοπικές κακώσεις - φθορές ή σε ελλειμματική επιφανειακή προστασία (σχήμα 1.49).

Ενδοκρυσταλλική ή Εσωτερική. Είναι εσωτερική ηλεκτροχημική διάβρωση. Αφορά περισσότερο τα κράματα αλουμινίου και ορισμένους ανοξείδωτους χάλυβες. Δεν μπορεί να εντοπισθεί εύκολα στο αρχικό στάδιο. Σε αρκετές περιπτώσεις εκδηλώνεται με "ξεφλούδισμα" της επιφάνειας (σχήμα 1.49). Εντοπίζεται με υπερήχους και επαγωγικά ρεύματα.

Σχήμα 1.49

Διάβρωση Κραμάτων
Αλουμινίου



α) Επιφανειακή και β) Ενδοκρυσταλλική Διάβρωση

Διάβρωση από Κόπωση. Είναι αποτέλεσμα συνδυασμένης επίδρασης διαβρωτικού περιβάλλοντος και καταπονήσεων και εμφανίζεται σε εξαρτήματα α/φών που υπόκεινται σε κυκλικές καταπονήσεις, όπως βραχίονες, πείροι, αρθρώσεις, κ.τ.λ. Είναι ιδιαίτερα έντονη στα κράματα αλουμινίου, χαλκού και σε ορισμένους ανοξείδωτους χάλυβες.

Διάβρωση Τριβής. Συμβαίνει όταν δύο συνεργαζόμενες, ακίνητες επιφάνειες αρχίζουν να τρίβονται. Η ποιότητα των δύο επιφανειών σε συνδυασμό με τα ξένα σωματίδια που βρίσκονται μεταξύ τους, προκαλεί μικρές επιφανειακές κακώσεις. Η παρουσία νερού ή υδρατμών αυξάνει τη διάβρωση τριβής.

Διάβρωση από Τάσεις. Εμφανίζεται σε περιοχές με ιδιαίτερα αυξημένη καταπόνηση και διαβρωτικό περιβάλλον (σχήμα 1.50).

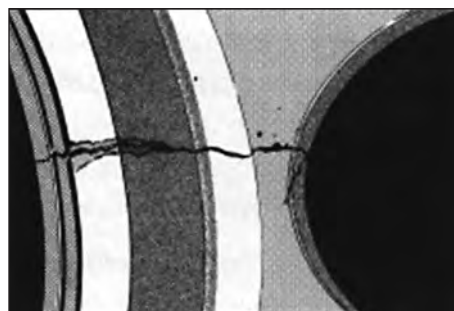
Θερμική Διάβρωση. Εμφανίζεται σε εξαρτήματα με έντονη δυναμική και θερμική καταπόνηση.

Σχήμα 1.50

Διάβρωση
Επιφάνειας



«Ξεφλούδισμα»



Διάβρωσης «Γάσης»

1.5.3 Παράγοντες Διάβρωσης

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον τύπο, την ταχύτητα και την ένταση της διάβρωσης είναι πολλοί και οι κυριότεροι είναι οι εξής:

Περιβαλλοντολογικές συνθήκες. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο πετάει, συντηρείται και σταθμεύει το α/φος επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά διάβρωσης. Ο υγρός αέρας στο θαλάσσιο περιβάλλον και η αυξημένη θερμοκρασία επιταχύνουν την ηλεκτρολυτική διάβρωση.

Σχήμα και μέγεθος εξαρτήματος. Η αντίσταση στη διάβρωση επηρεάζεται από το σχήμα και το μέγεθος του εξαρτήματος. Με αυξανόμενο πάχος ενός εξαρτήματος μειώνεται η αντίσταση σε διάβρωση.

Ξένες ύλες. Προσκολλώνται στις μεταλλικές επιφάνειες και ευνοούν τη διάβρωση. Οι ξένες ύλες μπορεί να είναι: χώματα, σκόνη, λάδια, γράσα, κατάλοιπα καυσαερίων και κολλήσεων, αλατόνερα, υδρατμοί με αλάτι και καυστικά καθαριστικά υγρά.

1.5.4 Περιοχές Διάβρωσης

Ανεξάρτητα από τον τύπο του α/φους υπάρχουν περιοχές επιδεκτικές σε διάβρωση, οι κυριότερες από τις οποίες είναι οι εξής:

Περιοχή εξαγωγής καυσαερίων. Τα στερεά κατάλοιπα των καυσαερίων των κινητήρων στα εξαρτήματα του α/φους, που είναι στην εκροή τους αποτελούν διαβρωτικό υλικό που εγκλωβίζεται και δεν απομακρύνεται εύκολα με τις συνηθισμένες μεθόδους καθαρισμού.

Θάλαμοι συσσωρευτών και οπές εξαερισμού. Οι χώροι των συσσωρευτών είναι χώροι διάβρωσης, επειδή οι ατμοί από υπερθερμασμένους ηλεκτρολύτες εγκλωβίζονται στις κοιλότητες και διαβρώνουν τις επιφάνειες των τοιχωμάτων τους, καθώς και τις οπές εξαερισμού.

Σύστημα προσγείωσης. Στην περιοχή του συστήματος προσγείωσης επικάθονται, περισσότερο από κάθε άλλη περιοχή του α/φους, ξένες ύλες, όπως λάσπη, νερό, αλάτι, χαλίκια, σκόνη κ.τ.λ.

Μετωπικές επιφάνειες κινητήρων. Η επιφανειακή προστασία των περιοχών αυτών είναι ανεπαρκής, επειδή προσβάλλονται από ακαθαρσίες, σκόνη, βροχή, κ.τ.λ. στην απογείωση και προσγείωση.

Τουαλέτες. Τα αεροπορικά μεταλλικά υλικά είναι ευπαθή στις ανθρώπινες ακαθαρσίες και τα χημικά που χρησιμοποιούνται στις τουαλέτες.

Εξαγωγή αποστράγγισης. Οι εξαγωγές αποστράγγισης είναι περιοχές συγκεντρώσεως νερού, γράσων και άλλων ακαθαρσιών.

Εξωτερικές επικαλύψεις. Η διαμόρφωση και ήλωση των εξωτερικών επιφανειών καταστρέφει την αρχική επιφανειακή προστασία και δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες διάβρωσης. Η διάβρωση είναι ιδιαίτερα έντονη σε θέσεις που η ταχύτητα του αέρα είναι μικρότερη, όπως π.χ. στα κάτω μέρη της πτέρυγας.

1.5.5 Αντιδιαβρωτική Προστασία

Όταν η φθορά του εξαρτήματος από τη διάβρωση είναι μικρή και δεν απαιτείται τοπική μηχανική κατεργασία, η αντιδιαβρωτική προστασία επιτυγχάνεται με τις ακόλουθες κατά βήματα εργασίες:

- Αφαίρεση της επιφανειακής προστασίας της διαβρωμένης επιφάνειας.
- Πλήρη αφαίρεση της διάβρωσης.
- Αποκατάσταση της επιφανειακής προστασίας με επιστρώσεις.

Η εξουδετέρωση της διάβρωσης επιτυγχάνεται με καθαρισμό της διαβρωμένης επιφάνειας από λάδια, γράσα, και λοιπά υλικά και αφαίρεση της προστατευτικής επικάλυψης π.χ. χρώμα με κατάλληλο διαλυτικό. Με τον καθαρισμό καθίσταται ορατή η έκταση της διάβρωσης και αυξάνεται η δραστηριότητα του διαλυτικού. Τα διαλυτικά καθαρισμού εξαρτώνται από τα προς απομάκρυνση υλικά. Η αφαίρεση απλών συντηρητικών επιτυγχάνεται με ξηρά καθαριστικά και, όταν είναι δύσκολη με αυτά, χρησιμοποιούνται διαλυτικά σε μορφή γαλακτώματος.

Ο αποχρωματισμός σε κλειστό χώρο απαιτεί πολύ καλό εξαερισμό. Τα διαλυτικά υγρά αποχρωματισμού είναι τοξικά και προξενούν βλάβες στο δέρμα και στα μάτια.

Διάβρωση Σιδηρούχων Μετάλλων και Αφαίρεση Σκουριάς

Το οξειδίο του σιδήρου, κοινώς σκουριά, δημιουργείται από τη χημική ένωση του οξυγόνου της ατμόσφαιρας με το σίδηρο του χάλυβα. Η πιο αποτελεσματική μέθοδος ελέγχου της διάβρωσης του χάλυβα είναι η αφαίρεση της σκουριάς και η αντιδιαβρωτική προστασία της περιοχής. Η σκουριά αφαιρείται με μηχανικά μέσα, συνήθως με γυαλόχαρτα, ατσαλόσυρμα, κ.λ.π, με χρήση ειδικών υλικών υπό μορφή σκόνης ή υγρών.

Αφαίρεση Διάβρωσης μη Σιδηρούχων Μετάλλων

Κράματα Αλουμινίου. Η διάβρωση της επιφάνειας των κραμάτων αλουμινίου αφήνει άσπρα κατάλοιπα, διογκώνει τη διαβρωμένη περιοχή και εντοπίζεται εύκολα ακόμη και στα αρχικά στάδιά της. Τα κράματα αλουμινίου σχηματίζουν ένα πολύ λεπτό και σκληρό στρώμα οξείδωσης πάχους, συνήθως, από 0, 025 έως 0,06 mm. Το στρώμα αυτό αποτελεί ένα σκληρό προστατευτικό κάλυμμα που εμποδίζει την επέκταση της διάβρωσης. Το καθαρό αλουμίνιο έχει μεγαλύτερη αντίσταση σε διάβρωση από τα κράματά του και για το λόγο αυτό, συνήθως, τα ελάσματα και οι διατομές των κραμάτων αλουμινίου έχουν μία πολύ λεπτή επίστρωση καθαρού αλουμινίου. Οι εργασίες αφαίρεσης της διάβρωσης εξαρτημάτων κραμάτων αλουμινίου περιγράφονται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Κράματα Μαγνησίου. Διαβρώνονται πολύ εύκολα και η προστασία τους είναι δύσκολη. Η έναρξη της διάβρωσης εκδηλώνεται με αποφλοίωση του

προστατευτικού καλύμματος και με μικρές άσπρες κουκίδες με όψη λευκής στάχτης. Απαιτείται ιδιαίτερη καθαριότητα, διότι ελάχιστα ίχνη "ξένων" σωμάτων προκαλούν "μόλυνση" του μαγνησίου και επέκταση της διάβρωσης. Η επεξεργασία της διαβρωμένης επιφάνειας του μαγνησίου περιγράφεται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Κράματα Τιτανίου. Είναι ανθεκτικά σε διάβρωση ο εντοπισμός της οποίας είναι, γενικά, δύσκολος. Οι εργασίες αφαίρεσης της διάβρωσης από τα κράματα τιτανίου, είναι ίδιες με αυτές των κραμάτων του μαγνησίου, με τη διαφορά ότι απαγορεύεται το ξέπλυμα με νερό.

1.5.6 Μέτρα Πρόληψης της Διάβρωσης

Η αντιδιαβρωτική προστασία των αεροπορικών υλικών αφορά την επιφανειακή προστασία τους, η οποία επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους, οι βασικότερες των οποίων είναι:

Ηλεκτρολυτική Επιμετάλλωση

Η πιο γνωστή στα κράματα αλουμινίου είναι η επικάλυψη με λεπτό στρώμα καθαρού αλουμινίου και στους χάλυβες η επικαδμίσωση και επιχρωμίσωση.

Χημική Επιφανειακή Προστασία

Διακρίνεται σε:

- Χημική προσβολή (Φωσφάτωση, χρωμάτωση, όρφνωση).
- Επικαλύψεις με αμέταλλα (Χρώματα, βερνίκια). Η χρώση είναι η πιο γνωστή μέθοδος προστασίας μεταλλικών υλικών από διάβρωση.

Καθαρισμός Επιφανείας

Η διαδικασία επιφανειακής κατεργασίας των εξαρτημάτων του α/φους αρχίζει με τον καθαρισμό της επιφάνειας από σκόνη, λάδια, γράσα, οξειδώσεις και υγρασία. Ο καθαρισμός της επιφάνειας ενός εξαρτήματος είναι απαραίτητος για την τέλεια συνάφεια μεταξύ της μεταλλικής επιφάνειας και της προστατευτικής επίστρωσης. Μπορεί να είναι μηχανικός ή χημικός. Ο μηχανικός καθαρισμός γίνεται με συρματόβουρτσα, ατσαλόβουρτσα, σμυριδόπανα, αμμοβολή και ατμοβολή. Το είδος του χημικού καθαρισμού εξαρτάται από το κράμα του εξαρτήματος και από τις ξένες ύλες που πρόκειται να αφαιρεθούν. Οι μέθοδοι καθαρισμού των κραμάτων αλουμινίου και μαγνησίου είναι παρόμοιοι με αυτές που χρησιμοποιούνται στα χαλύβδινα εξαρτήματα.

Ηλεκτροεπιμετάλλωση ή Ηλεκτρολυτική Επιμετάλλωση

Είναι μία μέθοδος μεταφοράς μετάλλου από ένα υλικό σε άλλο με ηλεκτρικά και χημικά μέσα και αποσκοπεί στα ακόλουθα:

- α. Προστασία του βασικού μετάλλου από οξείδωση. Τα πιο γνωστά μέταλλα επιμετάλλωσης είναι κάδμιο, νικέλιο, χρώμιο και ψευδάργυρος.
- β. Προστασία του βασικού μετάλλου από αμυχές και εκδορές, όπως σε κυλίνδρους, έμβολα, όργανα μέτρησης, κ.τ.λ.
- γ. Αύξηση διαστάσεων με επινικέλωση και επιχρωμίωση.
- δ. Δημιουργία βάσης για περαιτέρω επιμεταλλώσεις.
- ε. Βελτίωση της εξωτερικής εμφάνισης. Τα πιο γνωστά μέταλλα είναι το νικέλιο και το χρώμιο.

Χημικές Προστασίες

Υπάρχουν δύο είδη: Χημική προσβολή (φωσφάτωση, χρωμάτωση, όρφνωση) και ηλεκτρολυτική προσβολή (ανοδίωση).

Ανοδίωση. Είναι η επίστρωση της επιφανείας αντικειμένων από κράματα αλουμινίου με χρωμιούχο οξύ ή άλλο οξειδωτικό στοιχείο. Αυξάνει την αντίσταση σε διάβρωση, είναι μαλακή, χαράσσεται εύκολα και είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού. Αποτελεί άριστη βάση για αστάρωμα και χρώση. Τα ελάσματα με επίστρωση καθαρού αλουμινίου δεν ανοδιώνονται, εκτός εάν πρόκειται να υποστούν χρώση.

Αλοδίωση. Είναι η επίστρωση της επιφανείας εξαρτημάτων κραμάτων αλουμινίου με Alodine για αύξηση της αντίστασης σε διάβρωση και δημιουργία βάσης για χρώση. Δημιουργεί μία λεπτή επικάλυψη με γαλαζοπράσινο χρώμα στα κράματα αλουμινίου χωρίς χαλκό και πράσινο χρώμα στα κράματα με χαλκό.

Προστατευτικά Χρώματα

Η χρώση είναι η πιο γνωστή, αποτελεσματική και ευρεία σε εφαρμογή μέθοδος προστασίας των μεταλλικών εξαρτημάτων από διάβρωση. Οι βασικοί παράγοντες μίας επιτυχούς χρώσης είναι ο καθαρισμός, η στεγνότητα και η χημική προετοιμασία της επιφάνειας, το πάχος του στρώματος, ο τύπος και η ποιότητα του χρώματος. Τα πιο κοινά χρώματα είναι νιτροκυτταρίνης, ακρυλικής νιτροκυτταρίνης, τα εποξικά, αντιδιαβρωτικά χρώματα κατά της βροχής και τα χρώματα υψηλών θερμοκρασιών για τα πλαίσια των κινητήρων και τους τροχούς.

Περίληψη της Πέμπτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

Διάβρωση είναι η απώλεια υλικού μίας περιοχής της εξωτερικής επιφάνειας ή της εσωτερικής δομής του α/φους από ηλεκτροχημική ή χημική προσβολή. Τα διαβρωτικά υλικά που προσβάλουν τα δομικά υλικά των α/φών είναι τα καύσιμα, το αλμυρό νερό, η ατμοσφαιρική υγρασία και τα καυσαέρια.

Τα κύρια είδη διάβρωσης είναι η επιφανειακή διάβρωση, που μπορεί να είναι ομοιόμορφη ή σημειακή, η διάβρωση επαφής, η ενδοκρυσταλλική, που αφορά κυρίως τα κράματα αλουμινίου και η διάβρωση κόπωσης, που αφορά κυρίως τα κράματα αλουμινίου και χαλκού και τους χάλυβες υψηλής αντοχής. Ο τύπος, η ταχύτητα και η ένταση της διάβρωσης εξαρτώνται κυρίως από τις συνθήκες περιβάλλοντος, το σχήμα και το μέγεθος του εξαρτήματος και τις ξένες ύλες που προσκολλώνται στις μεταλλικές επιφάνειες. Οι συνήθεις περιοχές διάβρωσης είναι η περιοχή εξαγωγής των καυσαερίων, οι θάλαμοι συσσωρευτών και οι οπές εξαερισμού, τα εσωτερικά τοιχώματα των αεραγωγών, το σύστημα προσγείωσης, οι μετωπικές επιφάνειες των κινητήρων, οι τουαλέτες, οι εξαγωγές αποστράγγισης και οι εξωτερικές επικαλύψεις.

Η διάβρωση είναι έντονη στα κράματα μαγνησίου και εκδηλώνεται με αποφλοίωση του προστατευτικού καλύμματος και με μικρές άσπρες κουκίδες με όψη λευκής στάχτης. Τα κράματα τιτανίου είναι ανθεκτικά σε διάβρωση. Οι κύριες μέθοδοι αντιδιαβρωτικής προστασίας των αεροπορικών υλικών είναι η ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση, όπως επιψευδαργύρωση, επικαδμίσωση και επιχρωμίσωση των χαλύβων και η ανοδίωση των κραμάτων αλουμινίου, η χημική επιφανειακή προστασία, όπως η φωσφάτωση, χρωμάτωση, όρφνωση και η επικάλυψη με αστάρια, χρώματα και βερνίκια.

1. Τι είναι η διάβρωση;
2. Ποια είναι η κύρια αιτία διάβρωσης των μεταλλικών υλικών;
3. Ποια είναι τα συνήθη διαβρωτικά υλικά που προσβάλουν τη δομή των α/φών;
4. Αναφέρατε τους βασικούς τύπους διάβρωσης.
5. Πώς ονομάζεται η διάβρωση που αναπτύσσεται μεταξύ των επιφανειών επαφής δύο διαφορετικών μετάλλων ή κραμάτων;
6. Αναφέρατε ένα παράδειγμα ηλεκτρολυτικής διάβρωσης.
7. Δύο εξαρτήματα είναι στην ίδια περιοχή ενός α/φους. Το ένα είναι κατασκευασμένο από κράμα αλουμινίου και το άλλο από κράμα τιτανίου. Ποιο από τα δύο εξαρτήματα θα υποστεί μεγαλύτερη διάβρωση;
8. Αναφέρατε τις περιοχές του α/φους με τις εντονότερες διαβρώσεις.
9. Ποιος είναι ο πιο γνωστός τύπος διάβρωσης σιδηρούχων υλικών;
10. Ποια είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος ελέγχου της διάβρωσης του χάλυβα;
11. Ένα εξάρτημα α/φους έχει υποστεί επίστρωση από πολύ λεπτό στρώμα καθαρού αλουμινίου. Από τι κράμα είναι κατασκευασμένο;
12. Πώς αφαιρείται η σκουριά από τα χαλύβδινα εξαρτήματα;

13. Ένα εξάρτημα α/φους έχει υποστεί ανοδίωση. Από τι κράμα είναι κατασκευασμένο το εξάρτημα;
14. Από δύο εξαρτήματα α/φους γνωρίζουμε ότι το ένα έχει υποστεί επικα-
δμίωση και το άλλο αλοδίωση. Από τι κράματα είναι κατασκευασμένα τα
εξαρτήματα;
15. Γιατί τα ελάσματα κραμάτων αλουμινίου επιστρώνονται με πολύ λεπτό
στρώμα καθαρού αλουμινίου;
16. Αναφέρατε τις βασικές μεθόδους αντιδιαβρωτικής προστασίας.
17. Με ποια μέσα γίνεται ο μηχανικός καθαρισμός.
18. Σε τι αποσκοπεί η ανοδίωση εξαρτημάτων από κράματα αλουμινίου;

Εργαστηριακές Ασκήσεις της 5ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Αφαίρεση Διάβρωσης από Εξαρτήματα Κραμάτων Αλουμινίου

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να καθαρίζει διαβρωμένες επιφάνειες από χώμα, λάσπη, λάδια και λοι-
πές ακαθαρσίες.
- Να αφαιρεί και απομακρύνει τη διάβρωση με τρίψιμο.
- Να χρησιμοποιεί λειαντικά μέσα (π.χ. γυαλόχαρτα).

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Γυαλόχαρτο, καθαρά πανιά, βούρτσα και πινέλο.
- Κράμα αλουμινίου με διαβρωμένη εξωτερική επιφάνεια.
- Διάλυμα χρωμικού και θειικού οξέος ή διχρωμικού καλίου και τριοξειδίου
χρωμίου.

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα Α 1.5.1)

1. Καθαρίζουμε την επιφάνεια από χώματα, λάδια, γράσα και λοιπές
ακαθαρσίες.
2. Λειαινουμε τη διαβρωμένη επιφάνεια με πολύ λεπτό γυαλόχαρτο ή λει-
αντικό μέσο.
3. Επαλείφουμε την οξειδωμένη επιφάνεια με πινέλο εμποτισμένο σε διάλυ-
μα χρωμικού και θειικού οξέος.



ΑΣΚΗΣΗ 2η

Αφαίρεση Διάβρωσης από Εξαρτήματα Κραμάτων Μαγνησίου

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να καθαρίζει διαβρωμένες επιφάνειες από χώμα, λάσπη, λάδια και λοιπές ακαθαρσίες.
- Να αφαιρεί και απομακρύνει τη διάβρωση με τρίψιμο.
- Να χρησιμοποιεί λειαντικά μέσα (π.χ. γυαλόχαρτα)

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Γυαλόχαρτο ή πολύ λεπτό λειαντικό μέσο, βούρτσα και πινέλο.
- Κράμα μαγνησίου με διαβρωμένη εξωτερική επιφάνεια.
- Διάλυμα χρωμικού και θειικού οξέος και καθαρά πανιά.

Εργασίες κατά βήματα

1. Καθαρίζουμε την επιφάνεια από χώματα, λάδια, γράσα και λοιπές ακαθαρσίες.
2. Αφαιρούμε τις επιστρώσεις ασταριών και χρωμάτων.
3. Αφαιρούμε τα κατάλοιπα της διάβρωσης με βούρτσα από γουρουνότριχες.
4. Εμποτίζουμε τη διαβρωμένη περιοχή με διάλυμα χρωμικού οξέος στο οποίο προσθέτουμε θειικό οξύ.
5. Αφήνουμε το διαλυτικό να επιδράσει στη διαβρωμένη περιοχή του εξαρτήματος για πέντε έως είκοσι λεπτά και καθαρίζουμε με στεγνό πανί.
6. Καθαρίζουμε και βουρτσίζουμε την εμποτισμένη περιοχή με μη μεταλλική βούρτσα.
7. Στεγνώνουμε την εμποτισμένη επιφάνεια με καθαρά πανιά.
8. Επαλείφουμε την επιφάνεια με τις προβλεπόμενες επιστρώσεις ασταριών και χρωμάτων.

Επισκέψεις

Οι μαθητές μπορούν να παρακολουθήσουν μετά από κατάλληλο προγραμματισμό διαδικασίες αφαίρεσης και αποκατάστασης διαβρώσεων στο ΚΕΑ και στην Ε.Α.Β. Α.Ε. στην Τανάγρα.

Εργασίες

Συγκεντρώστε από το διαδίκτυο στατιστικά στοιχεία για τους διάφορους τύπους διάβρωσης που εμφανίζονται στα μαχητικά και πολιτικά α/φη.

1.6 Σωληνώσεις Α/φών και Προσαρμογείς Σωληνώσεων

1.6.1 Γενικά

Οι σωληνώσεις και τα παρελκόμενά τους (ακροσωλήνια, ρακόρ, σύνδεσμοι) είναι υλικά τυποποιημένα. Πριν την εγκατάστασή τους δοκιμάζονται σε πίεση μεγαλύτερη από την πίεση λειτουργίας στο α/φος. Η θραύση ενός σωλήνα οφείλεται, συνήθως, σε κραδασμούς, τριβή με γειτνιάζοντα εξαρτήματα, κακή εγκατάσταση ή σε αστοχία υλικού.

Γραμμές Διανομής. Οι γραμμές διανομής των υγρών και αερίων του α/φους αποτελούνται από μεταλλικούς σωλήνες και προσαρμογείς, εύκαμπτους ελαστικούς ή πλαστικούς σωλήνες. Οι μεταλλικοί σωλήνες χρησιμοποιούνται για τη διανομή και μεταφορά καυσίμων, λαδιών, λιπαντικών και οξυγόνου. Οι εύκαμπτοι χρησιμοποιούνται, συνήθως, ως παρελκόμενα των κινητών συστημάτων του α/φους και σε περιοχές με πολλούς κραδασμούς.

Οι μεταλλικές σωληνώσεις των σύγχρονων α/φών κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου ή από ανοξείδωτους χάλυβες, όπως οι σωληνώσεις υψηλής πίεσης (3.000 PSI) του υδραυλικού συστήματος. Οι χαλύβδινοι σωλήνες υψηλής πίεσης έχουν περίπου το ίδιο βάρος με αυτούς από κράματα αλουμινίου για την ίδια πίεση λειτουργίας, διότι λόγω της αυξημένης αντοχής σε θραύση έχουν λεπτότερα τοιχώματα.

Αναγνώριση Υλικού και Σωληνώσεων. Η διάκριση των σωληνώσεων από κράμα αλουμινίου και χάλυβα είναι απλή και γίνεται οπτικά. Οι σωληνώσεις κραμάτων αλουμινίου κατασκευάζονται από κράματα 1100, 3003, 5052 και 2014-T και οι χαλύβδινοι από ανθρακούχους και ανοξείδωτους χάλυβες. Η αναγνώριση επιτυγχάνεται, γενικά, με έλεγχο της σκληρότητας. Η αναγνώριση του χαλυβοκράματος επιτυγχάνεται με δοκιμή μαγνητισμού. Στον πίνακα Α.14 του παραρτήματος Α περιγράφεται η αναγνώριση ορισμένων μεταλλικών σωληνώσεων με τη δοκιμή μαγνητισμού και την επίδραση πυκνού νιτρικού οξέος.

Οι μεταλλικοί σωλήνες χαρακτηρίζονται από την εξωτερική διάμετρο που εκφράζεται σε 1/16 ίντσες, δηλ. ο σωλήνας Νο 4 έχει εξωτερική διάμετρο $4/16 = 1/4$ της ίντσας.

Το κράμα κατασκευής των μεγάλων σωληνώσεων αλουμινίου αναγνωρίζεται από τα κωδικά στοιχεία που είναι αποτυπωμένα στην εξωτερική του επιφάνεια. Οι μικροί σωλήνες αλουμινίου είτε έχουν αποτυπωμένα τα κωδικά στοιχεία

πάνω στην εξωτερική επιφάνεια είτε έχουν ένα συγκεκριμένο χρωματισμό κωδικοποίησης του κράματος κατασκευής τους. Τα άκρα του σωλήνα χρωματίζονται με ζώνη πλάτους μέχρι και 4 ίντσες. Τα διακριτικά γράμματα και οι αριθμοί που είναι τυπωμένοι σε έναν χαλύβδινο σωλήνα χαρακτηρίζουν πλήρως τα στοιχεία του.

1.6.2 Μεταλλικές Σωληνώσεις

Μορφοποίηση Σωληνώσεων

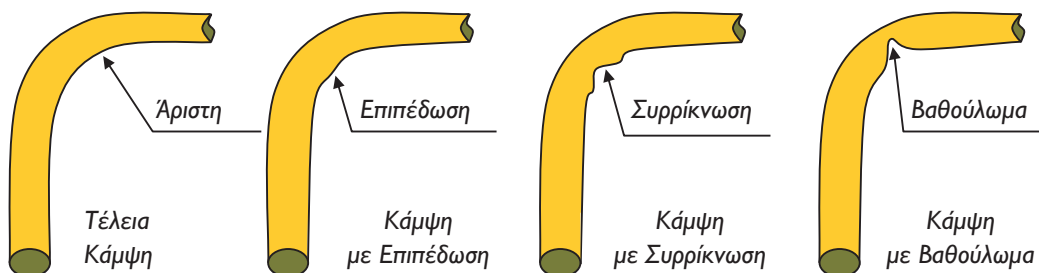
Η μορφοποίηση των μεταλλικών σωληνώσεων έχει τα ακόλουθα τέσσερα στάδια: α) Κοπή, β) Κάμψη, γ) Εκκύλωση και δ) Διόγκωση.

Οι μικρές μεταλλικές σωληνώσεις από μαλακό υλικό μπορεί να μορφοποιηθούν χωρίς εργαλεία. Οι μεταλλικές σωληνώσεις με διάμετρο μεγαλύτερη από 1/4 της ίντσας πρέπει να διαμορφώνονται με εργαλεία.

Κοπή Σωληνώσεων. Οι μεταλλικοί σωλήνες κόβονται με σιδηροπρίονο ή σωληνοκόφτη. Ο σωληνοκόφτης χρησιμοποιείται σε σωληνώσεις από μαλακά υλικά (χαλκός, αλουμίνιο και κράματά τους). Η διαδικασία κοπής περιγράφεται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Κάμψη Σωλήνα. Οι μεταλλικοί σωλήνες έχουν πολλαπλές κάμψεις. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για να μη μεταβληθεί το σχήμα της διατομής τους στην περιοχή κάμψης. Η κάμψη των σωλήνων με διάμετρο μικρότερη από 1/4 ίντσες μπορεί να γίνει με τα χέρια, ενώ με διάμετρο μεγαλύτερη από 1/4 ίντσες εκτελείται με εργαλεία, που ονομάζονται κουρμπαδόροι. Η κάμψη είναι αποδεκτή, όταν η μικρή διάμετρος της διατομής μετά την κάμψη δεν είναι μικρότερη του 75% της αρχικής διαμέτρου πριν την κάμψη. Στο σχήμα 1.51 απεικονίζονται διάφορες ατέλειες κάμψης σωλήνων. Μία κλασική μέθοδος κάμψης σωλήνων είναι με ξηρή άμμο ή εύτηκτα μεταλλικά υλικά. Η κάμψη με κουρμπαδόρο χειρός περιγράφεται κατά βήματα στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Σχήμα 1.51
Διάφορες
Τυπικές Ατέλειες
Κάμψης Σωληνώσεων



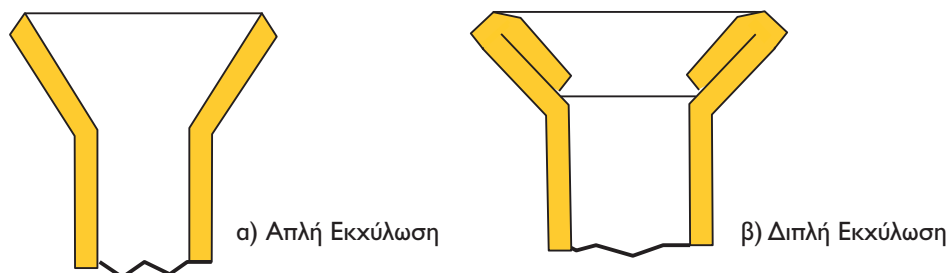
Εκκύλωση. Στεγανοποιεί τη σύνδεση. Εάν είναι πολύ μικρή, η σύνδεση αδυνατίζει, με συνέπεια να φύγει από τη θέση της ή να μη στεγανοποιεί. Εάν είναι

πολύ μεγάλη, έρχεται σε επαφή με το σπείρωμα του συνδέσμου, δεν εφαρμόζει πλήρως και εμφανίζει διαρροή. Εάν η κοπή του σωλήνα δεν είναι κάθετη, τότε η εκκύλωση παρουσιάζει κυρτότητα και δε διασφαλίζει στεγανότητα.

Υπάρχουν δύο ειδών εκκυλώσεων (σχήμα 1.52): απλή και διπλή.

α. Απλή Εκκύλωση. Το εκκυλωτικό εργαλείο χειρός αποτελείται από το κύριο σώμα, το ζυγό και τον πείρο εκκύλωσης. Οι εργασίες εκκύλωσης περιγράφονται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

β. Διπλή Εκκύλωση. Είναι πιο λεία και πιο συμμετρική από την απλή εκκύλωση, παρέχει αυξημένη στεγανοποίηση και αντοχή.



Σχήμα 1.52

Τομή Απλής και
Διπλής Εκκύλωσης

Διόγκωση. Είναι η αύξηση της εσωτερικής διαμέτρου ενός μεταλλικού σωλήνα στην περιοχή του ακροσωληνίου και μπορεί να γίνει με εργαλεία χειρός, με ειδικό μηχάνημα διόγκωσης ή με συσκευή αντίστοιχη αυτής της εκκύλωσης. Η συσκευή διόγκωσης εξαρτάται από τη διάμετρο και το πάχος του τοιχώματος του σωλήνα και την πρώτη ύλη κατασκευής. Το εργαλείο χειρός χρησιμοποιείται για τη διόγκωση σωληνίων με εξωτερική διάμετρο μέχρι $1/4$ της ίντσας. Η διαδικασία διόγκωσης με εργαλείο χειρός περιγράφεται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Συναρμολόγηση Σωληνώσεων Χωρίς Διόγκωση. Οι σωληνώσεις χωρίς διόγκωση πρέπει να συναρμολογηθούν πριν την εγκατάστασή τους στο α/φος. Οι εργασίες συναρμολόγησης των σωληνώσεων αυτών περιγράφονται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Εγκατάσταση Άκαμπτων Σωληνώσεων

α. Με Εκκύλωση. Πριν την εγκατάσταση των σωληνώσεων απαιτείται έλεγχος και επιθεώρησή τους. Δεν επιτρέπονται αμυχές, εκδορές, κατάλοιπα κοπής, κ.τ.λ. Τα περικόχλια και τα χιτώνια οφείλουν να είναι τα προβλεπόμενα και να συνεργάζονται με την εκκύλωση.

Δεν επιτρέπεται να τραβάμε τη σωληνώση κατά την εγκατάστασή της στο α/φος στη διάρκεια κοκλίωσης των περικοκλίων. Πρέπει να ακολουθούμε τις προ-

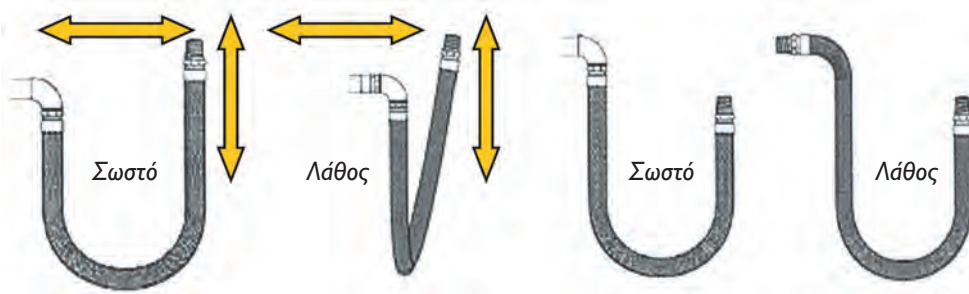
βλεπόμενες μεθόδους σύνδεσης των εκκυλωμένων σωληνώσεων. Παραδείγματα σωτών και λανθασμένων συνδέσεων απεικονίζονται στο σχήμα 1.53.

Η υπερβολική σύσφιξη μπορεί να προκαλέσει ζημιές, να σπάσει τις εκκυλώσεις και το χιτώνιο ή το συνεργαζόμενο περικοχλίο. Η μειωμένη σύσφιξη μπορεί να αποσυνδέσει τη σωλήνωση από το συγκρότημα. Η σύσφιξη πρέπει να εκτελείται με ροπόκλειδο στις προβλεπόμενες ροπές σύσφιξης. Στον πίνακα Α16 αναφέρονται οι ροπές σύσφιξης των περικοχλίων και οι ακτίνες καμπυλότητας για διάφορες διαμέτρους και πρώτες ύλες κατασκευής σωλήνων με εκκύλωση.

β. Χωρίς Εκκύλωση. Οι εργασίες εγκατάστασης μιας άκαμπτης σωλήνωσης χωρίς εκκύλωση είναι τυποποιημένες και περιγράφονται αναλυτικά κατά βήματα στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Η συγκράτηση και στερέωση των μεταλλικών σωληνώσεων στο α/φος και στους κινητήρες επιτυγχάνεται με σφιγκτήρες συγκράτησης σε τακτά διαστήματα, οι μέγιστες τιμές των οποίων δίδονται στον πίνακα Α18. Υπάρχουν πολλά είδη σφιγκτήρων. Οι σφιγκτήρες με λάστιχο χρησιμοποιούνται σε περιοχές του α/φους με αυξημένους κραδασμούς, τους οποίους αποσβένουν και προστατεύουν τη σωλήνωση από τριβές. Οι σφιγκτήρες με εσωτερικό τεφλόν χρησιμοποιούνται σε περιοχές με διαβρωτικό περιβάλλον (υδραυλικό υγρό, καύσιμο, κ.τ.λ.).

Σχήμα 1.53
Παραδείγματα Σωστής
και Λανθασμένης
Εγκατάστασης
Μεταλλικών
Σωληνώσεων



Βλάβες

Οι πιο συνήθεις βλάβες των μεταλλικών σωληνώσεων είναι:

1. Φθορά της εκκύλωσης από τα σπειρώματα του περικοχλίου.
2. Ρωγμές και θραύση του χιτωνίου.
3. Ρωγμές και θραύση της εκκύλωσης.
4. Μόνιμη παραμόρφωση της εκκύλωσης.
5. Κακώσεις στην εσωτερική επιφάνεια της εκκύλωσης.
6. Κακώσεις στις επιφάνειες του κώνου του συνδέσμου.

Σε περίπτωση διαρροής ενός χαλυβδοσωλήνα μετά την τελική σύσφιξη με την προβλεπόμενη ροπή σύσφιξης επιτρέπεται η περαιτέρω σύσφιξη του περικοχλίου κατά 1/ 6 στροφές. Εάν εξακολουθεί να υπάρχει διαρροή απαιτείται αποσυναρμολόγηση και επισκευή της σωλήνωσης. Δεν επιτρέπεται ποτέ η σύσφιξη του περικοχλίου μίας σωλήνωσης με το σύστημα σε λειτουργία και ανοικτό, δηλ. όταν περνάει υγρό με πίεση.

Επισκευή - Αντικατάσταση

Οι μέθοδοι επιθεώρησης, επισκευής και αντικατάστασης των μεταλλικών σωληνώσεων περιγράφονται αναλυτικά για κάθε σύστημα στα οικεία εγχειρίδια των α/φών και κινητήρων. Η αφαίρεση και επανατοποθέτηση των σωληνώσεων είναι μία πολύ συχνή διαδικασία στα α/φη καθότι προβλέπονται τακτικές και προγραμματισμένες επιθεωρήσεις βαλβίδων, ρυθμιστών, κ.τ.λ. των διαφόρων συστημάτων του α/φους. Μία τυπική διαδικασία επισκευής μεταλλικής σωλήνωσης χαμηλής πίεσης και περιγραφή των εργασιών επισκευής αναφέρεται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

1.6.3 Εύκαμπτες Σωληνώσεις

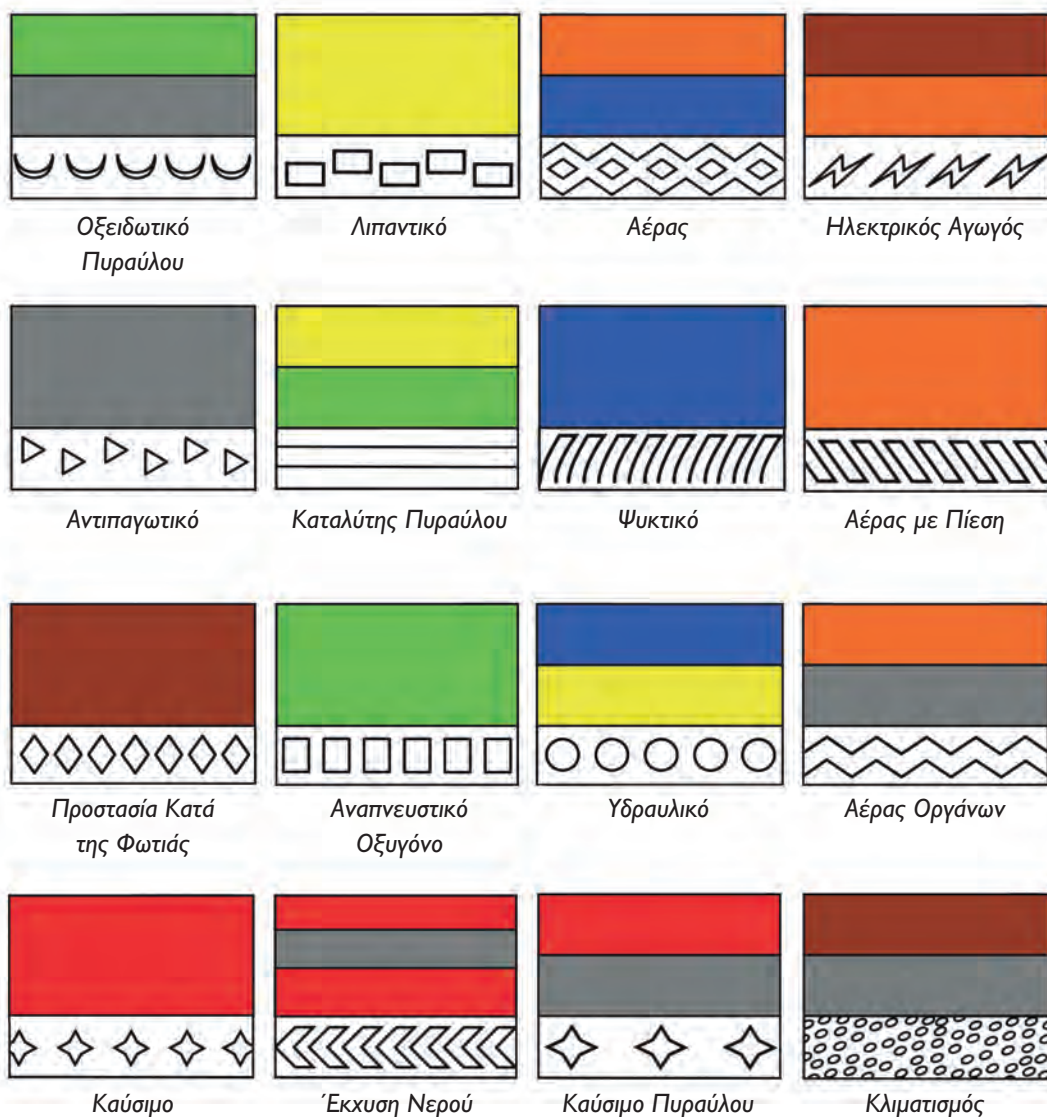
Οι εύκαμπτες σωληνώσεις χρησιμοποιούνται στις εξής περιπτώσεις:

1. Στις περιοχές με αυξημένους κραδασμούς.
2. Για τη σύνδεση των σταθερών με τα κινούμενα εξαρτήματα του α/φους και του κινητήρα.
3. Ως σύνδεσμοι μεταξύ μεταλλικών σωληνώσεων.
4. Σε περιοχές με απαίτηση αυξημένης ευελιξίας κινήσεων.

Οι εύκαμπτες σωληνώσεις κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά όπως μπου-μα-N, νεοπρένιο, τεφλόν και βουτύλιο.

Ελαστικοί Σωλήνες. Αποτελούνται από ένα εσωτερικό, χωρίς ραφή, σωλήνα συνθετικού ελαστικού με περίβλημα στρωμάτων βαμβακερών και συρμάτων πλεγμάτων και ένα εξωτερικό περίβλημα από καουτσούκ, ενισχυμένο με βαμβακερά πλέγματα. Χρησιμοποιούνται στο σύστημα καυσίμου, λαδιού, υδραυλικού και ψυκτικού του α/φους. Κατανέμονται σε κατηγορίες με βάση την πίεση λειτουργίας ως ακολούθως: χαμηλής πίεσης, μέσης πίεσης και υψηλής πίεσης.

Σωλήνες Τεφλόν. Είναι εύκαμπτοι και χρησιμοποιούνται, όπως και οι ελαστικοί. Συνήθως, αντέχουν σε υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες. Χρησιμοποιούνται ευρέως στα σύγχρονα α/φη. Δεν επηρεάζονται από τα υγρά των συστημάτων του α/φους. Εμφανίζουν εξαιρετική μακρόχρονη αντοχή λειτουργίας, πολύ μεγάλη αντοχή σε κόπωση και κραδασμούς.

**Σχήμα 1.54**

Αναγνώριση Γραμμών
Διανομής Α/φών

Αναγνώριση - Χαρακτηριστικά

Οι εύκαμπτοι σωλήνες χαρακτηρίζονται από τη διάμετρό τους και υπάρχει αντιστοιχία με τους μεταλλικούς, με τους οποίους είναι ορισμένες φορές εναλλακτοί. Οι σωληνώσεις των α/φών αναγνωρίζονται από σημάνσεις, χρώματα, γράμματα, αριθμούς και γεωμετρικά σχήματα (σχήμα 1.54), από τα οποία προσδιορίζονται τα εξής:

1. Το είδος λειτουργίας π.χ. υδραυλικό υγρό υψηλής πίεσης.
2. Διεύθυνση ροής π.χ. σωλήνας καυσίμου από δεξαμενή προς κινητήρα.
3. Το είδος του ρευστού π.χ. καύσιμο.

4. Το είδος κινδύνου π.χ. αν εκραγεί υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς.

Η σήμανση των σωληνώσεων γίνεται με αυτοκόλλητα ή χαλκομανίες, που τοποθετούνται στα άκρα της γραμμής διανομής και το ελάχιστον σε ένα σημείο του συγκροτήματος από το οποίο διέρχεται η γραμμή.

Προσαρμογείς (Σύνδεσμοι) Σωληνώσεων

I. Γενικά. Οι σύνδεσμοι ή οι προσαρμογείς συνδέουν δύο σωλήνες ή μία σωλήνωση με ένα συγκρότημα. Υπάρχουν οι εξής τρεις τύποι: 1) Σύνδεσμοι για σωλήνες με εκκύλωση. 2) Σύνδεσμοι για σωλήνες χωρίς εκκύλωση. 3) Σύνδεσμοι για σωλήνες με διόγκωση. Οι σύνδεσμοι επιλέγονται με κριτήριο τη μέγιστη πίεση λειτουργίας του συστήματος.

II. Σύνδεσμοι Σωληνώσεων με Εκκύλωση.

Ο σύνδεσμος αποτελείται από τον κυρίως σύνδεσμο, ένα χιτώνιο ή δακτύλιο και ένα περικόχλιο (σχήμα 1.55). Το περικόχλιο σφίγγει το χιτώνιο, το οποίο εφαρμόζει πάνω στο εκκυλωμένο στόμιο του σωλήνα και το στεγανοποιεί.



Σχήμα 1.55

Σύνδεσμος
για Σωλήνα
με Εκκύλωση

Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν σύνδεσμοι AC (Air Corps) που αντικαταστάθηκαν από τους συνδέσμους AN και MS. Οι σύνδεσμοι AN και AC δεν είναι γενικά εναλλακτοί, διότι δεν έχουν το ίδιο σπείρωμα. Οι σύνδεσμοι χαρακτηρίζονται με αριθμούς που εκφράζουν σε δέκατα έκτα της ίντσας την εξωτερική ονομαστική διάμετρο του σωλήνα. Υπάρχουν σύνδεσμοι με εξωτερικά και εσωτερικά σπειρώματα που χαρακτηρίζονται αντιστοίχως ως αρσενικά και θηλυκά.

Οι σύνδεσμοι με την πιο ευρεία χρήση είναι της προδιαγραφής AN (σχήμα 1.56). Οι σύνδεσμοι AN για να αναγνωρίζονται είναι χρωματισμένοι ανάλογα με το μέταλλο κατασκευής, μπλε για κράμα αλουμινίου και μαύροι για χάλυβα.



Σχήμα 1.56

Σύνδεσμοι
Σωληνώσεων
Προδιαγραφής AN

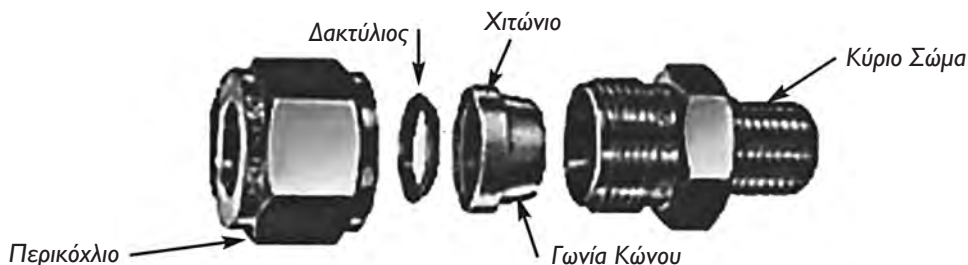
III. Σύνδεσμοι Σωληνώσεων χωρίς Εκχύλωση.



Σχήμα 1.57

Σύνδεσμοι
Προδιαγραφής MS

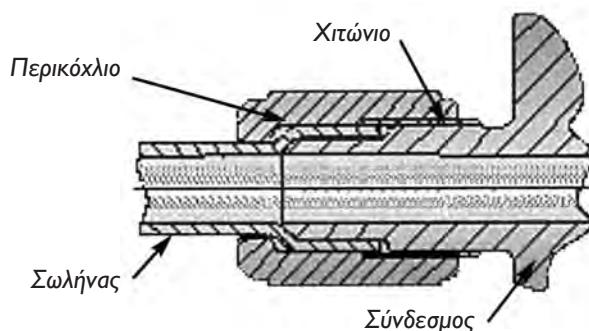
Οι σύνδεσμοι για σωληνώσεις χωρίς εκχύλωση είναι της προδιαγραφής MS (σχήμα 1.57) και έχουν ευρεία εφαρμογή στα αεροπορικά συστήματα διανομής. Ο σύνδεσμος αποτελείται από το κυρίως σώμα, το χιτώνιο ή δακτύλιο, το στεγανοποιητικό παρέμβασμα και το περικόχλιο. Η εσωτερική διαμόρφωση του κυρίως σώματος εξασφαλίζει την πλήρη εφαρμογή της μετωπικής επιφάνειας του στομίου του σωλήνα. Επιπρόσθετα, η κλίση της εσωτερικής επιφάνειάς του αναγκάζει το αιχμηρό τμήμα του χιτωνίου κατά τη σύσφιξη του περικοχλίου να εφάπτεται της εξωτερικής επιφάνειάς του σωλήνα (σχήμα 1.58).



Σχήμα 1.58

Σύνδεσμος
Σωλήνας Χωρίς
Εκχύλωση

IV. Σύνδεσμοι Σωληνώσεων με Διόγκωση. Η διόγκωση εφαρμόζεται σε συνδέσεις σωλήνων, γενικά, χαμηλής πίεσης, όπως λαδιού, ψυκτικού και καυσίμου. Στο σχήμα 1.59 απεικονίζεται μία σύνδεση σωλήνων με διόγκωση.



Σχήμα 1.59

Σύνδεσμος Σωλήνα
με Διόγκωση

V. Σύνδεσμοι Ταχείας Αποσύνδεσης. Χρησιμοποιούνται ευρέως στα σύγχρονα α/φη και ιδιαίτερα σε περιοχές με συχνή αποσύνδεση. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η ταχεία σύνδεση με ταυτόχρονη αυτοστεγανοποίηση χωρίς απώλεια και χωρίς είσοδο αέρα στη γραμμή διανομής. Κάθε σύνδεσμος του ζεύγους έχει δική του βαλβίδα, η οποία είναι ανοικτή, όταν το ζεύγος είναι συνδεδεμένο επιτρέποντας στον αέρα να διέρχεται προς δύο διευθύνσεις.

Βλάβες Ελαστικών Σωληνώσεων

Οι συνήθεις βλάβες των ελαστικών σωληνώσεων, στις οποίες απαιτείται αφαίρεση και αντικατάσταση του σωλήνα, είναι οι εξής:

1. Διαρροές.
2. Σκλήρυνση του ελαστικού και μείωση της ελαστικότητάς του.
3. Κακώσεις, αμυχές και εκδορές της εξωτερικής επιφάνειας.
5. Συστροφή του εσωτερικού ελαστικού του σωλήνα.

Κατασκευή Ελαστικών Σωληνώσεων

Ορισμένοι προσαρμογείς εύκαμπτων σωλήνων μπορούν να αφαιρεθούν, όπως του τύπου χιτωνίου και να επαναχρησιμοποιηθούν. Ο τύπος και το μέγεθος του προσαρμογέα πρέπει να είναι ίδιος με του προσαρμογέα που αντικαθιστά. Η εσωτερική διάμετρος του πρέπει να είναι ίδια με την εξωτερική διάμετρο του ελαστικού σωλήνα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Οι εργασίες συναρμολόγησης ενός ελαστικού σωλήνα περιγράφονται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Έλεγχος Διαρροής Ελαστικών Σωληνώσεων

Μετά τη συναρμολόγησή τους οι εύκαμπτοι σωλήνες δοκιμάζονται για τυχόν διαρροές με πίεση. Σφραγίζεται το ένα άκρο του σωλήνα και το άλλο συνδέεται στη παροχή πίεσης του δοκιμαστηρίου. Οι σωλήνες υδραυλικού ή λαδιού δοκιμάζονται με υδραυλικό υγρό ή νερό, αφού πρώτα αφαιρεθεί ο παγιδευμένος αέρας. Οι σωλήνες αέρος του συστήματος οργάνων δοκιμάζονται με ξηρό καθαρό αέρα ή άζωτο. Η πίεση δοκιμής καθορίζεται στα εγχειρίδια των α/φών και είναι μεγαλύτερη από την πίεση λειτουργίας. Οι σωλήνες που δοκιμάζονται με αέρα βυθίζονται σε νερό για να διευκολυνθεί ο εντοπισμός τυχόν διαρροής.

Εγκατάσταση Ελαστικών Σωληνώσεων

Οι βασικές αρχές που πρέπει να τηρούνται κατά την εγκατάσταση των ελαστικών σωληνώσεων στο α/φος είναι οι ακόλουθες:

1. Δεν επιτρέπεται συστροφή των σωληνώσεων κατά τη σύσφιξη των περικολίων τους στο α/φος. Η συστροφή διαπιστώνεται εύκολα από την ενδεικτική γραμμή κατά μήκος της εξωτερικής επιφάνειας του σωλήνα, η οποία δεν επιτρέπεται να είναι ελικοειδής.
2. Η ακτίνα καμπυλότητας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την προβλεπόμενη ελάχιστη τιμή της. Στις σωληνώσεις με πολύ μικρή ακτίνα καμπυλότητας, η μέγιστη πίεση λειτουργίας μειώνεται σημαντικά.

3. Η εγκατάσταση της σωλήνωσης πρέπει να διασφαλίζει την ελάχιστη παραμόρφωσή της κατά τη λειτουργία της.
4. Πρέπει να στηρίζεται με σφιγκτήρες κάθε 24 ίντσες το ελάχιστο. Με αυξανόμενο μήκος, διάμετρο και πίεση λειτουργίας, μειώνεται η απόσταση μεταξύ των σημείων στήριξής του.
5. Ο σωλήνας δεν πρέπει να είναι ποτέ τεντωμένος μεταξύ των σημείων στήριξής του. Το μήκος μεταξύ δύο σημείων στήριξης πρέπει να είναι μεγαλύτερο κατά 5 έως 8% από την απόσταση των σημείων στήριξης.
6. Σε περιοχές με αυξημένη θερμοκρασία απαιτείται θερμική προστασία των σωληνώσεων με κατάλληλη μονωτική επικάλυψη.

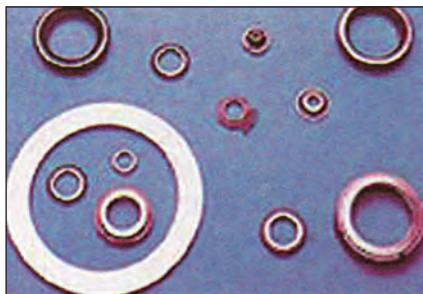
Στις γραμμές διανομής με πίεση το μήκος του σωλήνα μειώνεται και η διάμετρος του αυξάνεται.

1.6.4 Στεγανοποιητικά Παρεμβάσματα

Χρησιμοποιούνται για τη στεγανοποίηση του συστήματος καυσίμου και των υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων του α/φους. Διακρίνονται σε: α) Κινητά παρεμβάσματα, β) Σταθερά παρεμβάσματα.

Στα συστήματα διανομής των α/φών χρησιμοποιούνται κατά κόρον τα κινητά παρεμβάσματα. Κατασκευάζονται από φυσικό ή συνθετικό ελαστικό και χρησιμοποιούνται σε κινητές αρθρώσεις, δηλ. συγκροτήματα με κινητά μέρη, όπως βαλβίδες επιλογής, αντλίες, κ.τ.λ. Υπάρχουν τα εξής είδη στεγανοποιητικών παρεμβασμάτων: α) Δακτύλιοι Ο, β) Δακτύλιοι V και γ) Δακτύλιοι U. Κάθε είδος είναι σχεδιασμένο για συγκεκριμένη χρήση, (σχήμα 1.60).

Δακτύλιοι Ο. Χρησιμοποιούνται περισσότερο από τα άλλα δύο είδη, διασφαλίζουν εσωτερική και εξωτερική στεγανοποίηση και στις δύο διευθύνσεις της ροής. Η πρώτη ύλη κατασκευής τους εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας, όπως το υγρό, τη θερμοκρασία και την πίεση. Έχουν συγκεκριμένα χρώματα, βούλες ή λωρίδες που δηλώνουν τα υγρά για τα οποία είναι κατάλληλοι. Η λωρίδα κόκκινης απόχρωσης δηλώνει ότι είναι κατάλληλοι για καύσιμο και η μπλε απόχρωση για υδραυλικά υγρά.



Σχήμα 1.60

Κινητά
Στεγανοποιητικά
Παρεμβάσματα

β. Δακτύλιοι V. Είναι της προδιαγραφής AN 6225 και τοποθετούνται μόνο σε ροή μίας διεύθυνσης με το ανοικτό άκρο V αντίθετα προς τη ροή. Ο δακτύλιος συγκρατείται σε έναν κατάλληλα διαμορφωμένο σύνδεσμο αρσενικού και θηλυκού προσαρμογέα που διασφαλίζει την απαιτούμενη προσαρμογή.

γ. Δακτύλιοι U. Είναι της προδιαγραφής AN 6226 και μαζί με τα κυπελωτά παρεμβύσματα U χρησιμοποιούνται στο σύστημα πέδησης των α/φών. Στεγανοποιούν συστήματα με μία διεύθυνση ροής και πίεση μέχρι 1.000 PSI.

Περίληψη της Έκτης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

Οι γραμμές διανομής των υγρών και αερίων του α/φους αποτελούνται από μεταλλικούς και εύκαμπτους σωλήνες. Οι μεταλλικοί σωλήνες, συνήθως, κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου και οι σωλήνες του υδραυλικού συστήματος υψηλής πίεσης από ανοξείδωτους χάλυβες.

Οι μεταλλικοί σωλήνες μορφοποιούνται με κάμψη, εκκύλωση και διόγκωση των άκρων τους με ειδικά εργαλεία. Οι συνήθεις βλάβες στους μεταλλικούς σωλήνες είναι η φθορά της εκκύλωσης, θραύση του χιτωνίου και της εκκύλωσης και κακώσεις στην επιφάνεια της εκκύλωσης και του κώνου του συνδέσμου.

Οι εύκαμπτοι σωλήνες χρησιμοποιούνται σε περιοχές με κραδασμούς. Κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά, όπως μπόουνα - N, νεοπρένιο, τεφλόν και βουτύλιο. Οι ελαστικοί σωλήνες αποτελούνται από ένα εσωτερικό σωλήνα συνθετικού ελαστικού με περίβλημα στρωμάτων βαμβακερών και συρμάτων πλεγμάτων και ένα εξωτερικό περίβλημα από καουτσούκ ενισχυμένο με βαμβακερά πλέγματα. Χρησιμοποιούνται στο σύστημα καυσίμου, λαδιού, υδραυλικού και ψυκτικού του α/φους και διακρίνονται σε χαμηλής μέσης και υψηλής πίεσης.

Οι σωληνώσεις των α/φών αναγνωρίζονται από σημάνσεις, χρώματα, γράμματα, αριθμούς και γεωμετρικά σχήματα, από τα οποία προσδιορίζονται το είδος λειτουργίας του σωλήνα, η διεύθυνση της ροής, το είδος του ρευστού και το είδος του κινδύνου.

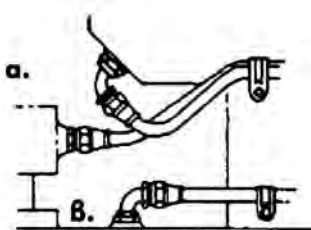
Τα άκρα των σωληνώσεων έχουν προσαρμογείς για τη μεταξύ τους σύνδεση, που είναι διαφορετικοί για σωλήνες με εκκύλωση, χωρίς εκκύλωση και για διογκώσεις. Οι πιο γνωστοί σύνδεσμοι για σωληνώσεις α/φών είναι της προδιαγραφής AN και για σωληνώσεις χωρίς εκκύλωση της προδιαγραφής MS.

Οι ελαστικοί σωλήνες, μετά τη συναρμολόγησή τους και πριν την τοποθέτησή τους στο α/φος, δοκιμάζονται για τυχόν διαρροές με πίεση. Η πίεση δοκιμής είναι μεγαλύτερη από την πίεση λειτουργίας. Δεν επιτρέπεται

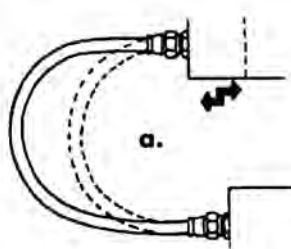
η συστροφή και η κάμψη των εύκαμπτων σωλήνων περισσότερο από την ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας.

Η στεγανοποίηση του συστήματος καυσίμου και των υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων του α/φους επιτυγχάνεται με κινητά και σταθερά στεγανοποιητικά παρεμβάσματα. Τα κινητά παρεμβάσματα, διακρίνονται με βάση το σχήμα τους σε δακτυλίους Ο, V και U.

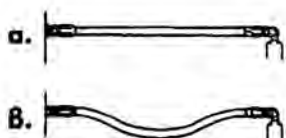
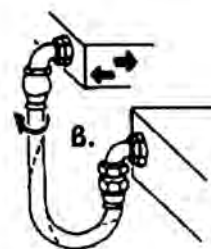
1. Σε τι οφείλεται συνήθως η θραύση ενός σωλήνα στο α/φος;
2. Από τι αποτελούνται οι γραμμές διανομής υγρών και αερίων σε ένα α/φος;
3. Σε ποιες περιοχές του α/φους χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι σωλήνες;
4. Αναφέρετε τα υγρά που μεταφέρονται με τις μεταλλικές σωληνώσεις.
5. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένες οι μεταλλικές σωληνώσεις των σύγχρονων α/φών;
6. Από τι υλικά κατασκευάζονται οι σωληνώσεις υψηλής πίεσης των α/φών;
7. Από ποια κράματα αλουμινίου κατασκευάζονται, συνήθως, οι μεταλλικές σωληνώσεις των α/φών;
8. Ποιες από τις συνδέσεις ελαστικών σωληνώσεων του σχήματος Ε. 1.6.1 είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;



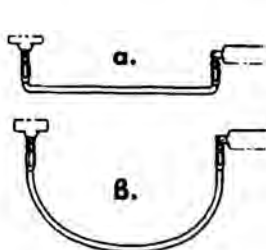
Παράδειγμα 1



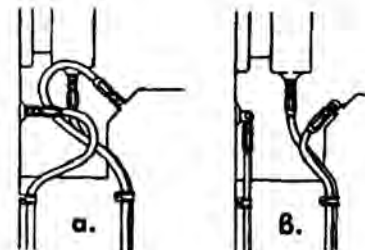
Παράδειγμα 2



Παράδειγμα 3



Παράδειγμα 4



Παράδειγμα 5

Σχήμα Ε. 1.6.1

9. Πόση είναι η διάμετρος ενός μεταλλικού σωλήνα Νο 6;
10. Τα άκρα ενός μεταλλικού σωλήνα είναι χρωματισμένα γκρι. Από τι υλικό είναι κατασκευασμένος (Πίνακας 1.9);
11. Αναφέρατε τα στάδια μορφοποίησης των μεταλλικών σωληνώσεων.
12. Πώς ονομάζεται η συσκευή κάμψης των μεταλλικών σωλήνων;
13. Ποια εργαλεία χρησιμοποιούνται για την κοπή μεταλλικών σωλήνων;
14. Σε τι αποσκοπεί η εκκύλωση των μεταλλικών σωλήνων;
15. Αναφέρατε τις πιθανές ατέλειες που δημιουργούνται κατά την κάμψη ενός μεταλλικού σωλήνα.
16. Πόσα είδη εκκύλωσης υπάρχουν;
17. Από τι υλικά κατασκευάζονται οι ελαστικοί σωλήνες;
18. Πού χρησιμοποιούνται οι ελαστικοί σωλήνες στα α/φη;
19. Τι ζημιές μπορεί να προκληθούν από υπερβολική σύσφιξη των προσαρμογέων σε μία μεταλλική σωληνώση;
20. Πώς ταξινομούνται οι ελαστικοί σωλήνες με βάση την πίεση λειτουργίας;
21. Σε τι χρησιμεύουν οι προσαρμογείς των σωλήνων;
22. Πώς δοκιμάζονται οι ελαστικοί σωλήνες;
23. Σε ένα μεταλλικό σωλήνα ρίχνουμε νιτρικό οξύ και διαπιστώνουμε ότι δεν αντιδρά. Από τι υλικό είναι κατασκευασμένος (Πίνακας Α.14);
24. Σε τι χρησιμεύουν τα στεγανοποιητικά παρεμβάσματα;

Εργαστηριακές Ασκήσεις της 6ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Κοπή Μεταλλικού Σωλήνα

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί το σωληνοκόφτη.
- Να κόβει με το σιδηροπρίονο κάθετα και καθαρά το σωλήνα.

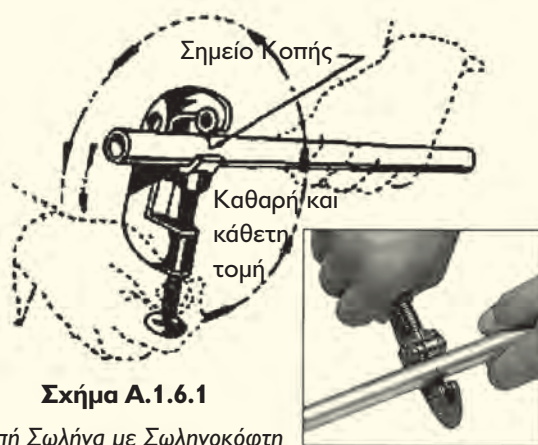
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μεταλλικός σωλήνας (χαλύβδινος ή από κράμα αλουμινίου).
- Σωληνοκόφτης και σιδηροπρίονο με λάμα μικρών οδόντων, κατά προτίμηση, 32 ανά ίντσα. Χαράκτης ή μολύβι.

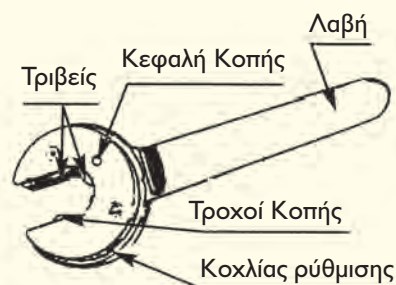
Εργασίες κατά βήματα

Ο σωλήνας μπορεί να κοπεί με σιδηροπρίονο ή σωληνοκόπτη (σχήμα Α.1.6.1). Ο σωληνοκόφτης διασφαλίζει πιο καθαρή και κάθετη κοπή.

1. Επιλέγουμε το μήκος του σωλήνα. Πρέπει να είναι κατά 10% μεγαλύτερο από το μήκος του σωλήνα που πρόκειται να αντικαταστήσει για να υπάρχει η ευχέρεια κάμψης, εάν απαιτηθεί.



Σχήμα Α.1.6.1
Κοπή Σωλήνα με Σωληνοκόφτη



Σχήμα Α. 1.6.2
Κόφτης Μεταλλικών Σωληνώσεων

2. Σημειώνουμε με μολύβι τα σημεία κοπής του σωλήνα.
3. Βάζουμε τον τροχό κοπής του σωληνοκόφτη στο σημείο κοπής.
4. Περιστρέφουμε το σωληνοκόφτη γύρω από το σωλήνα και στρέφουμε ελαφρά τον κοχλία σύσφιξης (σχήμα Α.1.6.1 και Α.1.6.2).

5. Αφαιρούμε μέσα και έξω από το σωλήνα τα γρέζια και τις ακμές με μαχαίρι ή ειδικό εργαλείο.

Εάν η σωλήνωση είναι από σκληρό μέταλλο ή δεν υπάρχει σωληνοκόφτης, τότε χρησιμοποιούμε σιδηροπρίονο με λάμα μικρών οδόντων, κατά προτίμηση, 32 ανά ίντσα.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Κάμψη Μεταλλικού Σωλήνα με Κουρμπαδόρο

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

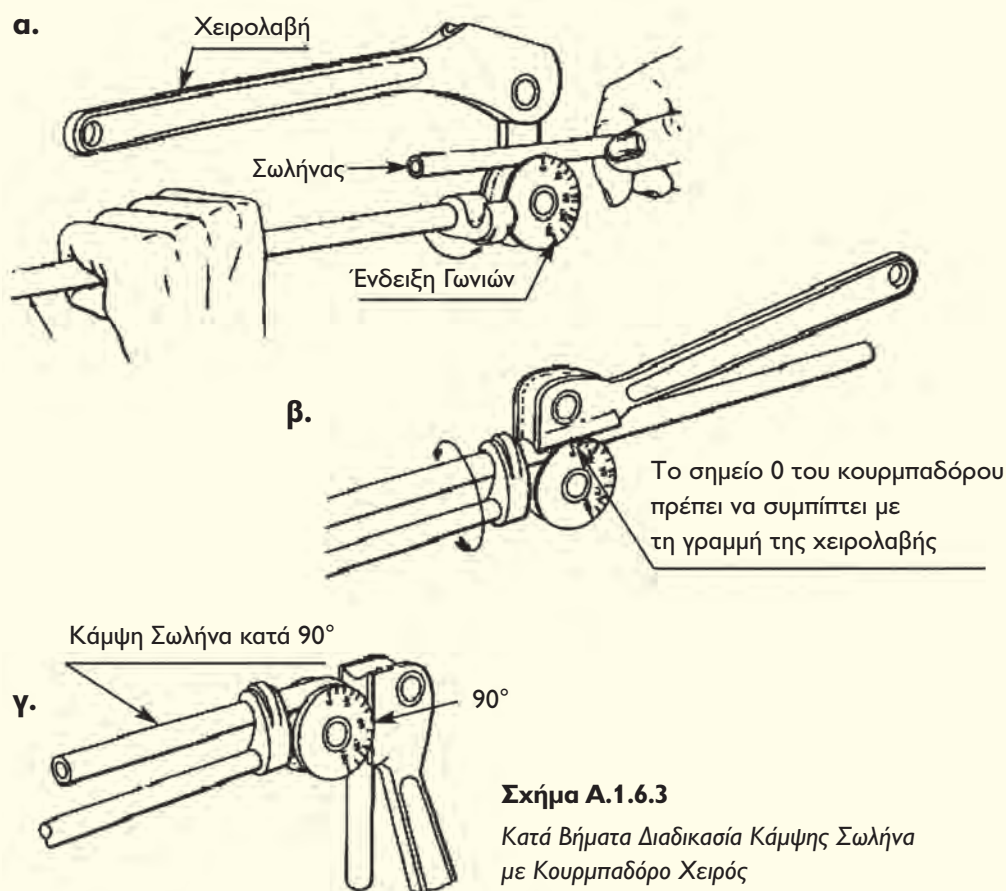
Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί κουρμπαδόρο. Να αξιολογεί ποιότητα κάμψης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μεταλλικός σωλήνας και κουρμπαδόρος χειρός.

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα Α.1.6.3)



Κατά την κάμψη του σωλήνα δεν πρέπει να μεταβληθεί το σχήμα της διατομής στην περιοχή κάμψης. Η κάμψη των σωλήνων με διάμετρο μικρότερη από $1/4$ της ίντσας μπορεί να γίνει με τα χέρια, ενώ των σωλήνων με διάμετρο μεγαλύτερη από $1/4$ της ίντσας εκτελείται με εργαλεία που ονομάζονται κουρμπαδόροι.

1. Σημειώνουμε με μολύβι το σημείο έναρξης της κάμψης.
2. Τοποθετούμε το σωλήνα στον κουρμπαδόρο, έτσι ώστε το σημείο έναρξης της κάμψης του να συμπίπτει με το σημείο μηδέν του κουρμπαδόρου (σχήμα A.1.6.3 α).
3. Ασφαλίζουμε το σωλήνα στη θέση αυτή γυρίζοντας τον προσαρμογέα του κουρμπαδόρου έως ότου η σύσφιξη του με τον κουρμπαδόρο είναι επαρκής (σχήμα A.1.6.3 β).
4. Γυρίζουμε τη χειρολαβή του κουρμπαδόρου κατά 180° για να εφαρμόσει η κοίλη υποδοχή στην εξωτερική επιφάνεια του σωλήνα (σχήμα A.1.6.3 β).
5. Κρατώντας σταθερά τον προσαρμογέα στρέφουμε τη χειρολαβή αργά, σταθερά και προσεκτικά στην επιθυμητή γωνία κάμψης με τη βοήθεια της ένδειξης γωνιών του κουρμπαδόρου (σχήμα A.1.6.3 γ).
6. Μετράμε τη διάμετρο του σωλήνα στην περιοχή κάμψης και τη συγκρίνουμε με την αρχική διάμετρο.
7. Γενικά, η κάμψη θεωρείται αποδεκτή, όταν η μικρή διάμετρος της διατομής μετά την κάμψη δεν είναι μικρότερη από το 75% της αρχικής διαμέτρου πριν από την κάμψη.

Σημείωση: Εάν δεν υπάρχει κουρμπαδόρος χειρός κάμπουμε το σωλήνα με το σταθερό κουρμπαδόρο που διαθέτει το εργαστήριο.



Σχήμα A.1.6.4

Κουρμπαδόροι Χειρός και Σταθερής Βάσης

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Κάμψη Μεταλλικού Σωλήνα με Άμμο.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να κάμπει ένα μεταλλικό σωλήνα με άμμο ή εύτηκτο μέταλλο.

- Να αξιολογεί την ποιότητα κάμψης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μεταλλικός σωλήνας (χαλύβδινος ή από κράμα αλουμινίου).
- Μεταλλικό, πλαστικό ή ξύλινο καλούπι.

Εργασίες κατά βήματα

1. Κόβουμε σωλήνα με μήκος μεγαλύτερο από το προβλεπόμενο.
2. Γεμίζουμε το σωλήνα με ξηρή και λεπτή άμμο.
3. Σφραγίζουμε ερμητικά τα άκρα του σωλήνα.
4. Κάμπουμε το σωλήνα πάνω σε μεταλλικό, ξύλινο ή πλαστικό σώμα με την προβλεπόμενη ακτίνα καμπυλότητας και γωνία κάμψης.

Σημείωση: Η κάμψη με εύτηκτο μέταλλο είναι, κατά βήματα, ίδια με αυτή της άμμου. Σε περίπτωση κάμψης με εύτηκτο κράμα γεμίζουμε το σωλήνα με καυτό νερό και μετά με το εύτηκτο μέταλλο και σφραγίζουμε τα άκρα. Αφήνουμε να κρυώσει ο σωλήνας μέχρι να στερεοποιηθεί το κράμα. Κάμπουμε το σωλήνα και εν συνεχεία αφαιρούμε το κράμα με καυτό νερό.

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Απλή Εκκύλωση Μεταλλικού Σωλήνα.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί τη συσκευή απλής εκκύλωσης.
- Να αξιολογεί την ποιότητα της εκκύλωσης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

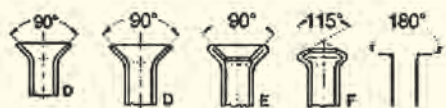
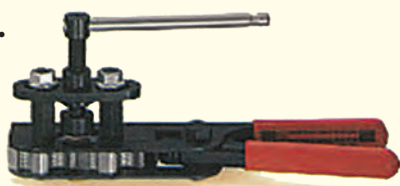
- Μεταλλικός σωλήνας (χαλύβδινος ή από κράμα αλουμινίου).
- Συσκευή απλής εκκύλωσης (σχήμα Α.1.6.5 α).

Εργασίες κατά βήματα

1. Κόβουμε το σωλήνα και τον καθαρίζουμε από γρέζια.
2. Χαλαρώνουμε τα βλήτρα του κυρίου σώματος της συσκευής εκκύλωσης και εντοπίζουμε την οπή του που αντιστοιχεί στην εξωτερική διάμετρο του σωλήνα.
3. Τοποθετούμε το σωλήνα στην οπή της συσκευής εκκύλωσης με το ένα άκρο του να εξέχει 1mm από την πλευρά της διευρυμένης οπής και τον ασφαλίζουμε στη θέση αυτή με τα βλήτρα για να μη γλιστρήσει.

4. Τοποθετούμε το ζυγό της συσκευής εκκύλωσης πάνω από το σωλήνα, κεντράρουμε την οπή του με το άκρο του σωλήνα που πρόκειται να εκκυλωθεί και ασφαλίζουμε το ζυγό με το σφιγκτήρα στη θέση αυτή.
5. Τοποθετούμε τον πείρο εκκύλωσης στην οπή του ζυγού, τον εφαρμόζουμε στο στόμιο του σωλήνα και με μικρό μεταλλικό σφυρί ή ματσόλα τον κτυπάμε ελαφρά.

α.



β.



Σχήμα Α.1.6.5

Συσκευή Εκκύλωσης Μεταλλικού Σωλήνα, α) Απλή Εκκύλωση και β) Διπλή Εκκύλωση

6. Μετά από κάθε κτύπημα και αφού ελέγξουμε ότι ο πείρος είναι κενταρισμένος, το στρέφουμε κατά μισή στροφή.
7. Όταν η μετωπική επιφάνεια του στομίου του σωλήνα εφάπτεται πλήρως στη διευρυμένη άκρη της οπής του κυρίου σώματος, ο πείρος δεν προχωράει με τα κτυπήματα και η εκκύλωση έχει ολοκληρωθεί.
8. Ελέγχουμε την εκκύλωση. Για τον έλεγχο της εκκύλωσης περνάμε το δακτύλιο στο σωλήνα και τον πιέζουμε στην εκκύλωση. Η εξωτερική διάμετρος της εκκύλωσης πρέπει να εξέχει 1/16 της ίντσας, περίπου, από το άκρο του δακτυλίου και δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική διάμετρό του.

ΑΣΚΗΣΗ 5η

Διπλή Εκκύλωση Μεταλλικού Σωλήνα.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί τη συσκευή διπλής εκκύλωσης.
- Να εκκυλώνει μόνος του ένα μεταλλικό σωλήνα.
- Να αξιολογεί την ποιότητα της εκκύλωσης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μεταλλικός σωλήνας (χαλύβδινος ή από κράμα αλουμινίου).
- Συσκευή διπλής εκκύλωσης (σχήμα Α.1.6.5 β).

Εργασίες κατά βήματα

Σημείωση: Διπλή εκχύλωση έχουν οι σωληνώσεις από κράματα αλουμινίου 5052-0 και 6061-T με διάμετρο από 1/8 έως 3/8 της ίντσας.

Η συσκευή διπλής εκχύλωσης είναι παρόμοια με αυτήν της απλής με τις ακόλουθες διαφορές:

1. Χρησιμοποιούνται 2 πείροι, ο ένας για την αρχική και ο άλλος για την τελική διαμόρφωση.
2. Το κτύπημα των πείρων είναι πολύ δυνατό στη διπλή εκχύλωση, εν αντιθέσει προς την απλή, που είναι πολύ ελαφρό.

Οι εργασίες διπλής εκχύλωσης είναι, κατά βήματα, ίδιες με αυτές της απλής εκχύλωσης.

Άσκηση: Προβείτε στη διπλή εκχύλωση ενός μεταλλικού σωλήνα με τα μέσα που διαθέτει το εργαστήριο και τις εργασίες που περιγράφονται, κατά βήματα, στην προηγούμενη άσκηση (σχήμα Α.1.6.5 β).

ΑΣΚΗΣΗ 6η

Διόγκωση Μεταλλικού Σωλήνα

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί τη συσκευή διόγκωσης.
- Να διογκώνει μόνος του ένα μεταλλικό σωλήνα.
- Να αξιολογεί την ποιότητα της διόγκωσης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μεταλλικός σωλήνας με διάμετρο το πολύ 1/4 ίντσες.
- Συσκευή διόγκωσης χειρός, μέγγενη και λιπαντικό.

Εργασίες κατά βήματα

Σημείωση: Η επιλογή της συσκευής διόγκωσης εξαρτάται από τη διάμετρο και το πάχος του τοιχώματος του σωλήνα και από την πρώτη ύλη κατασκευής. Το εργαλείο χειρός χρησιμοποιείται για τη διόγκωση σωλήνων με εξωτερική διάμετρο μέχρι 1/4 της ίντσας.

1. Λιπαίνουμε το σωλήνα εσωτερικά και εξωτερικά στην περιοχή του ακροσωληνίου με λάδι για να μειωθούν οι τριβές με τους κυλίνδρους διόγκωσης.
2. Σφίγγουμε και σταθεροποιούμε το σωλήνα σε ένα συγκρατήρα σωλήνων ή μία μέγγενη.

3. Περιστρέφουμε το εργαλείο χειρός με τον κατάλληλο κύλινδρο διόγκωσης, κατά αναλογία προς το σωληνοκόφτη. Ο κύλινδρος διόγκωσης εισέρχεται με την περιστροφή του εργαλείου στο εσωτερικό του σωλήνα και αυξάνει τη διάμετρό του στο επιθυμητό μήκος.

Σημείωση: Το εργαλείο χειρός διατίθεται στο εμπόριο σε πλήρη συλλογή που περιλαμβάνει συνήθως το εργαλείο χειρός, μία πλήρη σειρά από κυλίνδρους διόγκωσης και μία ειδική μέγγενη για συγκράτηση σωλήνων. Τα εργαλεία χειρός είναι πρακτικά πιο εύχρηστα από τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές διόγκωσης που διατίθενται στο εμπόριο.

Άσκηση: Σύμφωνα με τα ανωτέρω προβείτε στη διόγκωση των άκρων ενός μεταλλικού σωλήνα με τα υλικά και μέσα του εργαστηρίου.

ΑΣΚΗΣΗ 7η

Συναρμολόγηση Σωληνώσεων χωρίς Εκχύλωση

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα :

- Να συναρμολογεί μεταλλικούς σωλήνες χωρίς εκχύλωση.
- Να αξιολογεί την ποιότητα σύνδεσης μετά την ολοκλήρωσή της.

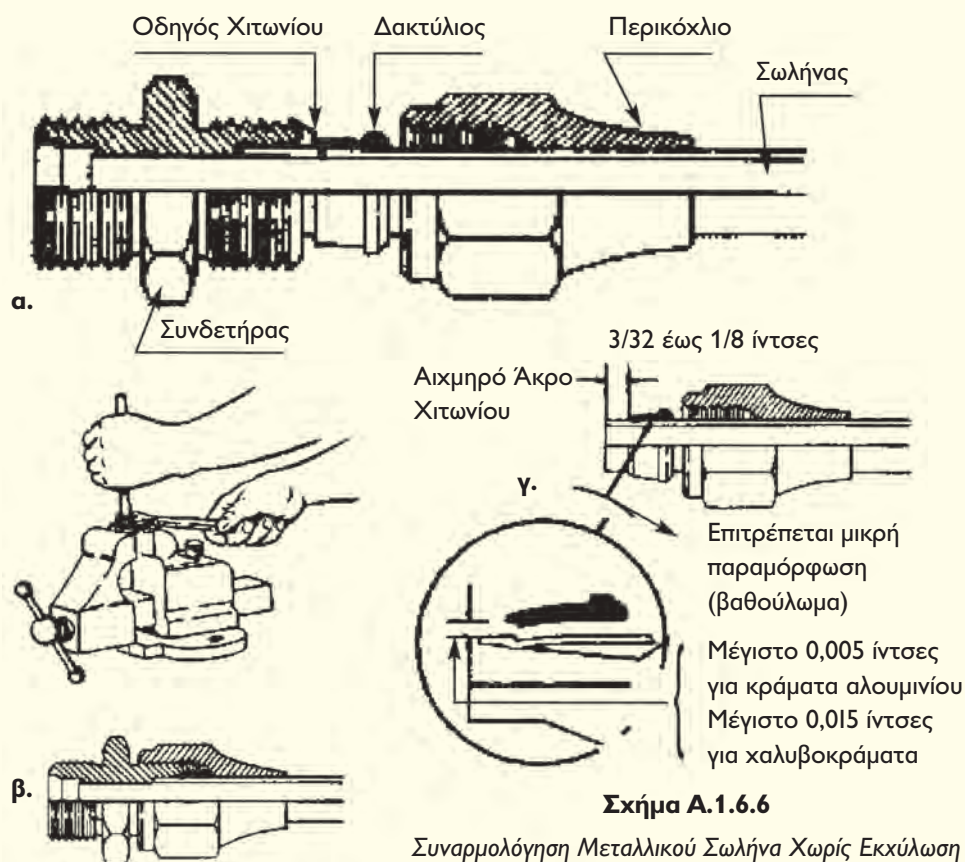
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μεταλλικός σωλήνας, μέγγενη και λιπαντικό
- Ένας πλήρης σύνδεσμος. Κλειδιά με ανοικτά και κλειστά άκρα.

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα Α. 1.6.6)

1. Κόβουμε το μεταλλικό σωλήνα στο προβλεπόμενο μήκος και τον καθαρίζουμε, στην περιοχή των τομών, από γρέζια και ακμές.
2. Λιπαίνουμε εσωτερικά και εσωτερικά την περιοχή των ακροσωληνίων. Περνάμε το σύνδεσμο (προσαρμογέα), το περικόχλιο και το αντίστοιχο χιτώνιο εξωτερικά του σωλήνα (σχήμα Α.1.6.6 α).
3. Λιπαίνουμε τα σπειρώματα του περικοχλίου και του συνδετήρα με υδραυλικό υγρό.
4. Σφίγγουμε το σύνδεσμο σε μία μέγγενη και κρατάμε το σωλήνα σταθερά, έτσι ώστε να εδράζεται πλήρως μέσα στο συνδετήρα.
5. Κοχλιώνουμε το περικόχλιο μέχρι να σφικτεί επαρκώς στο σωλήνα. Περιστρέφουμε δεξιά - αριστερά το σωλήνα για να ελέγχουμε το βαθμό σύσφιξης.

Όταν ο σωλήνας δεν περιστρέφεται πλέον με το χέρι, τότε προβαίνουμε σε τελικό σφίξιμο του περικόχλιου (σχήμα Α.1.6.6 β).



6. Το τελικό σφίξιμο εξαρτάται από τη διάμετρο και την πρώτη ύλη του σωλήνα. Στους σωλήνες από κράμα αλουμινίου με εξωτερική διάμετρο μέχρι 1/2 ίντσες σφίγγουμε το περικόχλιο από 1 έως 1 1/6 στροφές. Στους χαλυβδοσωλήνες και στους σωλήνες από κράμα αλουμινίου με εξωτερική διάμετρο μεγαλύτερη από 1/2 της ίντσας, σφίγγουμε το περικόχλιο από 1 1/6 έως 1 1/2 στροφές.

7. Αποσυνδέουμε το σωλήνα από το συνδετήρα και ελέγχουμε τα εξής (σχήμα Α.1.6.6 γ):

α. Η μετωπική επιφάνεια του άκρου του σωλήνα πρέπει να απέχει 3/32 έως 1/8 της ίντσας από το άκρο του χιτωνίου.

β. Το εμπρόσθιο οδηγητικό τμήμα του χιτωνίου πρέπει να εφάπτεται εξωτερικά του σωλήνα με μέγιστη ανοχή 0,005 ίντσες για σωλήνες από κράματα αλουμινίου και 0,015 της ίντσας για σωλήνες από χάλυβα.

γ. Επιτρέπεται μικρή μόνο υποχώρηση (βαθούλωμα) της επιφάνειας του σωλήνα από την πίεση του χιτώνιου. Το χιτώνιο επιτρέπεται να περιστρέφεται, αλλά δεν επιτρέπεται να μετακινείται πίσω - μπρος.

ΑΣΚΗΣΗ 8η

Εγκατάσταση Μεταλλικών Σωληνώσεων σε Α/φος Χωρίς Εκχύλωση.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να τοποθετεί στο α/φος μεταλλικούς σωλήνες χωρίς εκχύλωση.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μεταλλική σωλήνωση χωρίς εκχυλώσεις.
- Ένας πλήρης σύνδεσμος. Κλειδιά με ανοικτά και κλειστά άκρα.

Εργασίες κατά βήματα

1. Τοποθετούμε τη σωλήνωση στη θέση εγκατάστασής της και ελέγχουμε εάν ταιριάζει για περαιτέρω συναρμολόγηση.
2. Κρατάμε σταθερό τον προσαρμογέα με εξαγωνικό κλειδί και σφίγγουμε το περικόχλιο όσο μπορούμε με το χέρι.
3. Περιστρέφουμε το περικόχλιο με κλειδί κατά 1/6 στροφές.
4. Εάν υπάρχει διαρροή, περιστρέφουμε το περικόχλιο πάλι κατά 1/6 στροφές
5. Εάν συνεχίζεται η διαρροή, αποσυναρμολογούμε τη μεταλλική σωλήνωση και την επισκευάζουμε.

Τα τεχνικά εγχειρίδια α/φών προσδιορίζουν τις ροπές σύσφιξης των περικοχλίων των σωληνώσεων χωρίς εκχύλωση π.χ. πίνακας A17.

ΑΣΚΗΣΗ 9η

Αντικατάσταση Μεταλλικών Σωληνώσεων σε Α/φος.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αφαιρεί και να αντικαθιστά μεταλλικές σωληνώσεις σε α/φος.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

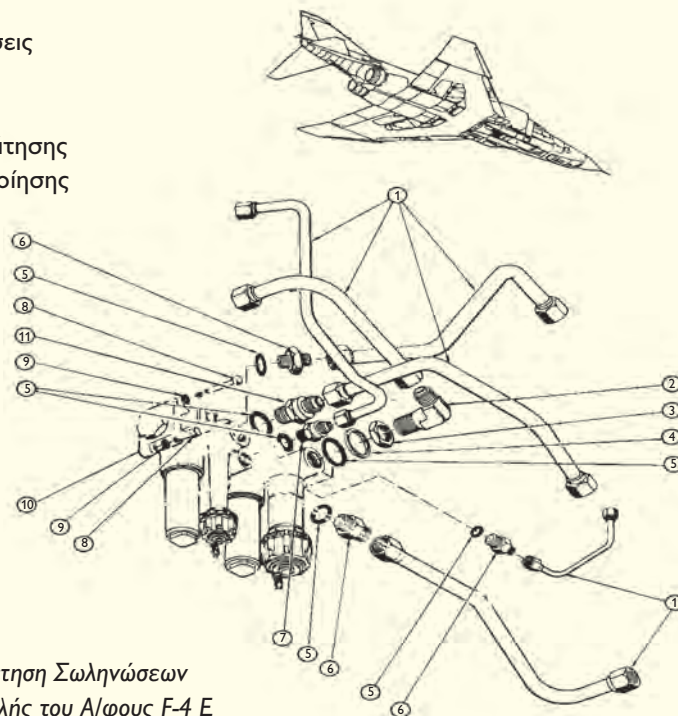
- Μεταλλική σωλήνωση.
- Ένας πλήρης σύνδεσμος. Κλειδιά με ανοικτά και κλειστά άκρα.

Εργασίες κατά βήματα

1. Αποσυναρμολογούμε τη φθαρμένη μεταλλική σωλήνωση του α/φους και την αφαιρούμε.
2. Τοποθετούμε τη νέα μεταλλική σωλήνωση στο α/φος, εκτελώντας, κατά βήματα, τις εργασίες της προηγούμενης άσκησης.

Στο σχήμα A1.6.7 απεικονίζεται η αφαίρεση και επανατοποθέτηση μεταλλικών σωλήνων της πολλαπλής του α/φους F-4 E.

1. Υδραυλικές σωληνώσεις
2. Γωνιακός σύνδεσμος
3. Περικόχλιο
4. Παρέμβασμα συγκράτησης
5. Δακτύλιος στεγανοποίησης
6. Συνδετήρας
7. Βαλβίδα ελέγχου
8. Βλήτρο
9. Παράκυκλος
10. Πολλαπλή

**Σχήμα A.1.6.7**

Αφαίρεση και Επανατοποθέτηση Σωληνώσεων για τον Έλεγχο της Πολλαπλής του Αίφους F-4 E

ΑΣΚΗΣΗ 10η

Επισκευή Μεταλλικού Σωλήνα Χαμηλής Πίεσης

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

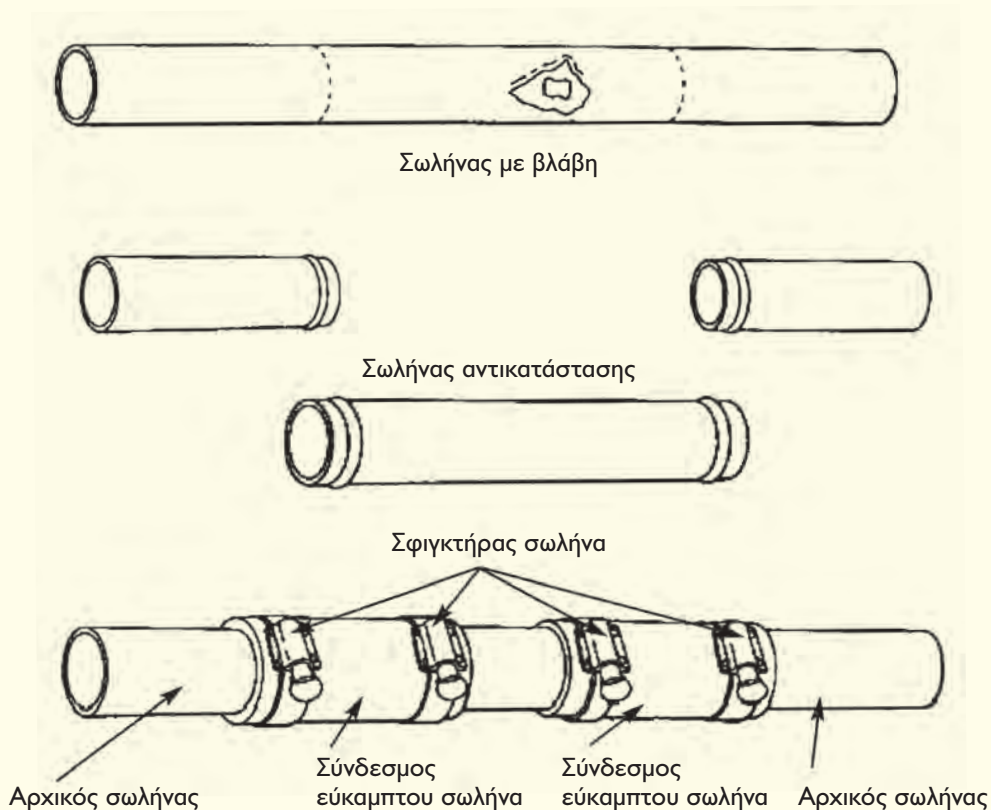
- Να επιλέγει τα προβλεπόμενα υλικά επισκευής.
- Να επισκευάζει φθαρμένο μεταλλικό σωλήνα χαμηλής πίεσης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Φθαρμένη μεταλλική σωλήνωση χαμηλής πίεσης.
- Μεταλλικός και ελαστικός σωλήνας, σφιγκτήρες και κατσαβίδι.

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα Α. 1.6.8)

1. Προσδιορίζουμε με ακρίβεια την περιοχή του σωλήνα που είναι φθαρμένη και σημειώνουμε τα άκρα της.

**Σχήμα Α.1.6.8: Επισκευή Μεταλλικού Σωλήνα Χαμηλής Πίεσης**

2. Κόβουμε και αφαιρούμε το φθαρμένο τμήμα του σωλήνα.
3. Διογκώνουμε τα άκρα του σωλήνα μετά την κοπή.
4. Κόβουμε και διογκώνουμε ένα τμήμα από σωλήνα μήκους 1/2 ίντσες μικρότερο από το τμήμα που αφαιρέθηκε. Το τμήμα του σωλήνα που κόβουμε πρέπει να είναι ίδιο με το σωλήνα που επισκευάζουμε.
5. Τοποθετούμε το σωλήνα που διογκώσαμε στη θέση του φθαρμένου τμήματος που αφαιρέσαμε και συναρμολογούμε τους μεταλλικούς σωλήνες με συνδέσμους - τεμάχια ελαστικού σωλήνα και σφιγκτήρες.

Άσκηση: Προβείτε στην επισκευή ενός μεταλλικού σωλήνα χαμηλής πίεσης, σύμφωνα με τις εργασίες που περιγράφονται ανωτέρω και απεικονίζονται στο σχήμα Α.1.6.8 και τα μέσα του εργαστηρίου.

ΑΣΚΗΣΗ 11η

Επισκευή Μεταλλικού Σωλήνα Υψηλής Πίεσης

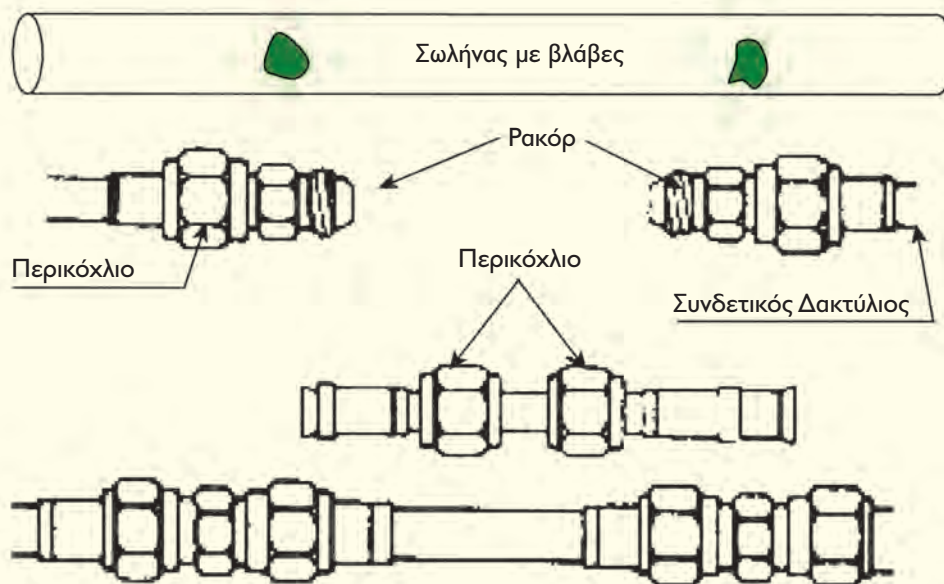
Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να επιλέγει τα προβλεπόμενα υλικά επισκευής.
- Να επισκευάζει φθαρμένο μεταλλικό σωλήνα υψηλής πίεσης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Φθαρμένη μεταλλική σωλήνωση υψηλής πίεσης.
- Μεταλλικός σωλήνας ίδιος με το φθαρμένο.
- Ρακόρ, περικόχλια και συνδετικοί δακτύλιοι.
- Κλειδιά με ανοικτά και κλειστά άκρα (Γερμανικά και πολύγωνα)



Σχήμα A.1.6.9: Επισκευή Μεταλλικού Σωλήνα Υψηλής Πίεσης

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα A.1.6.9)

1. Προσδιορίζουμε με ακρίβεια την περιοχή του σωλήνα που είναι φθαρμένη και σημειώνουμε τα άκρα της.
2. Κόβουμε και αφαιρούμε το φθαρμένο τμήμα του σωλήνα.
3. Τοποθετούμε στα δύο τμήματα του μεταλλικού σωλήνα που κόψαμε περικόχλια και συνδετικούς δακτυλίους.

4. Εκκυλώνουμε τα δύο άκρα του μεταλλικού σωλήνα που κόψαμε.
5. Κόβουμε από μεταλλικό σωλήνα, ίδιο με αυτόν που είχε τη φθορά, τμήμα με μήκος ίσο με αυτό που κόψαμε.
6. Τοποθετούμε στα δύο άκρα του τμήματος του μεταλλικού σωλήνα που κόψαμε στο βήμα 5 περικόχλια και συνδετικούς δακτυλίους.
7. Εκκυλώνουμε τα δύο άκρα του τμήματος του σωλήνα και τοποθετούμε ρακόρ στα άκρα του.
8. Τοποθετούμε το μεταλλικό σωλήνα στη θέση του τμήματος του αρχικού φθαρμένου σωλήνα που κόψαμε και το συναρμολογούμε.
9. Σφίγγουμε τα περικόχλια σύνδεσης.

ΑΣΚΗΣΗ 12η

Κατασκευή Ελαστικών Σωληνώσεων

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

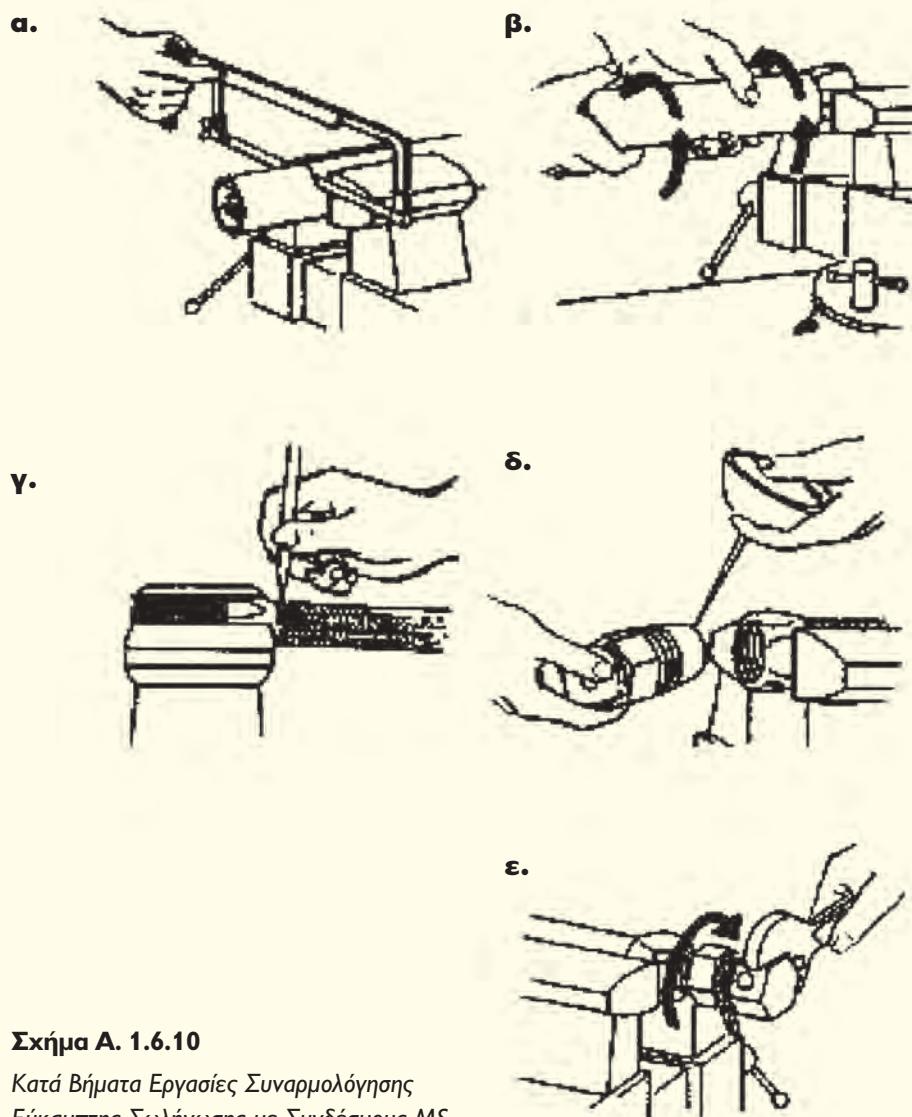
- Να επιλέγει τα προβλεπόμενα υλικά κατασκευής.
- Να κατασκευάζει ελαστικό σωλήνα από τα επιμέρους υλικά του.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Ελαστικός σωλήνας, προσαρμογείς, μέγγενη, λίμα, σιδηροπρίονο και κλειδιά με ανοικτά και κλειστά άκρα (Γερμανικά, πολύγωνα).

Εργασίες κατά βήματα (σχήμα Α.1.6.10)

1. Επιλέγουμε τον ελαστικό σωλήνα και τους προσαρμογείς.
2. Σφίγγουμε το σωλήνα σε μία μέγγενη και τον κόβουμε με ένα σιδηροπρίονο με λάμα μικρής οδόντωσης (σχήμα Α.1.6.10 α).
3. Σφίγγουμε τον προσαρμογέα στη μέγγενη και βιδώνουμε τον ελαστικό σωλήνα στον προσαρμογέα αριστερόστροφα μέχρι να τερματίσει το σπείρωμα. Στρίβουμε το σωλήνα δεξιόστροφα κατά 1/ 4 στροφές (σχήμα Α.1.6.10 β).
4. Σημειώνουμε και αποτυπώνουμε με ένα μολύβι έναν πλήρη κύκλο επί της εξωτερικής επιφάνειας του σωλήνα το σημείο που αντιστοιχεί στο οπίσθιο τμήμα του υποδοχέα (σχήμα Α.1.6.10 γ).
5. Λιπαίνουμε το εσωτερικό τοίχωμα του σωλήνα και την προέκταση του σπειρώματος του συνδέσμου (σχήμα Α.1.6.10 δ).
6. Κοχλιώνουμε τον προσαρμογέα με το περικόχλιο (σχήμα Α.1.6.10 ε).

**Σχήμα Α. 1.6.10**

Κατά Βήματα Εργασίες Συναρμολόγησης
Εύκαμπτης Σωλήνωσης με Συνδέσμους MS

Εργασίες

1. Επιλέξτε έναν τύπο α/φους, π.χ. F-16. Εντοπίστε το τεχνικό εγχειρίδιο που περιγράφει τις σωληνώσεις του. Καταγράψτε τα συστήματα στα οποία χρησιμοποιούνται μεταλλικές και εύκαμπτες σωληνώσεις.
2. Εντοπίστε στο διαδίκτυο ή στην Πολεμική Αεροπορία το τεχνικό εγχειρίδιο Technical Manual, TM 1 - 1500 - 204 - 23 - 2, Headquarters Department of the Army 31 July 1992 και καταγράψτε τις τεχνικές διαμόρφωσης μεταλλικών σωληνώσεων.

1.7 Καθαρισμός Α/φους

1.7.1 Γενικά

Ο καθαρισμός του α/φους είναι ένας σημαντικός παράγοντας στο συνολικό κύκλο συντήρησής του και είναι παράγοντας αντιδιαβρωτικής προστασίας. Ο συχνός καθαρισμός της εξωτερικής επιφάνειας επιβάλλεται, όταν το α/φος εκτελεί πτήσεις και σταθμεύει σε περιοχές κοντά στη θάλασσα. Τα σταγονίδια του αλατόνευρου που επικάθονται στις εξωτερικές επιφάνειες του α/φους και συγκεντρώνονται, ιδίως σε κοιλώματα, όπως στους αεραγωγούς, εάν δεν απομακρυνθούν εγκαίρως διαβρώνουν τις επικαλύψεις του. Η στάθμευση και παραμονή του σε υπόστεγα συμβάλλει στην αντιδιαβρωτική προστασία. Οι καθαρές εξωτερικές επιφάνειες επιτρέπουν τον άμεσο εντοπισμό χαλαρών ήλων, εστιών επιφανειακής διάβρωσης, κ.τ.λ. Ο καθαρισμός βελτιώνει την αεροδυναμική απόδοση μειώνοντας την οπισθέλκουσα τριβής.

Ο καθαρισμός διακρίνεται σε εξωτερικό και εσωτερικό, καθώς και μηχανικό και χημικό καθαρισμό. Τα υλικά καθαρισμού είναι διαφορετικά για τον εξωτερικό και εσωτερικό καθαρισμό και εξαρτώνται και από το είδος της επιφάνειας που πρόκειται να καθαρισθεί.

Εξωτερικός καθαρισμός

Υπάρχουν δύο τρόποι καθαρισμού της εξωτερικής επιφάνειας του α/φους: α) Υγρός καθαρισμός και β) Ξηρός καθαρισμός. Τα υλικά εξωτερικού καθαρισμού του α/φους και του κινητήρα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: ελαφρά και βαριά και σε δύο τύπους: διαλυτικά και γαλακτώματα. Τα σαπούνια και συνθετικά απορρυπαντικά είναι ελαφρά καθαριστικά, ενώ τα διαλυτικά και γαλακτώματα βαριά. Δεν επιτρέπεται η χρήση εύφλεκτων ή τοξικών υλικών καθαρισμού.

α. Καθαρισμός Επιφανειών με Χρώμα. Δεν επιτρέπεται ο ξηρός καθαρισμός των επιφανειών του α/φους που έχουν υποστεί χρώση, διότι δημιουργούνται εκδορές και χαρακώσεις στην επίστρωση χρώματος ή στην επιφάνεια της επικάλυψης αλουμινίου η οποία είναι Alclad. Χρησιμοποιούνται πρώτα τα μαλακά και μετά τα σκληρά υλικά καθαρισμού.

Ο υγρός καθαρισμός χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των περισσότερων ακαθαρσιών, όπως γράσων, λαδιών, υπολείμματα καυσαερίων, κ.τ.λ. αλλά δεν αφαιρεί τις οξειδώσεις και διαβρώσεις. Συνήθως, η σειρά των εργασιών καθαρισμού των εξωτερικών επιφανειών που έχουν υποστεί χρώση είναι οι εξής:

α) Πλύσιμο με νερό και μαλακά σαπούνια ή υγρά απορρυπαντικά είτε με ψεκασμό είτε με πανιά, β) Ξέπλυμα με άφθονο νερό υπό πίεση και γ) Στέγνωμα με αέρα ή πανιά. Τα κύρια υλικά εξωτερικού και εσωτερικού καθαρισμού είναι τα σαπούνια και τα σύνθετα απορρυπαντικά.

Ο ξηρός καθαρισμός χρησιμοποιείται, όταν δεν είναι εφικτός ο υγρός. Τα υλικά του ξηρού καθαρισμού ψεκάζονται ή επαλείφονται με πανιά και εν συνεχεία αφαιρούνται με καθαρά στεγνά πανιά.

β. Καθαρισμός Πλαστικών Παραθύρων. Οι πλαστικές επιφάνειες είναι πολύ ευαίσθητες και δεν επιτρέπεται να υποστούν χαρακιές. Η σειρά των εργασιών καθαρισμού είναι η ακόλουθη: α) Πλένονται πρώτα με άφθονο νερό χαμηλής πίεσης για την απομάκρυνση αλάτων, άμμου, σκόνης και άλλων ακαθαρσιών, β) Πλένονται με μαλακό σαπούνι, συνήθως με το χέρι, βρεγμένο δέρμα δορκάδας ή μαλακό βαμβακερό ύφασμα και γ) Καθαρίζονται και στεγνώνουν με δέρμα δορκάδας. Τα λάδια και τα γράσα αφαιρούνται με μαλακό βρεγμένο πανί και σαπουνόνερο.

γ. Καθαρισμός Ελαστικών. Καθαρίζονται με μαλακό σαπούνι και νερό ή γαλάκτωμα καθαρισμού. Δεν επιτρέπεται η χρήση διαλυτικών πετρελαίου, διότι διαβρώνουν το ελαστικό. Ξερά γράσα, λάδια και υδραυλικά υγρά μπορούν να αφαιρεθούν με τοπικό καθαρισμό με πανί βρεγμένο σε διαλυτικά πετρελαίου και άμεση πλύση με νερό.

δ. Ευαίσθητες Επιφάνειες. Οι ευαίσθητες επιφάνειες του α/φους, όπως η περιοχή μπροστά από το χώρο διακυβέρνησής του, που έχει μαύρη επίστρωση χρώματος, πρέπει να καθαρίζονται με ελάχιστη πίεση και με μαλακά υλικά καθαρισμού, όπως μαλακός σπόγγος ή πανί.

Μετά τον καθαρισμό λιπαίνονται τα προβλεπόμενα σημεία και ιδίως οι γυγγλισμοί, επειδή το γράσο χάνει τις λιπαντικές του ιδιότητες.

Εσωτερικός Καθαρισμός

Οι σκόνες και τα σκουπίδια απομακρύνονται από τους τάπητες και την ταπετσαρία με ηλεκτρική σκούπα. Κατά τον καθαρισμό τους δεν επιτρέπεται να παραμείνουν υπολείμματα καθαριστικών, διότι μπορεί να προκαλέσουν διαβρώσεις. Κατά τον καθαρισμό του πίνακα οργάνων του χώρου διακυβέρνησης δεν επιτρέπεται ο ψεκασμός καθαριστικού και τα πανιά δεν πρέπει να είναι πολύ βρεγμένα.

Καθαρισμός Κινητήρα

Οι κινητήρες καθαρίζονται για τους ίδιους λόγους που καθαρίζονται τα α/φη. Οι ακαθαρσίες στις επιφάνειες του κινητήρα μειώνουν τη μεταφορά θερμότητας

προς το περιβάλλον και κατά συνέπεια την ψύξη. Ο καθαρισμός των πτερυγίων της έλικας συντελεί στον εντοπισμό κακώσεων, ρωγμών και διαβρώσεων. Καθαρίζονται με σαπούνια και μαλακά καθαριστικά υλικά που καθορίζονται στα εγχειρίδια του α/φους. Οι περιοχές του χείλους προσβολής των πτερυγίων είναι ευάλωτες σε διάβρωση, εάν δεν υποστούν κατάλληλη προστασία. Δεν επιτρέπεται η χρήση μέσων, όπως σιδηρόβουρτσες ή χαλυβόβουρτσες και υλικών καθαρισμού, π.χ. καυστικά διαλυτικά που μπορεί να δημιουργήσουν χαρακιές.

Ο καθαρισμός του κινητήρα αρχίζει, με τα προβλεπόμενα υγρά καθαρισμού, από το άνω μέρος και συνεχίζεται προς τα κάτω. Χρησιμοποιούνται μαλακά μέσα καθαρισμού, όπως πινέλα ή μαλακές βούρτσες.

1.7.2 Διαλύματα Καθαρισμού

Γενικά. Η ελάχιστη θερμοκρασία ανάφλεξης των διαλυτικών καθαρισμού πρέπει να είναι 40° C. Ορισμένα από αυτά, όπως τα χλωριούχα, είναι τοξικά και απαιτείται προσοχή στη χρήση τους.

Διαλύματα Ξηρού Καθαρισμού. Ο ξηρός καθαρισμός χρησιμοποιείται, όταν δεν είναι εφικτός ο υγρός. Το πιο κοινό διάλυμα ξηρού καθαρισμού α/φών είναι παράγωγο πετρελαίου με την εμπορική ονομασία Stoddard. Τα πιο γνωστά διαλύματα ξηρού καθαρισμού είναι:

Αλειφατική και Αρωματική Νάφθα. Η αλειφατική χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό επιφανειών, πριν τη χρώση και τον καθαρισμό ελαστικών και ακρυλικών υλικών. Η αρωματική, όπως η ακετόνη και μεθυλοαιθυλοκετόνη είναι τοξική, προσβάλλει τα ελαστικά και ακρυλικά υλικά και απαιτεί κατάλληλο εξαερισμό και προστατευτικά μέτρα.

Τριχλωροαιθάνιο. Είναι καθαριστικό γενικής χρήσης βαρύτερο από τα σαπούνια και χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση γράσου.

Μεθυλοαιθυλοκετόνη (ASTM D 740). Χρησιμοποιείται κυρίως για τον καθαρισμό επιφανειών πριν τη χρώση και συγκόλληση, είναι τοξικό και εύφλεκτο. Απαιτείται εξαερισμός του χώρου χρήσης του.

1.7.3 Γαλακτώματα Καθαρισμού

Καθαριστικά Γαλακτώματα Νερού. Ανήκουν στα "βαριά" υλικά καθαρισμού και χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση καταλοίπων από λάδια, γράσα, κ.τ.λ. Πριν τη χρήση τους απαιτείται δοκιμή.

Καθαριστικά Διαλύματα Γαλακτώματος. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι: με φαινόλη και χωρίς φαινόλη. Δεν επιτρέπεται η χρήση τους για τον καθαρισμό ελαστικών και πλαστικών επιφανειών και απαιτείται προστασία με γάντια και γυαλιά.

Τα γαλακτώματα με βάση τη φαινόλη είναι πολύ δραστικά και μαλακώνουν την επίστρωση του χρώματος, εν αντιθέσει προς αυτά χωρίς φαινόλη.

1.7.4 Μηχανικός και Χημικός Καθαρισμός

Μηχανικός Καθαρισμός

Χρησιμοποιείται για την αφαίρεση χρώματος ή διάβρωσης μικρών επιφανειών. Τα μέσα και οι μέθοδοι εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως το προς αφαίρεση υλικό (χρώμα και διάβρωση), από την πρώτη ύλη κατασκευής του εξαρτήματος, κ.τ.λ. Εκτελείται μόνον, όταν δεν είναι εφικτός ο χημικός καθαρισμός. Απαιτεί ιδιαίτερη επιδεξιότητα για την αποφυγή κακώσεων και αμυχών.

Υλικά Μηχανικού Καθαρισμού. Είναι μεταλλικά μαλλιά, βούρτσες από λεπτό σύρμα και υφάσματα. Η απομάκρυνση λεπτού στρώματος διάβρωσης ή κηλίδων από μεταλλικές επιφάνειες επιτυγχάνεται με αφαίρεση ελάχιστου πάχους μετάλλου με πολύ λεπτή σκόνη ελαφρόπετρας. Η σκόνη ελαφρόπετρας με νερό τρίβεται στην προς καθαρισμό επιφάνεια και μετά το στέγνωμα αφαιρείται η ξερή σκόνη ελαφρόπετρας.

Μεταλλικές Βούρτσες. Χρησιμοποιούνται για αφαίρεση εκτεταμένης διάβρωσης ή χρώματος. Υπάρχουν βούρτσες από σύρμα αλουμινίου, ανοξείδωτο χάλυβα και μπρούντζο.

Μεταλλικές Λινάτσες. Χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση διάβρωσης από μεταλλικές επιφάνειες. Υπάρχουν πολύ τύποι, οι βασικοί των οποίων είναι από αλουμίνιο, ανοξείδωτο χάλυβα, χαλκό και χάλυβα.

Πλαστικοβολή. Κατά αναλογία προς την αμμοβολή, ριπή μικρών πλαστικών σφαιριδίων προσπίπτει στην προς καθαρισμό επιφάνεια και απομακρύνει το χρώμα ή τη διάβρωση. Χρησιμοποιείται για την αφαίρεση διάβρωσης σε σιδηρούχα κράματα εκτός από τον ανοξείδωτο χάλυβα και του χρώματος σε εξαρτήματα από κράματα αλουμινίου με ελάχιστο πάχος 0,032 της ίντσας.

Νερό με Πίεση. Η πίεση του νερού εξαρτάται από το προς απομάκρυνση υλικό και την πρώτη ύλη του εξαρτήματος.

Γυαλόχαρτα και Σμυριδόπανα. Χρησιμοποιούνται γυαλόχαρτα με οξειδία του αλουμινίου με λεπτή (240 grids) έως πολύ λεπτή τραχύτητα (320 grids). Τα γυαλόχαρτα και σμυριδόπανα χρησιμοποιούνται είτε ξηρά ως έχουν είτε βρεγμένα με νερό. Περισσότερο αποτελεσματικά από τα γυαλόχαρτα και σμυριδόπανα οξειδίου του αλουμινίου είναι τα αντίστοιχα από καρβίδια του πυριτίου με τραχύτητα από 240 grids έως 320 grids. Απαιτείται προσοχή για την αποφυγή κακώσεων και αμυχών.

Χημικός Καθαρισμός

Είναι ο κατ' εξοχήν καθαρισμός του χρώματος και των διαβρώσεων και χρησιμοποιείται συνήθως σε μεγάλες επιφάνειες. Μετά την αφαίρεση του χρώματος ή της διάβρωσης απαιτείται πολύ καλός καθαρισμός. Τα υπολείμματα από καθαριστικά στην επιφάνεια που καθαρίσθηκε ή σε γειτνιάζοντα διάκενα είναι εστίες διάβρωσης. Τα χημικά υλικά καθαρισμού έχουν όριο ζωής και εξαρτώνται από το είδος του χρώματος, του ασταριού ή της διάβρωσης.

Οι επιφάνειες αλουμινίου καθαρίζονται συχνά με μίγμα φωσφορικού - νιτρικού οξέος. Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα προκαλεί εγκαύματα και απαιτείται πλύση με νερό ή κοινή σόδα. Τα σαπούνια και τα απορρυπαντικά χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό ακαθαρσιών που έχουν επικαθίσει στο χρώμα. Διαλύονται στο νερό και στο λάδι και η δραστηρότητά τους αυξάνεται με αυξανόμενη αναλογία προσθήκης.

1.7.5 Διαδικασίες και Μέσα καθαρισμού

Οι εργασίες του εσωτερικού και εξωτερικού καθαρισμού του α/φους ακολουθούν μία συγκεκριμένη σειρά και διαδικασία που καθορίζεται στα εγχειρίδια των α/φών. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό ενός α/φους είναι εργαλεία χειρός, όπως πανιά, γυαλόχαρτα, βούρτσες και εργαλεία που λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα.

Οι εργασίες εξωτερικού καθαρισμού ενός μαχητικού α/φους περιγράφονται κατά βήματα στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Περίληψη της Έβδομης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

Ο καθαρισμός του α/φους είναι ένας σημαντικός παράγοντας αντιδιαβρωτικής προστασίας, πρόληψης και εντοπισμού της διάβρωσης των εξωτερικών επιφανειών του. Ο καθαρισμός της εξωτερικής επιφάνειας μπορεί να είναι υγρός ή ξηρός. Τα υλικά εξωτερικού και εσωτερικού καθαρισμού του α/φους και του κινητήρα διακρίνονται σε ελαφρά και βαριά και σε διαλυτικά και γαλακτώματα. Τα σαπούνια και τα συνθετικά απορρυπαντικά είναι ελαφρά, ενώ τα διαλυτικά και γαλακτώματα βαριά. Οι επιφάνειες με χρώμα υφίστανται υγρό καθαρισμό που συνίσταται σε πλύσιμο με νερό και μαλακά σαπούνια, ξέπλυμα με νερό υπό πίεση και στέγνωμα με αέρα ή πανιά. Οι πλαστικές επιφάνειες είναι ευαίσθητες και πλένονται πρώτα με άφθονο νερό χαμηλής πίεσης, εν συνεχεία με μαλακό σαπούνι, συνήθως, με το χέρι και στεγνώνουν με μαλακό βαμβακερό ύφασμα. Κατά τον εσωτερικό καθαρι-

σμό του α/φους δεν επιτρέπεται να παραμείνουν υπολείμματα καθαριστικών και ξένων υλικών, επειδή είναι εστίες διάβρωσης. Τα πτερύγια της έλικας καθαρίζονται με σαπούνια και μαλακά καθαριστικά υλικά. Ο ξηρός καθαρισμός χρησιμοποιείται, όπου δεν αποδίδει ο υγρός. Τα πιο συνήθη διαλύματα ξηρού καθαρισμού είναι η αλειφατική και αρωματική νάφθα, το τριχλωροαιθάνιο και η μεθυλοαιθυλοκετόνη. Η αφαίρεση χρώματος ή διάβρωσης από μικρές επιφάνειες επιτυγχάνεται με μηχανικό ή χημικό καθαρισμό. Ο μηχανικός καθαρισμός εκτελείται μόνον, όταν δεν είναι εφικτός ο χημικός, και εκτελείται με βούρτσες από λεπτό σύρμα, υφάσματα, λινάτσες, πλαστικοβολή, νερό υπό πίεση, γυαλόχαρτα και σμυριδόπανα. Ο καθαρισμός του χρώματος και των διαβρώσεων είναι κατ' εξοχήν χημικός. Οι εργασίες εσωτερικού και εξωτερικού καθαρισμού του α/φους ακολουθούν μία συγκεκριμένη σειρά και διαδικασία που καθορίζεται στα εγχειρίδιά τους.

1. Για ποιους λόγους καθαρίζονται οι κινητήρες των α/φών;
2. Αναφέρατε τους κύριους τρόπους καθαρισμού των εξωτερικών επιφανειών του α/φους.
3. Σε ποιες κατηγορίες και σε ποιους τύπους διακρίνονται τα υλικά εξωτερικού και εσωτερικού καθαρισμού του α/φους και του κινητήρα;
4. Ποια υλικά που επικάθονται στην εξωτερική επιφάνεια του α/φους είναι πιθανές εστίες διάβρωσης;
5. Οι εξωτερικές επιφάνειες του α/φους με χρώση καθαρίζονται με ξηρό ή υγρό καθαρισμό;
6. Πότε χρησιμοποιείται ο υγρός καθαρισμός επιφανειών με χρώμα;
7. Αναφέρατε τη σειρά των εργασιών καθαρισμού των εξωτερικών επιφανειών του α/φους που έχουν υποστεί χρώση.
8. Πότε χρησιμοποιείται ξηρός καθαρισμός επιφανειών με χρώμα;
9. Πώς πλένονται οι πλαστικές επιφάνειες (παράθυρα) των α/φών;
10. Πώς καθαρίζονται οι ευαίσθητες επιφάνειες του α/φους, όπως η περιοχή μπροστά από το χώρο διακυβέρνησης που έχει μαύρη επίστρωση χρώματος;
11. Αναφέρατε τα πιο γνωστά διαλύματα ξηρού καθαρισμού.
12. Αναφέρατε τα βασικά μέσα μηχανικού καθαρισμού.
13. Πότε χρησιμοποιείται ο μηχανικός καθαρισμός;
14. Πότε χρησιμοποιείται ο χημικός καθαρισμός;

Εργαστηριακές Ασκήσεις της 7ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Καθαρισμός Επιφανειών που έχουν Επίστρωση Χρώματος.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να καθαρίζει μία μεταλλική επιφάνεια που έχει επίστρωση χρώματος με σαπουνόνερο και απορρυπαντικά.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα αλουμινίου με επίστρωση χρώματος και ξερά γράσα, λάδια και ακαθαρσίες.
- Σαπουνόνερο, απορρυπαντικά και μαλακά στεγνά πανιά.

Εργασίες κατά βήματα

1. Πλένουμε την επιφάνεια με σαπουνόνερο ή διάλυμα νερού με υγρά απορρυπαντικά.
2. Ξεπλένουμε την επιφάνεια του τεμαχίου με νερό υπό πίεση.
3. Στεγνώνουμε την επιφάνεια με μαλακά στεγνά πανιά.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Καθαρισμός Πλαστικών Παραθύρων.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να καθαρίζει μία πλαστική επιφάνεια.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Πλαστικό υλικό με ξερά γράσα, λάδια και ακαθαρσίες.
- Σαπουνόνερο, απορρυπαντικά και βαμβακερό ύφασμα.

Εργασίες κατά βήματα

1. Πλένουμε με άφθονο νερό χαμηλής πίεσης την επιφάνεια του πλαστικού για να απομακρυνθούν τα άλατα, οι σκόνες, η άμμος και οι ακαθαρσίες.
2. Μαλακώνουμε με σαπουνόνερο τυχόν ξερά γράσα, λάδια και ακαθαρσίες που απομένουν.
3. Απομακρύνουμε προσεκτικά με μαλακό βρεγμένο πανί σταδιακά τα γράσα, τα λάδια και τις ακαθαρσίες που έχουν μαλακώσει.

4. Πλένουμε την επιφάνεια με μαλακό σαπούνι με το χέρι ή με μαλακό βαμβακερό ύφασμα, μέχρι να απομακρυνθούν οι ακαθαρσίες.
5. Στεγνώνουμε την επιφάνεια με βαμβακερό ύφασμα.

Επισκέψεις

Οι μαθητές μπορούν να παρακολουθήσουν μετά από κατάλληλο προγραμματισμό καθαρισμό των εξωτερικών επιφανειών α/φους στην Ε.Α.Β. Α.Ε. στην Τανάγρα.

Εργασίες

Εντοπίστε στο διαδίκτυο ή την Πολεμική Αεροπορία το τεχνικό εγχειρίδιο NAVAIR 01-1A-509 / Τ.Ο. 1-1-691/ ΤΜ 1-1500-344-23 και καταγράψτε τον εξοπλισμό, τα μέσα και υλικά και τις διαδικασίες καθαρισμού ενός μαχητικού α/φους.

1.8 Χρώματα και Επιστρώσεις Α/φών

1.8.1 Γενικά

Η επίστρωση είναι η επάλειψη με ψεκασμό ή πινέλο μεταλλικών και μη επιφανειών γενικά, με διάφορα προστατευτικά υλικά, όπως αστάρια, σμάλτα, βερνίκια, λάκες και εποξικές ρητίνες. Χρώση είναι το σύνολο των επιστρώσεων από την πρώτη επίστρωση έως την τελική, δηλ. η χρώση είναι ένα σύστημα επιστρώσεων. Η χρώση παρέχει προστασία από διάβρωση και καθιστά τις επιφάνειες πιο λείες.

Οι αεροπορικές επιφανειακές επιστρώσεις ταξινομούνται στις εξής τρεις κατηγορίες: προστασίας, εμφάνισης και διακόσμησης.

Τα εσωτερικά μη ορατά εξαρτήματα επιστρώνονται για προστασία, ενώ τα εξωτερικά για προστασία, εμφάνιση και διακόσμηση. Οι πινακίδες, οι λωρίδες, τα σχήματα, οι αριθμοί και τα γράμματα αναγνώρισης αφορούν τις διακοσμητικές επιστρώσεις. Οι βασικοί παράγοντες μίας επιτυχούς χρώσης είναι: ο καθαρισμός, η στεγνότητα και η χημική προετοιμασία της επιφάνειας, το πάχος της επίστρωσης και ο τύπος και η ποιότητα της τελικής επίστρωσης. Οι βασικές επιστρώσεις των α/φών είναι: αστάρια, επιφανειακές κατεργασίες μετάλλων, λάκες, σμαλτοχρώματα, χρώματα πολυουρεθάνης, κ.τ.λ.

1.8.2 Υλικά Επιστρώσεων

Αστάρια

Τα αστάρια είναι υποστρώματα που προστατεύουν τη μεταλλική επιφάνεια από διάβρωση και αποτελούν τη βάση επίστρωσης για σμαλτόχρωμα, βερνίκι ή λάκα. Διασφαλίζουν μέγιστη πρόσφυση στην επιφάνεια και δημιουργούν ένα υπόστρωμα αντιδιαβρωτικής προστασίας. Η χρωστική ουσία στα αστάρια για επιφάνειες χάλυβα είναι, συνήθως, οξείδιο σιδήρου, χρωμιούχο στρόντιο, οξείδιο ψευδαργύρου, χρωμιούχος ψευδάργυρος, σκόνη ψευδαργύρου ή μίγματά τους. Επίσης, υπάρχουν διμερή αστάρια με βάση βουτυλική και αιθυλική αλκοόλη και φωσφορικό οξύ. Τα αστάρια, ενώ παρέχουν εξαιρετική αντιδιαβρωτική προστασία δεν είναι κατάλληλα για τελική επίστρωση.

Οι βασικοί τύποι αεροπορικών ασταριών είναι οι ακόλουθοι:

Κοινό Αστάρι. Είναι δύο συστατικών. Χρησιμοποιείται σε μεταλλικές επιφάνειες, ως υπόστρωμα του κυρίως ασταριού ουρεθανίου και σμαλτοχρώματα ουρεθανίου. Το πάχος της επίστρωσης είναι πολύ λεπτό.

Αστάρι Χρωμιούχου Ψευδαργύρου. Είναι της προδιαγραφής MIL-P-6889A Τύπος I και II. Ο τύπος I χρησιμοποιείται σε κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, ενώ ο τύπος II σε συνθήκες αυξημένης υγρασίας. Υπάρχουν δύο είδη, το κίτρινο και σκούρο πράσινο.

Ερυθρό Οξείδιο Σιδήρου. Αραιώνεται, συνήθως με νέφτι ή οινόπνευμα. Η επίστρωση εκτελείται με ψεκασμό και σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις με πινέλο. Χρησιμοποιείται σε επιφάνειες σιδήρου ή χάλυβα.

Γκρι Υπόστρωμα Σμάλτου. Είναι αστάρι τύπου λάκας και είναι υπόστρωμα για συνθετικά σμαλτοχρώματα, έγχρωμες λάκες ή ακρυλικές λάκες. Αραιώνεται με διαλυτικά νιτροκυτταρίνης.

Επίσης, χρησιμοποιούνται ευρέως οι εξής τύποι ασταριών:

α) Αστάρι ακρυλικής νιτροκυτταρίνης, β) Εποξικό χρωμιούχο αστάρι EP-420 και γ) Εποξικό αστάρι Corlar.

Διαλυτικά - Αραιωτικά - Στεγνώτικά

Είναι πτητικά υγρά που προστίθενται στο υλικό επίστρωσης (χρώμα, αστάρι, κ.τ.λ.), διαλύονται σε αυτό και το αραιώνουν για να μπορεί να ψεκασθεί. Τα στεγνώτικά προστίθενται και διαλύονται στο υλικό επίστρωσης για να αυξήσουν την ταχύτητα "ξηράνσης". Στα α/φη χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά για τον καθαρισμό της επιφάνειας επίστρωσης, την αραιώση του χρωστικού υλικού, τη ρύθμιση της ταχύτητας εξάτμισης, κ.τ.λ. τα πιο συνήθη από τα οποία είναι τα ακόλουθα:

Ακετόνη. Χρησιμοποιείται σε υφασμάτινες επικαλύψεις για την απομάκρυνση λιπαρών ουσιών και γράσων και τον καθαρισμό των συσκευών ψεκασμού, αλλά και ως συστατικό αποχρωστικών ουσιών. Δεν χρησιμοποιείται ως διαλυτικό χρωμάτων, επειδή το χρώμα, μετά το τελικό στέγνωμα, "αφήνει" μικρά χαρακτηριστικά στίγματα.

Αλκοόλες. Η προσθήκη και ανάμιξη της βουτυλικής αλκοόλης σε χρώμα, καθυστερεί σημαντικά το στέγνωμα και αποφεύγεται η ανομοιόμορφη ξήρανση, ιδιαίτερα σε περιβάλλον με αυξημένη υγρασία.

Επίσης χρησιμοποιούνται προϊόντα πετρελαίου και βενζόλη.

Προσθήκες

Η χρήση τους αυξήθηκε τις τελευταίες δεκαετίες. Βελτιώνουν τις φυσικές και χημικές ιδιότητες της τελικής επίστρωσης. Ορισμένες μεταβάλλουν την ταχύτητα στέγνωσης, άλλες αυξάνουν τη στιλπνότητα και άλλες την αντίσταση σε χημική ή περιβαλλοντολογική προσβολή.

Χρώματα

I. Γενικά. Για το τελικό επίστρωμα χρώσης των α/φών χρησιμοποιούνται: λά-

κες και σμάλτα. Οι λάκες στεγνώνουν γρήγορα, αλλά δεν είναι γυαλιστερά. Τα σμάλτα είναι γυαλιστερά, πλην όμως στεγνώνουν αργά.

II. Λάκες. Η λάκα που χρησιμοποιείται στα α/φη είναι ένα ιξώδες διάλυμα οξικής ή νιτρικής κυτταρίνης με προσθήκες και πλαστικοποιητές που διασφαλίζουν μία λεία, ομοιογενή και ελαστική επίστρωση. Η λάκα έχει ελαστικότητα, αυξημένη πρόσφυση στην επιφάνεια και διάρκεια αντοχής. Γενικά, οι λάκες είναι υλικά με εύκολη χρήση και το επίστρωμά τους επισκευάζεται πολύ εύκολα. Υπάρχουν ειδικές λάκες με αυξημένη αντοχή σε προσβολή από καύσιμα και υδραυλικά υγρά.

Στα α/φη χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τρεις τύποι λάκας:

α. Διαφανής. Υπάρχουν δύο είδη. Το ένα είναι ταχείας στέγνωσης και χρησιμοποιείται για τοπική αποκατάσταση κακώσεων της επίστρωσης και το άλλο ως φορέας για επίστρωση επιφανειών αλουμινίου και μπρούντζου.

β. Ημιχρωματισμένη. Χρησιμοποιείται για την επίστρωση υφασμάτων επιφανειών.

γ. Χρωματισμένη. Χρησιμοποιείται για σήματα αναγνώρισης και εμβλήματα.

III. Βερνίκια. Χρησιμοποιούνται βερνίκια νιτροκυτταρίνης, τα οποία είναι διαφανή και ακρυλικής νιτροκυτταρίνης, που είναι το κατ' εξοχήν γυαλιστερό ή μη επίστρωμα των σύγχρονων α/φών.

III. Ελαιοχρώματα. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε ξύλινες και χαλύβδινες επιφάνειες. Έχουν διάφορα χρώματα και παρέχουν στην επιφάνεια την όψη του επιθυμητού ξύλου. Η επίστρωση γίνεται με ψεκασμό ή πινέλο. Υπάρχουν ορισμένα ελαιοχρώματα, τα οποία αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες για κινητήρες ή συστήματα θέρμανσης.

IV. Σμάλτα. Τα ακρυλικά σμάλτα παρέχουν γυαλιστερή και σκληρή επιφάνεια με αυξημένη αντοχή σε χάραξη και σχετικά υψηλή θερμοκρασία. Λόγω της αυξημένης σκληρότητάς τους χρησιμοποιούνται ως τελευταίο στρώμα φινιρίσματος σε μεταλλικές επιφάνειες. Τα πιο γνωστά αεροπορικά σμάλτα είναι τα ακόλουθα: TT-E-489, A-A-3054, TT-E-527, TT-E-529 και TT-E-515.

V. Πολυουρεθάνες. Χρησιμοποιούνται για τελική επίστρωση, όταν απαιτείται αυξημένη αντοχή στο χρόνο, σε τριβή, σε νερό και σε χημική προσβολή. Είναι πολύ γυαλιστερά.

Αποχρωστικά

Τα αποχρωστικά γενικής χρήσης είναι υλικά χημικού καθαρισμού και χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση χρωμάτων, ασταριών, κ.τ.λ. από μεταλλικές επιφάνειες.

Είναι μη εύφλεκτα και διαλύονται στο νερό. Κάθε αποχρωστικό είναι κατάλληλο για ένα σύστημα επίστρωσης. Τα κυριότερα αποχρωστικά είναι:

- α. Εποξικών επιστρώσεων.
- β. Της προδιαγραφής MIL-PRF-25134.
- γ. Εποξικών και πολυουρεθανιούχων επιστρώσεων.
- δ. Φθοριζόντων χρωμάτων.

Τα αποχρωστικά χωρίζονται σε αυτά που περιέχουν κερί ή όχι.

1.8.3 Χρώματα, Αντικατάσταση και Μέθοδοι Χρήσης Χρωμάτων

Αναγνώριση χρωμάτων

Όταν απαιτείται τοπική επισκευή της επίστρωσης ενός α/φους, πρέπει να προσδιορισθεί το σύστημα επίστρωσης, δηλ. η τελική επίστρωση και οι επιστρώσεις κάτω από αυτήν. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές προσδιορισμού των επιστρώσεων. Το πρώτο βήμα είναι η εξέταση του μητρώου του α/φους. Εάν το α/φος δεν έχει επαναχρωσθεί, τότε η επίστρωσή του είναι αυτή που είχε από την κατασκευή του και αναφέρεται στα τεχνικά του εγχειρίδια. Εάν το α/φος έχει υποστεί χρώση και δεν είναι πλήρως καταχωρημένη στο μητρώο του, τότε η αναγνώριση του χρώματος περιγράφεται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Αποχρωματισμός

I. Γενικά. Η παλαιά επίστρωση πρέπει να αφαιρεθεί, για να γίνει νέα επίστρωση η οποία δεν επιτρέπεται να έχει υπόστρωμα την παλαιά. Η κλασική μέθοδος απόχρωσης των α/φών είναι χημική με επάλειψη συνήθως υγρών αποχρωστικών. Τις τελευταίες δεκαετίες χρησιμοποιείται η ξηρή αφαίρεση χρώσης, η οποία είναι μηχανική μέθοδος. Ο κύριος σκοπός της επίστρωσης είναι η προστασία των επιφανειών από διάβρωση. Η εμφάνιση είναι δευτερεύων παράγοντας. Η επίστρωση οφείλει να "δέσει", δηλ. να έχει συνάφεια με τη μεταλλική επιφάνεια.

II. Χημικός Αποχρωματισμός. Ο καθαρισμός των επιφανειών αυξάνει τη δραστηριότητα των αποχρωστικών υλικών και γίνεται, συνήθως, με διαλύματα ξηρού καθαρισμού. Εάν οι ακαθαρσίες και τα γράσα είναι πολλά και ξερά χρησιμοποιούνται διαλυτικά γαλακτώματα. Τα βασικά αποχρωστικά είναι: Αποχρωστικά με κερί και χωρίς κερί.

III. Ξηρός Αποχρωματισμός. Είναι μηχανική μέθοδος αποχρωματισμού ανάλογη με τη μέθοδο καθαρισμού με αμμοβολή. Η επιφάνεια υφίσταται προσβολή από μικρά, μη πλαστικά "σφαιρίδια", τα οποία αφαιρούν τις ακαθαρσίες και τις επιστρώσεις της επιφάνειας.

Αποκατάσταση Επιστρώσεων

Όταν η τελική επίστρωση του α/φους υποστεί τοπικά σε μία περιοχή ρωγμές, ξεφλούδισμα, κ.τ.λ. πρέπει να επισκευασθεί το ταχύτερο δυνατό για να αποτραπεί η έναρξη διάβρωσης της περιοχής. Το χαλαρό και φθαρμένο τμήμα της επίστρωσης πρέπει να αντικατασταθεί. Η προς αντικατάσταση επιφάνεια επίστρωσης πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη. Οι εργασίες αποκατάστασης των επιστρώσεων γίνονται, συνήθως, με μικρό πιστόλι ψεκασμού ή πινέλο. Οι γειτνιάζουσες επιφάνειες επικαλύπτονται και προστατεύονται επιμελώς από ψεκασμό και επάλειψη υλικών με ειδικές ταινίες. Οι εργασίες αντικατάστασης της επίστρωσης περιγράφονται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Αντικατάσταση Επιστρώσεων

Η προς αντικατάσταση επίστρωση εξαρτάται από το σύστημα επιστρώσεων. Διακρίνονται οι ακόλουθες επιστρώσεις:

Σύστημα Επιστρωμάτων Νιτροκυτταρίνης. Αποτελείται από τις εξής επιστρώσεις: κοινό αστάρι, αστάρι χρωμιούχου ψευδαργύρου και βερνίκι νιτροκυτταρίνης. Οι εργασίες επίστρωσης περιγράφονται λεπτομερώς και κατά βήμα στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Σύστημα Επιστρώσεων Ακρυλικής Νιτροκυτταρίνης. Αποτελείται από τις εξής επιστρώσεις: κοινό αστάρι, αστάρι χρωμιούχου ψευδαργύρου και χρώμα ακρυλικής νιτροκυτταρίνης. Η σειρά των εργασιών επίστρωσης είναι ίδια με αυτήν, που περιγράφεται στα επιστρώματα νιτροκυτταρίνης. Η επίστρωση ακρυλικής νιτροκυτταρίνης δεν επιτρέπεται επάνω σε παλιά επίστρωση νιτροκυτταρίνης ή σε παλιά επίστρωση εποξικών χρωμάτων και σε περίπτωση επίστρωσης σε παλιό ακρυλικό στρώμα απαιτείται αφαίρεσή του με ειδικό διαλυτικό.

Σύστημα Εποξικών Επιστρώσεων. Χρησιμοποιούνται ευρέως κυρίως στα στρατιωτικά α/φη. Αποτελούνται, συνήθως, από ένα κοινό βασικό αστάρι και δύο στρώσεις από εποξικά υλικά. Υπάρχουν, όμως και εποξικές επιστρώσεις με ένα βασικό αστάρι και δύο επιστρώσεις εποξικής πολυαμίδης. Τα εποξικά υλικά είναι διμερή, αποτελούνται από μία ρητίνη και το μετατροπέα που αναμιγνύονται σε συγκεκριμένη αναλογία πριν τη χρήση. Οι εργασίες επίστρωσης με εποξικά επιστρώματα περιγράφονται λεπτομερώς στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Φθορίζοντα Σύστημα Επιστρώσεων. Παρέχουν τη μέγιστη αντανάκλαση, δεν επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες και ξεθωριάζουν δύσκολα. Τα φθορίζοντα χρώματα επιστρώνονται πάντοτε σε λευκό υπόστρωμα χρώματος και, εάν δεν είναι λευκό, επιστρώνεται με λευκό. Εάν είναι εποξικό επιστρώνεται σε λευκό επίστρωμα νιτροκυτταρίνης.

Σύστημα Επιστρώσεων Σμάλτων. Είναι οι τελικές επιστρώσεις των α/φών. Είναι μίγματα χρωμάτων και βερνικιών για αεροπορική χρήση. Συνήθως είναι σμαλτοχρώματα κλίβανου. Τα πολύ γυαλιστερά σμάλτα επιστρώνονται σε στρώμα από αστάρι χρωμιούχου ψευδαργύρου.

Σύστημα Επιστρώσεων Ουρεθάνης και Πολυουρεθάνης. Έχουν ευρεία εφαρμογή στα σύγχρονα α/φη. Είναι πολύ γυαλιστερά και ανθεκτικά. Οι εργασίες επίστρωσης με επιστρώματα ουρεθάνης και πολυουρεθάνης περιγράφονται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Μέθοδοι και Μέσα Χρώσης

I. Προετοιμασία Χρώσης. Η προετοιμασία χρώσης του α/φους αποτελείται από την προετοιμασία των επιφανειών και του χρώματος.

Προετοιμασία Επιφανειών. Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

1. Χρώση α/φους που πρόκειται να χρωσθεί για πρώτη φορά και έχει καθαρές μεταλλικές επιφάνειες Alclad. Οι επιφάνειες υφίστανται καθαρισμό και επεξεργασία με φωσφορικό οξύ ή κοινό αστάρι.
2. Αφορά την επανεπίστρωση μίας παλαιάς φθαρμένης επίστρωσης, δηλ. αφορά αντικατάσταση υφιστάμενης χρώσης. Προσδιορίζονται τα υλικά των υφιστάμενων επιστρώσεων και καθορίζονται τα υλικά των νέων, τα οποία, εάν δεν είναι ίδια πρέπει να είναι συμβατά με τα παλαιά.
3. Αφορά την αφαίρεση όλων των επιστρώσεων, μέχρι της μεταλλικής επιφάνειας και την εκ νέου επίστρωση.

Προετοιμασία Χρώματος. Οι λεπτομέρειες προετοιμασίας του χρώματος αναγράφονται στις οδηγίες χρήσης. Υπάρχουν όμως γενικοί κανόνες προετοιμασίας των χρωμάτων που συνοπτικά είναι:

1. Ανακατεύουμε το χρώμα πριν τη χρώση. Με το ανακάτεμα επιδιώκεται ομοιόμορφη κατανομή της χρωστικής ουσίας του χρώματος. Το ανακάτεμα μπορεί να γίνει με το χέρι ή με συσκευή.
2. Αραιώνουμε το χρώμα με το προβλεπόμενο αραιωτικό ή μειωτή. Η αραιώση επηρεάζει την επιτυχία της επίστρωσης και εξαρτάται από το είδος του χρώματος, τη θερμοκρασία και υγρασία, τον τύπο του ψεκαστήρα και την πίεση του αέρα ψεκασμού.

II. Μέθοδοι Χρώσης. Οι πιο κοινές μέθοδοι χρώσης είναι:

Εμβάπτιση. Οι επιφάνειες βυθίζονται στο χρώμα ή αστάρι.

Χρώση με Πινέλο. Είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος χρώσης.

Χρώση με Ψεκασμό. Είναι η κατ' εξοχήν μέθοδος χρώσης στα α/φη και στα επίγεια μέσα. Οι βασικές αρχές σωστής χρώσης με ψεκαστήρα περιγράφονται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

Ηλεκτροστατική Χρώση. Διασφαλίζει ομοιόμορφη επίστρωση σταθερού και πολύ λεπτού πάχους ακόμη και σε περιοχές που δεν καλύπτονται σε κανονικό ψεκασμό.

Αιτίες Κακής Επίστρωσης

Εάν δεν τηρηθούν οι προβλεπόμενες διαδικασίες παρατηρούνται ατέλειες στην τελική επίστρωση. Κύριες αιτίες κακής επίστρωσης είναι:

1. Επίστρωση σε αντίξοες συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία).
2. Ανεπάρκεια καθαρισμού και προετοιμασίας της επιφάνειας.
3. Ανεπαρκής ανάμιξη του ασταριού ή του χρώματος.
4. Κακή τεχνική επίστρωσης.
5. Λανθασμένος χρόνος ψεκασμού μεταξύ διαδοχικών επιστρώσεων.
6. Λανθασμένη ρύθμιση του ψεκαστήρα.
7. Λανθασμένη απόσταση ψεκαστήρα από την επιφάνεια χρώσης.
8. Αργή κίνηση του ψεκαστήρα.
9. Αντικανονική προετοιμασία της επιφάνειας χρώσης.
10. Λανθασμένη ρύθμιση της πίεσης του αέρα.
11. Αντικανονική αραίωση με συνέπεια αντικανονικό ιξώδες.

1.8.4 Χρώματα Αριθμών Αναγνώρισης

Διάταξη Χρωμάτων και Αριθμός Αναγνώρισης

Αρχικά επιστρώνεται όλη η επιφάνεια του α/φους με το επικρατέστερο χρώμα και, αφού στεγνώσει, επιστρώνονται οι διάφορες επιφάνειες με τα υπόλοιπα επιθυμητά χρώματα. Η επιφάνεια που έχει χρωσθεί καλύπτεται με ειδικά μέσα και οι επιφάνειες που δεν έχουν επικαλυφθεί και έχουν γεωμετρικά σχήματα, επιστρώνονται με τα επιθυμητά χρώματα. Μετά το στέγνωμα των επιστρώσεων αφαιρούμε προσεκτικά τα επικαλυπτικά μέσα με τράβηγμα παράλληλα προς την επιφάνεια επίστρωσης.

Όλα τα α/φη, σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές π.χ. FAR PART 45, οφείλουν να έχουν συγκεκριμένες σημάνσεις, όπως τη σήμανση της εθνικότητας και τα στοιχεία αναγνώρισής τους. Τα σήματα και οι αριθμοί πρέπει να γίνουν με χρώμα ή με αυτοκόλλητα και να είναι ευανάγνωστα σε μεγάλες αποστάσεις. Στο σχήμα 1.61 απεικονίζονται τυπικές σημάνσεις α/φών.



Σχήμα 1.61

Τυπική Σήμανση
Αμερικάνικων Α/φών

Χαλκομανίες

I. Γενικά. Στις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες των α/φών υπάρχουν σημάνσεις με οδηγίες και πληροφορίες που αφορούν τις προδιαγραφές καυσίμου και λαδιού, τις χωρητικότητες των δεξαμενών καυσίμου, τις περιοχές των επιφανειών που επιτρέπεται να πατούν οι μηχανικοί, κ.τ.λ. Οι σημάνσεις αυτές είναι από χαλκομανίες, επειδή είναι πιο εύχρηστες και πιο φθηνές από τα τυπωμένα γράμματα. Οι χαλκομανίες των α/φών είναι τριών ειδών από: α) Χαρτί, β) Μέταλλο και γ) Πλαστικό. Η επιτυχία εφαρμογής της χαλκομανίας εξαρτάται από την προετοιμασία της επιφάνειας και περιγράφεται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

II. Χαλκομανία από Χαρτί. Οι εργασίες χρήσης της χαλκομανίας από χαρτί περιγράφονται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

III. Μεταλλική Χαλκομανία. Διακρίνεται σε μεταλλική χαλκομανία με:

α) Σελοφάν και β) Χαρτόνι.

Οι εργασίες χρήσης της χαλκομανίας με σελοφάν και με χαρτόνι περιγράφονται λεπτομερώς στις αντίστοιχες εργαστηριακές ασκήσεις.

IV. Πλαστική Χαλκομανία. Οι χαλκομανίες των σύγχρονων α/φών είναι κατ'εξοχήν πλαστικές. Οι εργασίες χρήσης της πλαστικής χαλκομανίας περιγράφονται στην αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.

V. Αφαίρεση Χαλκομανίας

α. Χαλκομανίες από Χαρτί. Τρίβουμε τη χαλκομανία με ύφασμα εμποτισμένο σε διαλυτικό χρώματος και την αφαιρούμε προσεκτικά. Εάν η χαλκομανία είναι επικολλημένη σε επίστρωση χρώματος, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση του διαλυτικού χρώματος. Εάν το διαλυτικό χρώμα έρθει σε επαφή με την επίστρωση χρώματος περιμετρικά της χαλκομανίας, μπορεί να προκαλέσει τοπική αφαίρεση χρώματος.

β. Μεταλλικές Χαλκομανίες. Επαλείφουμε τη χαλκομανία περιμετρικά με αλειφατική νάφθα και τη ξεκολλάμε τραβηχτά.

γ. Πλαστικές Χαλκομανίες. Μουσκεύουμε τη χαλκομανία τοποθετώντας πάνω στην επιφάνειά της πανί εμποτισμένο με κατάλληλο διαλυτικό και την τρίβουμε με ειδική ξύστρα.

Περίληψη της Όγδοης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

Επίστρωση είναι η επάλειψη μεταλλικών και μη επιφανειών με διάφορα προστατευτικά υλικά, όπως αστάρια, σμάλτα, βερνίκια, λάκες και εποξικές ρητίνες. Χρώση είναι το σύνολο των επιστρώσεων από την πρώτη επίστρωση έως την τελική. Οι αεροπορικές επιφανειακές επιστρώσεις διακρίνονται σε επιστρώσεις προστασίας, εμφάνισης και διακόσμησης. Οι βασικές επιστρώσεις προστασίας είναι: τα αστάρια, επιφανειακές κατεργασίες μετάλλων, λάκες, σμαλτοχρώματα, χρώματα πολυουρεθάνης, κ.τ.λ. Τα αστάρια προστατεύουν τη μεταλλική επιφάνεια από διάβρωση και αποτελούν τη βάση επίστρωσης για το σμαλτόχρωμα, το βερνίκι ή τη λάκα. Οι βασικοί τύποι αεροπορικών ασταριών είναι το κοινό αστάρι, το αστάρι χρωμιούχου ψευδαργύρου, το ερυθρό αστάρι οξειδίου του σιδήρου, το αστάρι ακρυλικής νιτροκυτταρίνης, το εποξικο χρωμιούχο αστάρι και το αστάρι πολυουρεθάνης. Τα διαλυτικά, αραιωτικά και στεγνωτικά είναι πτητικά υγρά που προστίθενται στο υλικό επίστρωσης και το αραιώνουν και τα πιο συνήθη είναι οι αλκοόλες, η βενζόλη και προϊόντα πετρελαίου. Τα τελικά επιστρώματα χρώσης των α/φών είναι λάκες, βερνίκια και σμάλτα. Οι λάκες των α/φών είναι διαφανείς, ημιχρωματισμένες και χρωματισμένες. Τα βερνίκια είναι νιτροκυτταρίνης και ακρυλικής νιτροκυτταρίνης. Τα σύγχρονα σμάλτα είναι ακρυλικά και παρέχουν γυαλιστερή και σκληρή επιφάνεια με αντοχή σε χάραξη. Οι επιστρώσεις ασταριών και χρωμάτων αφαιρούνται με τα αποχρωστικά υλικά που ψεκάζονται ή επαλείφονται στην επιφάνεια με πινέλο. Κάθε αποχρωστικό είναι κατάλληλο για ένα σύστημα επίστρωσης.

Οι πιο κοινές μέθοδοι χρώσης είναι η εμβάπτιση, η χρώση με πινέλο, η χρώση με ψεκασμό και η ηλεκτροστατική χρώση. Η χρώση με ψεκασμό είναι η κατ' εξοχήν μέθοδος χρώσης των εξωτερικών επιφανειών και εξαρτημάτων των α/φών. Η επιτυχία της χρώσης εξαρτάται από τη ρύθμιση και χειρισμό του ψεκαστήρα. Η ηλεκτροστατική χρώση διασφαλίζει σταθερό πάχος επίστρωσης. Η κύρια ατέλεια στην τελική επίστρωση είναι η μειωμένη πρόσφυση.

Όλα τα α/φη οφείλουν να έχουν συγκεκριμένες σημάσεις, όπως τη σήμανση της εθνικότητας και τα στοιχεία αναγνώρισής τους. Οι σημάσεις στις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες των α/φών είναι από χαλκομανίες τριών ειδών, από: χαρτί, μέταλλο και πλαστικό.

1. Αναφέρατε τις κατηγορίες των αεροπορικών επιφανειακών επιστρώσεων.
2. Τι εννοούμε με τον όρο χρώμα;
3. Αναφέρατε τους βασικούς παράγοντες μίας επιτυχούς χρώσης.
4. Γιατί επιστρώνονται τα εσωτερικά μη ορατά εξαρτήματα του α/φους;
5. Γιατί επιστρώνονται οι εξωτερικές επιφάνειες του α/φους;
6. Αναφέρετε τις βασικές επιστρώσεις των α/φών.
7. Τι είναι τα αστάρια;
8. Σε τι χρησιμεύουν τα διαλυτικά χρωμάτων;
9. Σε τι χρησιμεύουν τα αραιωτικά χρωμάτων;
10. Αναφέρατε τα βασικά συστατικά των επιστρώσεων χρωμάτων.
11. Σε τι χρησιμεύουν οι προσθήκες σε ένα χρώμα;
12. Αναφέρατε ορισμένα διαλυτικά, αραιωτικά και στεγνωντικά.
13. Αναφέρατε τους τύπους λάκας που χρησιμοποιούνται στα α/φη.
14. Τι είδους βερνίκια χρησιμοποιούνται στα α/φη;
15. Σε τι χρησιμεύουν τα αποχρωστικά;
16. Με ποια μέθοδο αποχρωματίζονται οι εξωτερικές επιφάνειες του α/φους;
17. Αναφέρατε επιγραμματικά τις ατέλειες της τελικής επίστρωσης.
18. Πόσα είδη χαλκομανιών χρησιμοποιούνται στα α/φη;
19. Σε τι χρησιμεύουν οι χαλκομανίες στα α/φη;

Εργαστηριακές Ασκήσεις της 8ης Ενότητας του 1ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Αναγνώριση χρωμάτων.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αναγνωρίζει άγνωστες επιστρώσεις μεταλλικών επιφανειών.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Συνθετικό λάδι MIL-L-7808 ή ισοδύναμο.

- Μεθυλοαιθυλοκετόνη (ΜΕΚ).

Εργασίες κατά βήματα

Όταν τα στοιχεία του συστήματος επίστρωσης σ' ένα α/φος δεν είναι πλήρως καταχωρημένα στα μητρώα του, τότε προβαίνουμε στους ακόλουθους ελέγχους για να προσδιορίσουμε τον τύπο της επίστρωσης:

1. Αλείφουμε την επίστρωση με συνθετικό λάδι MIL-L-7808 ή ισοδύναμο. Το λάδι αυτό μαλακώνει, μέσα σε λίγα λεπτά της ώρας, τα παλαιά στρώματα νιτροκυτταρίνης, ενώ δεν επηρεάζει τα ακρυλικά, εποξικά και στρώματα πολυουρεθάνης. Οι λάκες και τα βερνίκια νιτροκυτταρίνης διαλύονται, όταν σκουπίζονται με ύφασμα εμποτισμένο σε νιτρικό αραιωτικό και μειωτή. Η έντονη μυρουδιά της νιτροκυτταρίνης είναι το χαρακτηριστικό στοιχείο αναγνώρισης του χρώματος νιτροκυτταρίνης. Με τον έλεγχο αυτό διαπιστώνεται εάν η επίστρωση είναι νιτροκυτταρίνης ή όχι.
2. Εάν μετά τον ανωτέρω έλεγχο διαπιστωθεί ότι η επίστρωση δεν είναι νιτροκυτταρίνης, τότε σκουπίζουμε ελαφρά την επιφάνεια με πανί εμποτισμένο σε μεθυλοαιθυλοκετόνη. Η ΜΕΚ αλλάζει το χρώμα των ακρυλικών επιστρώσεων, ενώ δεν επηρεάζει τα εποξικά χρώματα.
3. Τα φθορίζοντα χρώματα αναγνωρίζονται εύκολα από τους έμπειρους μηχανικούς με προσεκτική οπτική εξέταση.

Άσκηση: Προσδιορίστε την επίστρωση μίας χρωματισμένης εξωτερικής επικάλυψης α/φους, σύμφωνα με τα ανωτέρω.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Αποχρωματισμός με Αποχρωστικά που περιέχουν Κερί.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αποχρωματίζει τις μεταλλικές επιφάνειες ενός α/φους (επικαλύψεις και εξαρτήματα) με αποχρωστικό που περιέχει κερί.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Επικάλυψη α/φους με επιστρώσεις χρώματος. Αποχρωστικό με κερί, πινέλο και βούρτσα.

Εργασίες κατά βήματα

1. Επαλείφουμε με βούρτσα ή πινέλο την προς απόχρωση επιφάνεια με το αποχρωστικό. Το πάχος του στρώματος επάλειψης πρέπει να είναι από 1 / 32 έως 1/6 της ίντσας.

2. Σκεπάζουμε το στρώμα του αποχρωστικού με ύφασμα πολυουρεθάνης για να επιβραδύνουμε τη ξήρανση και να βελτιώσουμε τη δραστικότητα του αποχρωστικού.
3. Αφήνουμε το αποχρωστικό υλικό να επενεργήσει, έως ότου η επίστρωση χρώματος, αποχωρισθεί, ανυψωθεί ή διαλυθεί. Η διάρκεια παραμονής του αποχρωστικού εξαρτάται από την υγρασία, θερμοκρασία και την επίστρωση και κυμαίνεται από δέκα λεπτά της ώρας έως μερικές ώρες.
4. Επαλείφουμε με αποχρωστικό τα τοπικά ξερά στρώματα. Δεν απομακρύνουμε το αποχρωστικό, όσο υπάρχουν ξερές περιοχές.
5. Τρίβουμε τις επιφάνειες με βούρτσα εμποτισμένη σε αποχρωστικό.
6. Απομακρύνουμε τα κατάλοιπα του αποχρωστικού τρίβοντας τις επιφάνειες με σφουγγάρι και νερό. Ο ψεκασμός υδρατμού βελτιώνει τον καθαρισμό.
7. Όταν οι επιφάνειες είναι μεγάλες, ο τελικός καθαρισμός εκτελείται με ατμό, ο οποίος ψεκάζεται στις βουρτσισμένες επιφάνειες.

Τα καθαριστικά και αποχρωστικά είναι πολύ δραστικά και συνήθως τοξικά. Πρέπει να λαμβάνονται τα ακόλουθα μέτρα προστασίας:

- α) Ο χώρος καθαρισμού και αποχρωματισμού πρέπει να είναι ανοικτός και μεγάλος. Όταν είναι κλειστός απαιτείται καλός εξαερισμός.
- β) Το προσωπικό πρέπει να φοράει τα κατάλληλα γυαλιά, γάντια και επανωφόρια ή ποδιές.
- γ) Οι επιφάνειες και περιοχές από ελαστικά, πλαστικά, ακρυλικά, υαλοβάμβες, κ.τ.λ. πρέπει να προστατευθούν και καλυφθούν επιμελώς για να μην έρθουν σε επαφή με αποχρωστικά υλικά.
- δ) Πρέπει να καλυφθούν και προστατευθούν όλες οι μονώσεις, διότι καταστρέφονται από τα αποχρωστικά.
- ε) Πρέπει να καλυφθούν με ειδικά προστατευτικά υλικά όλες οι ραφές, διότι τα αποχρωστικά υλικά διαπερνούν, συνήθως, τις ραφές και εισέρχονται στο εσωτερικό τους.

Άσκηση: Προβείτε στον αποχρωματισμό της επίστρωσης μίας χρωματισμένης εξωτερικής επικάλυψης α/φους με αποχρωστικά που περιέχουν κερί, σύμφωνα με τις εργασίες που αναφέρονται ανωτέρω.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Επίστρωση Συστημάτων Νιτροκυτταρίνης.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να προετοιμάζει μία μεταλλική επιφάνεια για αστάρωμα.
- Να ασταρώνει με ψεκασμό ή πινέλο. Να επιστρώνει με βερνίκι.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου Alclad, ψεκαστικό ή πινέλο.
- Βερνίκι. Μεθυλοαιθυλοκετόνη (ΜΕΚ) ή νάφθα. Κοινό αστάρι και αστάρι αλκαλικού τύπου χρωμιούχου ψευδαργύρου.

Εργασίες κατά βήματα

1. Καθαρίζουμε την επιφάνεια επιμελώς με ΜΕΚ, νάφθα ή άλλα διαλυτικά και στο τέλος με άφθονο νερό και απορρυπαντικά.
2. Ασταρώνουμε με πιστόλι και κοινό αστάρι την επιφάνεια.
3. Αραιώνουμε το αλκαλικό αστάρι με διαλυτικά νιτροκυτταρίνης.
4. Μετά παρέλευση 30 έως 45 λεπτών της ώρας από την πρώτη επίστρωση, ασταρώνουμε την ήδη ασταρωμένη επιφάνεια με το αραιωμένο αστάρι αλκαλικού τύπου χρωμιούχου ψευδαργύρου με ψεκαστικό.
5. Ψεκάζουμε την επιφάνεια με πολύ αραιωμένο βερνίκι.
6. Μετά παρέλευση 20 έως 30 λεπτών της ώρας από τον ψεκασμό του αραιωμένου βερνικιού ψεκάζουμε με κανονικό βερνίκι.

Άσκηση: Προβείτε στην επίστρωση νιτροκυτταρίνης ενός ελάσματος κράματος αλουμινίου Alclad, σύμφωνα με τις εργασίες που αναφέρονται ανωτέρω με βούρτσα ή ψεκασμό.

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Επίστρωση Εποξικών Συστημάτων.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ασταρώνει με ψεκασμό ή πινέλο.
- Να επιστρώνει εποξικά χρώματα με πινέλο ή πιστόλι ψεκασμού.
- Να ελέγχει την πρόσφυση και την ποιότητα της χρώσης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου Alclad, ψεκαστικό ή πινέλο.
- MEK ή νάφθα, κοινό ή εποξικό αστάρι και εποξικό χρώμα.
- Ειδική ταινία για έλεγχο πρόσφυσης.

Εργασίες κατά βήματα

1. Καθαρίζουμε την προς επίστρωση επιφάνεια επιμελώς με MEK ή νάφθα και στο τέλος με άφθονο νερό και απορρυπαντικά.
2. Ασταρώνουμε με πιστόλι και κοινό αστάρι την επιφάνεια.
3. Το εποξικό αστάρι είναι δύο συστατικών. Αποτελείται από ρητίνη και μετατροπέα.
4. Προσθέτουμε στη ρητίνη τον καταλύτη, στην προβλεπόμενη αναλογία και τα αναμιγνύουμε.
5. Προσθέτουμε το ανωτέρω μίγμα ρητίνης με καταλύτη στο μετατροπέα στην προβλεπόμενη αναλογία και τα αναμιγνύουμε καλά.
6. Αφήνουμε το μίγμα να ενεργοποιηθεί ακίνητο για χρονικό διάστημα 15 λεπτών της ώρας.
7. Μετά παρέλευση 15 λεπτών της ώρας προσθέτουμε το προβλεπόμενο αραιωτικό. Αναμιγνύουμε καλά το μίγμα. Το πρώτο στρώμα πρέπει να είναι πολύ λεπτό και αραιώνεται με πολύ αραιωτικό.
8. Ψεκάζουμε την επιφάνεια με το αραιό εποξικό αστάρι και αναμένουμε περίπου 15 λεπτά της ώρας να στεγνώσει.
9. Αναμιγνύουμε τα δύο συστατικά του εποξικού υλικού της τελικής επίστρωσης και τα αραιώνουμε με το προβλεπόμενο διαλυτικό. Το τελευταίο στρώμα πρέπει να είναι παχύ.
10. Ψεκάζουμε το αραιωμένο εποξικό της τελικής επίστρωσης. Αν είναι εποξική πολυαμίδα το πάχος της επίστρωσης είναι της τάξεως 0,0015 της ίντσας και ο χρόνος πλήρους στέγνωσης περίπου πέντε ημέρες.
11. Ελέγχουμε την πρόσφυση του χρώματος με την ειδική ταινία, tapetest.

Άσκηση: Προβείτε στην επίστρωση με εποξικά στρώματα ενός ελάσματος κράματος αλουμινίου Alclad σύμφωνα με τις εργασίες που αναφέρονται ανωτέρω με πινέλο ή ψεκασμό.

ΑΣΚΗΣΗ 5η

Επιστρώσεις Συστημάτων Ουρεθάνης και Πολυουρεθάνης

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ασταρώνει με ψεκασμό ή πινέλο.
- Να επιστρώνει χρώματα ουρεθάνης και πολυουρεθάνης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου Alclad, ψεκαστικό ή πινέλο.
- Μεθυλοαιθυλοκετόνη (ΜΕΚ) ή νάφθα, κοινό και εποξικό αστάρι και χρώμα ουρεθάνης και πολυουρεθάνης.

Εργασίες κατά βήματα

1. Καθαρίζουμε την προς επίστρωση επιφάνεια επιμελώς με ΜΕΚ ή νάφθα και στο τέλος με άφθονο νερό και απορρυπαντικά.
2. Ασταρώνουμε με πιστόλι και με κοινό αστάρι την επιφάνεια.
3. Επιστρώνουμε με εποξικό αστάρι.
4. Αναμιγνύουμε τον καταλύτη στην αναλογία που προβλέπεται.
5. Προσθέτουμε μειωτή μέχρι να αποκτήσει το απαραίτητο ιξώδες και αναμιγνύουμε, μέχρι να επιτευχθεί πολύ καλή ανάμιξη.
6. Φιλτράρουμε το υλικό με κατάλληλο λεπτό φίλτρο.
7. Αφήνουμε το υλικό σε ακινησία για 20 λεπτά της ώρας.
8. Ψεκάζουμε ένα λεπτό στρώμα και εν συνεχεία δύο στρώματα με χρονική αλληλουχία 10 έως 20 λεπτών της ώρας. Το πάχος της τελικής επίστρωσης πρέπει να είναι της τάξεως των 0,041 mm.
9. Ελέγχουμε την πρόσφυση της χρώσης.
10. Ελέγχουμε την ποιότητα της χρώσης.

Η επίστρωση του τελικού χρώματος πρέπει να γίνει το αργότερο τριάντα έξι ώρες μετά την επίστρωση του εποξικού ασταριού.

Άσκηση: Προβείτε στην επίστρωση ενός ελάσματος κράματος αλουμινίου Alclad με χρώμα ουρεθάνης και πολυουρεθάνης, σύμφωνα με τις εργασίες που αναφέρονται ανωτέρω και τα μέσα του εργαστηρίου.

ΑΣΚΗΣΗ 6η

Χρήση Ψεκαστικού.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

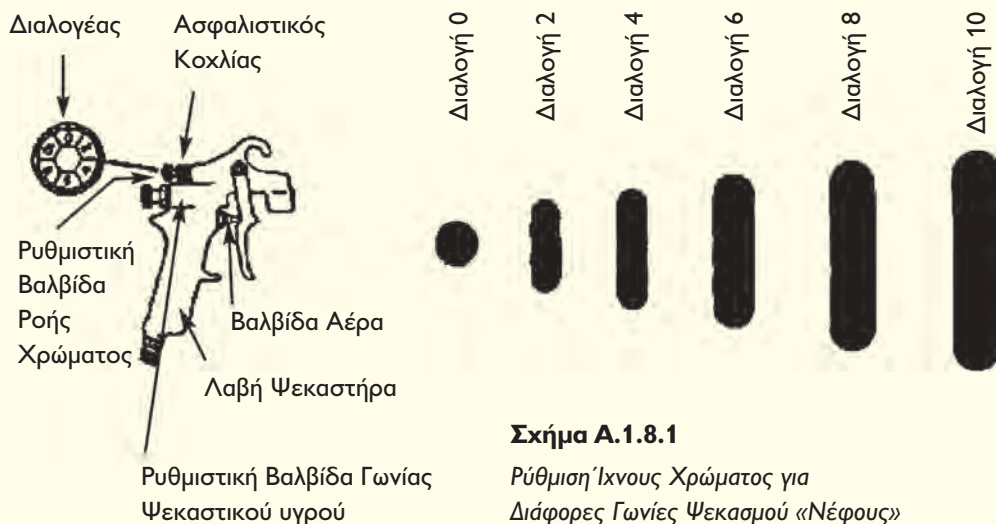
- Να ρυθμίζει το ίχνος του χρώματος με το δίσκο διαλογής του ψεκαστήρα. Να ρυθμίζει την πίεση του αέρα.
- Να κρατάει τον ψεκαστήρα σταθερά στην προβλεπόμενη απόσταση και να το μετακινεί με σταθερή ταχύτητα κατά τον ψεκασμό.
- Να ενεργοποιεί τη σκανδάλη του ψεκαστήρα την κατάλληλη χρονική στιγμή πριν και μετά από κάθε "πέρασμα".
- Να ψεκάζει σωστά μη επίπεδες επιφάνειες, όπως γωνίες και κοιλώματα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου Alclad, διαμορφωμένο έλασμα, γωνίες και ψεκαστικό. Κοινό αστάρι και χρώμα.

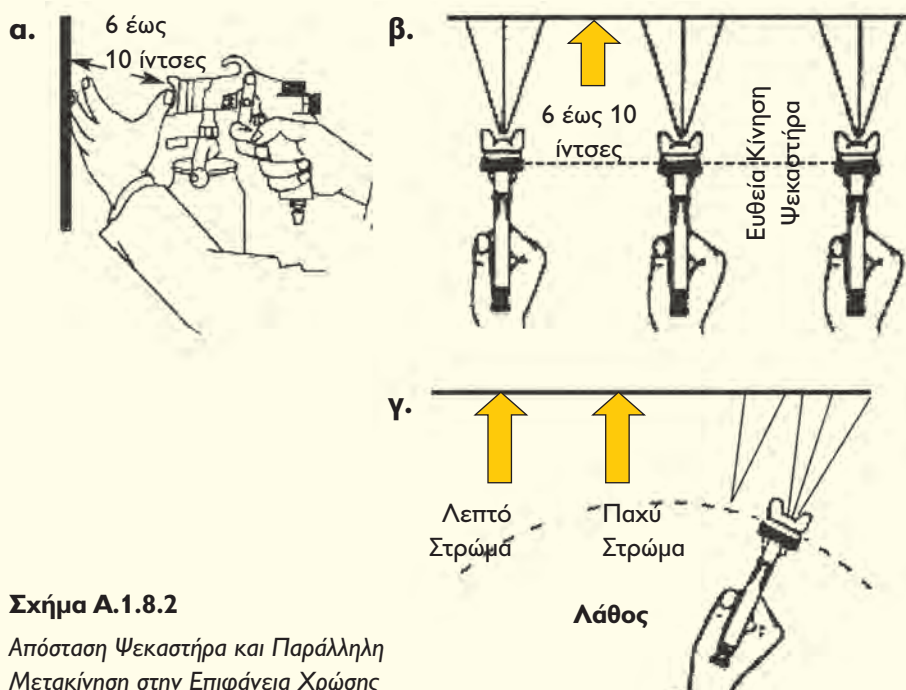
Εργασίες κατά βήματα

1. Ρυθμίζουμε το ίχνος του χρώματος που ψεκάζεται με το δίσκο διαλογής του ψεκαστήρα. Το ίχνος σε μεγάλες επιφάνειες πρέπει να είναι το μεγαλύτερο δυνατό και σε μικρές επιφάνειες το μικρότερο. Στο σχήμα A.1.8.1 απεικονίζεται η ρύθμιση του ίχνους χρώσης για διάφορες γωνίες ψεκασμού.



2. Ρυθμίζουμε την πίεση του αέρα από το ρυθμιστή. Συνήθως, η πίεση κυμαίνεται από 40 έως 80 PSI και εξαρτάται από το χρώμα.

3. Κινούμε συνεχώς τον ψεκαστήρα πριν τη χρώση.
4. Κρατάμε τον ψεκαστήρα οριζόντιο και σε σταθερή απόσταση από 6-10 ίντσες από την επιφάνεια χρώσης (σχήμα Α.1.8.2 α).
5. Ψεκάζουμε κάθετα την επιφάνεια χρώσης (σχ. Α.1.8.2 β).
6. Μετακινούμε τον ψεκαστήρα πάντοτε παράλληλα στην επιφάνεια χρώσης με σταθερή ταχύτητα. Σε περίπτωση, μη παράλληλης μετακίνησης, η επίστρωση έχει ανομοιόμορφο πάχος (σχ. Α.1.8.2 γ).
7. Σε μεγάλες επιφάνειες ενεργοποιούμε τη σκανδάλη σε κάθε "πέρασμα" μετά την αρχή της επιφάνειας και την απενεργοποιούμε πριν το τέλος της (σχήμα Α.1.8.3).

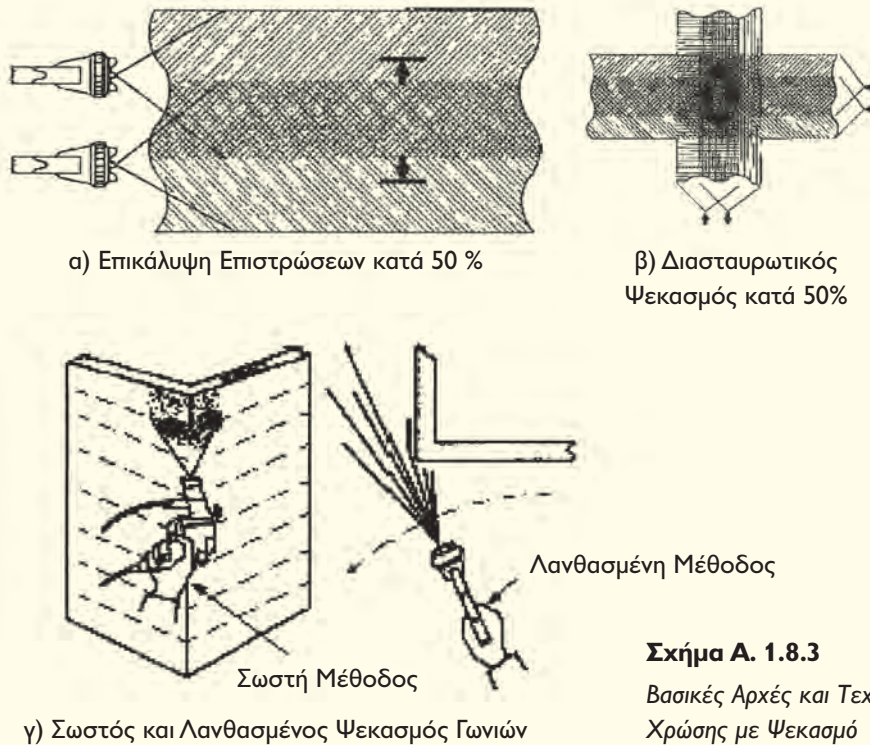


Σχήμα Α.1.8.2

Απόσταση Ψεκαστήρα και Παράλληλη Μετακίνηση στην Επιφάνεια Χρώσης

8. Επικαλύπτουμε πάντοτε το 50% περίπου της επιφάνειας του προηγούμενου "περάσματος" (σχήμα Α.1.8.3 α).
9. Ψεκάζουμε το 50% περίπου της ολικής επιφάνειας διασταυρωτικά (σχήμα Α.1.8.3 β).
10. Ψεκάζουμε τις γωνίες στη διεύθυνση της διχοτόμου (σχ. Α. 1.8.3 γ).

Άσκηση: Προβείτε στη χρώση δύο επιφανειών, μίας επίπεδης και μίας διαμορφωμένης, από ελάσματα αλουμινίου σύμφωνα με τις οδηγίες που αναφέρονται ανωτέρω και απεικονίζονται στα σχήματα Α.1.8.1, Α.1.8.2 και Α.1.8.3. Η διαδικασία φαίνεται απλή αλλά απαιτεί συγκέντρωση και επιδεξιότητα.

**Σχήμα Α. 1.8.3**

Βασικές Αρχές και Τεχνικές
Χρώσης με Ψεκασμό

ΑΣΚΗΣΗ 7η

Προετοιμασία Επιφάνειας για Εφαρμογή Χαλκομανίας.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να προετοιμάζει κατά περίπτωση τις επιφάνειες, όπως στεγανοποίηση, αμμοβολή, κ.τ.λ. για εφαρμογή της χαλκομανίας.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα αλουμινίου Alclad, με επικολλημένες ακαθαρσίες.
- Διαλυτικό MIL-PRF-680 τύπος II & III. Λινάτσα οξειδίου του αλουμινίου A-A-58054 τύπος I. Καθαριστικό MIL-PRF-87937

Εργασίες κατά βήματα

1. Απομακρύνουμε τις ακαθαρσίες, τα γράσα, λάδια και τα ξένα σώματα με διαλυτικό MIL-PRF-680 τύπος II και III.
2. Εάν οι επιφάνειες εξακολουθούν να μην είναι πολύ καθαρές, υποβάλλουμε το έλασμα σε αμμοβολή.

3. Καθαρίζουμε επιμελώς τις επιφάνειες για να απομακρυνθούν τα κατάλοιπα της αμμοβολής.
4. Εάν οι επιφάνειες είναι πορώδεις, τις στεγανοποιούμε.
5. Στιλβώνουμε ελαφρά τις επιφάνειες με πολύ λεπτή λινάτσα οξειδίου του αλουμινίου A-A-58054 τύπος Ι.
6. Καθαρίζουμε τις επιφάνειες με αλκαλικό καθαριστικό MIL-PRF-87937, όταν οι επιστρώσεις είναι πολύ παλιές.

Τυπικές εφαρμογές από χαλκομανίες απεικονίζονται στο σχήμα A.1.8.4.



Σχήμα A.1.8.4

Τυπικές Χαλκομανίες Στρατιωτικών Α/φων

Άσκηση: Προβείτε στην προετοιμασία της επιφάνειας ενός ελάσματος κράματος αλουμινίου για εφαρμογή χαλκομανίας.

ΑΣΚΗΣΗ 8η

Εφαρμογή Χαλκομανίας από Χαρτί.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να τοποθετεί χαλκομανίες από χαρτί σε μεταλλικές επιφάνειες.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου Alclad.
- Χαλκομανία από χαρτί και διαφανές βερνίκι.

Εργασίες κατά βήματα

1. Βυθίζουμε και κρατάμε τη χαλκομανία σε καθαρό ζεστό νερό για ένα έως τρία λεπτά της ώρας.

2. Βγάζουμε τη χαλκομανία από το νερό, τοποθετούμε το ένα άκρο της στην επιφάνεια που έχει υποστεί προεργασία, το πιέζουμε ελαφρά και αφαιρούμε το χαρτόνι.
3. Στρώνουμε τη χαλκομανία με τα δάκτυλα και αφαιρούμε τις φυσαλίδες που τυχόν έχουν εγκλωβισθεί, πιέζοντας με ένα μαλακό ύφασμα από το κέντρο προς τα άκρα.
4. Μετά το στέγνωμα επιστρώνουμε τη χαλκομανία με διαφανές βερνίκι.

Άσκηση: Προβείτε στην εφαρμογή μίας χαλκομανίας από χαρτί σε ένα έλασμα από κράμα αλουμινίου, σύμφωνα με τις εργασίες που περιγράφονται κατά βήματα ανωτέρω.

ΑΣΚΗΣΗ 9η

Εφαρμογή Χαλκομανίας με Σελοφάν.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να εφαρμόζει χαλκομανίες με σελοφάν σε μεταλλικές επιφάνειες.
- Να αναγνωρίζει χαλκομανίες με σελοφάν.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου Alclad. Χαλκομανία με σελοφάν.

Εργασίες κατά βήματα

1. Βυθίζουμε και κρατάμε τη χαλκομανία σε καθαρό ζεστό νερό για ένα έως τρία λεπτά της ώρας.
2. Βγάζουμε τη χαλκομανία από το νερό και τη στεγνώνουμε με καθαρό πανί.
3. Αφαιρούμε το σελοφάν.
4. Σε μικρές χαλκομανίες τοποθετούμε το ένα άκρο της χαλκομανίας πάνω στην επιφάνεια, ενώ σε μεγάλες χαλκομανίες τοποθετούμε το κέντρο της χαλκομανίας πάνω στην επιφάνεια και τη στρώνουμε από το κέντρο προς τα άκρα.
5. Πιέζουμε την επιφάνεια της χαλκομανίας με έναν ελαστικό κύλινδρο και αφαιρούμε τον τυχόν εγκλωβισμένο αέρα.

Άσκηση: Προβείτε στην εφαρμογή μίας χαλκομανίας με σελοφάν σε ένα έλασμα από κράμα αλουμινίου, σύμφωνα με τις εργασίες που περιγράφονται κατά βήματα ανωτέρω.

ΑΣΚΗΣΗ 10η

Εφαρμογή Μεταλλικής Χαλκομανίας με Χαρτόνι και χωρίς Χαρτόνι

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να εφαρμόζει και να αναγνωρίζει μεταλλικές χαλκομανίες με χαρτόνι και χωρίς χαρτόνι σε μεταλλικές επιφάνειες.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου Alclad.
- Μεταλλική χαλκομανία με και χωρίς χαρτόνι και κόλλα.

Εργασίες κατά βήματα

Η διαδικασία εφαρμογής είναι ίδια με αυτήν που ακολουθείται με τις μεταλλικές χαλκομανίες με σελοφάν με τη διαφορά ότι δεν τις βυθίζουμε στο νερό για να βγάλουμε το χαρτόνι. Αφαιρούμε το χαρτόνι και βρέχουμε τη χαλκομανία με την προβλεπόμενη κόλλα και ακολουθούμε τις διαδικασίες που αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο.

Μεταλλική Χαλκομανία Χωρίς Κόλλα.

Οι εργασίες εφαρμογής της χαλκομανίας χωρίς κόλλα είναι οι εξής:

1. Επαλείφουμε την πίσω πλευρά της χαλκομανίας και την επιφάνεια που πρόκειται να επικολληθεί με κόλλα MIL-A-5092.
2. Περιμένουμε να στεγνώσουν επαρκώς οι κόλλες.
3. Τοποθετούμε τη χαλκομανία στην επιφάνεια και αφαιρούμε τις φυσαλίδες πιέζοντας τη χαλκομανία από το κέντρο προς τα άκρα.
4. Απομακρύνουμε την κόλλα περιμετρικά της χαλκομανίας με ύφασμα εμποτισμένο σε αλειφατική νάφθα.

Άσκηση: Προβείτε στην εφαρμογή μίας μεταλλικής χαλκομανίας από χαρτόνι και μίας χωρίς χαρτόνι σε έλασμα από κράμα αλουμινίου, σύμφωνα με τις εργασίες που περιγράφονται ανωτέρω.

ΑΣΚΗΣΗ 11η

Εφαρμογή Πλαστικής Χαλκομανίας.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να εφαρμόζει πλαστικές χαλκομανίες σε μεταλλικές επιφάνειες.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου Alclad.
- Πλαστική χαλκομανία και κόλλα.

Εργασίες κατά βήματα

1. Αφαιρούμε το χαρτόνι και κάθε ίχνος χαρτιού κολλημένου στην κόλλα της χαλκομανίας, τρίβοντας ελαφρά την επιφάνεια με καθαρό υγρό ύφασμα.
2. Τοποθετούμε τη χαλκομανία ανάποδα επάνω σε μία ξύλινη επιφάνεια ή επιφάνεια πεπιεσμένου χαρτιού.
3. Επαλείφουμε την προβλεπόμενη κόλλα στην επιφάνεια της χαλκομανίας που πρόκειται να κολλήσει.
4. Κολλάμε τη μία άκρη της χαλκομανίας στην επιφάνεια και την απλώνουμε με έναν κύλινδρο απομακρύνοντας τις φυσαλίδες που εγκλωβίζονται κάτω από αυτήν.

Άσκηση: Προβείτε στην εφαρμογή μίας πλαστικής χαλκομανίας σε ένα έλασμα από κράμα αλουμινίου, σύμφωνα με τις εργασίες που περιγράφονται κατά βήματα ανωτέρω.

Επισκέψεις

Οι μαθητές μπορούν να παρακολουθήσουν επιστρώσεις της εξωτερικής επιφάνειας α/φών στην Ε.Α.Β. Α.Ε., το ΚΕΑ και το Μουσείο της Αεροπορίας στο Τατόι. Στο Μουσείο της Αεροπορίας μπορούν να δουν τις σημάνσεις παλαιών α/φών.

Εργασίες

Εντοπίστε στο διαδίκτυο ή την Πολεμική Αεροπορία το τεχνικό εγχειρίδιο NAVAIR 01-1A-509 / Τ.Ο. 1-1-691/ ΤΜ 1-1500-344-23 και καταγράψτε τον εξοπλισμό, τα μέσα και υλικά και τις διαδικασίες χρώσης των μαχητικών και πολιτικών α/φών.

2.1 Γενικά

Για τη λειτουργία, εξυπηρέτηση και συντήρηση των α/φών στο έδαφος με κινητήρες εκτός λειτουργίας χρησιμοποιούνται επίγεια μέσα υποστήριξης. Οι βασικές μονάδες που χρησιμοποιούνται σε ένα σύγχρονο αεροδρόμιο είναι οι μονάδες παροχής ηλεκτρικής ισχύος και αέρα εκκίνησης, θέρμανσης, ψύξης και εξαερισμού. Μπορεί να είναι απλές και μικρές συσκευές, που μεταφέρονται και μετακινούνται με το χέρι ή μεγάλες αυτοκινούμενες ή ρυμουλκούμενες μονάδες παροχής αέρα, ρεύματος, δοκιμής υδραυλικών συστημάτων, πλήρωσης με καύσιμο και πόσιμο νερό στα μεγάλα επιβατικά και μεταγωγικά α/φη.

2.2 Αεροσυμπιεστής Χαμηλής και Υψηλής Πίεσης

Οι μονάδες παροχής αέρα είναι αυτοκινούμενες ή ρυμουλκούμενες σε όχημα δύο ή τεσσάρων τροχών και χρησιμεύουν για την εξυπηρέτηση κυρίως μεσαίων και μεγάλων α/φών. Παρέχουν συνεχή ροή αέρα ρυθμιζόμενης παροχής και πίεσης και χρησιμοποιούνται για τις ακόλουθες χρήσεις:

1. Την εκκίνηση των στρόβιλο και ελικοστροβιλοκινητήρων.
2. Λειτουργία των πνευματικών (με πεπιεσμένο αέρα) συσκευών του α/φους, του εξοπλισμού λίπανσης και χρώσης του και την πλήρωση των αεροθαλάμων των ελαστικών των τροχών του.
3. Την πλήρωση των πνευματικών συστημάτων, των υδραυλικών συσσωρευτών, των αποσβεστήρων κρούσης του συστήματος προσγείωσης και την εξυπηρέτηση των επίγειων πνευματικών μέσων υποστήριξης.

Τύποι Μονάδων Παροχής Αέρα

Οι μονάδες παροχής αέρα χαρακτηρίζονται με βάση την πίεση της παροχής του αέρα και τον τρόπο παροχής ενέργειας στον αεροσυμπιεστή. Με βάση τη μέγιστη πίεση παροχής αέρα διακρίνονται σε δύο τύπους:

Χαμηλής πίεσης, με μέγιστη πίεση παροχής μέχρι 175 PSI. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκκίνηση των στροβιλοκινητήρων και τον εξαερισμό, τη θέρμανση και ψύξη α/φών, την εξυπηρέτηση των πνευματικών συσκευών του α/φους και του επίγειου εξοπλισμού (σχήμα 2.1).

Υψηλής πίεσης με μεγίστη πίεση παροχής αέρα από 3.000 μέχρι 3.500 PSI. Χρησιμοποιούνται για την πλήρωση πνευματικών και υδραυλικών συστημάτων και αποσβεστήρων κρούσης του συστήματος προσγείωσης του α/φους. Υπάρχουν μονάδες που παρέχουν αέρα εκκίνησης στροβιλοκινητήρων και ηλεκτρική ισχύ συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος.

Μία τυπική μονάδα παροχής αέρα αποτελείται από τα εξής κύρια συγκροτήματα: αεροσυμπιεστή, μπαταρία, δεξαμενή καυσίμου, κινητήρα, ηλεκτρικό σύστημα, σύστημα ελέγχου, πίνακα οργάνων και σύστημα σωληνώσεων πεπιεσμένου αέρα. Οι αεροσυμπιεστές μπορεί να παίρνουν ενέργεια από ηλεκτροκινητήρα, πετρελαιοκινητήρα, βενζινοκινητήρα ή στροβιλοκινητήρα. Στα σύγχρονα αεροδρόμια υπάρχουν μόνιμοι σταθμοί παροχής αέρα. Το δίκτυο και η εγκατάσταση του συστήματος παροχής αέρα είναι υποεδάφιο. Οι αεροσυμπιεστές στις μό-

νιμες εγκαταστάσεις είναι κοχλιωτού τύπου και οι κινητήρες τους ηλεκτρικοί. Η μόνιμη εγκατάσταση έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως τη μείωση της κίνησης οχημάτων στο αεροδρόμιο, κ.τ.λ. Κύριο μειονέκτημά της είναι το υψηλό κόστος που απαιτείται για την αρχική εγκατάσταση, πλην όμως, το συνολικό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας είναι μικρότερο.



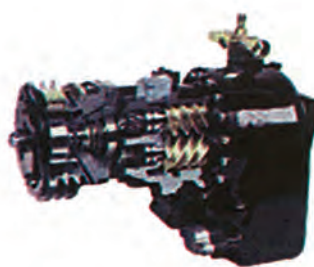
Σχήμα 2.1

Μονάδα Παροχής
Αέρα Εκκίνησης
Χαμηλής Πίεσης

Αρχές Λειτουργίας Αεροσυμπιεστών

Ο αεροσυμπιεστής είναι η κύρια συσκευή της μονάδας παροχής αέρα. Μπορεί να είναι αξονικού, φυγοκεντρικού ή κοχλιωτού τύπου. Οι μονάδες παροχής αέρα εκκίνησης των στροβιλοκινητήρων α/φών έχουν, συνήθως αεροσυμπιεστή κοχλιωτού τύπου (σχήμα 2.2.). Ο αεροσυμπιεστής κοχλιωτού τύπου έχει χαμηλό κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης. Είναι πολύ αξιόπιστος και απλός στην κατασκευή του.

Οι αεροσυμπιεστές έχουν σταθερά και περιστρεφόμενα τμήματα που συμπίεζουν τον αέρα που εισέρχεται σε αυτούς. Ένα σταθερό και ένα περιστρεφόμενο τμήμα αποτελούν μία βαθμίδα. Η συμπίεση του αέρα επιτυγχάνεται με φυγοκεντρική ή αξονική κίνηση, μέσα από τις βαθμίδες, οι οποίες συνήθως είναι δύο ή περισσότερες. Ο αέρας υψηλής πίεσης στην έξοδο του συμπιεστή συγκεντρώνεται και αποθηκεύεται σε αεροθάλαμο υψηλής πίεσης. Η βαλβίδα μη επιστροφής εξασφαλίζει σταθερή πίεση αέρα στον αεροθάλαμο. Στην είσοδο και στην έξοδο του αεροσυμπιεστή υπάρχουν φίλτρα καθαρισμού του αέρα από σκόνες, υγρασία, λάδια, κ.τ.λ. Ο αέρας που παρέχεται στο α/φος είναι καθαρός και δεν έχει ξένα σωματίδια και υγρά (λάδια ή λιπαντικά).



α) Εγκάρσια Τομή Αεροσυμπιεστή Κοχλιωτού Τύπου

β) Αεροσυμπιεστής Κοχλιωτού Τύπου

Σχήμα 2.2

Βασικές Διαδικασίες Χρήσης

Μέτρα ασφαλείας. Κατά τη χρήση και λειτουργία των συσκευών παροχής αέρα στο α/φος δεν επιτρέπονται τα ακόλουθα:

1. Η χρήση σωληνώσεων χαμηλής πίεσης (300 PSI) σε συμπιεστές με παροχή υψηλής πίεσης (3.000 PSI).
2. Η χρήση και λειτουργία τους, όταν είναι εσωτερικής καύσης, σε κλειστούς χώρους.
3. Ο ανεφοδιασμός με καύσιμο της μονάδας παροχής αέρα με το συμπιεστή σε λειτουργία.

Διαδικασίες Εκκίνησης και Λειτουργίας. Οι διαδικασίες εκκίνησης και λειτουργίας της μονάδας παροχής αέρα περιγράφονται στα τεχνικά εγχειρίδιά της. Στην εργαστηριακή άσκηση 1 αναφέρονται οι γενικές οδηγίες χρήσης των μονάδων παροχής αέρα στα α/φη.

2.3 Μονάδες Κλιματισμού - Θέρμανσης και Ψύξης

Είναι αυτοκινούμενες ή ρυμουλκούμενες μονάδες που χρησιμεύουν στον κλιματισμό, δηλ. θέρμανση ή ψύξη των α/φών σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Συνήθως, συνδυάζουν παροχή θερμού και ψυχρού αέρα με διακόπτες επιλογής (σχήμα 2.3).

Προθέρμανση. Χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των κινητήρων, του χώρου διακυβέρνησης και επιβατών του α/φους και της περιοχής που εργάζεται το προσωπικό συντήρησης ή επισκευής του σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Οι μονάδες προθέρμανσης έχουν δυνατότητα παροχής θερμού αέρα από 40.000 - 400.000 BTUs ανά ώρα με θερμοκρασία από 66 έως 140° C και παροχή από 300 έως 4.000 κυβικά πόδια ανά λεπτό της ώρας. Ο θερμός αέρας μεταφέρεται με εύκαμπτους αγωγούς στην επιθυμητή περιοχή θέρμανσης.

Η μονάδα προθέρμανσης αποτελείται από δύο κύρια συκροτήματα: τον κινητήρα με τα παρελκόμενά του και το θερμαντήρα. Ο κινητήρας μπορεί να

Σχήμα 2.3

Τυπικές Μονάδες
Θέρμανσης
και Ψύξης
(Κλιματισμού)



α) 740.000 BTUS/H



β) 240.000 BTUS/H

είναι εσωτερικής καύσης ή ηλεκτροκινητήρας. Ο κινητήρας περιστρέφει έναν ανεμιστήρα, ο οποίος παρέχει αέρα στο θερμαντήρα. Μία αντλία καυσίμου παρέχει καύσιμο στον κινητήρα και το θερμαντήρα. Ο αέρας που παρέχεται από τον ανεμιστήρα στο θερμαντήρα θερμαίνεται σε έναν εναλλάκτη θερμότητας. Ο αέρας που θερμαίνεται στο θερμαντήρα δεν έρχεται σε επαφή με τα προϊόντα καύσης του εναλλάκτη θερμότητας και κατά συνέπεια είναι καθαρός.

Τα μέτρα ασφαλείας, οι διαδικασίες εκκίνησης και λειτουργίας της μονάδας προθέρμανσης περιγράφονται στα εγχειρίδιά της. Γενικά, για όλες τις μονάδες παροχής αέρα δεν επιτρέπονται τα ακόλουθα:

1. Η λειτουργία της μονάδας μέσα σε κλειστούς χώρους.
2. Η είσοδος καυσαερίων της μονάδας στο χώρο προθέρμανσης.
3. Ο ανεφοδιασμός της μονάδας προθέρμανσης με καύσιμο, όταν είναι σε λειτουργία ή είναι πολύ ζεστή.

Πρόψυξη. Η συνήθης απαίτηση στα αεροδρόμια είναι η θέρμανση των α/φών σε χαμηλές θερμοκρασίες και σπάνια η ψύξη σε υψηλές θερμοκρασίες. Η ψύξη χρησιμοποιείται για τη μείωση της θερμοκρασίας του χώρου διακυβέρνησης και επιβατών σε πολύ μεγάλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Η αρχή λειτουργίας τους είναι ίδια με αυτή των μονάδων παροχής θερμού αέρα.

2.4 Μονάδες Παροχής Ηλεκτρικής Ισχύος

Είναι αυτοκινούμενες ή ρυμουλκούμενες μονάδες και διαφέρουν στο μέγεθος ανάλογα με τις κατηγορίες των α/φών που εξυπηρετούν.

Στα μικρά α/φη χρησιμοποιούνται μικρές και απλές μονάδες παροχής ισχύος. Αποτελούνται από μία σειρά συνδεδεμένων συσσωρευτών (μπαταριών) που με ένα ηλεκτρικό καλώδιο, με ρευματοδότη στο άκρο, παρέχουν την απαιτούμενη ισχύ στο α/φος. Οι ρευματοδότες των μονάδων παροχής ισχύος σε συνδυασμό με τους ρευματολήπτες των α/φών δεν επιτρέπουν τη σύνδεση με λανθασμένη πολικότητα (+/-). Η παροχή είναι 12, 24 ή 28,5 Volts με συνεχή ή εναλλασσόμενη τάση. Η εκκίνηση των εμβολοφόρων κινητήρων γίνεται με συνεχή τάση, ενώ των στροβιλοκινητήρων με εναλλασσόμενη τάση. Όταν απαιτείται μεγαλύτερη παροχή ισχύος, χρησιμοποιούνται μονάδες με γεννήτριες οι οποίες παρέχουν ευρύ φάσμα τάσεων συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος.

Οι αυτοκινούμενες μονάδες ισχύος παρέχουν πολύ ευρύ φάσμα ηλεκτρικών τάσεων και συχνοτήτων και καλύπτουν όλους τους τύπους και τις κατηγορί-

ες α/φών. Παρέχουν συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε ευρύ φάσμα τάσεων καθώς και εναλλασσόμενο από λίγα Volts μέχρι 115 και 200 Volts καθώς και τριφασικό. Χρησιμοποιούνται σε μεσαία και μεγάλα επιβατικά και μεταγωγικά α/φ, τα οποία αν και διαθέτουν βοηθητικά συστήματα παροχής ηλεκτρικής ισχύος εξυπηρετούνται στα αεροδρόμια με επίγεια μέσα. Μία τυπική μονάδα παροχής ισχύος αποτελείται από γεννήτρια παροχής εναλλασσόμενου ρεύματος 115/200 Volts, 400 Hz που τροφοδοτείται από πετρελαιοκινητήρα ή στροβιλοκινητήρα.

Στα σύγχρονα αεροδρόμια υπάρχουν χώροι στάθμευσης α/φών για εξυπηρέτηση με μόνιμες, υποεδάφειες εγκαταστάσεις παροχής ισχύος. Στους χώρους αυτούς μεταφέρεται ηλεκτρικό ρεύμα υψηλής τάσης, όπου με μετασχηματιστές μειώνεται η τάση του σε 115/200 Volts με 400 Hz. Οι μόνιμες εγκαταστάσεις έχουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως τη μείωση της κίνησης των οχημάτων εξυπηρέτησης του αεροδρομίου, τη μείωση του θορύβου και της μόλυνσης του περιβάλλοντος, κ.τ.λ. Τα μέτρα ασφαλείας, οι διαδικασίες εκκίνησης και λειτουργίας κάθε μονάδας παροχής ισχύος περιγράφονται στα εγχειρίδιά της. Υπάρχουν γενικές οδηγίες χρήσης και γενικά μέτρα ασφαλείας για όλες τις μονάδες παροχής ισχύος που περιγράφονται στην εργαστηριακή άσκηση 2. Στο σχήμα 2.4 α) απεικονίζεται μία μονάδα παροχής ισχύος συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος και στο σχήμα 2.4 β) μόνο συνεχούς.



α) 28 Volt συνεχές και
128/208 Volt, 400 Hz,
60KVA



β) 28 Volt συνεχές

Σχήμα 2.4

Μονάδες Παροχής
Ηλεκτρικής Ισχύος

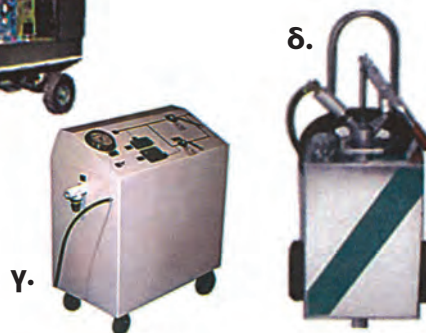
2.5 Μονάδες Εξυπηρέτησης Υδραυλικού και Πνευματικού Συστήματος

Είναι αυτοκινούμενες ή ρυμουλκούμενες μονάδες, έχουν διάφορα μεγέθη και καλύπτουν ποικίλες απαιτήσεις. Ορισμένες έχουν περιορισμένο φάσμα λειτουργίας, ενώ άλλες καλύπτουν πλήρως όλο το φάσμα δοκιμών των συστημάτων των α/φών. Συνήθως, έχουν τις εξής δυνατότητες:

- Αποστράγγιση του υδραυλικού συστήματος του α/φους.
- Φιλτράρισμα του υδραυλικού υγρού του υδραυλικού συστήματος.
- Πλήρωση του υδραυλικού συστήματος του α/φους με καθαρό «μικρονικά» φιλτραρισμένο υδραυλικό υγρό.
- Έλεγχο απόδοσης του υδραυλικού συστήματος.
- Έλεγχο διαρροής του υδραυλικού συστήματος.

Σχήμα 2.5

Μονάδες
Εξυπηρέτησης
Υδραυλικών
Συστημάτων Α/φών



Συνήθως, οι μεγάλες μονάδες ελέγχου του υδραυλικού συστήματος των α/φών έχουν ηλεκτροκινητήρα. Η παροχή του υδραυλικού υγρού είναι ρυθμιζόμενη από 0 έως 24 γαλόνια το λεπτό με ρυθμιζόμενη πίεση μέχρι 3.000 PSI. Η μονάδα έχει πίνακα ελέγχου για τη ρύθμιση της πίεσης και της παροχής του υδραυλικού υγρού και του αέρα. Υπάρχουν μονάδες που συνδυάζουν πολλές λειτουργίες, όπως την παροχή ηλεκτρικής ισχύος με συνεχές και εναλλασσόμενο ρεύμα και πλήρωση και έλεγχο υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων του α/φους (σχήμα 2.5).

2.6 Συσκευή Προλίπανσης και Εξοπλισμός Λίπανσης

Συσκευή Προλίπανσης - Αντιδιαβρωτικής Προστασίας. Η προλίπανση των εμβολοφόρων κινητήρων προβλέπεται, όταν είναι καινούριοι, μετά από συντήρηση ή μεγάλο χρονικό διάστημα μη λειτουργίας. Με τη συσκευή προλίπανσης διευκολύνεται η εργασία καθαρισμού και προλίπανσης. Επίσης, έχει δυνατότητα παροχής αντιδιαβρωτικού - αντισκωριακού υγρού. Οι απαιτήσεις προλίπανσης των στροβιλοκινητήρων είναι ίδιες αυτές των εμβολοφόρων κινητήρων. Στο σχήμα 2.6 απεικονίζονται συσκευές προλίπανσης και αντιδιαβρωτικής προστασίας.

Εξοπλισμός Λίπανσης. Στα α/φη υπάρχουν επιφάνειες που μετακινούνται ελαφρά μεταξύ τους και προβλέπεται η λίπανσή τους με γράσο. Η συσκευή «ψεκάζει» λιπαντικό μεταξύ του διακένου των δύο ελαφρά μετακινούμενων επιφανειών με πίεση 6.000 PSI.



α) Χειρός



β) Εμβολοφόρου Κινητήρα



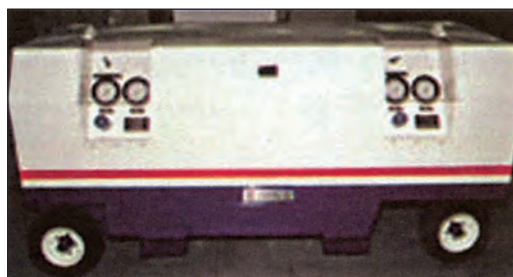
γ) Στροβιλοκινητήρα

Σχήμα 2.6

Συσκευές
Προλίπανσης

2.7 Συσκευές Εξυπηρέτησης Α/φών με Άζωτο και Οξυγόνο

Μονάδα Άζωτου. Οι φιάλες αζώτου είναι, συνήθως, εγκατεστημένες ανά δύο σε φορητές δίτροχες κατασκευές και συνδέονται μεταξύ τους με σωληνώσεις. Η μονάδα αζώτου χρησιμοποιείται για την πλήρωση του συστήματος αζώτου του α/φους. Το συγκρότημα αποτελείται από: μία στρόφιγγα, ένα διακόπτη, μία βαλβίδα διακοπής, έναν εύκαμπτο σωλήνα, μία φιάλη αέρα και αζώτου και ένα ρυθμιστή οξυγόνου υψηλής πίεσης. Οι φιάλες αζώτου χρησιμοποιούνται σε παράλληλη σύνδεση (όλες μαζί) ή μεμονωμένα (σχήμα 2.7).



α) Σύγχρονη Μονάδα



β) Μονάδα δύο Φιαλών

Σχήμα 2.7

Συσκευές
Εξυπηρέτησης
Α/φών με Άζωτο

Μονάδα Οξυγόνου. Η απλή μονάδα είναι μία τροχήλατη εγκατάσταση με πολλές φιάλες οξυγόνου, συνήθως οκτώ ή περισσότερες και χρησιμοποιείται για την πλήρωση του συστήματος οξυγόνου του α/φους με πεπιεσμένο οξυγόνο. Παρέχει οξυγόνο με ρυθμιζόμενη πίεση και παροχή με μέγιστη πίεση, συνήθως 3.000 PSI. Κάθε φιάλη συνδέεται με μία κεντρική σωλήνωση μέσω μίας βαλβίδας μη επιστροφής. Η παροχή οξυγόνου επιτυγχάνεται μέσω μίας βαλβίδα ελέγχου της κεντρικής σωλήνωσης, που ανοίγει και κλείνει ο χειριστής της μονάδας. Η πίεση παροχής ρυθμίζεται στην επιθυμητή τιμή μέσω ενός διακόπτη του πίνακα οργάνων. Υπάρχουν και σύγχρονες μονάδες παροχής οξυγόνου (σχήμα 2.8)



Σχήμα 2.8

Μονάδες
Εξυπηρέτησης
Α/φών με Οξυγόνο.

Τα μέτρα ασφαλείας και οι διαδικασίες χρήσης και λειτουργίας της μονάδας εξυπηρέτησης οξυγόνου περιγράφονται στα εγχειρίδιά της.

Τα μέτρα ασφαλείας είναι αυστηρά και συνοπτικά είναι τα ακόλουθα:

- Απαγορεύεται το κάπνισμα σε απόσταση 50 ft από τη συσκευή.
- Χρησιμοποιείται πάντοτε με δύο άτομα, εκ των οποίων ο ένας είναι στο α/φος και ο άλλος στη συσκευή.
- Η εξυπηρέτηση με οξυγόνο δεν επιτρέπεται μέσα στο υπόστεγο.
- Η εξυπηρέτηση με οξυγόνο δεν επιτρέπεται κατά τη διάρκεια ανεφοδιασμού ή εκτέλεσης εργασιών επισκευής και συντήρησής του που εγκυμονούν κινδύνους δημιουργίας σπινθήρων.

2.8 Μέσα Ρυμούλκησης

Χρησιμοποιούνται για τη μετακίνηση των α/φών εντός του αεροδρομίου από το χώρο στάθμευσης στο υπόστεγο και από το υπόστεγο στη γραμμή πτήσης. Το ρυμουλκό όχημα συνδέεται με το α/φος με τη μπάρα ρυμούλκησης. Η ρυμούλκηση των α/φών γίνεται από ειδικευμένο τεχνικό προσωπικό. Στο χώρο διακυβέρνησης του α/φους πρέπει να είναι ένα κατάλληλα εκπαιδευμένο άτομο για ενεργοποίηση του συστήματος πέδησης, σε περίπτωση αποσύνδεσης ή αστοχίας της μπάρας ρυμούλκησης. Τα οχήματα ρυμούλκησης α/φών έχουν κίνηση και πέδηση στους τέσσερις τροχούς και δύο ανεξάρτητα συστήματα διεύθυνσης στους εμπρόσθιους και οπίσθιους τροχούς. Στο σχήμα 2.9 απεικονίζονται τυπικά μέσα ρυμούλκησης α/φών και στο σχήμα 2.10 μπάρες ρυμούλκησης α/φών.

Σχήμα 2.9

Μέσα Ρυμούλκησης
Α/φών



α) και β) Τυπικές Μπάρες Ρυμούλκησης Α/φών

γ) Σύνδεση Μπάρας Ρυμούλκησης
σε Σκέλος Α/φους

Σχήμα 2.10

- Τα βασικά μέτρα ασφαλείας κατά τη ρυμούλκηση είναι τα εξής:
- Ελέγχουμε την πίεση του αέρα να είναι ικανοποιητική για πέδηση.
 - Αποφεύγουμε τη χρήση του ρυμουλκού μέσα σε υπόστεγα.
 - Χρησιμοποιούμε πάντα την προβλεπόμενη μπάρα ρυμούλκησης.

2.9 Μέσα Ανεφοδιασμού Καυσίμου

Ο ανεφοδιασμός με καύσιμο είναι η εργασία με τη μεγαλύτερη συχνότητα που εκτελείται στο α/φος από το προσωπικό που είναι επιφορτισμένο με τον ανεφοδιασμό καυσίμου α/φών. Το βάρος καυσίμου κυμαίνεται από 10% του βάρους απογείωσης στα μικρά και ελαφρά α/φη, έως 40% στα μεγάλα. Ο ανεφοδιασμός με καύσιμο στα ελαφρά α/φη γίνεται, συνήθως από πώμα πλήρωσης καυσίμου που είναι στη ράχη της πτέρυγας κοντά στο χείλος προσβολής, κατά αναλογία προς τα αυτοκίνητα. Ο ανεφοδιασμός καυσίμου στα μεσαία και μεγάλα επιβατικά α/φη και τα μαχητικά α/φη γίνεται, με μεγάλη πίεση, από ένα σημείο κάτω από την πτέρυγα ή στην άτρακτο. Το ακροσωλήνιο του αγωγού καυσίμου συνδέεται με την υποδοχή πλήρωσης καυσίμου του α/φους και το καύσιμο γεμίζει όλες τις δεξαμενές καυσίμου του α/φους από το σημείο αυτό. Ο ανεφοδιασμός των α/φών με καύσιμο γίνεται είτε με μεταφορά καυσίμου στο α/φος σε κηροζινοφόρα οχήματα είτε από μόνιμες υποεδάφειες εγκαταστάσεις καυσίμου στο χώρο εξυπηρέτησης των α/φών του αεροδρομίου.



α) Πλήρωση Δεξαμενής Καυσίμου Πτέρυγας



β) Πλήρωση με Πίεση από στένα Σημείο



γ) Κηροζινοφόρο

Κατά τον ανεφοδιασμό του α/φους τηρούνται πολύ αυστηρά μέτρα ασφαλείας, π.χ. απαγορεύεται να υπάρχουν αντικείμενα που μπορεί να προκαλέσουν σπινθήρα, όπως και μη αντιεκρηκτικά φώτα σε απόσταση 30m από το α/φος κατά τη διάρκεια ανεφοδιασμού. Το α/φος, το κηροζινοφόρο όχημα και το ακροσωλήνιο πλήρωσης πρέπει να είναι γειωμένα. Στο



δ) Πλήρωση Δεξαμενής καυσίμου Ατράκτου

σχήμα 2.11 απεικονίζεται η πλήρωση α/φών με και χωρίς πίεση και ένα κηροζινοφόρο όχημα ανεφοδιασμού καυσίμου α/φών.

2.10 Μέσα Ανύψωσης (Γρύλοι και Σαμπάνια)

Οι γρύλοι χρησιμοποιούνται για την ανύψωση είτε ολόκληρου του α/φους είτε συγκροτημάτων του, για τη διευκόλυνση εργασιών επισκευής ή συντήρησης. Η ανυψωτική ικανότητα των γρύλων ποικίλλει από 3 τόνους έως 25 τόνους. Αποτελούνται από τον κύριο κορμό, μία αντλία με τα παρελκόμενα και έναν κύλινδρο. Ο τύπος του γρύλου εξαρτάται από την ανυψωτική του δύναμη και τη χρήση του. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι: με επίπεδη βάση και με τρίποδα (σχήμα 2.12). Οι γρύλοι προσαρμόζονται σε συγκεκριμένα σημεία ανύψωσης του α/φους, που είναι γνωστά ως σημεία στήριξης γρύλων. Οι γρύλοι τύπου τρίποδα χρησιμοποιούνται για την ανύψωση ολόκληρου του α/φους και προσαρμόζονται



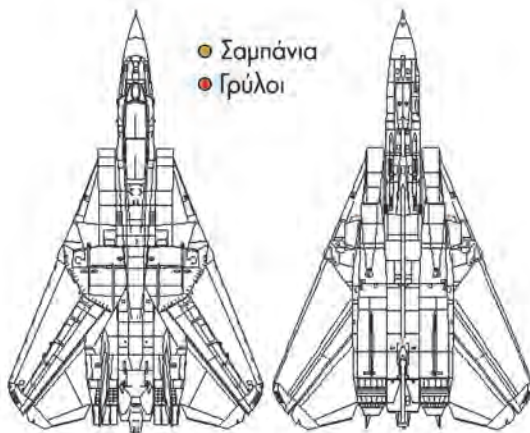
Σχήμα 2.12

α) Γρύλος Τύπου Τρίποδα και β) Γρύλος Επίπεδης Βάσης



Σχήμα 2.13

Ανύψωση Α/φους με Σαμπάνια



Σχήμα 2.14

Σημεία Ανύψωσης Μαχητικού Α/φους με Γρύλους και Σαμπάνια

στα σημεία στήριξης γρύλων της πτέρυγας και της ατράκτου. Οι γρύλοι με επίπεδη βάση χρησιμοποιούνται για την ανύψωση των τροχών του α/φους.

Οι εργασίες και οι γρύλοι ανύψωσης ενός α/φους περιγράφονται στα εγχειρίδιά του.

Κατά την αποσυναρμολόγηση μεγάλων συγκροτημάτων του α/φους ή σε περιπτώσεις ατυχημάτων απαιτείται η ανύψωση ολόκληρου του α/φους ή συγκροτημάτων του με σαμπάνια και γερανό. Το α/φος και τα συγκροτήματά του φέρουν στην επάνω επιφάνειά τους υποδοχές για την τοποθέτηση κατάλληλων προσαρμογέων ανύψωσης με σαμπάνια. Τα σαμπάνια των α/φών είναι συρματόσχοινα με συγκεκριμένο μήκος και κατάλληλους ακροδέκτες (σχήμα 2.13 και 2.14).

2.11 Πρόσδεση Α/φους και Ασφάλιση Επιφανειών Ελέγχου

Η πρόσδεση των μικρών και ελαφρών α/φών στο έδαφος είναι απαραίτητη, ιδιαίτερα, όταν αναμένονται ισχυροί και θυελλώδεις άνεμοι. Η διεύθυνση του διαμήκη άξονα του α/φους οφείλει να συμπίπτει με τη διεύθυνση του αναμενόμενου ισχυρού ανέμου. Οι περιοχές πρόσδεσης α/φών των αεροδρομίων έχουν κρίκους, άγκιστρα ή άλλες διατάξεις στο δάπεδο στάθμευσης για την πρόσδεση των ελαφρών α/φών με σχοινιά, τριχιές, αλυσίδες, συρματόσχοινα. Οι διατάξεις πρόσδεσης έχουν αντοχή της τάξεως των 3.000 lbs. Τα ελαφρά α/φη προσδένονται με σχοινιά και τριχιές, συνήθως από νάilon με αντοχή της τάξεως των 3.000 lbs, ενώ τα μεγάλα α/φη με συρματόσχοινα και αλυσίδες. Τα σχοινιά ή οι τριχιές δένονται στα σημεία πρόσδεσης με το έδαφος με ειδικούς κόμπους.

Τα συρματόσχοινα πρόσδεσης α/φών έχουν ακροδέκτη ταχείας σύνδεσης για την πρόσδεσή τους με τα άγκιστρα και τις διατάξεις στο έδαφος. Τα α/φη έχουν στην άτρακτο, την πτέρυγα και τα σκέλη υποδοχές πρόσδεσης και ασφάλισης για ακραίες συνθήκες ανέμων. Σε συνθήκες ισχυρού ανέμου οι επιφάνειες ελέγχου και τα χειριστήρια των α/φών ασφαλίζονται για την αποφυγή ζημιών (σχήμα 2.15).



Σχήμα 2.15

Ασφάλιση Εξωτερικών Επιφανειών και Χειριστηρίων Α/φών σε Συνθήκες Ισχυρών Ανέμων

Περίληψη του 2ου Κεφαλαίου

Τα α/φη εξυπηρετούνται με ειδικά επίγεια μέσα υποστήριξης. Τα μέσα μπορεί να είναι αυτοκινούμενα, ρυμουλκούμενα ή μεταφερόμενα με το χέρι τροχήλατα συγκροτήματα. Κατά τη χρήση των μονάδων εξυπηρέτησης α/φών πρέπει να τηρούνται τα προβλεπόμενα εκάστοτε μέτρα ασφαλείας και οι διαδικασίες εκκίνησης και λειτουργίας τους.

Οι μονάδες παροχής ηλεκτρικής ισχύος και αέρα εκκίνησης χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο και την πλήρωση των υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων των α/φών. Διακρίνονται σε χαμηλής πίεσης και υψηλής πίεσης. Οι μονάδες χαμηλής πίεσης χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκκίνηση των στροβιλοκινητήρων και τον κλιματισμό (θέρμανση και ψύξη) των α/φών. Οι υψηλής πιέσεις χρησιμοποιούνται για την πλήρωση των πνευματικών και

υδραυλικών συστημάτων και των αποσβεστήρων κρούσης του συστήματος προσγείωσης.

Σε ακραίες συνθήκες υψηλής ή χαμηλής θερμοκρασίας εδάφους τα α/φη κλιματίζονται στο έδαφος από μονάδες κλιματισμού. Σε χαμηλές θερμοκρασίες προθερμαίνονται οι κινητήρες και ο χώρος διακυβέρνησης και επιβατών του α/φους και σε υψηλές θερμοκρασίες κλιματίζεται ο χώρος διακυβέρνησης και επιβατών.

Οι μονάδες παροχής ηλεκτρικής ισχύος χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκκίνηση του κινητήρα και παρέχουν συνεχή τάση 12, 24 ή 28,5 Volts και εναλλασσόμενη τάση από λίγα Volts μέχρι 115 και 200 Volts καθώς και τριφασικό. Στα σύγχρονα αεροδρόμια υπάρχουν χώροι στάθμευσης α/φών με μόνιμες υποεδάφειες εγκαταστάσεις παροχής ισχύος.

Για τον έλεγχο και την πλήρωση των υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων των α/φών χρησιμοποιούνται ειδικές αυτοκινούμενες ή ρυμουλκούμενες μονάδες με ρυθμιζόμενη πίεση και παροχή. Ορισμένες συνδυάζουν πολλές λειτουργίες, όπως παροχή ηλεκτρικής ισχύος με συνεχές και εναλλασσόμενο ρεύμα και πλήρωση και έλεγχο υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων του α/φους.

Οι εμβολοφόροι κινητήρες και οι στροβιλοκινητήρες των α/φών προβλέπονται να προλιπαίνονται. Η εργασία προλίπανσης διευκολύνεται με τη συσκευή προλίπανσης.

Για την εξυπηρέτηση των α/φών με άζωτο και οξυγόνο χρησιμοποιούνται ρυμουλκούμενες ή τροχήλατες μονάδες αζώτου και οξυγόνου με ρυθμιζόμενη παροχή και πίεση.

Για τη μετακίνηση των α/φών εντός του αεροδρομίου χρησιμοποιούνται ειδικά μέσα ρυμούλκησης με κίνηση και πέδηση στους τέσσερις τροχούς και με διπλό σύστημα διεύθυνσης.

Ο ανεφοδιασμός των α/φών με καύσιμο εκτελείται είτε από πολλά σημεία με πιστόλι, κατά αναλογία προς τα αυτοκίνητα, είτε με πίεση από ένα σημείο της πτέρυγας ή της ατράκτου. Η μεταφορά καυσίμου στα α/φη γίνεται με ειδικά κηροζινοφόρα οχήματα. Στα σύγχρονα αεροδρόμια η πλήρωση των α/φών με καύσιμο γίνεται από υποεδάφειες εγκαταστάσεις καυσίμου στο χώρο εξυπηρέτησής τους. Τα μέτρα ασφαλείας κατά τον ανεφοδιασμό του α/φους είναι πολύ αυστηρά.

Για την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης και επισκευής του α/φους απαιτείται η ανύψωσή του ή συγκροτημάτων του σε γρύλους. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι γρύλων: με επίπεδη βάση και με τρίποδα. Οι γρύλοι προσαρμίζονται στα σημεία ανύψωσης του α/φους που είναι γνωστά ως σημεία στήριξης γρύλων. Οι γρύλοι τύπου τρίποδα χρησιμοποιούνται για την ανύψωση ολόκληρου του α/φους, ενώ οι γρύλοι με επίπεδη βάση για την ανύψωση των τροχών του α/φους.

Τα α/φη έχουν σημεία συγκράτησης για την ανύψωσή τους με γερανό.

Η ανύψωση εκτελείται με σαμπάνια συρματόσχοινων που έχουν συγκεκριμένο μήκος και κατάλληλους ακροδέκτες.

Όταν αναμένονται ισχυροί άνεμοι, τα α/φη προσδένονται στο έδαφος και ασφαλίζονται οι επιφάνειες ελέγχου και τα χειριστήριά τους. Στις περιοχές πρόσδεσης α/φών υπάρχουν στο δάπεδο στερεωμένοι κρίκοι ή άγκιστρα. Στα μικρά και ελαφρά α/φη χρησιμοποιούνται σχοινιά, ιμάντες ή τριχιές, ενώ στα μεγάλα α/φη συρματόσχοινα και αλυσίδες.

1. Αναφέρατε δύο μέσα εξυπηρέτησης και υποστήριξης α/φών στο έδαφος.
2. Πώς θα χαρακτηρίζατε μία μονάδα παροχής αέρα με:
 - α) Πίεση μέχρι 175 PSI. β) Πίεση από 3.000 μέχρι 3.500 PSI
3. Ποια είναι η κύρια χρήση των μονάδων παροχής αέρα;
 - α) Χαμηλής πίεσης, β) Υψηλής πίεσης.
4. Τι είδος κινητήρας μπορεί να είναι ο κινητήρας μίας μονάδας παροχής αέρα που τροφοδοτεί τον αεροσυμπιεστή της;
5. Πώς γίνεται η παροχή αέρα στα α/φη στα σύγχρονα αεροδρόμια;
6. Σε τι χρησιμεύουν οι μονάδες κλιματισμού στα αεροδρόμια;
7. Με τι είδους τάση γίνεται η εκκίνηση των εμβολοφόρων κινητήρων;
8. Τι είδους α/φη εξυπηρετούν οι μονάδες παροχής ηλεκτρικής ισχύος εναλλασσόμενης τάσης;
9. Υπάρχουν μονάδες εξυπηρέτησης α/φών που παρέχουν ταυτόχρονα αέρα χαμηλής πίεσης, ηλεκτρική ισχύ και υδραυλική ισχύ;
10. Προβλέπεται προλίπανση του στροβιλοκινητήρα;
11. Πώς γίνεται η πλήρωση των ελαφρών α/φών με καύσιμο;
12. Με ποια μέσα ανυψώνεται ένα α/φος για την εκτέλεση των εργασιών επισκευής ή συντήρησης;
13. Με ποια μέσα γίνεται η πρόσδεση των ελαφρών α/φών στο έδαφος;
14. Από ποια κύρια συγκροτήματα αποτελείται η μονάδα παροχής αέρα;
15. Σε τι χρησιμεύουν οι μονάδες παροχής αέρα στα α/φη;
16. Σε τι χρησιμεύουν οι μονάδες παροχής ηλεκτρικής ισχύος;
17. Αναφέρατε τις λειτουργίες που εξυπηρετούν οι μονάδες παροχής υδραυλικής και πνευματικής ισχύος στα α/φη.
18. Πώς γίνεται ο ανεφοδιασμός καυσίμου των α/φών;
19. Πώς προστατεύονται τα α/φη από ισχυρούς ανέμους;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 2ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Χρήση Μονάδων Παροχής Αέρα

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί τη μονάδα παροχής αέρα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μονάδα Παροχής Αέρα

Εργασίες κατά βήματα.

1. Μεταφέρουμε τη μονάδα στο σημείο παροχής αέρα στην προβλεπόμενη απόσταση και θέση από το α/φος.
2. Ακινητοποιούμε τη μονάδα με το χειρόφρενο.
3. Ανοίγουμε τη βαλβίδα παροχής και κλείνουμε τη βαλβίδα διακοπής του αεροσυμπιεστή στον πίνακα οργάνων.
4. Θέτουμε σε κίνηση τον κινητήρα.
5. Όταν η πίεση αυξηθεί και γίνει ίση με την πίεση λειτουργίας, ανοίγουμε τη βαλβίδα διακοπής.
6. Ρυθμίζουμε την πίεση στην επιθυμητή τιμή και θέτουμε σε λειτουργία τον αεροσυμπιεστή.
7. Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας διακόπτουμε τη λειτουργία της μονάδας. Κλείνουμε τη βαλβίδα διακοπής στον πίνακα οργάνων και τοποθετούμε το διακόπτη εκκίνησης στη θέση διακοπής.
8. Κλείνουμε τη βαλβίδα παροχής και ανοίγουμε τη βαλβίδα αποστράγγισης για να απομακρυνθούν η υγρασία και το νερό που έχουν συγκεντρωθεί.
9. Κλείνουμε τη βαλβίδα αποστράγγισης.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Διαδικασίες Εκκίνησης και Λειτουργίας Μονάδας Παροχής Ηλεκτρικής Ισχύος.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί τη μονάδα παροχής ηλεκτρικής ισχύος.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μονάδα Παροχής Ηλεκτρικής Ισχύος.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Σταθμεύουμε τη μονάδα παροχής ισχύος (αυτοκινούμενη ή μη) σε επαρκή απόσταση από το α/φος.
2. Τραβάμε το χειρόφρενο.
3. Δε μετακινούμε ποτέ τη μονάδα παροχής ισχύος, όταν είναι σε λειτουργία ή όταν το καλώδιο παροχής της είναι συνδεδεμένο με το α/φος.
4. Συνδέουμε το ρευματοδότη του καλωδίου της μονάδος παροχής ισχύος με προσοχή στο ρευματολήπτη του α/φους.
5. Ρυθμίζουμε την προβλεπόμενη για το α/φος τάση παροχής. Π.χ. παροχή ρεύματος 24 Volts σε α/φος με σύστημα λειτουργίας 12 Volts προκαλεί σοβαρές ζημιές.
6. Ο κεντρικός διακόπτης του α/φους (master switch) πρέπει να τεθεί στη θέση off πριν τη σύνδεση του ρευματοδότη της μονάδος παροχής ισχύος με το ρευματολήπτη του α/φους.

ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ

ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

203

3.1 Ιστορία των Αεροσκαφών

Η προσδοκία του ανθρώπου να πετάξει είναι πολύ παλιά. Η μυθολογία αναφέρει ανθρώπους που πέταξαν, όπως ο Ίκαρος και ο Δαίδαλος.

Η πρώτη πτήση α/φους πραγματοποιείται το 1903 από τους αδελφούς Ράιτ. Παρόμοια αεροπλάνα, διαρκώς εξελισσόμενα, κατασκευάζονται για δέκα περίπου χρόνια και στην Ευρώπη. Το 1915 οι Γερμανοί κατασκευάζουν το πρώτο α/φος εξ ολοκλήρου από μεταλλικά υλικά. Παράλληλα κατασκευάζονται και τα πρώτα υδροπλάνα. Το 1919 οι Αμερικανοί με το α/φος Vickers Vimy διασχίζουν τον Ατλαντικό ωκεανό χωρίς ενδιάμεσο σταθμό. Το 1939 οι Γερμανοί αρχίζουν να σχεδιάζουν το α/φος Me-262 με αεριοστρόβιλο, το οποίο εκτελεί την πρώτη πτήση του το 1942. Το 1937 οι Γερμανοί κατασκευάζουν το πρώτο κυβερνώμενο ελικόπτερο.

Οι Αμερικανοί κατασκευάζουν το πρώτο υπερηχητικό α /φος Bell X-1 που εκτελεί την πρώτη πτήση του το 1947 και εγκαινιάζεται η εποχή των υπερηχητικών α/φών. Ο ανταγωνισμός των Αμερικανών και Ρώσων μεταπολεμικά, στον τομέα των στρατιωτικών α/φών, είχε ως συνέπεια τη ραγδαία ανάπτυξη και εντυπωσιακή εξέλιξη της αεροναυπηγικής με αποτέλεσμα την κατασκευή αξιόλογων α/φών και ελικοπτέρων. Τα μαχητικά α/φη που κατασκευάστηκαν μεταπολεμικά χαρακτηρίζονται ως α/φη πρώτης γενιάς με τελευταίους αντιπροσώπους τα F-84, F-86, F-104, κ.τ.λ.

Το 1954 είναι η χρονιά των επιβατικών α/φών με στροβιλοκινητήρα. Η Αγγλία κατασκευάζει το α/φος Comet και η Αμερική το Boeing 707 με μέγιστη ταχύτητα 885 Km/ h και 150 επιβάτες που σηματοδοτεί τη νέα εποχή των επιβατικών α /φών με μεγάλες ταχύτητες και ύψη πτήσης. Το 1955 αρχίζει η μελέτη και κατασκευή της δεύτερης γενιάς μαχητικών α/φών με αυξημένες επιδόσεις και υπερηχητικές ταχύτητες. Χαρακτηριστικά α /φη της γενιάς αυτής είναι τα F-1, F-4, F-5, κ.τ.λ.

Το 1959 το Αμερικάνικο υπέρ - υπερηχητικό πειραματικό α/φος X-15 εκτελεί την πρώτη του επανδρωμένη πτήση με 6,7 Ma και μέγιστο ύψος πτήσης 108 Km. Το 1970 πετούν ήδη δοκιμαστικά τα πρώτα υπερηχητικά επιβατικά α/φη, το Concorde και Tu 144.

Τη δεκαετία του '70 αρχίζει η σχεδίαση των Α/φών της τρίτης γενιάς, όπως το F-15, F-16, F-18, Tornado, MIG 29, κ.τ.λ. στα οποία βρίσκουν εφαρμογή τα σύνθετα υλικά. Βελτιώνονται τα προωθητικά συστήματα, τα συστήματα του α/

φους, της δομής και των ηλεκτρονικών. Οι βελτιώσεις στα α/φη της πολιτικής αεροπορίας επικεντρώνονται στην αύξηση της αξιοπιστίας, τη μείωση του κόστους συντήρησης και της κατανάλωσης καυσίμου.

3.2 Εξέλιξη Αεροσκαφών

3.2.1 Κατάταξη

Γενικά, τα α /φη ταξινομούνται σε: α) Στρατιωτικής χρήσης και β) Πολιτικής χρήσης. Τα στρατιωτικά α/φη ταξινομούνται με βάση κυρίως την αποστολή, το βάρος απογείωσης και την ευελιξία τους. Τα α/φη διακρίνονται επίσης σ' αυτά που προσγειώνονται σε αεροδρόμια και σ' αυτά που προσγειώνονται σε αεροπλανοφόρα. Τα πολιτικά α/φη ταξινομούνται με βάση τη χρήση τους σε επιβατικά, μεταγωγικά και ειδικών χρήσεων.

Τα α/φη (στρατιωτικά και πολιτικά) μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες με βάση την εξωτερική διαμόρφωσή τους, το είδος του κινητήρα, το μήκος του διαδρόμου απογείωσης και προσγείωσης, την ταχύτητα πτήσης, κ.τ.λ. ως ακολούθως:

α. Υποηχητικά - Υπερηχητικά. Τα υποηχητικά πετούν στην υποηχητική περιοχή, δηλ. η μέγιστη ταχύτητά τους είναι μικρότερη της ταχύτητας του ήχου, σε αντίθεση με τα υπερηχητικά που η μέγιστη ταχύτητά τους είναι μεγαλύτερη της ταχύτητας του ήχου. Τα υπερηχητικά α/φη, εκτός από την υπερηχητική περιοχή, εκμεταλλεύονται τόσο την υποηχητική όσο και διηχητική. Η διηχητική περιοχή είναι η περιοχή ταχυτήτων μεταξύ της καθαρής υποηχητικής και υπερηχητικής περιοχής.

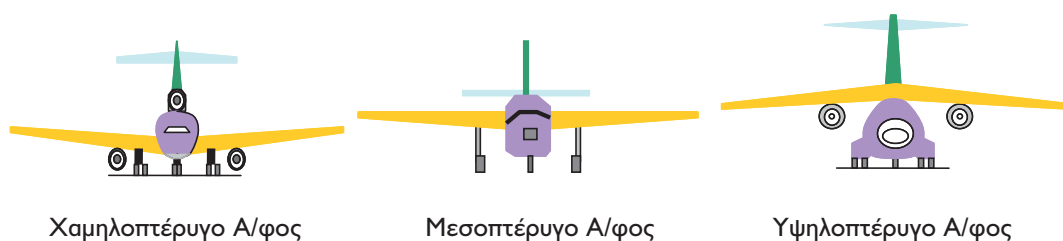
β. Υψηλό - Μέσο - Χαμηλοπτέρυγα. Τα υψηλοπτέρυγα διευκολύνουν τη φόρτωση και εκφόρτωση επειδή, συνήθως, οι κινητήρες είναι κάτω από τις πτέρυγες και έχουν δύσκολη συντήρηση. Τα μεσοπτέρυγα έχουν τη μικρότερη οπισθέλκουσα (σχήμα 3.1). Τα περισσότερα α/φη είναι χαμηλοπτέρυγα.

γ. Εμβολοφόρα - Στροβιλοελικοφόρα - Στροβιλοφόρα. Το είδος του κινητήρα καθορίζει τη μέγιστη ταχύτητα πτήσης του α /φους. Τα ελικοφόρα είναι για μικρές ταχύτητες πτήσης, τα στροβιλοελικοφόρα για μεσαίες και τα στροβιλοφόρα για μεγάλες υποηχητικές και υπερηχητικές ταχύτητες.

δ. Κανονικών Διαδρόμων - STOL - VTOL. Τα α /φη κανονικών διαδρόμων απογείωσης - προσγείωσης χρειάζονται διάδρομο μήκους πάνω από 400 m, τα STOL αρκούνται σε διάδρομο κάτω από τα 400 m και τα VTOL δε χρειάζονται καθόλου διάδρομο.

ε. Σταθερών Πτερύγων - Κινητών Πτερύγων. Τα περισσότερα α/φη έχουν σταθερές πτέρυγες. Μερικά υπερηχητικά μαχητικά α/φη, όπως το F-111 και Tornado ADV, έχουν κινητές πτέρυγες, δηλ. μεταβάλλουν τη γωνία βέλους της πτέρυγας και την προσαρμόζουν στις συνθήκες πτήσης.

στ. Ξηράς, Θαλάσσης, Αμφίβια. Τα α/φη που απογειώνονται και προσγειώνονται με χρήση τροχών χαρακτηρίζονται ως α/φη ξηράς και είναι τα περισσότερα. Τα υδροπλάνα χαρακτηρίζονται ως α/φη θαλάσσης. Δεν έχουν σύστημα προσγείωσης με τροχούς αλλά το κάτω τμήμα της ατράκτου είναι διαμορφωμένο, όπως αυτό των πλοίων για να μπορούν να απογειώνονται και προσγειώνονται στο νερό. Τα αμφίβια α/φη μπορούν να απογειώνονται και προσγειώνονται τόσο σε αεροδρόμια όσο και στο νερό.

**Σχήμα 3.1**

Υψηλοπτέρυγο -
Μεσοπτέρυγο και
Χαμηλοπτέρυγο Α/φος

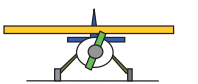
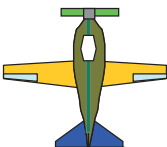
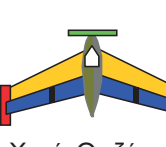
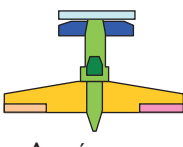
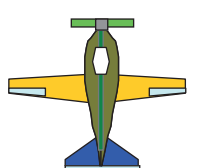
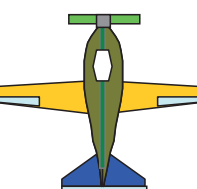
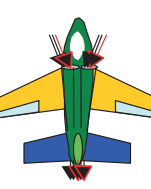
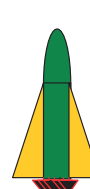
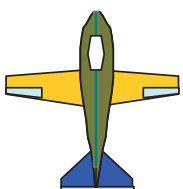
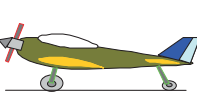
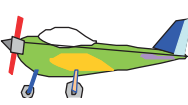
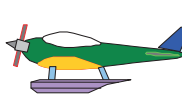
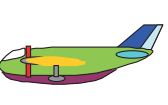
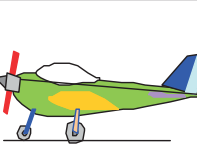
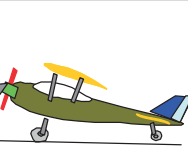
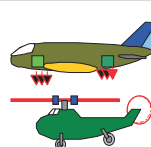
3.2.2 Διαμορφώσεις Σύγχρονων Α/φών

Η ποικιλία των διαμορφώσεων των α/φών που έχουν κατασκευασθεί (σχήμα 3.2) είναι πολύ μεγάλη και μπορεί να ταξινομηθεί με βάση τη θέση της πτέρυγας προς την άτρακτο, τον αριθμό των πτερύγων (μονοπλάνο, διπλάνο, κ.τ.λ.), τη σχετική θέση του ουραίου πτερώματος προς την άτρακτο, τη θέση του συστήματος προσγείωσης, κ.τ.λ. Διευκρινίζεται ότι α/φος είναι οποιαδήποτε πτητική μηχανή, δηλ αεροπλάνο, ελικόπτερο, αερόστατο, κ.τ.λ. αλλά έχει επικρατήσει να εννοούμε το αεροπλάνο. **Στο βιβλίο αυτά με τον όρο α/φος εννοούμε το αεροπλάνο.**

3.2.3 Εξέλιξη του Α/φους

Σήμερα κύρια επιδίωξη στη σχεδίαση μαχητικών α/φών είναι η αύξηση της ευελιξίας και του μέγιστου ύψους πτήσης, η εξέλιξη των ηλεκτρονικών του συστήματος ελέγχου και πλοήγησης και των συστημάτων αυτοπροστασίας - αντιμέτρων και η ελαχιστοποίηση του στίγματος (α/φη stealth). Τα α/φη αυτά εγκαινιάζουν την τέταρτη γενιά μαχητικών α/φών (σχήμα 3.3). Στην εξωτερική τους επιφάνεια χρησιμοποιούνται υλικά απορρόφησης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των radar.

Στα ελικόπτερα (Ε/Π) επιδιώκεται η βελτίωση των ηλεκτρονικών αεροναυτιλίας και πλοήγησης, η αύξηση της ευστάθειας με προσθήκη μικρών πτερυγίων

Αριθμός Πτερύγων	 Μονοπλάνο	 Διπλάνο	Τριπλάνα δεν κατασκευάζονται πλέον	
Θέση Πτερύγων	 Χαμηλοπτέρυγο	 Μεσοπτέρυγο	 Σε ύψος Ατράκτου	 Υψηλοπτέρυγο
Θέση Οριζόντιου Ουραίου Πτερώματος	 Κλασσικό Α/φος	 Χωρίς Οριζόντιο Ουραίο Πτέρωμα	 Α/φος μόνο πτέρυγα	 Διαμόρφωση Πάπιας
Τρόπος Δημιουργίας Ανυψωτικής Δύναμης	 Α/φος	 Ελικόπτερο	 Αερόστατο	 Αερόπλοιο
Είδος Προωθητικού Συστήματος	 Ελικοφόρο	 Στροβιλοκινητήρας	 Πυραυλοκινητήρας	 Ανεμόπτερο
Σύστημα Προσγείωσης	 Ουραίο Σκέλος	 Ριναίο Σκέλος	 Πλωτήρες	 Υδροπλάνο
Μήκος Διαδρόμου Απο - και Προσγείωσης	 Μακράς Από / Προσγείωσης	 Βραχείας Από/ Προσγείωσης	 Καθέτου Από/Προσγείωσης	

Σχήμα 3.2

Διάφορα Είδη
Διαμόρφωσης Α/φών

**Σχήμα 3.3**

Α/φη Stealth

στην άτρακτο, η αύξηση του ωφέλιμου φορτίου και η βελτίωση των αεροδυναμικών χαρακτηριστικών με χρήση πτερυγίων στροφείων "X" που μειώνουν και το επίπεδο θορύβου.

Στα α/φη της πολιτικής αεροπορίας οι προσπάθειες επικεντρώνονται στην κατασκευή υποχητικών α/φών με μέγιστη χωρητικότητα 500 - 700 επιβατών, την αύξηση της ασφάλειας πτήσης, τη μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, του κόστους συντήρησης και του λειτουργικού κόστους με έμφαση στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου.

3.3 Αέρας και Τυπική Ατμόσφαιρα

3.3.1 Φυσικές Ιδιότητες

Ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι μίγμα αερίων που αποτελείται από 21% οξυγόνο, 78 % άζωτο και άλλα αέρια με πολύ μικρή περιεκτικότητα.

Τα στρώματα της ατμόσφαιρας που αφορούν την αεροπορία είναι:

- 1. Τροπόσφαιρα.** Είναι το κατώτερο τμήμα της ατμόσφαιρας που εκτείνεται από την επιφάνεια της θάλασσας μέχρι τα 11 Km. Εμπεριέχει το 80% της συνολικής μάζας της ατμόσφαιρας, ενώ καταλαμβάνει λιγότερο από το 1% του όγκου της.
- 2. Στρατόσφαιρα.** Είναι το στρώμα της ατμόσφαιρας μετά την τροπόσφαιρα και εκτείνεται μέχρι τα 50 Km. Η χημική σύσταση του αέρα είναι ουσιαστικά ίδια με αυτή της τροπόσφαιρας με σημαντική όμως αύξηση του όζοντος.
- 3. Τροπόπαυση.** Το μεταβατικό στρώμα μεταξύ της τροπόσφαιρας και της στρατόσφαιρας ονομάζεται τροπόπαυση και εκτείνεται από τα 11 έως τα 12 Km.

Η πίεση, η πυκνότητα και θερμοκρασία του αέρα στην τροπόσφαιρα μεταβάλλονται με το ύψος.

α. Πίεση. Το βάρος της στήλης του αέρα, που εκτείνεται από την επιφάνεια θαλάσσης μέχρι το ανώτερο όριο της ατμόσφαιρας, ασκεί σε κάθε επιφάνεια μία πίεση που χαρακτηρίζεται ατμοσφαιρική πίεση ή στατική πίεση του αέρα. Η ατμοσφαιρική πίεση του αέρα σε ύψος θαλάσσης είναι: $1013 \text{ mbar} = 14,69 \text{ psi} = 101,04 \text{ kPa}$. Η πίεση του αέρα μειώνεται με αυξανόμενο ύψος.

β. Πυκνότητα. Ορίζεται ως η μάζα του αέρα που περιέχεται στη μονάδα του όγκου και μετριέται σε Kg / m^3 . Κατά αναλογία προς την πίεση μειώνεται με αυξανόμενο ύψος.

γ. Θερμοκρασία. Μειώνεται με αυξανόμενο ύψος και μετριέται σε βαθμούς Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) στην απόλυτη κλίμακα και σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$). Οι δύο κλίμακες συνδέονται με την σχέση: $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$ (3.1)

δ. Υγρασία. Χαρακτηρίζει την περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς και εξαρτάται από τη θερμοκρασία του. Αυξανόμενης της θερμοκρασίας αυξάνεται η ποσότητα των υδρατμών που μπορεί να εμπεριέχει ο αέρας. Το βάρος των υδρατμών ανέρχεται στα 5/8 του βάρους ξηρού αέρα του ιδίου όγκου.

ε. Ιξώδες. Το ιξώδες ή συνεκτικότητα είναι μία χαρακτηριστική ιδιότητα του αέρα να αναπτύσσονται διατμητικές δυνάμεις μεταξύ στοιχείων που εφάπτονται και που κινούνται σχετικά μεταξύ τους. Είναι ανεξάρτητο της πίεσης, αυξάνεται με τη θερμοκρασία, συμβολίζεται συνήθως με το γράμμα μ και έχει μονάδα $N\ s/m^2$.

στ. Συμπιεστότητα. Είναι η ιδιότητα του αέρα να μεταβάλλει την πυκνότητά του είτε εν ηρεμία είτε εν κινήσει με τη μεταβολή της πίεσής του. Η πυκνότητα του αέρα αυξάνεται με αυξανόμενη πίεση.

Οι ιδιότητες του αέρα, που προαναφέρθηκαν, σχετίζονται με την εξίσωση των ιδανικών αερίων που γνωρίζουμε από τη Φυσική και είναι η ακόλουθη:

$p = \rho RT$ (3.2) όπου p είναι η πίεση, ρ η πυκνότητα, R η ειδική σταθερά του αέρα και T η θερμοκρασία σε Κέλβιν.

3.3.2 Τυπική Ατμόσφαιρα

Οι επιδόσεις των α/φών, δηλ. μέγιστη ταχύτητα και ύψος πτήσης, ταχύτητα απογείωσης, κ.τ.λ. προκύπτουν από υπολογισμούς που εμπεριέχουν στοιχεία της ατμόσφαιρας όπως πίεση, πυκνότητα, ταχύτητα ήχου, κ.τ.λ. Για να είναι εφικτή η σύγκριση των επιδόσεων των α/φών οι διάφορες χώρες τυποποίησαν τα στοιχεία της ατμόσφαιρας. Έτσι, προέκυψαν οι διεθνείς τυποποιημένες ατμόσφαιρες όπως ISO, INA, CIRA και ICAO.

Η πιο γνωστή και με ευρεία χρήση τυπική ατμόσφαιρα είναι η ICAO, σύμφωνα με την οποία ισχύουν τα εξής σε ύψος θαλάσσης:

Θερμοκρασία $T_0 = 16\ [^{\circ}C] = 288,16\ [^{\circ}K]$

Πίεση $p_0 = 1,01325\ \text{bar}$

Ταχύτητα Ήχου $a_0 = 340,429\ [m/s]$

Πυκνότητα $\rho_0 = 1,225\ [Kg/m^3]$

Ιξώδες $\mu_0 = 1,7932\ [N\ s/m^2]$

3.4 Αεροδυναμική Θεωρία και Νόμοι

3.4.1 Μόνιμη Ροή

Θεωρούμε α/φος σε ευθεία οριζόντια πτήση (Ε.Ο.Π.) (σχήμα 3.4). Το διάνυσμα της ταχύτητάς του, η οποία συμβολίζεται με V , είναι οριζόντιο με φορά προς τα

εμπρός. Το α/φος κινείται προς τον αέρα που θεωρείται ακίνητος με ταχύτητα V . Στην αεροδυναμική θεωρούμε το α/φος ακίνητο και τον αέρα να κινείται με ίση και αντίθετη ταχύτητα από αυτήν του α/φους (σχήμα 3.4 β).

Όταν τα μεγέθη της ροής του αέρα σε ένα σημείο της παραμένουν σταθερά και ανεξάρτητα από το χρόνο η ροή χαρακτηρίζεται **μόνιμη**. Σε μία μόνιμη ροή η πίεση, η πυκνότητα, η ταχύτητα, η θερμοκρασία, κ.τ.λ. σε κάθε σημείο της είναι σταθερή και ανεξάρτητη από το χρόνο.



α) Κίνηση Α/φους Σχετικά Προς τον Ακίνητο Αέρα

β) Κίνηση του Αέρα Σχετικά Προς το Ακίνητο Α/φος

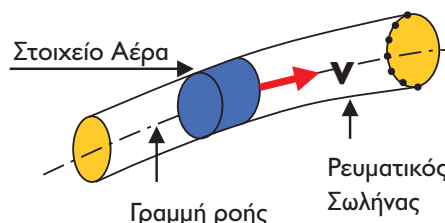
Σχήμα 3.4

Ταχύτητα Α/φους

3.4.2 Νόμοι Ροής

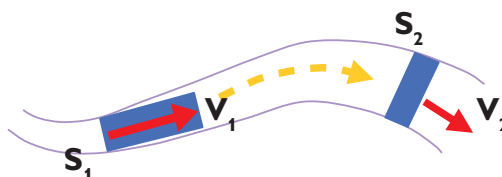
Γραμμές Ροής

Με τον όρο **γραμμή ροής** εννοείται η τροχιά που διαγράφει ένα στοιχείο του αέρα προς έναν ακίνητο παρατηρητή. Παραστατικά η γραμμή ροής σε μία ροή μπορεί να νοηθεί ως η μέση γραμμή ενός σωλήνα (σχήμα 3.5). Ο σωλήνας αυτός έχει παρόμοιες ιδιότητες με έναν υλικό σωλήνα και ονομάζεται **ρευματικός σωλήνας**. Ένας ρευματικός σωλήνας με απειροελάχιστη διατομή ονομάζεται ρευματικό νήμα (σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.5

Γραμμή Ροής



Σχήμα 3.6

Ρευματικός Σωλήνας με Μεταβλητή Διατομή

Αρχή Διατήρησης της Μάζας (Αρχή της Συνέχειας)

Στη μόνιμη ροή η ποσότητα του αέρα που διέρχεται από τις διατομές του ίδιου σωλήνα (πραγματικού ή ρευματικού) παραμένει σταθερή, επειδή τα τοιχώματά του θεωρούνται αδιαπέραστα από τον αέρα. Εάν V_1 , S_1 και ρ_1 είναι αντιστοίχως η ταχύτητα, το εμβαδόν της διατομής του σωλήνα και η πυκνότητα του αέρα σε μία τυχαία θέση (1) και V_2 , S_2 και ρ_2 τα αντίστοιχα μεγέθη στη θέση (2), τότε από την αρχή διατήρησης της μάζας, προκύπτει:

$$\rho_1 V_1 S_1 = \rho_2 V_2 S_2 = \text{σταθερό} \quad (3.3)$$

Εάν ο αέρας είναι ασυμπίεστος, δηλ. δε μεταβάλλεται η πυκνότητά του μέσα στο ρευματικό σωλήνα ($\rho_1 = \rho_2$) η εξ. 3.3 λαμβάνει τη μορφή:

$$V_1 S_1 = V_2 S_2 = \text{σταθερό} \quad (3.4)$$

Η φυσική σημασία της τελευταίας εξίσωσης είναι ότι από κάθε διατομή του ρευματικού σωλήνα περνάει ο ίδιος όγκος αέρα στη μονάδα του χρόνου και όχι η ίδια μάζα. Ο αέρας θεωρείται ασυμπίεστος για ταχύτητες μέχρι 60 m/s, δηλ. όση είναι η ταχύτητα των ελαφρών α/φών.

Νόμος Διατήρησης της Ορμής

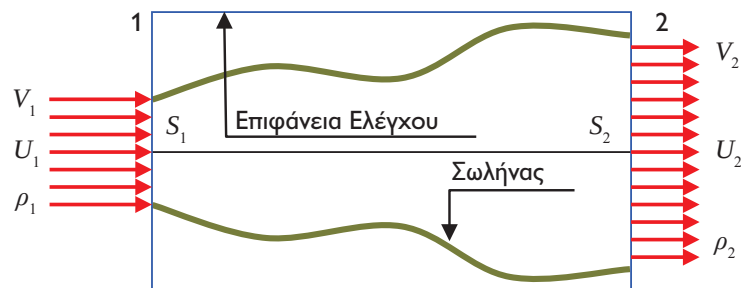
Η ορμή ορίζεται στη Φυσική ως το γινόμενο της μάζας ενός σώματος με την ταχύτητά του. Θεωρούμε μία ποσότητα αέρα του ρευματικού σωλήνα μίας μόνιμης ροής μέσα σε ένα παραλληλεπίπεδο. Η επιφάνεια του παραλληλεπιπέδου χαρακτηρίζεται ως επιφάνεια ελέγχου. Σύμφωνα με το νόμο διατήρησης της ορμής στη μηχανική των στερεών σωμάτων ισχύει: η συνισταμένη δύναμη που επενεργεί σε ένα σώμα είναι ίση με τη χρονική μεταβολή της ορμής του. Κατά αναλογία, σε μία επιφάνεια ελέγχου ισχύει: Το σύνολο των εξωτερικών δυνάμεων F που επενεργούν σε μία επιφάνεια ελέγχου και των εσωτερικών δυνάμεων που επενεργούν στον αέρα μέσα σε αυτήν προκαλούν μία χρονική μεταβολή της ορμής.

Από το σχήμα 3.7, σύμφωνα με το νόμο της διατήρησης της ορμής, προκύπτει για μόνιμη επίπεδη ροή:

$$F = \text{Εισερχόμενη Ορμή} - \text{Εξερχόμενη Ορμή}$$

$$\Rightarrow F = \rho_1 U_1 V_1 - \rho_2 U_2 V_2 \quad (3.5) \quad \text{ή} \quad F = (\rho_1 U_1 V_1) V_1 - (\rho_2 U_2 V_2) V_2 \quad (3.6)$$

όπου ρ_1 είναι η πυκνότητα και V_1 η ταχύτητα της ροής στην είσοδο της επιφάνειας ελέγχου, S_1 το εμβαδόν του ρευματικού σωλήνα στην είσοδο της επιφάνειας ελέγχου και U_1 ο όγκος του αέρα που εισέρχεται στην επιφάνεια ελέγχου. Κατά αναλογία ρ_2 , V_2 , S_2 και U_2 είναι τα αντίστοιχα μεγέθη στην έξοδο της επιφάνειας ελέγχου. Επίσης $\rho_1 V_1 S_1$ είναι η εισερχόμενη μάζα ανά μονάδα χρόνου στην επιφάνεια ελέγχου και $\rho_2 V_2 S_2$ η εξερχόμενη ανά μονάδα χρόνου μάζα. Λόγω της αρχής της διατήρησης της μάζας ισχύει η εξ. 3.3, δηλ. $\rho_1 V_1 S_1 = \rho_2 V_2 S_2 = \text{σταθερό}$



Σχήμα 3.7

Ροή και Επιφάνεια
Ελέγχου

Εάν η ροή είναι και ασυμπίεστη ισχύει: $\rho_1 = \rho_2 = \rho$ και $V_1 S_1 = V_2 S_2 = \text{σταθερό}$. Αλλά $V_1 S_1$ είναι ο όγκος του αέρα που εισέρχεται στην επιφάνεια ελέγχου ανά μονάδα όγκου, δηλ. $V_1 S_1 = U_1$ και κατά αναλογία $V_2 S_2 = U_2$ δηλ. $U_1 = U_2 = U$.

Από την εξ. 3.5. προκύπτει: $F = \rho U V_1 - \rho U V_2 = \rho U (V_1 - V_2)$. Δηλ. σε μία μόνιμη, ασυμπίεστη και επίπεδη ροή ο νόμος διατήρησης της ορμής εκφράζεται από τη σχέση: $F = \rho U \Delta V$ (3.8) όπου U ο ανά μονάδα χρόνου εισερχόμενος όγκος του αέρα στην επιφάνεια ελέγχου, ΔV η διαφορά της ταχύτητας στην είσοδο και έξοδο της επιφάνειας ελέγχου, ρ η πυκνότητα του αέρα και F η ασκούμενη δύναμη από τη ροή στην επιφάνεια ελέγχου. Στην παραπάνω ανάλυση οι δυνάμεις πίεσης θεωρούνται αμελητέες.

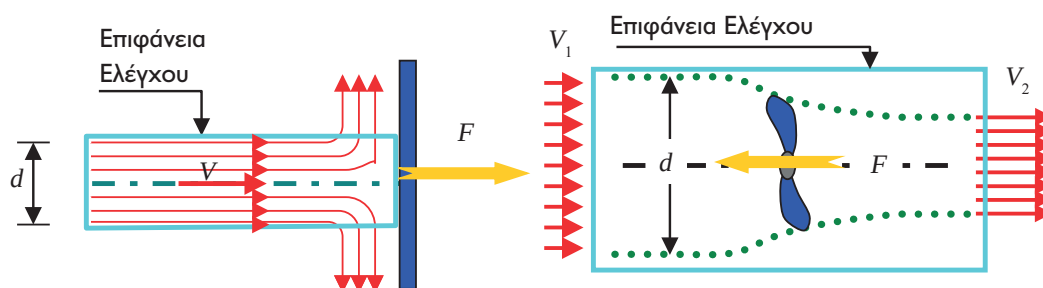
Παραδείγματα:

1. Ροή αέρα (μόνιμη και ασυμπίεστη) με ταχύτητα V και πυκνότητα ρ προσπίπτει κάθετα σε επίπεδη πλάκα διαμέτρου d . Να υπολογισθεί η δύναμη που ασκεί η ροή στην επίπεδη πλάκα (σχήμα 3.8 α).

Από την εξ. 3.8 της αρχής διατήρησης της ορμής προκύπτει ότι η δύναμη που ασκεί η ροή στην επιφάνεια ελέγχου του σχήματος 3.7α ανέρχεται σε:

$$F = \rho U \Delta V = \rho U (V - 0) \text{ όπου } U = V \pi d^2 / 4.$$

Κατά συνέπεια προκύπτει: $F = \rho V^2 \pi d^2 / 4$



α) Δύναμη που ασκείται από Ροή σε Κάθετη Επίπεδη Πλάκα

β) Δύναμη που ασκεί ο Έλικας στη Ροή

Σχήμα 3.8

2. Στο σχήμα 3.8 β απεικονίζεται η επιτάχυνση της ροής σε έναν έλικα. Ζητείται η δύναμη που ασκεί ο έλικας στη ροή, όταν είναι γνωστά η διάμετρος d , η πυκνότητα ρ και οι ταχύτητες V_1 και V_2 . Από την εξ. 3.8 της αρχής διατήρησης της ορμής για τη διεύθυνση της ροής προκύπτει ότι η δύναμη που ασκεί η ροή στην επιφάνεια ελέγχου ανέρχεται σε:

$F = \rho U \Delta V$ όπου $U = V_1 \pi d^2 / 4$ και $\Delta V = V_1 - V_2$. Κατά συνέπεια προκύπτει:

$F = \rho V_1 (V_1 - V_2) \pi d^2 / 4$. Η δύναμη που ασκεί ο έλικας στη ροή είναι η ίση και αντίθετη, δηλ.

$$F^* = \rho V_1 (V_1 - V_2) \pi d^2 / 4$$

Εξίσωση Bernoulli

Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας το άθροισμα της κινητικής και δυναμικής ενέργειας ενός κινουμένου σώματος σε κάθε χρονική στιγμή παραμένει ίδιο. Στην ελεύθερη πτώση ενός σώματος με μάζα m (σχήμα 3.9α) η αρχική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική και ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$mgh_0 = mgh_1 + mV_1^2/2 = mV_2^2/2 \quad (3.9),$$

δηλ. η ενέργεια σε κάθε θέση είναι σταθερή.

Κατά αναλογία, τα αέρια σε μία ροή έχουν δυναμική και κινητική ενέργεια. Η αντίστοιχη δυναμική ενέργεια ανά μονάδα όγκου είναι η γνωστή στατική πίεση p , η οποία μετράται με το μανόμετρο και η αντίστοιχη κινητική ενέργεια είναι η δυναμική πίεση q η οποία δίδεται από τη σχέση:

$$q = \rho V^2 / 2 \quad [N/m^2] \quad (3.10).$$

Η αρχή διατήρησης της ενέργειας σε μία ροή αέρα, ασυμπίεστη και χωρίς τριβή εκφράζεται με τη σχέση:

$$p + q = \text{σταθερό} = p_{\text{ολικ}} \quad (3.11),$$

$$\text{δηλ.: Στατική} + \text{Δυναμική πίεση} = \text{Ολική πίεση} = \text{Σταθερό} \quad (3.12)$$

$$\text{ή } p + \rho V^2 / 2 = \text{σταθερό} \quad (3.13).$$

Αναλυτικότερα η εξ. 3.13 για δύο σημεία 1 και 2 της ίδιας γραμμής ροής έχει τη μορφή:

$$p_1 + \rho V_1^2 / 2 = p_2 + \rho V_2^2 / 2 \quad (3.14).$$

Η εξ. 3.14, που είναι γνωστή, ως εξίσωση Bernoulli, εκφράζει τη μεταβολή της στατικής πίεσης και της ταχύτητας σε μία γραμμή ροής και συγκεκριμένα, όπου έχουμε μεγάλη ταχύτητα έχουμε μικρή στατική πίεση και αντιστρόφως.

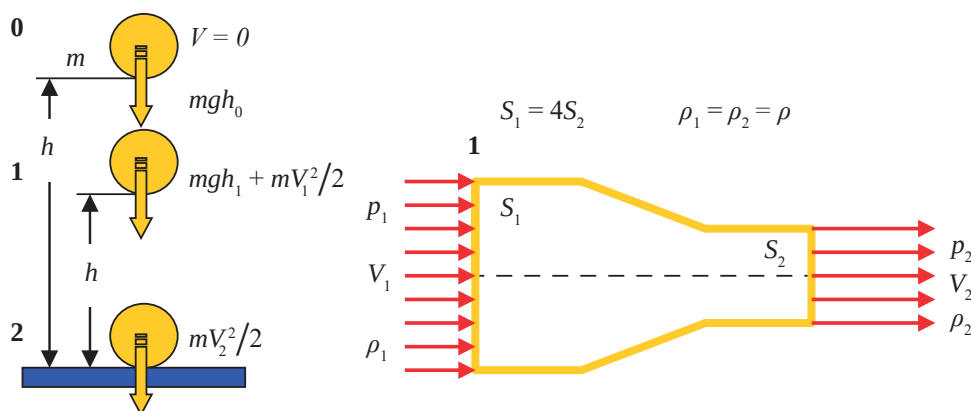
Παράδειγμα: Το εμβαδόν της εισόδου S_1 ενός σωλήνα με μόνιμη και ασυμπίεστη ροή είναι τετραπλάσιο του εμβαδού της εξόδου του S_2 (σχήμα 3.9 β). Να υπολογισθεί η πίεση p_2 στην έξοδο του σωλήνα όταν είναι γνωστή η ταχύτητα V_1 , η πίεση p_1 , και η πυκνότητα ρ . Σύμφωνα με την αρχή της συνέχειας (εξ. 3.4) για ασυμπίεστη και μόνιμη ροή ισχύει:

$$V_1 S_1 = V_2 S_2 \Rightarrow V_1 2S_2 = V_2 S_2 \Rightarrow V_2 = 4V_1$$

Από την εξ. Bernoulli 3.14 προκύπτει:

$$p_1 + \rho V_1^2 / 2 = p_2 + \rho V_2^2 / 2 \quad (3.14) \Rightarrow$$

$$p_2 = p_1 + \rho V_1^2 / 2 - \rho V_2^2 / 2 = p_1 + \rho V_1^2 / 2 - \rho 4V_1^2 / 2 = p_1 - 3\rho V_1^2 / 2$$



Σχήμα 3.9

α) Μετατροπή Δυναμικής σε Κινητική Ενέργεια β) Παράδειγμα Εφαρμογής Εξίσωσης Bernoulli

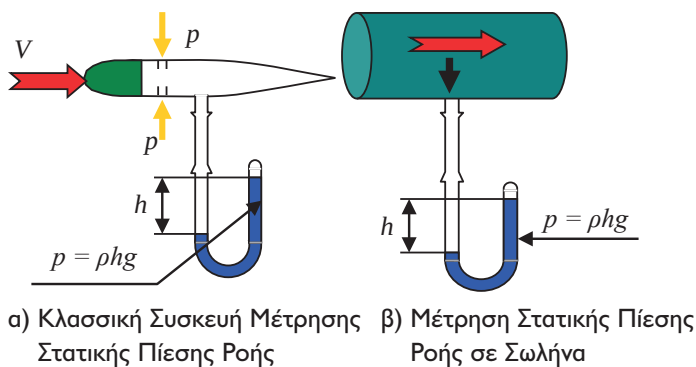
Εφαρμογές Bernoulli

1. Συσσκευή Μέτρησης Στατικής Πίεσης. Αποτελείται από ένα κλειστό σωλήνα αεροδυναμικού σχήματος με καμπυλότητα στο εμπρόσθιο τμήμα, ο οποίος πλευρικά έχει μικρές οπές ή σχισμές που βρίσκονται έξω από την περιοχή της ροής που επηρεάζεται από το εμπρόσθιο τμήμα του σωλήνα. Η διεύθυνση της συσκευής και της ροής συμπίπτουν. Η στατική πίεση της ροής μέσα σε σωλήνα μετριέται άμεσα από ένα μανόμετρο υγρού πυκνότητας ρ (σχήμα 3.10α και β)

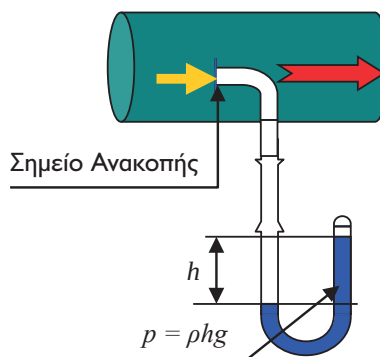
2. Σωλήνας Pitot.

Με το σωλήνα Pitot (σχήμα 3.11) μετριέται άμεσα η ολική πίεση. Αποτελείται από ένα σωλήνα τοποθετημένο στη διεύθυνση της ροής που συνδέεται με ένα μανόμετρο υγρού πυκνότητας ρ . Το σημείο εισόδου της ροής στο σωλήνα είναι σημείο ανακοπής, δηλ. η ταχύτητα της ροής στο σημείο αυτό μηδενίζεται. Συνεπώς, η κινητική ενέργεια της ροής μετατρέπεται πλήρως σε στατική πίεση. Η εξ. 3.11 απλοποιείται και ισχύει:

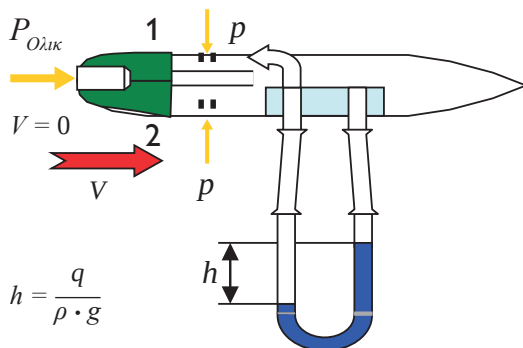
$$p_{Ολικ} = p \quad (3.15).$$



Σχήμα 3.10

Σχήμα 3.11
Σωλήνας Pitot

Η στατική πίεση στο σημείο ανακοπής, δηλ. η ολική πίεση μετράται απευθείας στο μανόμετρο.



Σχήμα 3.12

Σωλήνας Prandtl

3. Σωλήνας Prandtl. Με το σωλήνα Prandtl (σχήμα 3.12), μετρείται απευθείας η δυναμική πίεση του αέρα. Στο σημείο ανακοπής 1 (μηδενική ταχύτητα) η πίεση είναι ίση με την ολική πίεση, ενώ στο σημείο 2 του πλευρικού τοιχώματος επενεργεί αποκλειστικά η στατική πίεση. Από τη διαφορά των πιέσεων στα δύο σημεία προκύπτει:

$$q = p_{ολικ} - p \quad (3.16).$$

$$\text{Από την εξ. (3.10) προκύπτει η ταχύτητα: } V = \sqrt{2q/\rho} \quad (3.17)$$



Σχήμα 3.13

Σωλήνας Pitot
Μαχητικού Α/φους

Ο σωλήνας Prandtl χρησιμεύει για τη μέτρηση της ταχύτητας της ροής. Εφαρμογή του σωλήνα Prandtl αποτελεί ο σωλήνας Pitot των α/φών που είναι εγκατεστημένος στο ρύγχος, κάτω από την πτέρυγα ή στο χείλος προσβολής του καθέτου ουραίου (σε θέση ανεπηρέαστης ροής) με τον οποίο μετρείται η ταχύτητα πτήσης του α/φους (σχήμα 3.13). Είναι φυσικό ότι στην περίπτωση αυτή του α/φους, το μανόμετρο δεν είναι υγρού τύπου.

3.5 Θεωρία Πτέρυγας

3.5.1 Γεωμετρικά Στοιχεία Αεροτομής

Η διατομή των πτερύγων, πτερωμάτων και πηδαλίων έχει αεροδυναμική μορφή. Το σχήμα της διατομής καθορίζει τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά τους και ονομάζεται αεροτομή. Γενικότερα, αεροτομή είναι το επίπεδο γεωμετρικό σχήμα που προκύπτει από την τομή της πτέρυγας με ένα επίπεδο παράλληλο με το επίπεδο συμμετρίας του α/φους.

Κάθε σώμα που η διατομή του έχει σχήμα αεροτομής, όταν τοποθετείται υπό γωνία σε μία ροή, παράγει μεγαλύτερη δύναμη κάθετα στη διεύθυνση της ροής από ότι στη διεύθυνση ροής. Τα γεωμετρικά στοιχεία της αεροτομής απεικονίζονται στο σχήμα 3.14 και συνοπτικά είναι τα ακόλουθα:

Χείλος Προσβολής. Είναι το εμπρόσθιο σημείο της αεροτομής.

Χείλος Εκφυγής. Είναι το οπίσθιο σημείο της αεροτομής.

Σκελετός Αεροτομής. Είναι η γραμμή που ενώνει τα κέντρα των εγγεγραμμένων κύκλων στην αεροτομή και περιορίζεται από το χείλος προσβολής και εκφυγής.

Χορδή (ϵ). Είναι το ευθύγραμμο τμήμα που ορίζεται από το χείλος προσβολής και εκφυγής.

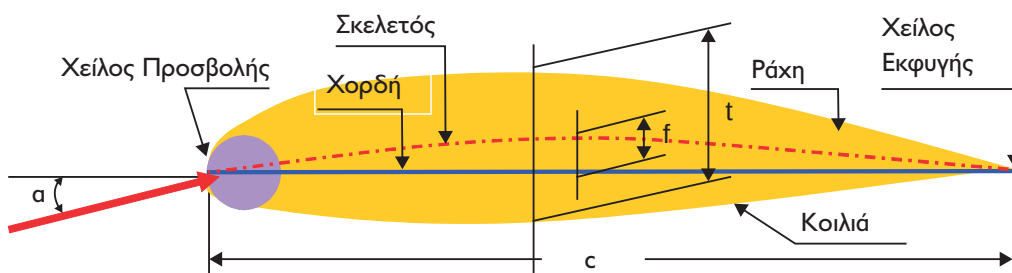
Ράχη. Είναι η καμπύλη που ενώνει το χείλος προσβολής με το χείλος εκφυγής στο άνω τμήμα της αεροτομής.

Κοιλιά. Είναι η καμπύλη που ενώνει το χείλος προσβολής με το χείλος εκφυγής στο κάτω τμήμα της αεροτομής.

Μέγιστο Πάχος (t). Είναι η διάμετρος του μέγιστου εγγεγραμμένου κύκλου στην αεροτομή.

Μέγιστη Καμπυλότητα (f). Είναι η μέγιστη υπερύψωση του σκελετού από τη χορδή της αεροτομής.

Γωνία Προσβολής α : Είναι η γωνία που σχηματίζεται από το διάνυσμα της ταχύτητας V και τη χορδή c .



Σχήμα 3.14

Γεωμετρικοί Ορισμοί
Μεγεθών Αεροτομής

3.5.2 Τυποποίηση Αεροτομών

Τα περισσότερα $\alpha/\phi\eta$ έχουν τυποποιημένη αεροτομή στις πτέρυγες και στο ουραίο πτέρωμα. Από τις πολυάριθμες εθνικές τυποποιήσεις, η πιο γνωστή και εμπεριστατωμένη με ευρύτατη χρήση, είναι της NACA.

Στις τυποποιημένες αεροτομές δίδονται όλα τα γεωμετρικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τη σχεδιάσή τους. Επίσης δίδονται πολυάριθμα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά, όπως οι συντελεστές άντωσης και οπισθέλκουσας. Η επιλογή της κατάλληλης αεροτομής είναι πολύ σημαντική για τις επιδόσεις και τα πτητικά χαρακτηριστικά του α/ϕ ους. Στο σχήμα 3.15 απεικονίζονται παραστατικά οι κύριες ομαδοποιήσεις των αεροτομών που χρησιμοποιήθηκαν διαχρονικά.

Παλαιότερες Αεροτομές

Gottingen, 398



Clark Y



Munk M - 6

Αεροτομές NACA

4412 (4 Ψηφίων)



23012 (5 Ψηφίων)



64 A 010 (6 Ψηφίων)

Σύγχρονες Αεροτομές

Lissaman 7769



GA (W) -1



GA -0413

Σχήμα 3.15

Τυπικές Αεροτομές

3.5.3 Στροβιλώδης και Αστρόβιλη Ροή

Σε μόνιμη ροή αέρα τοποθετούμε ένα αεροδυναμικά διαμορφωμένο σώμα (στρογγυλό χείλος προσβολής και αιχμηρό χείλος εκφυγής) μία φορά με το στρογγυλό τμήμα στο μέτωπο της ροής και μία φορά με το αιχμηρό τμήμα (σχήμα 3.16). Όταν το αιχμηρό χείλος είναι μπροστά δημιουργούνται πίσω από το σώμα στρόβιλοι (σχήμα 3.16 α), ενώ όταν είναι πίσω, δεν εμφανίζονται στρόβιλοι (σχήμα 3.16 β), δηλ. η ροή γύρω από το σώμα είναι αστρόβιλη. Οι στρόβιλοι είναι ανεπιθύμητοι, διότι αυξάνουν την οπισθέλκουσα του σώματος, δηλ. τη δύναμη που αναπτύσσεται στο σώμα στη διεύθυνση της ταχύτητας της ροής.

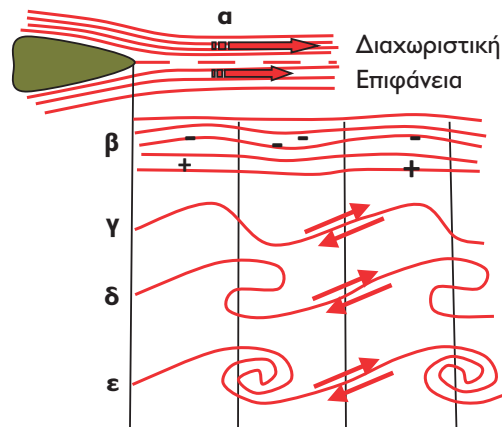
Σχήμα 3.16

Αεροδυναμικά
Διαμορφωμένο Σώμα
σε Μόνιμη Ροή

α) Αιχμηρό Χείλος Προσβολής και Καμπύλο
Εκφυγής



β) Καμπύλο Χείλος Προσβολής και Αιχμηρό
Εκφυγής

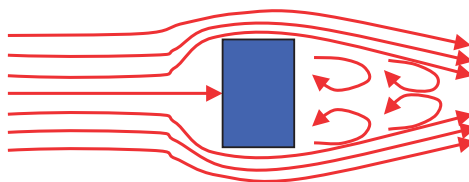
**Σχήμα 3.17**

Δημιουργία
Στροβίλου από
Στροβιλοεπιφάνεια

Θεωρούμε αεροτομή σε μόνιμη ροή με γωνία προσβολής α (σχήμα 3.17). Στην επάνω επιφάνεια (ράχη) επειδή η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη η πίεση είναι μικρότερη από την πίεση στα αντίστοιχα σημεία της κάτω επιφάνειας (κοιλιά). Στο χείλος εκφυγής οι ταχύτητες και οι πιέσεις από τη ράχη και την κοιλιά της αεροτομής διαφέρουν. Έτσι, πίσω από την αεροτομή με αρχή το χείλος εκφυγής δημιουργείται μία «διαχωριστική» επιφάνεια ή στρο-

βιλοεπιφάνεια με διαφορετικές ταχύτητες και πιέσεις. Η επιφάνεια αυτή είναι ασταθής, αρχίζει να εκτελεί κυματοειδή κίνηση και σταδιακά δημιουργεί πυρήνες στροβίλων (σχήμα 3.17). Ο στρόβιλος μπορεί να θεωρηθεί παραστατικά ως ένας περιστρεφόμενος «πυρήνας» αέρα.

Σε περίπτωση που το σώμα δεν είναι αεροδυναμικά διαμορφωμένο, δηλ. δεν έχει στρογγυλά χείλη προσβολής και αιχμηρά χείλη εκφυγής δεν εμφανίζεται διαχωριστική επιφάνεια (σχήμα 3.18).



Σχήμα 3.18

Δημιουργία Στροβίλων
από Μη Αεροδυναμικά
Διαμορφωμένα Σώματα

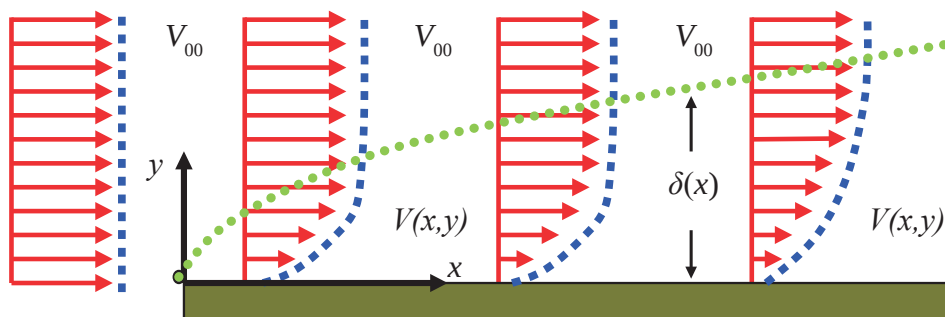
3.5.4 Οριακό Στρώμα

Θεωρία Οριακού Στρώματος

Μεταξύ των στοιχείων του αέρα που κινούνται με διαφορετική ταχύτητα αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής. Τα στοιχεία του αέρα που έρχονται σε επαφή με την επιφάνεια ενός σώματος προσκολλώνται σε αυτήν και έχουν μηδενική ταχύτητα. Τα στοιχεία του αέρα που γειτνιάζουν στα στοιχεία μηδενικής ταχύτητας επιβραδύνονται. Κύρια αιτία των ανωτέρω φαινομένων είναι το ιξώδες του αέρα. Με αυξανόμενη απόσταση από την επιφάνεια του σώματος αυξάνεται η ταχύτητα των στοιχείων, με συνέπεια, μετά από μία συγκεκριμένη απόσταση η ταχύτητα της ροής να είναι πλέον σταθερή. Δηλ. από την επιφάνεια ενός σώματος ως και σε μία μικρή απόσταση από αυτήν εμφανίζεται ένα στρώμα της ροής με μεταβλητή ταχύτητα. Το λεπτό αυτό στρώμα της ροής ονομάζεται **οριακό στρώμα**. Την ύπαρξή του θεμελίωσε για πρώτη φορά το 1904 ο Prandtl. Πρακτική απόδειξη της ύπαρξης του οριακού στρώματος είναι ότι σε περίπτωση που ένα αυτοκίνητο είναι σκονισμένο η σκόνη παραμένει ακόμη και εάν το αυτοκίνητο κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Σε κάθε ροή γύρω από ένα σώμα διακρίνονται οι ακόλουθες δύο περιοχές:

Ένα οριακό στρώμα, στο οποίο η μεταβολή της ταχύτητας συναρτήσει της απόστασης από την επιφάνεια είναι πολύ μεγάλη (σχήμα 3.19).

Μία περιοχή της ροής, εκτός του οριακού στρώματος, στην οποία η ταχύτητα είναι σταθερή.



Σχήμα 3.19

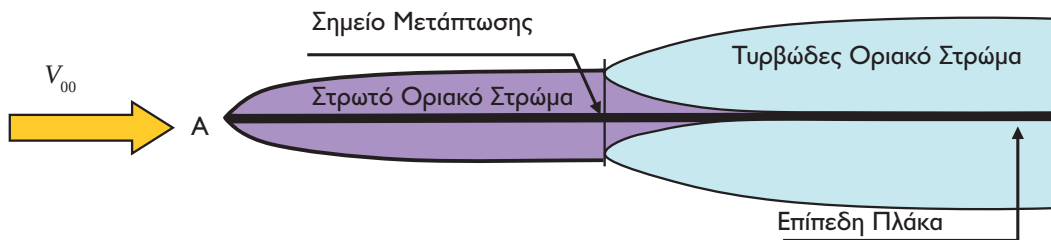
Οριακό Στρώμα
Επίπεδης Πλάκας

Σε κάθε σώμα αναπτύσσεται η οπισθέλκουσα τριβής που είναι η συνισταμένη δύναμη στη διεύθυνση της ροής όλων των δυνάμεων τριβής που αναπτύσσονται στην επιφάνεια του σώματος.

Τύποι και Χαρακτηριστικά Οριακών Στρωμάτων

Υπάρχουν δύο είδη οριακών στρωμάτων: Το στρωτό και τυρβώδες. Στο εμπρόσθιο τμήμα των αεροδυναμικά διαμορφωμένων σωμάτων το οριακό στρώμα είναι γενικά στρωτό και στο οπίσθιο τυρβώδες (σχήμα 3.20). Το στρωτό οριακό στρώμα σε κάποιο σημείο της επιφάνειας του σώματος μεταπίπτει σε τυρβώδες. Το σημείο, στο οποίο το οριακό στρώμα μετατρέπεται σε τυρβώδες, ονομάζεται **σημείο μετάπτωσης**. Με αυξανόμενη τύρβωση της ροής το σημείο μετάπτωσης μετατοπίζεται προς τα εμπρός. Ο συντελεστής τριβής του στρωτού οριακού στρώματος είναι πολύ μικρότερος από αυτόν της τυρβώδους ροής. Η μετατόπιση του σημείου μετάπτωσης προς τα πίσω, δηλ. η αύξηση της περιοχής στρωτού οριακού στρώματος στις επιφάνειες ενός α/φους μειώνει την οπισθέλκουσα τριβής. Δυστυχώς, το στρωτό οριακό στρώμα αποκολλάται πιο εύκολα από το τυρβώδες.

Σχήμα 3.20
Εξέλιξη Οριακού
Στρώματος
Επίπεδης Πλάκας

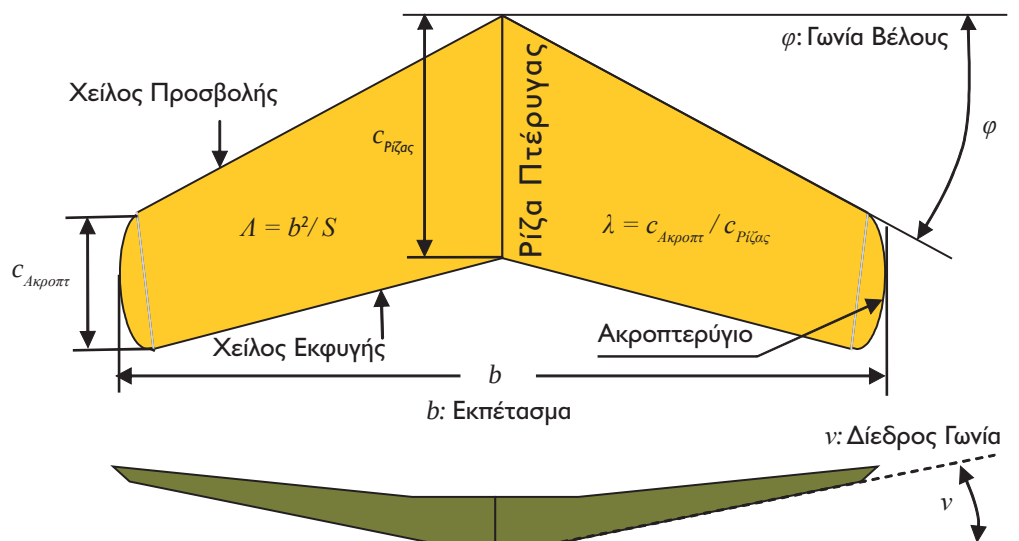


3.5.5 Ροή γύρω από Πτέρυγα

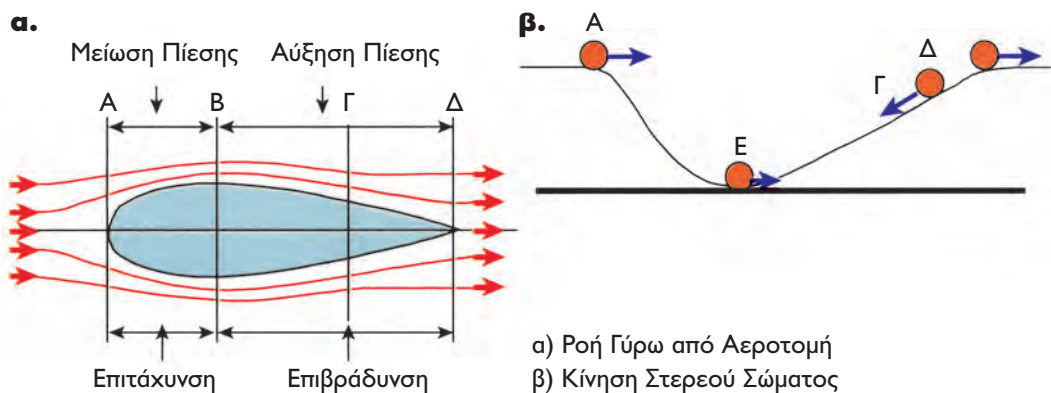
Η πτέρυγα είναι το κύριο αεροδυναμικό συγκρότημα του α/φους και η διαμόρφωσή της προσδιορίζει τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά της. Τα κύρια γεωμετρικά στοιχεία μίας πτέρυγας δίδονται στην κάτοψή της και συμπληρώνονται με τη δίοδο γωνία ν .

Η κάτοψη είναι το σχήμα της πτέρυγας, όταν τη βλέπει κανείς από πάνω. Τα κύρια γεωμετρικά της στοιχεία είναι το εκπέτασμα b , η χορδή c , η πτερυγική επιφάνεια S , η γωνία βέλους ϕ , ο λόγος διατάμματος Λ και ο λόγος εκλέπτυνσης λ (σχήμα 3.21). Σε πολλά α/φ οι πτέρυγες έχουν γωνία βέλους ϕ , η οποία επηρεάζει επίσης τη ροή γύρω από την πτέρυγα.

Η ροή σε κάθε αεροτομή μίας πτέρυγας καθορίζεται από τη γεωμετρική διαμόρφωση της αεροτομής. Η ροή στο εμπρόσθιο τμήμα της αεροτομής επιταχύνεται και στο οπίσθιο επιβραδύνεται (σχήμα 3.22 α). Η επιτάχυνση στη ράχη της αεροτομής είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με αυτήν στην κοιλιά με συνέπεια η ταχύτητα να είναι μεγαλύτερη στη ράχη από τα αντίστοιχα σημεία της κοιλιάς.



Σχήμα 3.21
Κάτοψη Πτέρυγας



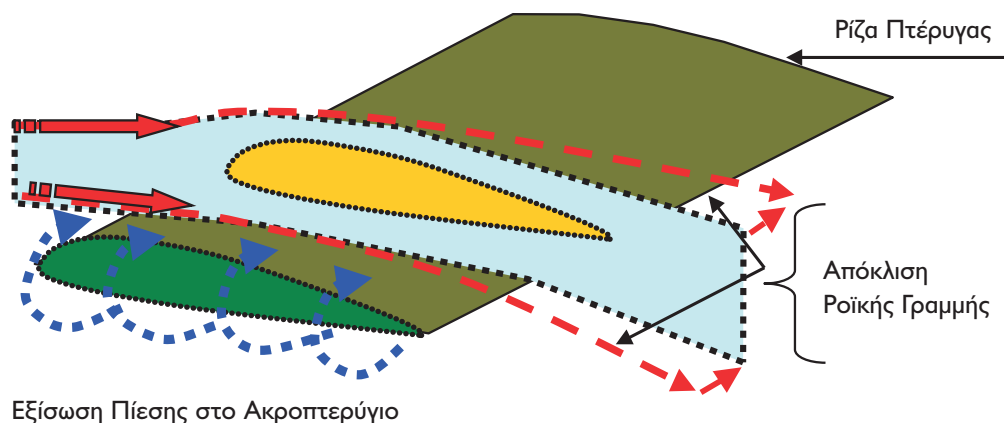
Σχήμα 3.22
Σύγκριση Ροής
με την Κίνηση
Στερεού Σώματος.

Η κίνηση ενός στοιχείου της ροής από το εμπρόσθιο άκρο της αεροτομής Α στο οπίσθιο Δ είναι ανάλογη με την κίνηση μίας σφαίρας από το σημείο Α στο Δ (σχήμα 3.22 β). Όπως η ενέργεια της σφαίρας μετατρέπεται διαδοχικά μεταξύ των σημείων Α, Β, Γ και Δ από δυναμική σε κινητική και αντιστρόφως, έτσι και η ενέργεια των στοιχείων του αέρα μετατρέπεται διαδοχικά από ενέργεια πίεσης (δυναμική) σε κινητική και αντιστρόφως.

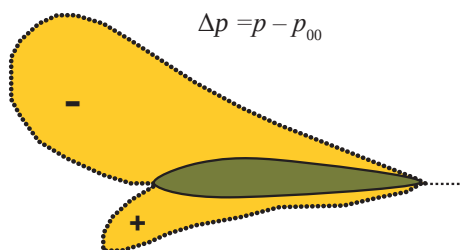
Σύμφωνα με τον Bernoulli, όταν αυξάνεται η ταχύτητα, μειώνεται η πίεση. Συνεπώς, στην κοιλιά της αεροτομής οι πιέσεις είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες στη ράχη με συνέπεια να αναπτύσσεται μία δύναμη στην πτέρυγα προς τα επάνω. Αποτέλεσμα της μεγάλης πίεσης στο κάτω μέρος της πτέρυγας και της μικρής πίεσης στο επάνω είναι ότι στο ακροπτερύγιο έχουμε μία ροή αέρα από το κάτω προς το επάνω μέρος, επειδή υπάρχει η τάση εξίσωσης των πιέσεων με συνέπεια να δημιουργείται στρόβιλος (στρόβιλος ακροπτερυγίου) (σχήμα 3.23).

Σχήμα 3.23

Απόκλιση Ροϊκών
Γραμμών λόγω
Εξίσωσης της Πίεσης
στο Ακροπτερύγιο



3.5.6 Κατανομή Πίεσεων

**Σχήμα 3.24**

Κατανομή Πίεσης
σε Κλασική Αεροτομή

p_{00} = Πίεση ελεύθερης ροής
 p = Τοπική πίεση

Όπως αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο η πίεση στην κοιλιά της αεροτομής είναι μεγαλύτερη από την πίεση στα αντίστοιχα σημεία της ράχης. Η ολική πίεση σε κάθε σημείο της ροής είναι ίση με το άθροισμα της στατικής και δυναμικής πίεσης.

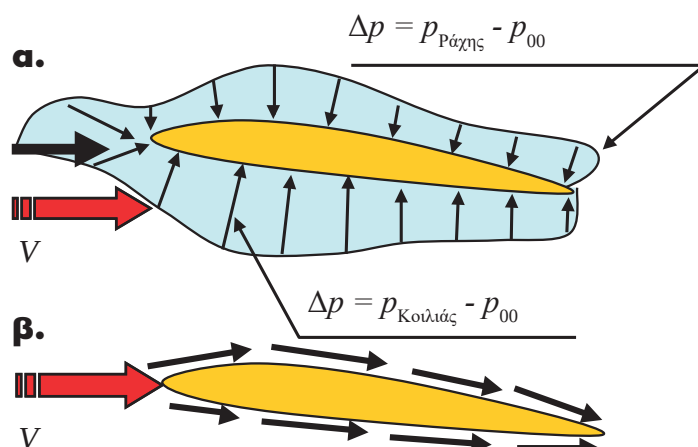
Καθώς η ταχύτητα στη ράχη της αεροτομής αυξάνεται, μειώνεται η στατική της πίεση και αυξάνεται η δυναμική. Συνε-

πώς, η πίεση στη ράχη της αεροτομής είναι μικρότερη από την πίεση της ροής μπροστά από την αεροτομή (ελεύθερης ροής). Στο σχήμα 3.24 απεικονίζεται η διαφορά της τοπικής στατικής πίεσης από τη στατική πίεση της ελεύθερης ροής στη ράχη και στην κοιλιά της αεροτομής.

3.5.7 Αεροδυναμικές Δυνάμεις

Στην επιφάνεια της πτέρυγας εμφανίζονται οι εξής κατανομές: μία κατανομή δυνάμεων, λόγω των πιέσεων και μία διατμητικών δυνάμεων, λόγω της τριβής (σχήμα 3.25). Οι δυνάμεις από τις πιέσεις είναι κάθετες στην επιφάνεια της πτέρυγας και οι διατμητικές δυνάμεις εφαπτομενικές. Η συνισταμένη δύναμη των δύο αυτών ειδών δυνάμεων είναι γνωστή ως αεροδύναμη ή ολική δύναμη του αέρα R . Το σημείο εφαρμογής της δύναμης αυτής ονομάζεται κέντρο πίεσης (σχήμα 3.26).

Η αεροδύναμη αναλύεται σε μία συνιστώσα στη διεύθυνση της ταχύτητας της ελεύθερης ροής που ονομάζεται οπισθέλκουσα D και σε μία κάθετη στη διεύθυνσή της που ονομάζεται άντωση L (σχήμα 3.26).



Σχήμα 3.25

Κατανομή
σε Αεροτομή
α) Πίεσης
β) Διατμητικών
Δυνάμεων

Κ.Π.: Κέντρο πίεσης

c : Χορδή αεροτομής

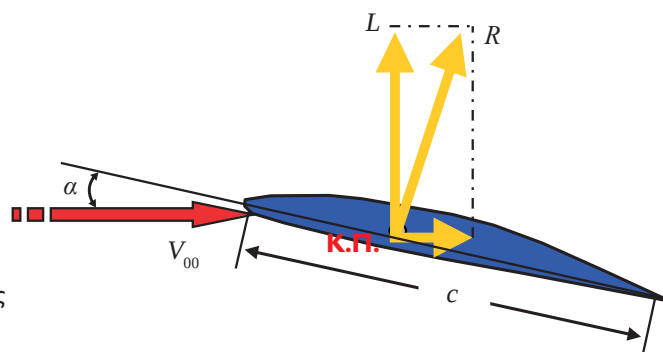
L : Άντωση

D : Οπισθέλκουσα

R : Αεροδύναμη

V_{00} : Ταχύτητα ελεύθερης ροής

α : Γωνία Προσβολής



Σχήμα 3.26

Αεροδυναμικές
Δυνάμεις

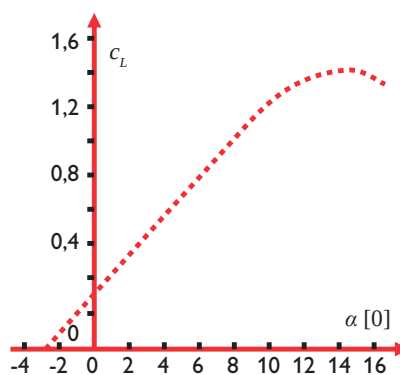
3.5.8 Αεροδυναμικοί Συντελεστές

Οι αεροδυναμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται σε μία πτέρυγα εξαρτώνται από την ταχύτητα πτήσης V , την πυκνότητα του αέρα ρ , τη γωνία προσβολής α και την πτερυγική επιφάνεια S (για ορθογωνική πτέρυγα $S = c b$).

Οι βασικότεροι αδιάστατοι συντελεστές των αεροδυναμικών δυνάμεων ορίζονται από τις εξής σχέσεις:

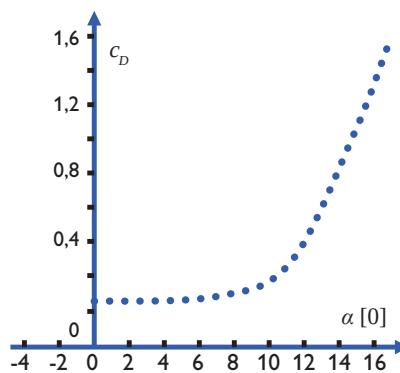
$$c_L = L/qS, c_D = D/qS \quad (3.18), (3.19)$$

όπου: c_L : συντελεστής άντωσης, c_D : συντελεστής οπισθέλκουσας, L : άντωση, D : οπισθέλκουσα και $q = q_{00} = \rho_{00} V_{00}^2 / 2$ η δυναμική πίεση της ελεύθερης ροής. Οι συντελεστές άντωσης c_L και οπισθέλκουσας c_D της πτέρυγας δεν είναι σταθεροί, αλλά μεταβάλλονται με τη γωνία προσβολής α και μάλιστα αυξάνονται, όταν η γωνία προσβολής αυξάνεται (σχήμα 3.27 και 3.28).



Σχήμα 3.27

Μεταβολή του
Συντελεστή Άντωσης c_L
Συνάρτησι της Γωνίας
Προσβολής α

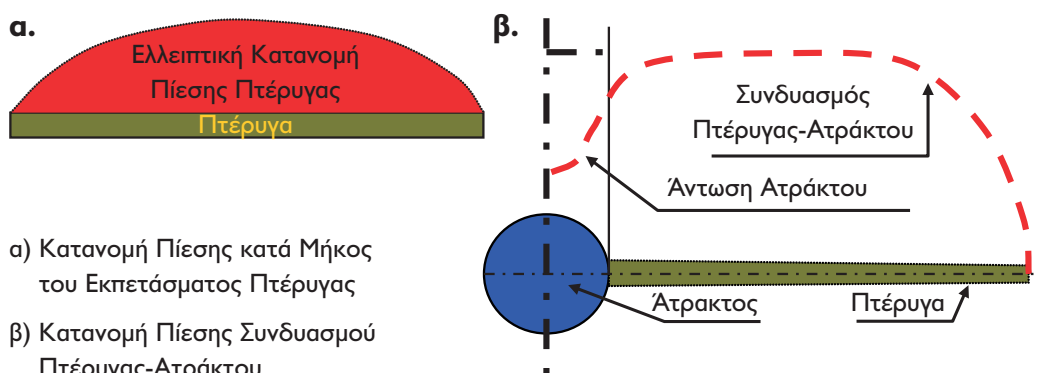


Σχήμα 3.27

Μεταβολή του Συντελεστή
Οπισθέλκουσας c_D
Συνάρτησι της Γωνίας
Προσβολής α

3.5.9 Άντωση κατά Μήκος Εκπετάσματος Πτέρυγας

Στα ακροπτερύγια της πτέρυγας η πίεση στη ράχη και την κοιλιά της αεροτομής είναι ίδια και κατά συνέπεια η διαφορά της στατική πίεσης είναι μηδενική. Εάν εξετάσουμε την πτέρυγα μεμονωμένα χωρίς την άτρακτο, τότε η κατανομή της πίεσης (διαφορά της πίεσης της ράχης από την πίεση της κοιλιάς) κατά μήκος του εκπετάσματος είναι περίπου ελλειπτική (σχήμα 3.29 α). Η πίεση της ροής στην περιοχή της πτέρυγας που είναι εγκατεστημένη η άτρακτος εμφανίζει διαφοροποίηση από την ελλειπτική κατανομή (σχήμα 3.29 β).

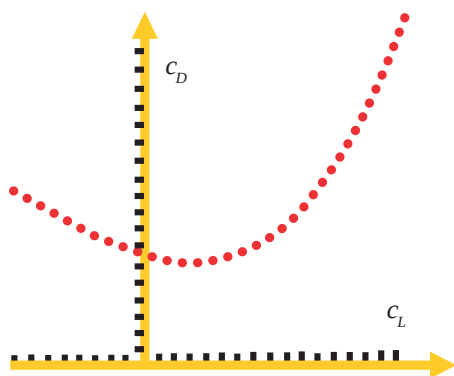


Σχήμα 3.29

3.5.10 Οπισθέλκουσα Πτέρυγας

Η οπισθέλκουσα της πτέρυγας στην υποηχητική πτήση αποτελείται από την παράσιτη οπισθέλκουσα και την επαγωγική οπισθέλκουσα.

Επαγωγική Οπισθέλκουσα. Στην υποηχητική πτήση αναπτύσσονται στην πτέρυγα ισχυροί στρόβιλοι, οι οποίοι δημιουργούν κατώρευμα, δηλ. αλλάζουν τη διεύθυνση της ροής προς τα κάτω μετά το χείλος εκφυγής. Η επαγωγική οπισθέλκουσα αντιπροσωπεύει τη δύναμη που απαιτείται, για να παραχθεί η ενέργεια δημιουργίας του κατωρέυματος. Στο σχήμα 3.30 απεικονίζεται η μεταβολή του συντελεστή επαγωγικής οπισθέλκουσας συναρτήσει του συντελεστή άντωσης.



Σχήμα 3.30

Μεταβολή της Επαγωγικής Οπισθέλκουσας Πτέρυγας Συναρτήσει του Συντελεστή Άντωσης

Παράσιτη Οπισθέλκουσα. Είναι η οπισθέλκουσα που απομένει, όταν από την ολική οπισθέλκουσα αφαιρεθεί η επαγωγική οπισθέλκουσα. Είναι το άθροισμα της οπισθέλκουσας τριβής, μορφής και αλληλοεπίδρασης. Αποτελείται κυρίως

από οπισθέλκουσα τριβής. Πρακτικά, είναι ίση με την οπισθέλκουσα του α/φους, όταν η άντωση είναι μηδενική με συνέπεια να χαρακτηρίζεται και ως οπισθέλκουσα μηδενικής άντωσης.

Οπισθέλκουσα Επιφανειακής Τριβής. Δημιουργείται από διατμητικές δυνάμεις στην περιρρεόμενη από τον αέρα επιφάνεια της πτέρυγας. Στα α/φη είναι περίπου τριπλάσια της οπισθέλκουσας μορφής.

Οπισθέλκουσα Μορφής. Είναι η οπισθέλκουσα της πτέρυγας που οφείλεται στην κατανομή της στατικής πίεσης στην περιρρεόμενη επιφάνειά της. Σε υποχητική ροή είναι το $1/3$ της ολικής οπισθέλκουσας.

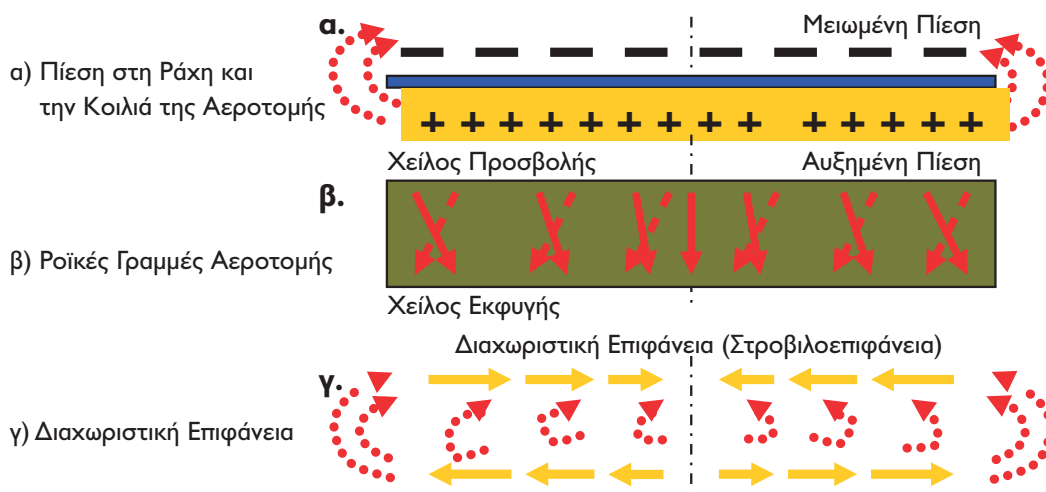
Οπισθέλκουσα Αλληλοεπίδρασης. Είναι η αύξηση της οπισθέλκουσας που προκύπτει πλησιάζοντας δύο σώματα σε μία ροή. Η οπισθέλκουσα αλληλεπίδρασης πτέρυγας - ατράκτου ανέρχεται στο 5% περίπου του αθροίσματος της οπισθέλκουσας της πτέρυγας και της ατράκτου.

3.5.11 Συνολική Οπισθέλκουσα Α/φους

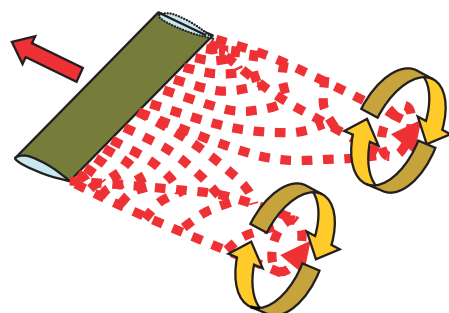
Η οπισθέλκουσα του α/φους είναι το άθροισμα από τις οπισθέλκουσες των επιμέρους κυρίων συγκροτημάτων του αυξημένο κατά την οπισθέλκουσα αλληλεπίδρασής τους. Διαχρονικά συγκεντρώθηκαν πολυάριθμα στατιστικά στοιχεία για τους αεροδυναμικούς συντελεστές από τους διάφορους τύπους α/φών που κατασκευάστηκαν. Τα στοιχεία αυτά ομαδοποιήθηκαν και μετά από κατάλληλη επεξεργασία προέκυψαν πολύτιμα στοιχεία που απλοποιούν σημαντικά τον προσεγγιστικό υπολογισμό των αεροδυναμικών συντελεστών των διαφόρων τύπων α/φών.

3.5.12 Ερμηνεία Κατωρεύματος

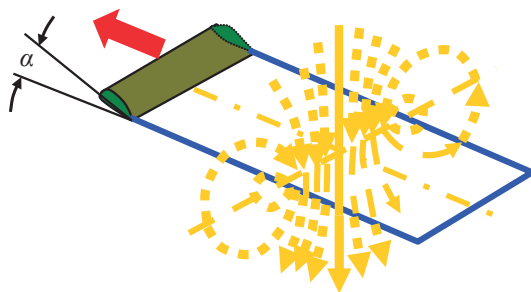
Η κατανομή της πίεσης σε μία αεροτομή της πτέρυγας διαφέρει ως γνωστόν στη ράχη και την κοιλιά. Στα ακροπερύγια της πτέρυγας, η ροή τείνει να εξισώσει τη διαφορά αυτή της πίεσης (σχήμα 3.31 α). Η διεύθυνση της ροής στη ράχη της πτέρυγας αποκλίνει προς τα μέσα (ρίζα πτέρυγας) και στην κοιλιά προς τα έξω (ακροπερύγια), όπως απεικονίζεται στο σχήμα 3.23. Η ροή από δισδιάστατη που είναι στην πτέρυγα απείρου εκπετάσματος γίνεται τρισδιάστατη. Η απόκλιση αυτή της διεύθυνσης της ροής μηδενίζεται στο μέσον της (σχήμα 3.31 β). Στην επανένωση των ροών της ράχης και της κοιλιάς στο χείλος εκφυγής της πτέρυγας εμφανίζονται πλευρικές συνιστώσες της ταχύτητας, με συνέπεια τη δημιουργία μίας κίνησης περιστροφής της ροής (σχήμα 3.31 γ), δηλ. στροβίλων. Ο στροβίλος μπορεί να θεωρηθεί ως ένας περιστρεφόμενος «πυρήνας» αέρα. Οι άξονες περιστροφής των μεμονωμένων στροβίλων είναι παράλληλοι προς τη διεύθυνση πτήσης. Η ένταση των στροβίλων αυξάνεται από το μέσο

**Σχήμα 3.31**

Δημιουργία
Διαχωριστικής
Επιφάνειας

**Σχήμα 3.32**

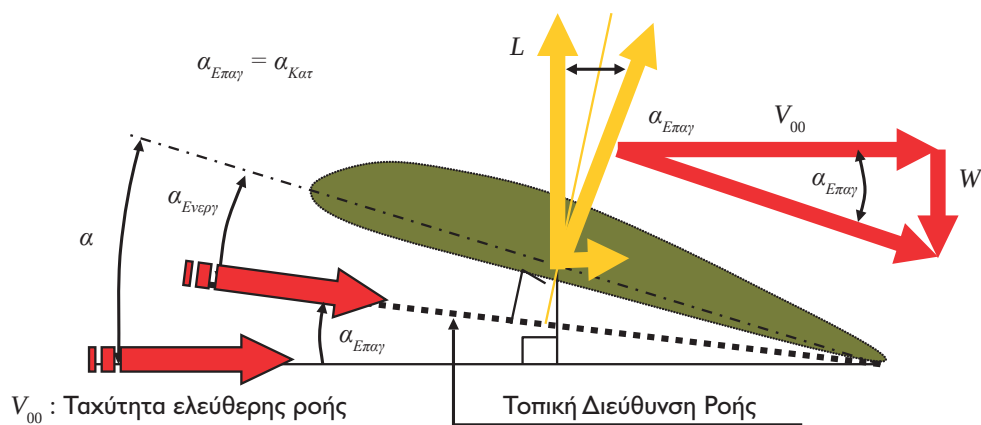
Στρόβιλοι
Ακροπτερυγίων
Πτέρυγας

**Σχήμα 3.33**

Κατώρευμα Πτέρυγας
Λόγω Στροβίλων
στα Ακροπτερύγια

της πτέρυγας προς τα ακροπτερύγια, όπου εμφανίζονται οι κύριοι και ισχυρότεροι στρόβιλοι που ονομάζονται ελεύθεροι (σχήμα 3.32). Οι στρόβιλοι των ακροπτερυγίων δημιουργούν μεταξύ τους και επομένως στην πτέρυγα μία απόκλιση της ροής προς τα κάτω, δηλ. ένα κατώρευμα (σχήμα 3.33).

Το κατώρευμα έχει ως συνέπεια τη μείωση της αρχικής γωνίας προσβολής της πτέρυγας α κατά τη γωνία κατωρεύματος, η οποία ονομάζεται και επαγόμενη γωνία προσβολής (σχήμα 3.34).

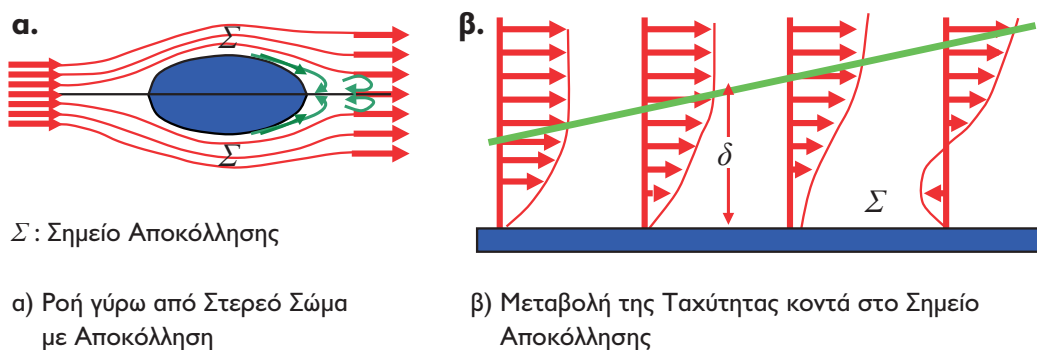
**Σχήμα 3.34**

Επαγόμενη
Γωνία και Γωνία
Κατωρεύματος

3.6 Απώλεια Στήριξης

3.6.1 Αποκόλληση Οριακού Στρώματος

Γενικά. Στην παράγραφο 3.5.5 εξετάσθηκε το οριακό στρώμα, στο οποίο τα στοιχεία του αέρα συμπεριφέρονται σαν τις σφαίρες του σχήματος 3.23, δηλ. η κινητική τους ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια και αντιστρόφως. Εάν δεν υπάρχουν τριβές, τότε η σφαίρα μπορεί να κινηθεί από το σημείο Α στο Δ, δηλ. στη θέση Β έχει κινητική ενέργεια ίση με την αντίστοιχη δυναμική στο σημείο Δ. Στην πράξη, υπάρχει πάντοτε τριβή, με συνέπεια, η σφαίρα να μη μπορεί να φθάσει στο σημείο Δ, αλλά στο Γ, όπου, αφού αποκτήσει μηδενική ταχύτητα, αρχίζει να κινείται προς τα πίσω. Κατά αναλογία, το στοιχείο του αέρα πολύ κοντά στην επιφάνεια του σώματος ξεκινώντας από το σημείο Α δε μπορεί να φθάσει στο Δ, αλλά ενδιάμεσα σε κάποιο σημείο αποκτά μηδενική ταχύτητα και αρχίζει κίνηση στην αντίθετη διεύθυνση (σχήμα 3.35). Η αναστροφή αυτή της κίνησης των στοιχείων του αέρα έχει ως συνέπεια τη δημιουργία στροβίλων και την αποκόλληση του οριακού στρώματος.



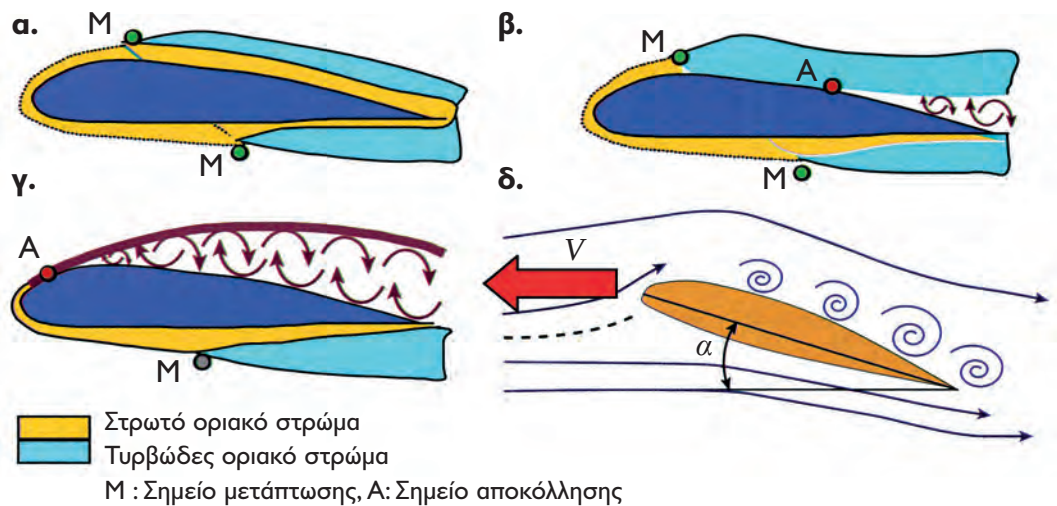
Σχήμα 3.35

Αποκόλληση
Οριακού Στρώματος

Αποκόλληση Οριακού Στρώματος Πτέρυγας. Η διαμόρφωση της αεροτομής οφείλει να διασφαλίζει όχι μόνο τους βέλτιστους αεροδυναμικούς συντελεστές, αλλά και βέλτιστα χαρακτηριστικά αποκόλλησης του οριακού στρώματος. Το οριακό στρώμα στη ράχη και στην κοιλιά του εμπρόσθιου τμήματος είναι στρωτό και στο υπόλοιπο τυρβώδες. Το σημείο μετάπτωσης του οριακού στρώματος της κοιλιάς απέχει μεγαλύτερη απόσταση από το χείλος προσβολής από αυτό της ράχης (σχήμα 3.36 α).

Σε κανονικές συνθήκες πτήσης το οριακό στρώμα αποκολλάται στη ράχη της πτέρυγας (σχήμα 3.36 β). Η αποκόλληση του στρωτού οριακού στρώματος στη ράχη της πτέρυγας και κοντά στο χείλος προσβολής (σχήμα 3.36 γ και δ) θα ήταν πολύ επικίνδυνη και με τραγικές συνέπειες. Η περίπτωση αυτή μπορεί να

εμφανισθεί σε πολύ μεγάλες γωνίες προσβολής της πτέρυγας και έχει ως αποτέλεσμα το α/φος να χάσει την άντωσή του και να μη μπορεί να "στηριχθεί" στον αέρα. Εάν ο χειριστής δε μπορέσει να κάνει τους κατάλληλους χειρισμούς για να βγάλει το α/φος από την κατάσταση αυτή, η πτώση του α/φους είναι σίγουρη.



Σχήμα 3.36

Αποκόλληση
Οριακού Στρώματος

3.6.2 Γωνία Προσβολής και Ταχύτητα Απώλειας Στήριξης

Η απώλεια στήριξης μίας πτέρυγας συνδέεται άμεσα με την αποκόλληση του οριακού στρώματος. Εάν θεωρήσουμε μία πτέρυγα μέσα σε μία μόνιμη ροή και αρχίσουμε να αυξάνουμε τη γωνία προσβολής, δηλ. την κλίση της προς τη διεύθυνση της ταχύτητας της ροής τότε, σε κάποια τιμή της γωνίας προσβολής, το οριακό στρώμα θα αποκολληθεί. Η γωνία προσβολής, στην οποία αποκολλάται το οριακό στρώμα, χαρακτηρίζεται ως γωνία προσβολής απώλειας στήριξης ή κρίσιμη γωνία προσβολής. Τη χρονική στιγμή αποκόλλησης του οριακού στρώματος μειώνεται ραγδαία η άντωση της αεροτομής και αυξάνεται η οπισθέλκουσά της.

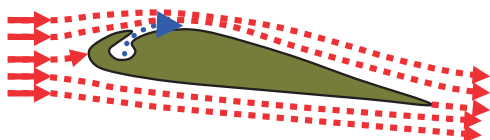
Αν διατηρήσουμε τη γωνία προσβολής της πτέρυγας σταθερή και μειώσουμε σταδιακά την ταχύτητα της ροής, το οριακό στρώμα στη ράχη της πτέρυγας γίνεται ολοένα «φτωχότερο» ενεργειακά και σε κάποια τιμή της ταχύτητας η ροή αποκολλάται. Η ταχύτητα αυτή χαρακτηρίζεται ως ταχύτητα απώλειας στήριξης και εξαρτάται από την αεροτομή της πτέρυγας. Η ταχύτητα απώλειας στήριξης ενός α/φους είναι η ελάχιστη ταχύτητα με τους κινητήρες εν λειτουργία που είναι δυνατή η πτήση με πτερύγια καμπυλότητας σε θέση επάνω ή κάτω. Η μέγιστη τιμή της ταχύτητας απώλειας στήριξης για τα εκπαιδευτικά πολιτικά α/φη είναι περίπου 50 Knots.

Τα α/φ έχουν σύστημα που προειδοποιεί τους χειριστές, όταν η ταχύτητα πτήσης πλησιάζει την ταχύτητα απώλειας στήριξης. Το σύστημα αυτό είναι γνωστό ως σύστημα προειδοποίησης απώλειας στήριξης.

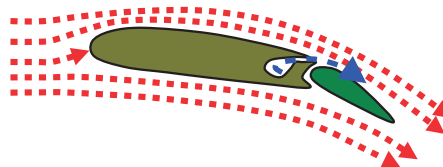
3.6.3 Έλεγχος Οριακού Στρώματος

Υπάρχουν πολλές μεθοδολογίες ελέγχου και βελτίωσης του οριακού στρώματος στις πτέρυγες των α/φών οι κυριότερες των οποίων είναι:

Εμφύσηση Αέρα στο Οριακό Στρώμα. Η μέθοδος αυτή επιδιώκει να εμπλουτίσει ενεργειακά το οριακό στρώμα με εμφύσηση αέρα μεγάλης πίεσης. Πολλές φορές επιτυγχάνεται παρεμπόδιση αποκόλλησης της ροής ακόμη και σε μεγάλες σχετικά γωνίες προσβολής. Στη δυσμενέστερη περίπτωση επιτυγχάνεται μετατόπιση του σημείου αποκόλλησης προς τα πίσω. Ο συντελεστής άντωσης αυξάνεται, ενώ ο συντελεστής οπισθέλκουσας μειώνεται. Χρησιμοποιούνται διάφορες διατάξεις επηρεασμού του οριακού στρώματος, π.χ. εμφύσηση στη ράχη της αεροτομής, αμέσως μετά το χείλος προσβολής (σχήμα 3.37 α), στο οπίσθιο τμήμα της ράχης στην περιοχή του χείλους εκφυγής (σχήμα 3.37 β) καθώς και συνδυασμός τους.



α) Στην Περιοχή Χείλους Προσβολής



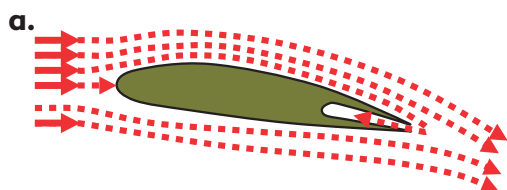
β) Στην Περιοχή Χείλους Εκφυγής

Σχήμα 3.37

Έλεγχος Οριακού Στρώματος με Εμφύσηση Αέρα

Απορρόφηση Οριακού Στρώματος. Απομακρύνει τα στοιχεία του αέρα που κινούνται με μικρή ταχύτητα και παρεμποδίζει την αποκόλληση της ροής (σχήμα 3.38). Η απορρόφηση επιτυγχάνεται μέσω μικρών οπών της επιφάνειας της πτέρυγας (πορώδους επιφάνειας) στην περιοχή της αναμενόμενης αποκόλλησης. Μπορεί να γίνει τόσο στην περιοχή του χείλους εκφυγής όσο και του χείλος προσβολής.

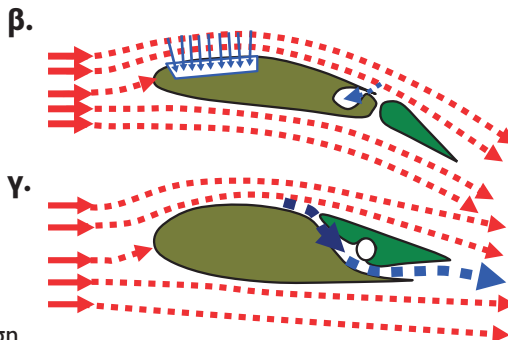
Ο συντελεστής άντωσης αυξάνεται και ο συντελεστής οπισθέλκουσας μειώνεται. Επίσης, μπορεί να συνδυασθεί και με ταυτόχρονη εμφύσηση αέρα (σχήμα 3.38 γ).



α) Στο Χείλος Εκφυγής.

β) Στο Χείλος Εκφυγής και στη Ράχη.

γ) Στο Χείλος Εκφυγής με εν συνεχεία Εμφύσηση



Σχήμα 3.38

Απορρόφηση Οριακού Στρώματος

Σχισμές Χείλους Προσβολής και Εκφυγής. Η ροή μέσω της σχισμής αυξάνει την ενέργεια του οριακού στρώματος και μετατοπίζει προς τα πίσω το σημείο αποκόλλησης. Μειώνει την οπισθέλκουσα και αυξάνει την άντωση (σχήμα 3.39).



Σχήμα 3.39

Παρεμπόδιση
Αποκόλλησης Ροής σε
Πτέρυγα με Σχισμές

3.7 Έλεγχος

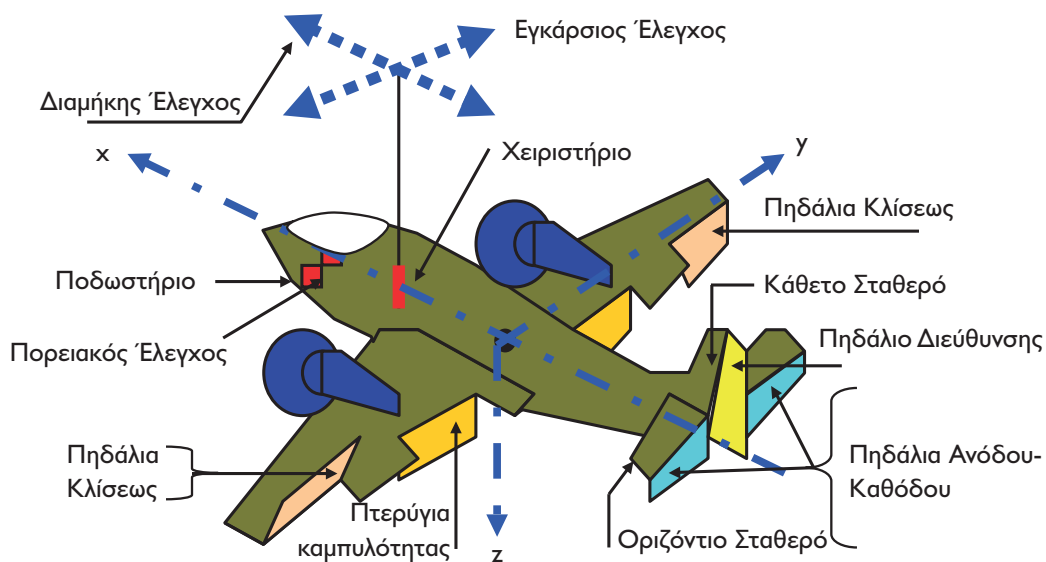
3.7.1 Γενικά

Έλεγχος Α/φους

Το α/φος έχει ένα σύστημα ελέγχου που αποτελείται από τον αυτόματο πιλότο, τη συνδεσμολογία, τους ενεργοποιητές και τις επιφάνειες ελέγχου. Το σύστημα ελέγχου παρέχει τις απαιτούμενες για τους ελιγμούς του α/φους δυνάμεις, σύμφωνα με τις εκάστοτε παρεχόμενες σε αυτό εντολές στο ελάχιστο δυνατό χρονικό διάστημα. Με τον όρο έλεγχος α/φους εννοούμε την ικανότητά του να εκτελεί τις εντολές του χειριστού και να μεταβάλλει την πτητική και ενεργειακή του κατάσταση.

Άξονες Α/φους

Το α/φος έχει τρεις άξονες: το διαμήκη, εγκάρσιο και κάθετο, οι οποίοι διέρχονται από το κέντρο βάρους του (σχήμα 3.40).



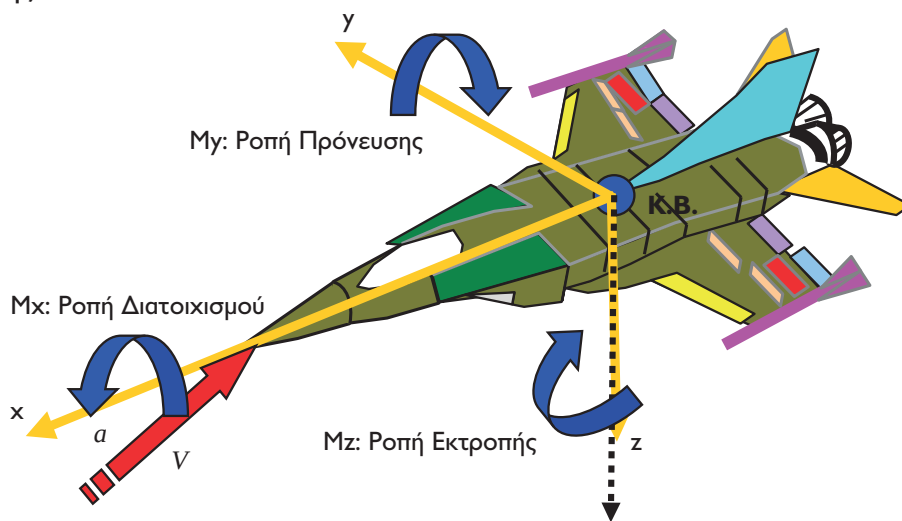
Σχήμα 3.40

Επιφάνειες
Ελέγχου Πτήσης
Κλασικού Α/φους

Περιστροφές, Ροπές και Είδη Ελέγχου

Ανάλογα με τον άξονα περιστροφής του α/φους έχουμε τους ακόλουθους ελέγχους (σχήμα 3.41):

Διαμήκης Έλεγχος (Πρόνευση): Το α/φος περιστρέφεται περί τον εγκάρσιο άξονα (ανεβάζει ή κατεβάζει κεφαλή) με ενεργοποίηση των πηδαλίων ανόδου καθόδου. Η ροπή περιστροφής περί τον εγκάρσιο άξονα ονομάζεται ροπή πρόνευσης.



Σχήμα 3.41

Παραστατική
Απεικόνιση
των Αξόνων για
την Ανάλυση της
Ευσταθείας και του
Ελέγχου του Α/φους

Εγκάρσιος Έλεγχος (Διατοχισμός): Το α/φος περιστρέφεται περί το διαμήκη άξονα (ανεβαίνει ή κατεβαίνει η πτέρυγα) με ενεργοποίηση των πηδαλίων κλίσεως. Η ροπή περιστροφής περί το διαμήκη άξονα ονομάζεται ροπή διατοχισμού.

Πορειακός Έλεγχος (Εκτροπή): Το α/φος περιστρέφεται περί τον κάθετο άξονα (το ρύγχος κινείται δεξιά ή αριστερά) με ενεργοποίηση του πηδαλίου διεύθυνσης. Η ροπή περιστροφής περί τον κάθετο άξονα ονομάζεται ροπή εκτροπής.

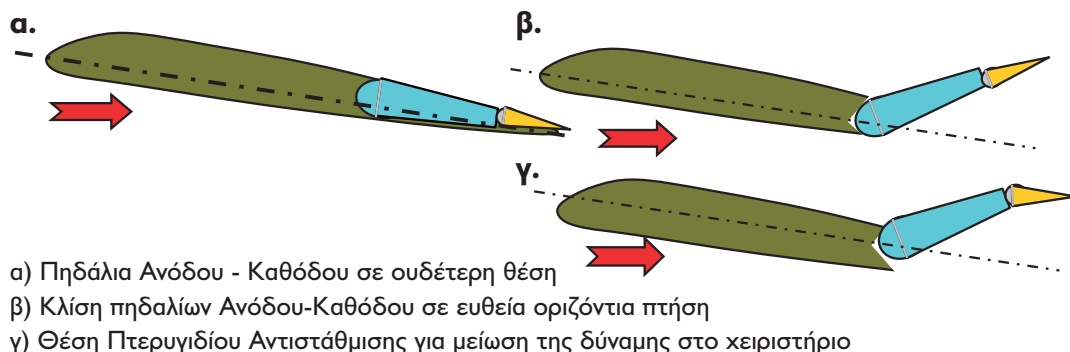
Χειρισμός Πηδαλίων

Τα πηδάλια ενεργοποιούνται από το χειριστή με το χειριστήριο και τα ποδωστήρια. Τα πηδάλια ανόδου - καθόδου ενεργοποιούνται (ανεβαίνουν ή κατεβαίνουν), όταν ο χειριστής μετακινεί το χειριστήριο προς τα εμπρός ή πίσω. Τα πηδάλια κλίσεως ενεργοποιούνται (το ένα ανεβαίνει και το άλλο κατεβαίνει), όταν ο χειριστής μετακινεί το χειριστήριο δεξιά ή αριστερά. Το πηδάλιο διεύθυνσης ενεργοποιείται (κλίνει δεξιά ή αριστερά) όταν ο χειριστής "πατάει" το δεξί ή αριστερό ποδωστήριο.

Αντισταθμιστικά Πτερύγια

Είναι μικρά πτερυγίδια που τοποθετούνται στην περιοχή του χείλους εκφυγής των κυρίων επιφανειών ελέγχου (σχήμα 3.42). Επιτρέπουν στον πιλότο να

αντίσταθμίζει κάθε μη ζυγοσταθμισμένη συνθήκη που είναι δυνατόν να εμφανισθεί στη διάρκεια της πτήσης μέχρι να μηδενισθεί η δύναμη στο χειριστήριο. Τα πτερυγίδια αντιστάθμισης ενεργοποιούνται από ένα ανεξάρτητο σύστημα ελέγχου, που λειτουργεί και ως εφεδρικό σύστημα σε περίπτωση αστοχίας του κυρίου συστήματος ελέγχου.



Σχήμα 3.42

Ενεργοποίηση
Πτερυγίων
Αντιστάθμισης
σε Ευθεία
Οριζόντια Πτήση

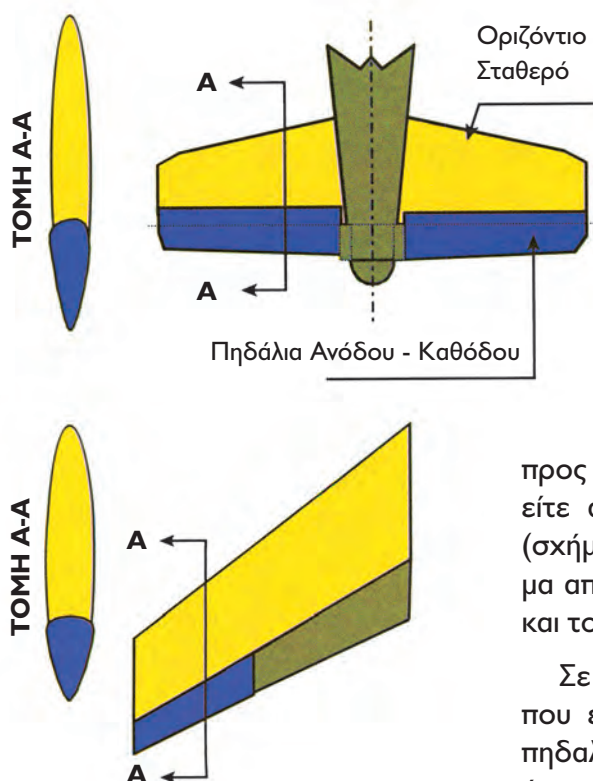
3.7.2 Επιφάνειες Ελέγχου

Οι κύριες επιφάνειες ελέγχου του α/φους είναι: τα πηδάλια ανόδου - καθόδου, τα πηδάλια κλίσεως και το πηδάλιο διεύθυνσης (σχήμα 3.41). Στα συμβατικά α/φη το οριζόντιο ουραίο πτέρωμα αποτελείται από το οριζόντιο σταθερό και

τα πηδάλια ανόδου - καθόδου (σχήμα 3.43). Τα πηδάλια ανόδου - καθόδου είναι χωριστά πτερύγια μπορεί όμως να είναι και ένα ενιαίο πτερύγιο. Επίσης, όλο το οριζόντιο ουραίο πτέρωμα μπορεί να είναι ένα ενιαίο συγκρότημα (ολοκινούμενο). Τα πηδάλια κλίσεως τοποθετούνται στην περιοχή των ακροπτερυγίων και όταν, το ένα ανεβαίνει, το άλλο κατεβαίνει, εν αντιθέσει

προς τα πηδάλια ανόδου - καθόδου που είτε ανεβαίνουν είτε κατεβαίνουν μαζί (σχήμα 3.44). Το κάθετο ουραίο πτέρωμα αποτελείται από το κάθετο σταθερό και το πηδάλιο διεύθυνσης (σχήμα 3.45).

Σε ορισμένα α/φη υπάρχει διάταξη που επιτρέπει την άνιση εκτροπή των πηδαλίων κλίσεως, δηλ. επιτρέπει στο ένα πηδάλιο να ανεβαίνει κατά γωνία



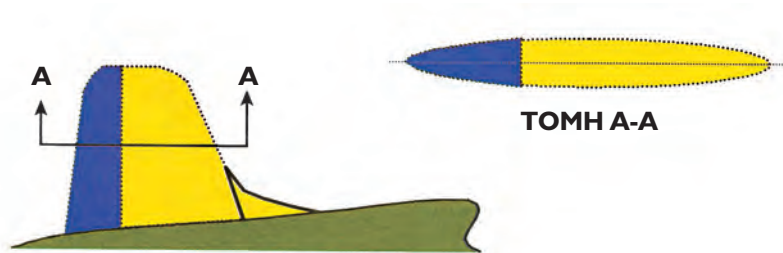
Σχήμα 3.43

Πηδάλια
Ανόδου - Καθόδου
Κλασσικού Α/φους

Σχήμα 3.44

Πηδάλια Κλίσεως
Κλασσικού Α/φους.

μεγαλύτερη ή μικρότερη από το άλλο που κατεβαίνει. Το σύστημα αυτό είναι γνωστό ως σύστημα διαφορικής κίνησης.



Σχήμα 3.45

Κάθετο Ουραίο
Πτέρωμα και Πηδάλιο
Διεύθυνσης

3.8 Ευστάθεια

3.8.1 Στατική και Δυναμική Ευστάθεια

Η στατική ευστάθεια χαρακτηρίζει την ικανότητα του α/φους να επανέρχεται, μετά από μία διαταραχή, στην αρχική συνθήκη πτήσης χωρίς την επέμβαση του πιλότου. Η επάνοδος στην αρχική συνθήκη πτήσης, σε περίπτωση στατικής ευστάθειας επιτυγχάνεται με μία κυματοειδή φθίνουσα ταλάντωση που χαρακτηρίζεται ως δυναμική ευστάθεια. Ένα α/φος μπορεί να είναι ευσταθές σε ορισμένες συνθήκες πτήσης και ασταθές σε άλλες. Π.χ. ένα α/φος ευσταθές σε ευθεία οριζόντια πτήση μπορεί να είναι ασταθές σε ανάστροφη πτήση και αντιστρόφως. Ως στατικά ασταθές χαρακτηρίζεται ένα α/φος το οποίο, μετά από μία διαταραχή, απομακρύνεται από την αρχική συνθήκη ισορροπίας. Όταν το α/φος, μετά από μία διαταραχή, τείνει να παραμείνει στη νέα του θέση, έχει ουδέτερη ευστάθεια και ορισμένες φορές είναι μία πολύ επιθυμητή συμπεριφορά. Συνοπτικά, η στατική ευστάθεια εκφράζει μόνο την τάση που έχει το α/φος να επανέλθει ή όχι στην αρχική κατάσταση πτήσης, ενώ η δυναμική ευστάθεια εκφράζει το είδος της κίνησης που κάνει το α/φος μετά τη διαταραχή.

3.8.2 Διαμήκης Ευστάθεια

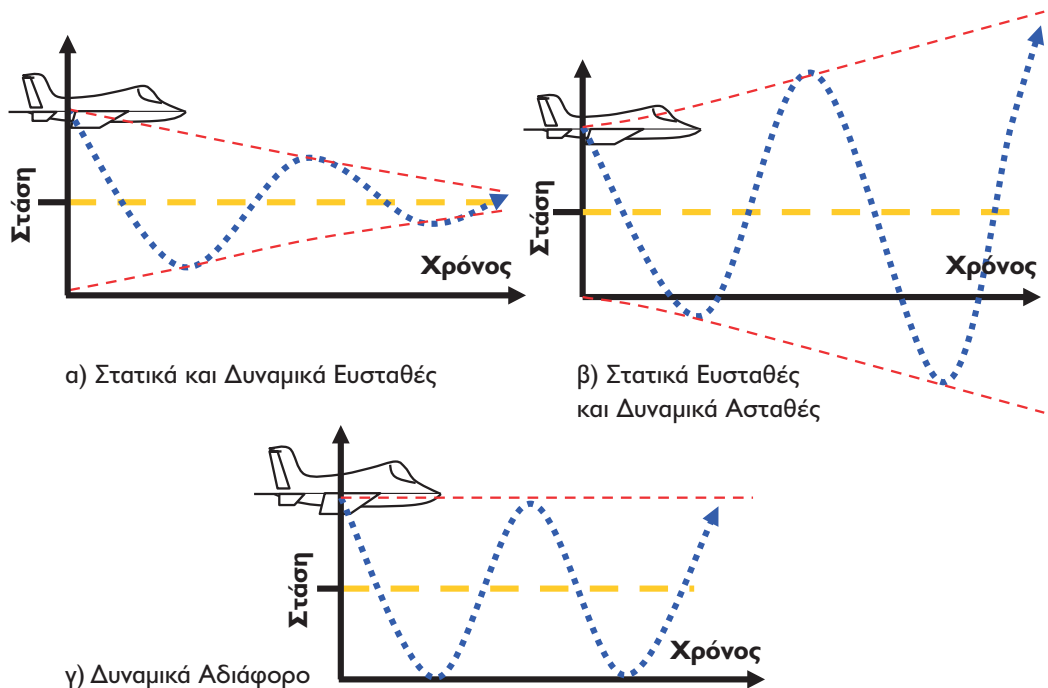
Αφορά την περιστροφή του α/φους γύρω από τον εγκάρσιο άξονά του, δηλ. την τάση του να επανέλθει στην αρχική γωνία προσβολής. Κάθε μεταβολή της γωνίας προσβολής δημιουργεί μία ροπή πρόνευσης, η οποία καταστρέφει την ισορροπία δυνάμεων και δημιουργεί μία επιπρόσθετη ροπή, η οποία χαρακτηρίζεται ως "στατική" ροπή και συνήθως η φορά της είναι αντίθετη από τη φορά παρέκκλισης του α/φους. Η ροπή αυτή δημιουργείται από το οριζόντιο ουραίο πτέρωμα. Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις στατικής ροπής:

- Ανταγωνιστική της παρέκκλισης και το α/ϕ ος είναι στατικά ευσταθές.
- Ενισχυτική της παρέκκλισης και το α/ϕ ος είναι στατικά ασταθές.
- Μηδενική και το α/ϕ ος χαρακτηρίζεται στατικά αδιάφορο.

Όταν σε ένα α/ϕ ος το κέντρο πίεσης (Κ.Π.) κείται πίσω από το κέντρο βάρους του (Κ.Β.) έχει στατική ευστάθεια. Το Κ.Π. είναι το σημείο στο οποίο εφαρμόζεται η συνολική αεροδύναμη του α/ϕ ους. Η δυναμική συμπεριφορά του α/ϕ ους (ευστάθεια - αστάθεια) χαρακτηρίζεται από το είδος της κυματοειδούς κίνησης που εκτελεί το α/ϕ ος. Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- Το α/ϕ ος επανέρχεται στην αρχική συνθήκη πτήσης με φθίνουσα κυματοειδή κίνηση και χαρακτηρίζεται δυναμικά ευσταθές.
- Η κυματοειδής κίνηση είναι αύξουσα, το α/ϕ ος δεν επανέρχεται στην αρχική συνθήκη πτήσης και χαρακτηρίζεται δυναμικά ασταθές.
- Η κυματοειδής κίνηση έχει σταθερό εύρος, το α/ϕ ος συνεχίζει τις ταλαντώσεις και χαρακτηρίζεται δυναμικά αδιάφορο.

Στο σχήμα 3.46 απεικονίζεται η συμπεριφορά του α/ϕ ους για τις τρεις περιπτώσεις που προαναφέρθηκαν.



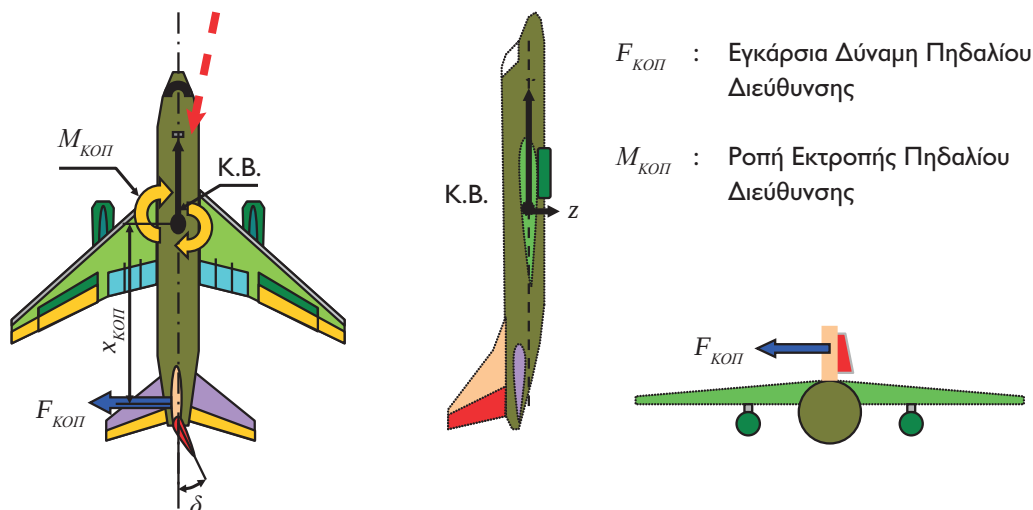
Σχήμα 3.46

Στατική και Δυναμική
Ευστάθεια α/ϕ ους

3.8.3 Πορεία Ευστάθεια

Αφορά την περιστροφή του α/ϕ ους γύρω από τον κατακόρυφο άξονά του (σχήμα 3.47). Το α/ϕ ος έχει στατική πορεία ευστάθεια, όταν σε περίπτωση εκτροπής από την πορεία του τείνει να επανέλθει στην αρχική πορεία χωρίς επέμβαση του πιλότου. Η πορεία ευστάθεια εξαρτάται άμεσα από τη δια-

μόρφωση του κάθετου ουραίου πτερώματος. Π.χ. ένα μικρό κάθετο ουραίο πτέρωμα σε μεγάλη απόσταση από το Κ.Β (άτρακτος μεγάλου μήκους) είναι αποτελεσματικότερο από ένα μεγάλο κάθετο ουραίο πτέρωμα σε μικρή απόσταση από το Κ.Β.

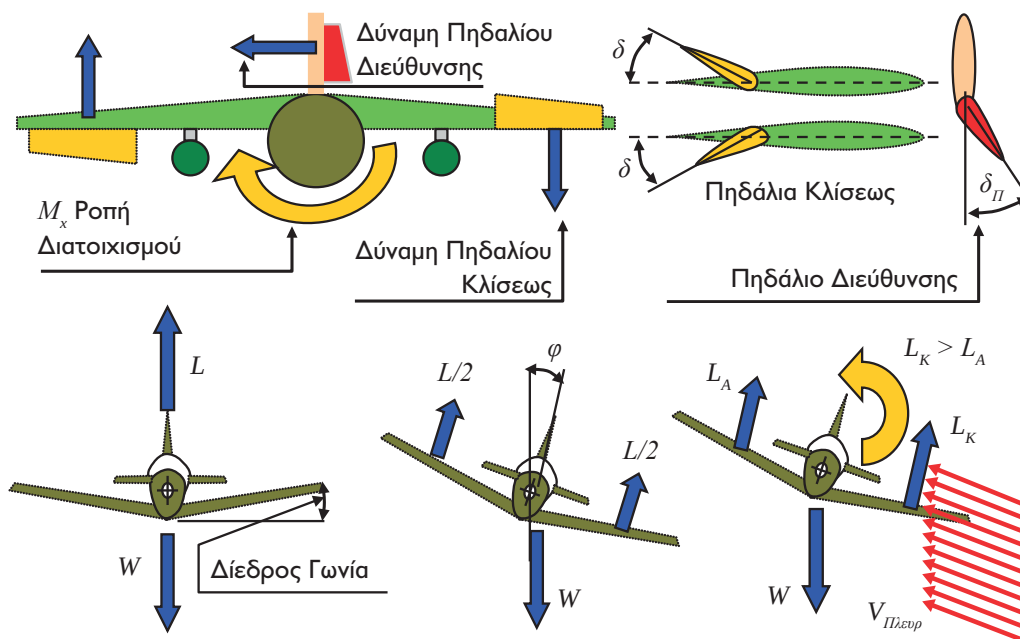


Σχήμα 3.47

Δυνάμεις και Ροπές Πορείακής Ευστάθειας και Ελέγχου

3.8.4 Εγκάρσια Ευστάθεια

Αφορά την περιστροφή του α/φους περί το διαμήκη άξονά του, που επιτυγχάνεται κυρίως με τα πηδάλια κλίσεως και λιγότερο με το πηδάλιο διεύθυνσης (σχήμα 3.48). Η εγκάρσια ευστάθεια εξαρτάται άμεσα από τη διαμόρφωση της πτέρυγας και του κάθετου ουραίου πτερώματος. Η δίδετρος γωνία διασφαλίζει στο α/φος εγκάρσια ευστάθεια (σχήμα 3.49). Επίσης, εγκάρσια ευστάθεια έχουν και τα υψηλοπτέρυγα α/φη με μεγάλη επιφάνεια του κάθετου ουραίου πτερώματος π.χ. α/φος C-130.



Σχήμα 3.48

Δυνάμεις και Ροπές Εγκάρσιας Ευστάθειας και Ελέγχου

Σχήμα 3.49

Επίδραση Διέδρου Γωνίας στην Εγκάρσια Ευστάθεια

3.9 Υπεραντωτικές Διατάξεις

3.9.1 Ταξινόμηση Υπεραντωτικών Διατάξεων

Οι ταχύτητες των α/φών στη φάση απογείωσης και προσγείωσης είναι σχετικά μικρές και η άντωση της πτέρυγας είναι μικρή συγκριτικά με το βάρος του α/φους. Η άντωση μίας πτέρυγας με ορισμένη ταχύτητα πτήσης αυξάνεται είτε με αύξηση της γωνίας προσβολής και της καμπυλότητας στην περιοχή του χείλους εκφυγής είτε με παρεμπόδιση αποκόλλησης της ροής. Η καμπυλότητα της αεροτομής αυξάνεται με πτερύγια καμπυλότητας στο χείλος εκφυγής και προσβολής. Η αύξηση είναι εντονότερη με πτερύγια καμπυλότητας χείλους εκφυγής και ασθενέστερη με χείλους προσβολής. Η απορρόφηση ή εμφύσηση αέρα στο οριακό στρώμα παρεμποδίζει και καθυστερεί την αποκόλλησή του. Οι διατάξεις που αυξάνουν το συντελεστή άντωσης στη φάση απογείωσης και προσγείωσης και στους ελιγμούς των μαχητικών α/φών ονομάζονται υπεραντωτικές διατάξεις.

Υπάρχουν οι ακόλουθες δύο ομάδες υπεραντωτικών διατάξεων:

- α. Μηχανικές υπεραντωτικές διατάξεις.
- β. Ενισχυμένες ή με βοηθητική ενέργεια υπεραντωτικές διατάξεις.

3.9.2 Μηχανικές Υπεραντωτικές Διατάξεις

Αφορούν διατάξεις κίνησης αεροδυναμικών επιφανειών του α/φους. Επιτυγχάνουν σε κάποιο ποσοστό τα ακόλουθα αποτελέσματα:

1. Αυξάνουν την καμπυλότητα με πτερύγια χείλους προσβολής και εκφυγής.
2. Μετατοπίζουν το σημείο μετάπτωσης προς το χείλος εκφυγής
3. Παρεμποδίζουν την αποκόλληση στην περιοχή του χείλους προσβολής.
4. Αυξάνουν την πτερυγική επιφάνεια με πτερύγια τύπου Fowler.

Οι μηχανικές υπεραντωτικές διατάξεις διακρίνονται σε πτερύγια καμπυλότητας χείλους εκφυγής και χείλους προσβολής.

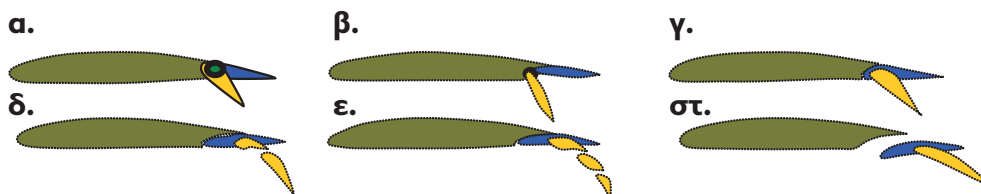
1. Πτερύγια Καμπυλότητας Χείλους Εκφυγής. Οι κυριότεροι τύποι απεικονίζονται στο σχήμα 3.50 και είναι οι ακόλουθοι:

- α. Απλό πτερύγιο καμπυλότητας (plain flaps).
- β. Διαχωριζόμενο πτερύγιο καμπυλότητας (split flaps),
- γ. Πτερύγιο καμπυλότητας με μονή σχισμή (slotted flaps).
- δ. Πτερύγιο καμπυλότητας με διπλή σχισμή (double slotted flaps).

- ε. Πτερύγιο καμπυλότητας με τριπλή σχισμή (triple slotted flaps).
- στ. Πτερύγιο καμπυλότητας τύπου Fowler (Fowler flaps).

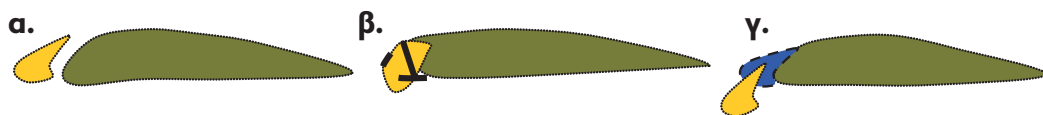
II. Πτερύγια Καμπυλότητας Χείλους Προσβολής. Οι κυριότεροι τύποι απεικονίζονται στο σχήμα 3.51 και είναι οι ακόλουθοι:

- α. Σταθερό ή ελατηριωτό πτερύγιο εξομάλυνσης (Fixed slot).
- β. Πτερύγιο καμπυλότητας χείλους προσβολής (leading edge flap).
- γ. Εκτεινόμενο πτερύγιο με σχισμή (Extensible slat).



Σχήμα 3.50

Βασικοί Τύποι
Πτερυγίων
Καμπυλότητας
Χείλους Εκφυγής

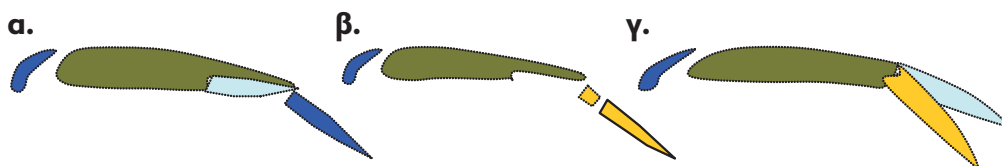


Σχήμα 3.51

Βασικοί Τύποι
Υπεραντωτικών
Διατάξεων Χείλους
Προσβολής

III. Συνδυασμός Υπεραντωτικών Διατάξεων Χείλους Προσβολής και Εκφυγής. Στη μεγάλη πλειοψηφία των α/φών συνδυάζονται οι υπεραντωτικές διατάξεις χείλους προσβολής και εκφυγής. Οι πιο συνηθείς συνδυασμοί απεικονίζονται στο σχήμα 3.52 και είναι οι ακόλουθοι:

- α. Εκτεινόμενο πτερύγιο καμπυλότητας χείλους προσβολής με σχισμή και πτερύγιο καμπυλότητας χείλους εκφυγής με μονή σχισμή.
- β. Εκτεινόμενο πτερύγιο καμπυλότητας χείλους προσβολής με σχισμή και πτερύγιο καμπυλότητας χείλους εκφυγής με διπλή σχισμή τύπου Fowler.
- γ. Εκτεινόμενο πτερύγιο καμπυλότητας χείλους προσβολής με σχισμή και απλό πτερύγιο καμπυλότητας χείλους εκφυγής.



Σχήμα 3.52

Βασικοί Συνδυασμοί
Υπεραντωτικών
Διατάξεων Χείλους
Προσβολής
και Εκφυγής

3.9.3 Ενισχυμένες Υπεραντωτικές Διατάξεις

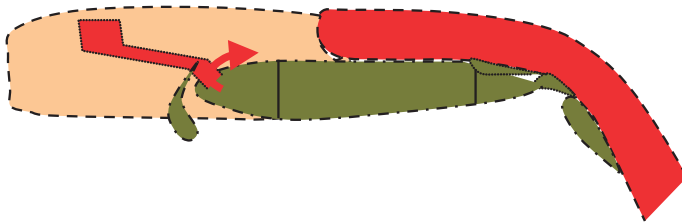
Αυξάνουν το μέγιστο συντελεστή άντωσης με τη βοήθεια εξωτερικής βοηθητικής ενέργειας (αέρα υψηλής πίεσης). Η βοηθητική αυτή ενέργεια παρέχεται, κατά κανόνα, από το στροβιλοκινητήρα. Οι κυριότεροι τύποι ενισχυμένων υπεραντωτικών διατάξεων είναι οι ακόλουθοι:

- Ενεργοποίηση οριακού στρώματος με απορρόφηση και εμφύσηση αέρα.
- Εγκατάσταση πτερυγίων σε ροή υψηλής ταχύτητας.

Στο σχήμα 3.53 απεικονίζεται μία ενισχυμένη υπεραντωτική διάταξη.

Σχήμα 3.53

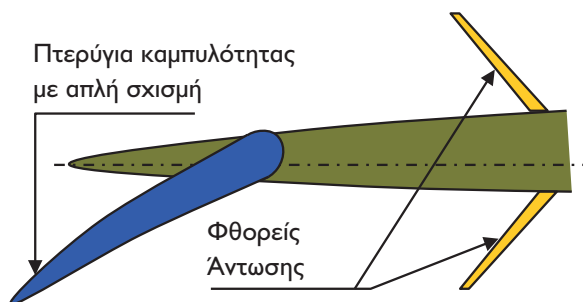
Ενισχυμένη
Υπεραντωτική
Διάταξη



3.10 Λοιπές Επιφάνειες Ελέγχου

Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει τις ακόλουθες επιφάνειες ελέγχου: Φθορείς άντωσης και αερόφρενα.

Φθορείς Άντωσης. Είναι επιφάνειες που μειώνουν την άντωση της πτέρυγας. Η γεωμετρική διαμόρφωσή και διαστασιολόγησή τους, η λειτουργία και αποστολή τους διαφέρει στους διάφορους τύπους α/φών.



Σχήμα 3.54

Φθορέας Άντωσης

Σε ορισμένους τύπους α/φών είναι επιμήκεις, στενές επιφάνειες τοποθετημένες στη ράχη της πτέρυγας. Στην ουδέτερη θέση τους είναι παράλληλοι στην επιφάνεια της πτέρυγας και δεν επηρεάζουν τη ροή της ενώ σε θέση λειτουργίας (ανασηκωμένοι) είναι σχεδόν κάθετοι στην επιφάνεια της πτέρυγας, διαταράσσουν την ομαλή ροή και μειώνουν την άντωση. Σε ορισμένες περιπτώσεις λειτουργούν και ως επιφάνειες ελέγχου περιστροφής του α/φους υποβοηθώντας ή ακόμη και αντικαθιστώντας τα πηδάλια κλίσεως. Αυξάνουν σημαντικά την οπισθέλκουσα του α/φους. Στο σχήμα 3.54 απεικονίζεται η λειτουργία του φθορέα άντωσης.

Σε ορισμένους τύπους α/φών είναι επιμήκεις, στενές επιφάνειες τοποθετημένες στη ράχη της πτέρυγας. Στην ουδέτερη θέση τους είναι παράλληλοι στην επιφάνεια της πτέρυγας και δεν επηρεάζουν τη ροή της ενώ σε θέση λειτουργίας (ανασηκωμένοι) είναι σχεδόν κάθετοι στην επιφάνεια της πτέρυγας, διαταράσσουν την ομαλή ροή και μειώνουν την άντωση. Σε ορισμένες περιπτώσεις λειτουργούν και ως επιφάνειες ελέγχου περιστροφής του α/φους υποβοηθώντας ή ακόμη και αντικαθιστώντας τα πηδάλια κλίσεως. Αυξάνουν σημαντικά την οπισθέλκουσα του α/φους. Στο σχήμα 3.54 απεικονίζεται η λειτουργία του φθορέα άντωσης.

Αερόφρενα. Είναι αεροδυναμικές επιφάνειες, συνήθως επίπεδες πλάκες, εγκατεστημένες στην άτρακτο και την πτέρυγα του α/φους και χρησιμεύουν για τον έλεγχο της ταχύτητάς του. Ορισμένα α/φη έχουν ένα αερόφρενο εγκατεστημένο στη ράχη της ατράκτου. Συνήθως, τοποθετούνται, ζεύγη αερόφρενων συμμετρικά της ατράκτου ή συμμετρικά στη ράχη και την κοιλιά της πτέρυγας. Η λειτουργία τους είναι ανάλογη με αυτήν των φθορέων άντωσης. Στο σχήμα 3.55 απεικονίζονται οι διάφορες επιφάνειες ελέγχου που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα α/φη.

**Σχήμα 3.55**

Επιφάνειες Ελέγχου
Σύγχρονου Μαχητικού
Α/φους

3.11 Χαρακτηριστικά και Χρήση Αεροσήραγγας

Στην αεροσήραγγα μελετάται η ροή γύρω από ένα μοντέλο γεωμετρικά όμοιο με το προς κατασκευή α/φος και προσδιορίζονται οι αεροδυναμικοί συντελεστές του με μετρήσεις. Αυτό είναι εφικτό, επειδή ισχύει ο νόμος της αεροδυναμικής ομοιότητας. Αεροδυναμική ομοιότητα υπάρχει, όταν το μοντέλο και το α/φος έχουν τον ίδιο αριθμό Reynold, Re . Ο αριθμός Re δίδεται από την σχέση: $Re = \rho V c / \mu = V c / \nu$ (3.17) όπου V είναι η ταχύτητα, c η χορδή της πτέρυγας, μ το ιξώδες και ν ($\nu = \mu / \rho$) το κινηματικό ιξώδες. Όταν δύο γεωμετρικά όμοια α/φη έχουν τον ίδιο αριθμό Reynolds έχουν τους ίδιους αεροδυναμικούς συντελεστές.

Υπάρχουν υποηχητικές και υπερηχητικές αεροσήραγγες. Στην αεροσήραγγα μετριοούνται οι δυνάμεις και ροπές που αναπτύσσονται στο μοντέλο για διάφορες ταχύτητες και γωνίες προσβολής του μοντέλου. Τα χαρακτηριστικά και η χρήση της αεροσήραγγας περιγράφονται στην οικεία εργαστηριακή άσκηση.

Περίληψη του 3ου Κεφαλαίου

Η πρώτη πτήση με α/φος πραγματοποιήθηκε το 1903 από τους αδελφούς Ράιτ. Το 1915 κατασκευάστηκε στη Γερμανία το πρώτο ολομέταλλο α/φος. Το 1939 πέταξε το πρώτο μαχητικό α/φος με στροβιλοκινητήρα στη Γερμανία. Το 1954 οι Άγγλοι κατασκεύασαν το πρώτο επιβατικό α/φος με στροβιλοκινητήρα και οι Αμερικάνοι το Boeing 707. Το 1970 πετούν δοκιμαστικά τα υπερηχητικά επιβατικά α/φη Concorde και Tupolew Tu 144. Τη δεκαετία του '70 άρχισε η κατασκευή των α/φών τρίτης γενιάς, όπως F-15, F-16, F-18, Tornado, MIG 29.

Τα α/φη ταξινομούνται σε στρατιωτικής και πολιτικής χρήσης, καθώς και σε κατηγορίες με βάση την εξωτερική διαμόρφωσή τους, το είδος του κινητήρα, κ.τ.λ. Τα στρατιωτικά α/φη ταξινομούνται με βάση κυρίως την αποστολή, το βάρος απογείωσης και την ευελιξία.

Σήμερα επιδιώκεται η κατασκευή πολεμικών α/φών με μεγάλη ευελιξία, με κατευθυνόμενη ώση, με εξελιγμένα συστήματα ελέγχου, πλοήγησης, αυτοπροστασίας και αντιμέτρων και με ελάχιστο στίγμα (stealth).

Τα πολιτικά α/φη πετούν στην τροπόσφαιρα στην οποία η πίεση, η πυκνότητα και η θερμοκρασία μειώνονται με αυξανόμενο ύψος. Όταν τα μεγέθη της ροής είναι σταθερά χαρακτηρίζεται μόνιμη. Στη μόνιμη ροή ισχύει ο νόμος του Bernoulli, σύμφωνα με τον οποίο, όταν η ταχύτητα της ροής αυξάνεται, μειώνεται η πίεσή της και αντιστρόφως. Επίσης, ισχύει η αρχή διατήρησης της μάζας και της ορμής της ροής. Η δύναμη που αναπτύσσεται σε μία πτέρυγα, αναλύεται σε μία συνιστώσα στη διεύθυνση της ταχύτητας πτήσης που ονομάζεται οπισθέλκουσα και σε μία κάθετη σε αυτήν που ονομάζεται άντωση.

Γύρω από ένα α/φος υπάρχει ένα στρώμα αέρα με μειωμένη ταχύτητα, που ονομάζεται οριακό στρώμα και διακρίνεται σε στρωτό και τυρβώδες. Το οριακό στρώμα, όταν έχει μειωμένη ενέργεια χάνει τη συνοχή του με την επιφάνεια της πτέρυγας και αποκολλάται. Το οριακό στρώμα ελέγχεται με διάφορα μέσα, όπως απορρόφηση της «φτωχής ενεργειακά» ροής ή με εμφύσηση αέρα. Οι πτέρυγες έχουν διατομή αεροδυναμικά διαμορφωμένη που ονομάζεται αεροτομή. Η αεροτομή διασφαλίζει μεγάλο συντελεστή άντωσης στην πτέρυγα.

Το α/φος έχει τρεις κύριους άξονες το διαμήκη, τον κατακόρυφο και εγκάρσιο και εκτελεί κινήσεις και περιστροφές προς αυτούς. Αυτό επιτυγχάνεται με τις επιφάνειες ελέγχου. Ο πιλότος με το χειριστήριο ενεργοποιεί τα πηδάλια ανόδου - καθόδου που βρίσκονται στο οριζόντιο ουραίο και το α/φος ανεβάζει ή κατεβάζει κεφαλή. Με το χειριστήριο ενεργοποιεί και τα πηδάλια κλίσεως που βρίσκονται στην περιοχή των ακροπτερυγίων και το α/φος τείνει να περιστραφεί περί το διαμήκη άξονά του. Ο χειριστής με τα

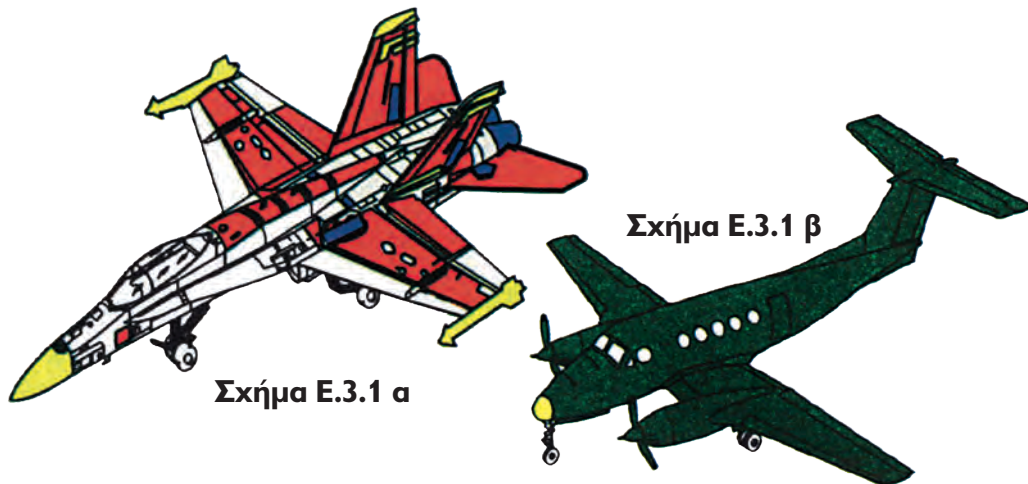
ποδωστήρια ενεργοποιεί το πηδάλιο διεύθυνσης που είναι εγκαταστημένο στο κάθετο ουραίο πτέρωμα και η κεφαλή του α/φους κλίνει προς τα αριστερά ή δεξιά.

Το α/φος έχει δύο χαρακτηριστικά σημεία, το Κ.Β. στο οποίο επενεργεί το βάρος του και το Κ.Π. στο οποίο επενεργούν η άντωση και η οπισθέλκουσα. Όταν το Κ.Π. είναι πίσω από το Κ.Β. το α/φος σε κάθε εξωτερική παρενόχληση αντιδρά και τείνει να λάβει την αρχική θέση. Η συμπεριφορά αυτή ονομάζεται στατική ευστάθεια. Το α/φος επανέρχεται στην αρχική του θέση με κυματοειδή κίνηση. Η συμπεριφορά αυτή ονομάζεται δυναμική ευστάθεια. Η άντωση του α/φους παράγεται κυρίως από τις πτέρυγές του. Η άντωση της πτέρυγας αυξάνεται με πτερύγια καμπυλότητας στο χείλος εκφυγής και προσβολής. Υπάρχουν και δευτερεύουσες επιφάνειες ελέγχου, όπως τα αντισταθμιστικά πτερυγίδια. Οι συνδυασμοί των επιφανειών αύξησης της άντωσης του α/φους είναι πολλοί. Υπάρχουν και επιφάνειες που μειώνουν την ταχύτητα του α/φους π.χ. σε μία βύθιση με μεγάλη ταχύτητα (αερόφρενα).

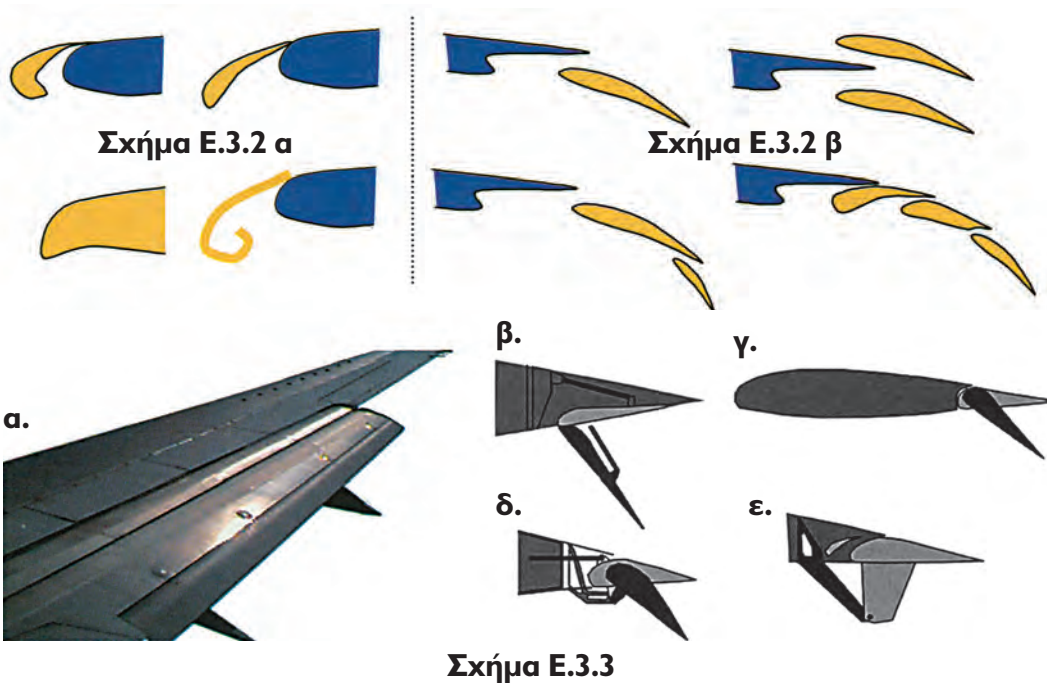
1. Πότε πραγματοποιήθηκε η πρώτη πτήση α/φους;
2. Πότε και πού κατασκευάστηκε το πρώτο ολομέταλλο α/φος;
3. Πότε και πού κατασκευάστηκε το πρώτο α/φος με στροβιλοκινητήρα;
4. Πότε και πού πραγματοποιήθηκε η πρώτη υπερηχητική πτήση;
5. Ποια είναι η κύρια επιδίωξη στην κατασκευή σύγχρονων στρατιωτικών α/φών;
6. Ποια είναι η κύρια επιδίωξη στην κατασκευή των σύγχρονων α/φών της πολιτικής αεροπορίας;
7. Σε τι χρησιμεύουν οι αεροσήραγγες;
8. Πότε η ροή του αέρα γύρω από ένα σώμα χαρακτηρίζεται μόνιμη;
9. Τι ισχύει σύμφωνα με την αρχή της διατήρησης της μάζας;
10. Τι ισχύει σύμφωνα με το νόμο διατήρησης της ορμής σε μία ροή;
11. Πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα ενός ρευστού όταν μειώνεται η πίεσή του σύμφωνα με τον Bernoulli;
12. Ποιο μέγεθος μετριέται με το σωλήνα Pitot;
13. Ποιο μέγεθος μετριέται με το σωλήνα Prandtl;
14. Οι στρόβιλοι είναι επιθυμητοί ή όχι και γιατί;
15. Σε ποιες περιοχές της πτέρυγας δημιουργούνται ισχυροί στρόβιλοι;
16. Τι είναι το οριακό στρώμα;

17. Ποια είναι τα βασικά είδη του οριακού στρώματος;
18. Τι εκφράζει ο αριθμός Reynolds;
19. Τι είναι μία αεροτομή;
20. Ποια τυποποίηση αεροτομών είναι η πιο γνωστή;
21. Πόσα είδη οπισθέλκουσας γνωρίζετε;
22. Σε τι οφείλεται το κατώρευμα σε μία πτέρυγα;
23. Σε τι οφείλεται η απώλεια στήριξης;
24. Αναφέρατε τις βασικές μεθόδους ελέγχου του οριακού στρώματος.
25. Τι είναι το σύστημα προειδοποίησης απώλειας στήριξης;
26. Τι εννοούμε με τον όρο έλεγχο του α/φους;
27. Ποιες επιφάνειες ενεργοποιεί ο χειριστής όταν μετακινεί το χειριστήριο:
α) προς τα εμπρός, β) προς τα δεξιά;
28. Αναφέρατε τις κύριες επιφάνειες ελέγχου του α/φους.
29. Πώς ονομάζονται οι επιφάνειες ελέγχου στο οριζόντιο πτέρωμα;
30. Πώς ονομάζονται οι επιφάνειες ελέγχου στην πτέρυγα του α/φους;
31. Πότε ένα α/φος χαρακτηρίζεται στατικά ευσταθές;
32. Πότε ένα α/φος χαρακτηρίζεται δυναμικά ευσταθές;
33. Σε ποιον άξονα αναφέρεται η διαμήκης ευστάθεια και ο έλεγχος;
34. Τι κίνηση εκτελεί το α/φος όταν ο χειριστής ενεργοποιεί τα πηδάλια ανόδου καθόδου;
35. Τι κίνηση εκτελεί το α/φος όταν ενεργοποιούνται τα πηδάλια κλίσεως;
36. Σε ποιον άξονα αναφέρεται η εγκάρσια ευστάθεια και ο έλεγχος;
37. Σε ποιες φάσεις πτήσεως χρησιμοποιούνται οι υπεραντωτικές διατάξεις και σε τι χρησιμεύουν;
38. Πόσες είναι οι βασικές κατηγορίες των υπεραντωτικών διατάξεων;
39. Τι επιδιώκουν οι μηχανικές υπεραντωτικές διατάξεις;
40. Τι επιδιώκουν οι ενισχυμένες υπεραντωτικές διατάξεις.
41. Η καμπυλότητα της αεροτομής αυξάνεται περισσότερο με τα πτερύγια καμπυλότητας του χείλους προσβολής ή του χείλους εκφυγής;
42. Σε τι χρησιμεύουν τα πτερυγίδια αντιστάθμισης;
43. Σε τι χρησιμεύουν οι φθορείς άντωσης;

44. Στα α/φη του σχήματος Ε.3.1 α και Ε.3.1 β εντοπίστε: α) Την άτρακτο, β) Τις πτέρυγες, γ) Το οριζόντιο ουραίο πτέρωμα, δ) Το κάθετο ουραίο πτέρωμα, ε) Τα πτερύγια καμπυλότητας χείλους εκφυγής, στ) Τα πτερύγια καμπυλότητας χείλους προσβολής, ζ) Τα πηδάλια κλίσεως και η) Τα πηδάλια διεύθυνσης.



45. Το α/φος του σχήματος Ε.3.1 α έχει πηδάλια ανόδου - καθόδου και γιατί;
 46. Πώς θα χαρακτηρίζατε τις επιφάνειες του σχήματος Ε.3.2 α;
 47. Πώς θα χαρακτηρίζατε τις επιφάνειες του σχήματος Ε.3.2 β;
 48. Τι είδους επιφάνεια του α/φους απεικονίζουν τα σχήματα Ε.3.3;



Εργαστηριακές Ασκήσεις του 3ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

242

Μέτρηση Άντωσης και Οπισθέλκουσας Πτέρυγας

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να μετράει την άντωση και την οπισθέλκουσα της πτέρυγας.
- Να υπολογίζει τη μεταβολή της άντωσης και της οπισθέλκουσας της πτέρυγας συναρτήσει της γωνίας προσβολής της.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Αεροσήραγγα και μοντέλο πτέρυγας.

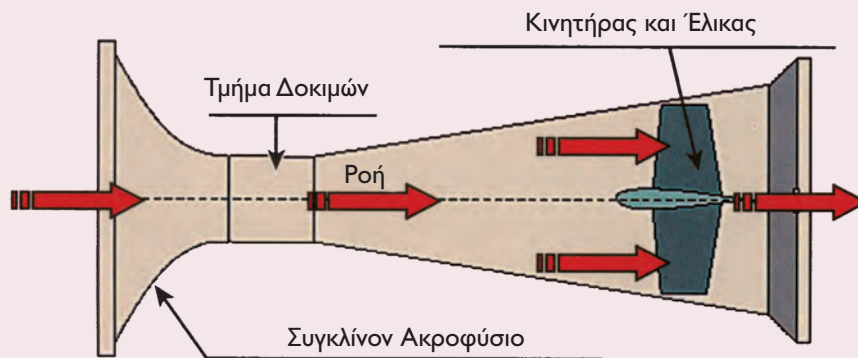
Εργασίες κατά βήματα.

1. Τοποθετούμε την πτέρυγα στο ζυγό της αεροσήραγγας και ρυθμίζουμε την πτέρυγα σε μία τιμή της γωνίας προσβολής.
2. Μηδενίζουμε τις ενδείξεις του ζυγού που αφορούν την άντωση και την οπισθέλκουσα.
3. Θέτουμε σε λειτουργία την αεροσήραγγα και περιμένουμε να σταθεροποιηθεί η ταχύτητα στην επιλεγμένη τιμή της.
4. Διαβάζουμε τις ενδείξεις του ζυγού που αφορούν την άντωση και την οπισθέλκουσα.
5. Επαναλαμβάνουμε τις ανωτέρω εργασίες για διάφορες γωνίες προσβολής.

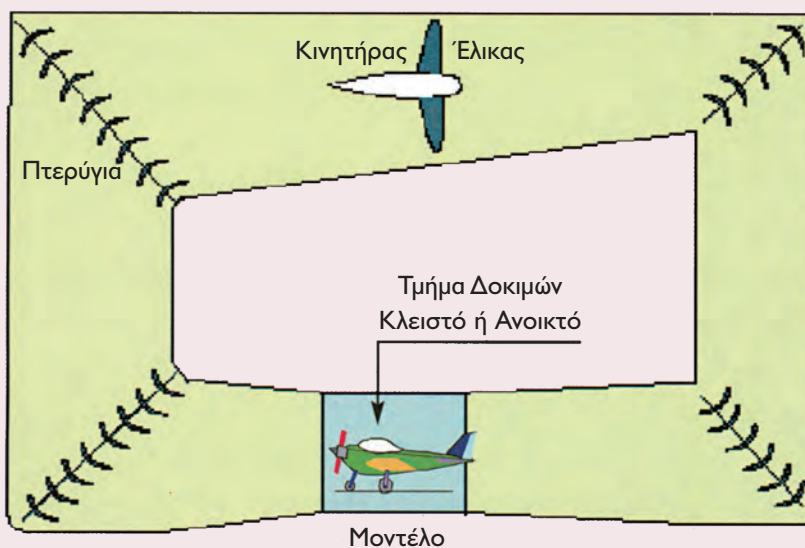
Σημείωση: 1. Οι αεροσήραγγες διακρίνονται σε υποηχητικές και υπερηχητικές. Οι υποηχητικές είναι δύο ειδών, ανοικτής και κλειστής ροής αέρα. Στις αεροσήραγγες ανοικτού τύπου (σχήμα Α.3.1) ο αέρας αναρροφάται από την ατμόσφαιρα στο εμπρόσθιο τμήμα και εξέρχεται από το οπίσθιο τμήμα. Στις αεροσήραγγες κλειστού τύπου (σχήμα Α.3.2) ο αέρας κινείται σε κλειστό σύστημα, τα αποτελέσματα των μετρήσεων δεν επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες και έχουν αυξημένη ακρίβεια. Το τμήμα δοκιμών της αεροσήραγγας κλειστού τύπου μπορεί να είναι κλειστό ή ανοικτό. Οι υπερηχητικές αεροσήραγγες είναι δύο ειδών: α) Αεροσήραγγες με συνεχή παροχή αέρα και β) Αεροσήραγγες με αεροθάλαμο πίεσης (σχήμα Α.3.3).

2. Αεροσήραγγες διαθέτουν ορισμένα πανεπιστήμια της χώρας και η Σχολή Ικάρων.

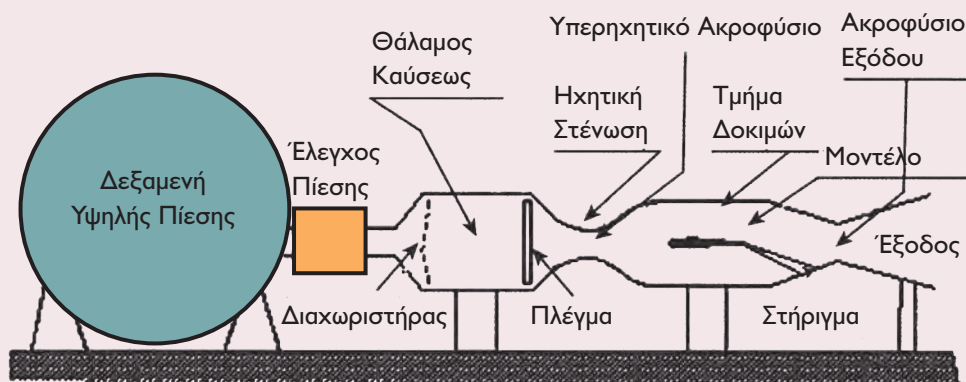
3. Ασκήσεις μπορούν να εκτελεστούν και με άλλα μοντέλα όπως π.χ. α/φους, ελικοπτέρου, κ.τ.λ.



Σχήμα Α.3.1: Υποηχητική Αεροσήραγγα Ανοικτού Τύπου



Σχήμα Α.3.2: Υποηχητική Αεροσήραγγα Κλειστού Τύπου



Σχήμα Α.3.3: Υπερηχητική Αεροσήραγγα

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Μέτρηση Άντωσης και Οπισθέλκουσας Πτέρυγας με Υπεραντωτικές Διατάξεις

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Τη μέθοδο μέτρησης της άντωσης και της οπισθέλκουσας των μηχανικών υπεραντωτικών διατάξεων των κλασικών α/φών.
- Τη μεταβολή της άντωσης και οπισθέλκουσας συναρτήσει της γωνίας κλίσης των πτερυγίων καμπυλότητας χείλους εκφυγής και προσβολής.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Αεροσήραγγα ανοικτού ή κλειστού κυκλώματος και μοντέλο πτέρυγας με υπεραντωτικές διατάξεις.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Τοποθετούμε την πτέρυγα με το πτερύγιο καμπυλότητας στο ζυγό της αεροσήραγγας με μηδενική γωνία προσβολής και μηδενική απόκλιση του πτερυγίου καμπυλότητας.
2. Μηδενίζουμε τις ενδείξεις του ζυγού που αφορούν την άντωση και την οπισθέλκουσα.
3. Θέτουμε σε λειτουργία την αεροσήραγγα και περιμένουμε να σταθεροποιηθεί η ταχύτητα στην επιλεγμένη τιμή της.
4. Διαβάζουμε τις ενδείξεις του ζυγού που αφορούν την άντωση και την οπισθέλκουσα.
5. Επαναλαμβάνουμε τις προηγούμενες εργασίες για διάφορες γωνίες προσβολής με μηδενική απόκλιση του πτερυγίου καμπυλότητας του χείλους εκφυγής.
6. Επαναλαμβάνουμε τις ανωτέρω μετρήσεις για γωνίες απόκλισης του πτερυγίου καμπυλότητας χείλους εκφυγής 15 και 30 μοίρες.
7. Εάν υπάρχει μοντέλο πτέρυγας με πτερύγιο καμπυλότητας χείλους προσβολής και εκφυγής, εκτελούμε μετρήσεις συνδυάζοντας και τις αποκλίσεις του πτερυγίου καμπυλότητας χείλους προσβολής.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Σωλήνας Βεντούρι

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να μετράει και να αξιολογεί πιέσεις και ταχύτητες.
- Να υπολογίζει από μετρήσεις πιέσεων ταχύτητες ροής.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Σωλήνας Βεντούρι

Εργασίες κατά βήματα.

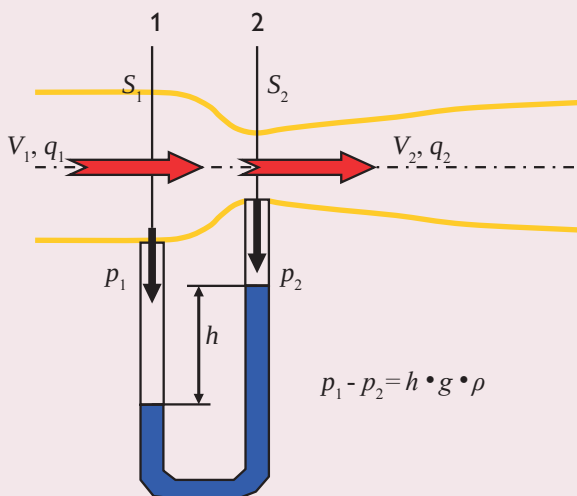
1. Θέτουμε τη συσκευή σε λειτουργία. Λόγω της μεταβολής της διατομής του σωλήνα Βεντούρι (σχήμα Α.3.4) μεταβάλλεται κατά μήκος του σωλήνα τόσο η ταχύτητα όσο και η πίεση της ροής.
2. Από την τυπική ατμόσφαιρα ICAO του πίνακα Γ1 προσδιορίζουμε την τιμή της πυκνότητας του αέρα ρ .
3. Μετράμε τη διαφορά πίεσης $p_1 - p_2$ στο σημείο 2 που επιλέξαμε να κάνουμε τη μέτρηση. Έστω $p_1 - p_2 = A$.
4. Υπολογίζουμε την ταχύτητα της ροής στο σημείο 1, V_1 (εξ. Α.1).
5. Τα εμβαδόν της διατομής του σωλήνα Βεντούρι στα σημεία 1 και 2, S_1 και S_2 είναι γνωστά.
6. Υπολογίζουμε την ταχύτητα της ροής, V_2 , στο σημείο 2 από την εξ. Α.2:

Σημείωση: Επειδή το εμβαδόν της διατομής S_1 είναι μεγαλύτερο από το εμβαδόν S_2 , θα πρέπει, σύμφωνα με την εξ. Α.2 η ταχύτητα V_2 να είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα στο V_1 .

Σύμφωνα με τον Bernoulli η πίεση p_2 πρέπει να είναι μικρότερη από την πίεση p_1 .

$$V_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 - p_2)}{\rho \cdot \left[\left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 - 1 \right]}} \quad (\text{Α.1})$$

$$V_2 = V_1 S_1 / S_2 \quad (\text{Α.2})$$



Σχήμα Α.3.4: Σωλήνας Venturi

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Υπολογισμός της Σχέσης του Συντελεστού Άντωσης και της Γωνίας Προσβολής Απώλειας Στήριξης.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Την άμεση σχέση της κλίσης των πηδαλίων ανόδου - καθόδου με τη γωνία προσβολής.
- Τη συμπεριφορά της ροής του α/φους σε ευρύ φάσμα γωνιών προσβολής μέχρι και την απώλεια στήριξης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Συσκευή επίδειξης πτήσης α/φους (σχήμα Α.3.5).

Σημείωση: 1. Η συσκευή μπορεί να μεταβάλλει την ταχύτητα πτήσης, τη γωνία προσβολής του οριζώντιου ουραίου πτερώματος και τη θέση του Κ.Β. α/φους (σχήμα Α.3.5). Ο ζυγός παρέχει την αναπτυσσόμενη άντωση και τη γωνία προσβολής του α/φους και το καταγραφικό δίνει τη γραφική μεταβολή της άντωσης και της γωνίας προσβολής συναρτήσει του χρόνου.



Σχήμα Α.3.5

Συσκευή Επίδειξης Πτήσης
Αεροπλάνου

2. Στη συσκευή επίδειξης πτήσης α/φους εκτελείται και η άσκηση επίδειξης της στατικής και δυναμικής ευστάθειας του α/φους.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Θέτουμε τη συσκευή σε λειτουργία.
2. Ρυθμίζουμε την ταχύτητα της ροής (ταχύτητα α/φους) με το μοχλό ταχύτητας της συσκευής.
3. Επιλέγουμε μία συγκεκριμένη γωνία κλίσης των πηδαλίων ανόδου - καθόδου και ρυθμίζουμε το α/φος στην τιμή αυτή.
4. Σημειώνουμε τις ενδείξεις της συσκευής, που αφορούν τη γωνία προσβολής και την άντωση του α/φους.
5. Επαναλαμβάνουμε τα ανωτέρω βήματα για διάφορες γωνίες κλίσης των πηδαλίων ανόδου - καθόδου και για διάφορες ταχύτητες της ροής.

6. Με τα στοιχεία του μοντέλου του α/φους της συσκευής υπολογίζουμε το συντελεστή άντωσης για τις διάφορες μετρήσεις που εκτελέσαμε.
7. Σχεδιάζουμε σε μιλιμετρέ χαρτί τη μεταβολή του συντελεστή άντωσης συναρτήσει της γωνίας προσβολής.

ΑΣΚΗΣΗ 5η

Ροή γύρω από Στερεά Σώματα

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Τη μορφή της ροής γύρω από διάφορα στερεά σώματα και τον τρόπο δημιουργίας των στροβίλων της ροής σε αυτά.

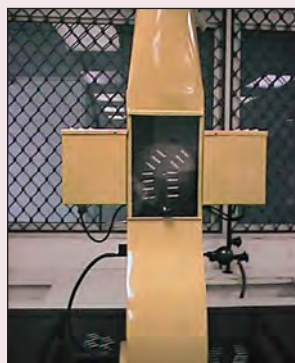
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Καπνοσήραγγα

Εργασίες κατά βήματα.

1. Θέτουμε την καπνοσήραγγα σε λειτουργία (σχήμα Α.3.6).
2. Τοποθετούμε το μοντέλο στη διατομή της καπνοσήραγγας.
3. Παρατηρούμε τα νήματα καπνού γύρω από το σώμα.
4. Αυξάνουμε την ταχύτητα της ροής και παρατηρούμε τη μεταβολή των νημάτων καπνού.
5. Τοποθετούμε το μοντέλο στη διατομή της καπνοσήραγγας με άλλη γωνία και σε διάφορες ταχύτητες παρατηρούμε τα νήματα καπνού.

Σημείωση: Στη σήραγγα επίδειξης πτήσης α/φους, καθώς και στην καπνοσήραγγα, δίνεται η δυνατότητα οπτικής απεικόνισης του φαινομένου της απώλειας στήριξης της πτέρυγας. Με αυξανόμενη γωνία προσβολής της πτέρυγας τα νημάτια που είναι τοποθετημένα στη ράχη της πτέρυγας αρχίζουν να αποκολλούνται μέχρι πλήρους κατάρρευσης της ροής.



Σχήμα Α.3.6
Καπνοσήραγγες

ΔΟΜΗ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ

249

4.1 Αεροσκάφη

4.1.1 Γενικά

Η δομή του α/φους, δηλ. της ατράκτου, των πτερύγων και του ουραίου πτερώματος οφείλει να καλύπτει τις απαιτήσεις της αεροδυναμικής, να παραλαμβάνει φορτία που αναπτύσσονται σε αυτήν, να προσφέρει αντοχή και να προστατεύει το φορτίο που μεταφέρει (επιβάτες, εμπορεύματα) από τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Τα δομικά συγκροτήματα του α/φους κατασκευάζονται από μία μεγάλη ποικιλία δομικών στοιχείων, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με βλήτρα, κοχλίες ήλους και με κόλληση. Τα στοιχεία της δομής του α/φους διακρίνονται σε διαμήκη, εγκάρσια και επικαλύψεις και μπορεί να υπόκεινται σε συνδυασμένες καταπονήσεις, δηλ. σε εφελκυσμό, θλίψη, διάτμηση, στρέψη και κάμψη.

4.1.2 Τάσεις Στοιχείων Δομής

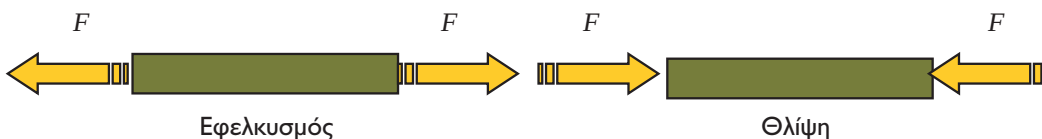
Γενικά. Τα στοιχεία του α/φους είναι σχεδιασμένα και υπολογισμένα να αντέχουν στις δυνάμεις που αναπτύσσονται σε αυτά στις ακραίες συνθήκες πτήσης ή ανάγκης που μπορούν να εμφανισθούν στον κύκλο ζωής του. Δεν υπόκεινται όλα στις ίδιες καταπονήσεις. Τα βασικά και κύρια φορτία που αναπτύσσονται στο α/φος παραλαμβάνονται από ορισμένα στοιχεία της δομής, που χαρακτηρίζονται και δομικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά, όπως οι δοκοί της πτέρυγας, τα πλαίσια της ατράκτου, κ.τ.λ. αποτελούν την κύρια δομή του. Τα περισσότερα στοιχεία του α/φους υπόκεινται σε μικρές καταπονήσεις και αποτελούν τη δευτερεύουσα δομή του.

Οι βασικές καταπονήσεις των στοιχείων μίας αεροπορικής κατασκευής είναι: 1) Εφελκυσμός, 2) Θλίψη, 3) Διάτμηση, 4) Στρέψη και 5) Κάμψη.

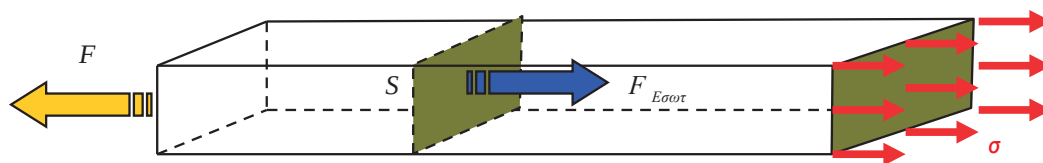
Εφελκυσμός - Θλίψη. Θεωρούμε ευθεία μεταλλική ράβδο (σχήμα 4.1) με σταθερή διατομή σε όλο το μήκος της, με δύο ίσες σε μέτρο ομοαξονικές και αντίθετες δυνάμεις στα άκρα της. Όταν οι δυνάμεις κατευθύνονται προς το εξωτερικό της, η ράβδος καταπονείται σε εφελκυσμό και στην αντίθετη περίπτωση σε θλίψη. Υπό την επίδραση των δυνάμεων αυτών εμφανίζονται στο εσωτερικό της ράβδου εσωτερικές δυνάμεις. Αντί των εσωτερικών αυτών δυνάμεων, που δρουν σε κάθε μικρό στοιχείο μίας επιφάνειας χρησιμοποιείται η κάθετη ορθή δύναμη, που δρα στη μονάδα επιφάνειας της διατομής. Η ορθή δύναμη ανά

μονάδα επιφάνειας ονομάζεται ορθή τάση και συμβολίζεται με σ . Στον εφελκυσμό η τάση αυτή ονομάζεται εφελκυστική τάση (σχήμα 4.2) και στη θλίψη θλιπτική τάση. Υπάρχει για κάθε εξάρτημα και για κάθε πρώτη ύλη κατασκευής μία εφελκυστική και θλιπτική τάση στην οποία το υλικό υφίσταται θραύση, δηλ. σπάει. Η τάση εκφράζεται στο διεθνές σύστημα μέτρησης σε N/mm^2 και στο Αγγλοσαξωνικό σε PSI.

Σχήμα 4.1
Εφελκυσμός και
Θλίψη



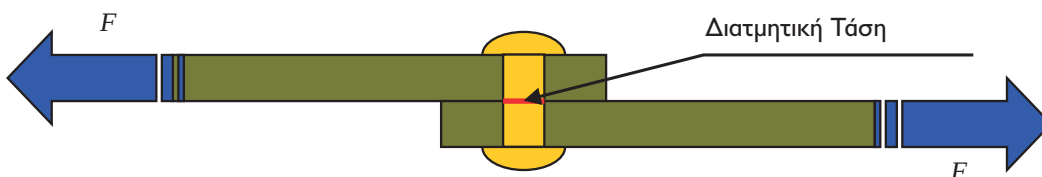
Σχήμα 4.2
Εφελκυστική Τάση



Στον εφελκυσμό τα στοιχεία επιμηκύνονται, δηλ. αυξάνεται το μήκος τους, ενώ στη θλίψη μικραίνουν.

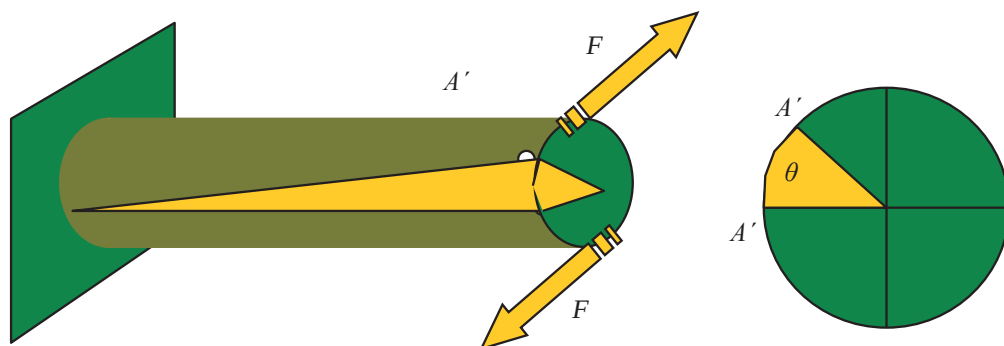
Διάτμηση. Θεωρούμε δύο ελάσματα συνδεδεμένα με ήλους (σχήμα 4.3). Η εφελκυστική δύναμη των ελασμάτων μεταφέρεται στους ήλους της σύνδεσης και δημιουργεί στη διατομή τους επαπτομενικές εσωτερικές δυνάμεις. Η διατμητική δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας ονομάζεται διατμητική τάση, συμβολίζεται με τ και εκφράζεται στο διεθνές σύστημα μέτρησης σε N/mm^2 και στο Αγγλοσαξωνικό σε PSI, κατά αναλογία, προς την ορθή τάση σ . Εμφανίζεται σε όλα τα στοιχεία, στα οποία επενεργεί δύναμη κάθετη στο διαμήκη άξονά τους. Σχεδόν όλα τα στοιχεία σύνδεσης (βλήτρα, κοχλίες, ήλοι) υπόκεινται σε διατμητική καταπόνηση.

Σχήμα 4.3
Διατμητική Τάση



Στρέψη. Θεωρούμε ράβδο κυκλικής διατομής να καταπονείται με ένα ζεύγος δυνάμεων (σχήμα 4.4). Η δύναμη F δημιουργεί προς το κέντρο της διατομής μία ροπή στρέψης M . Η ροπή M προκαλεί στρέψη της ράβδου κατά γωνία θ στο ελεύθερο άκρο της. Σε κάθε διατομή της ράβδου αναπτύσσονται διατμητικές

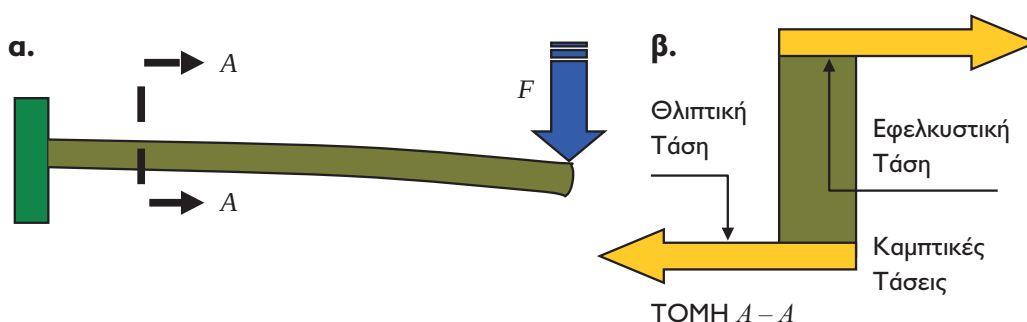
τάσεις. Πολλά στοιχεία του α/φους υπόκεινται σε στρέψη. Η ώση π.χ. των κινητήρων, που είναι εγκατεστημένοι στις πτέρυγες, δημιουργεί στρεπτικές τάσεις στις δοκούς της πτέρυγας.



Σχήμα 4.4

Στρέψη Δοκού

Κάμψη. Ουσιαστικά είναι ένας συνδυασμός εφελκυσμού και θλίψης. Θεωρούμε δοκό πακτωμένη στο ένα άκρο της (π.χ. βατήρας) με μία δύναμη F στο ελεύθερο άκρο της. Η δοκός υπό την επίδραση της δύναμης F κάμπτεται προς τα κάτω (σχήμα 4.5 α). Στην άνω επιφάνεια της διατομής της δοκού αναπτύσσονται εφελκυστικές τάσεις, ενώ στην κάτω θλιπτικές (σχήμα 4.5 β). Η κάμψη είναι η κύρια καταπόνηση των δομικών στοιχείων του α/φους. Ιδιαίτερα στα μαχητικά α/φη, στη διάρκεια ελιγμών αερομαχίας, η αναπτυσσόμενη άντωση σε κάθε πτέρυγα είναι πολλαπλάσια του βάρους του α/φους. Η άντωση δημιουργεί πολύ μεγάλη ροπή κάμψης στη ρίζα της πτέρυγας, όπου αναπτύσσονται ακραίες καμπτικές τάσεις. Οι περιοχές σύνδεσης των δοκών της πτέρυγας με την άτρακτο είναι οι πιο κρίσιμες στα α/φη και είναι εστίες ρωγμών.



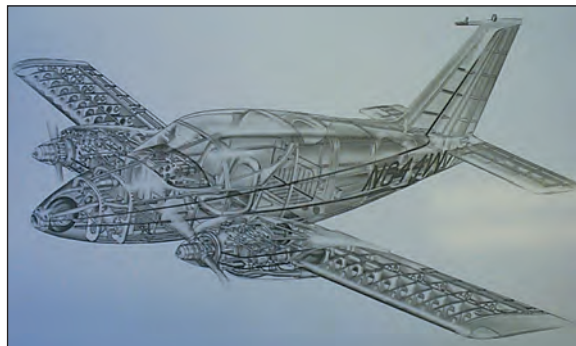
Σχήμα 4.5

Κάμψη

4.1.3 Κύρια Συγκροτήματα Αεροσκάφους

Τα κύρια δομικά συγκροτήματα του α/φους είναι η άτρακτος, οι πτέρυγες, το ουραίο πτέρωμα και τα ατρακτίδια κινητήρων. Η διαμόρφωσή τους εξαρτάται από την αποστολή του α/φους. Το ρύγχος είναι το εμπρόσθιο τμήμα της άτρακτου και είναι ο χώρος εργασίας των χειριστών. Τα κύρια δομικά συγκροτήματα ενός ελαφρού ελικοφόρου α/φους απεικονίζονται στο σχήμα 4.6, ενός μεσαίου

και μεγάλου επιβατικού α/φους με στροβιλοκινητήρα στα σχήματα 4.7 και 4.8, ενός μαχητικού στο σχήμα 4.9 και ενός ελικοπτέρου στο σχήμα 4.10.



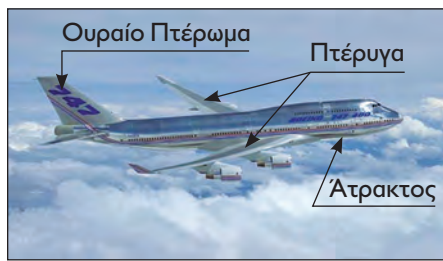
Σχήμα 4.6

Κύρια Δομικά
Συγκροτήματα
Ελαφρού
Ελικοφόρου Α/φους



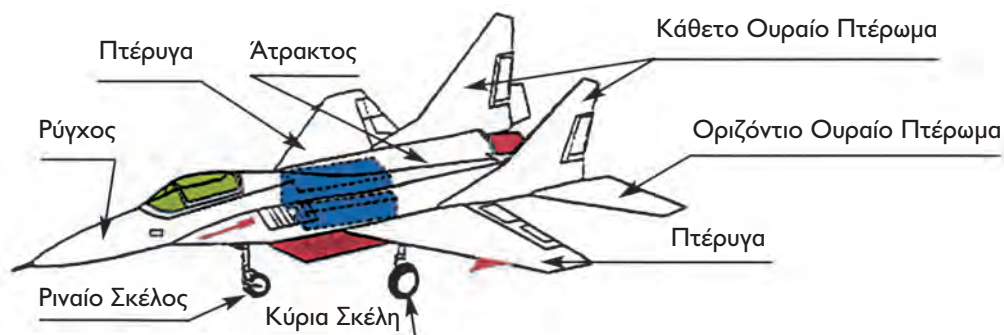
Σχήμα 4.7

Μεσαίο Α/φος με Στροβιλοκινητήρες



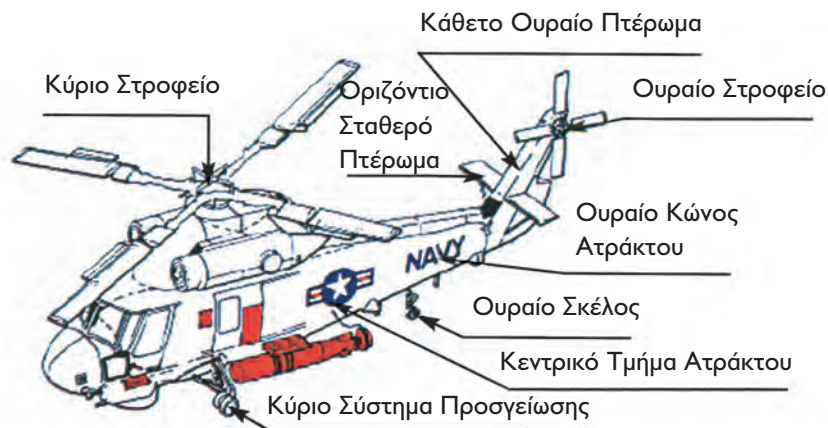
Σχήμα 4.8

Μεγάλο Α/φος
με Στροβιλοκινητήρα



Σχήμα 4.9

Κλασσικό Μαχητικό
Α/φος Τρίτης Γενιάς



Σχήμα 4.10

Κύρια
Συγκροτήματα
Ελικοπτέρου

4.1.4 Φιλοσοφίες και Τρόποι Κατασκευής

I. Φιλοσοφίες Κατασκευής

Υπάρχουν διάφορες φιλοσοφίες και τρόποι κατασκευής, που διασφαλίζουν αφενός ασφαλή πτήση και αφετέρου την αποφυγή ατυχημάτων σε περίπτωση αστοχίας των δομικών στοιχείων του α/φους. Οι φιλοσοφίες κατασκευής είναι οι εξής:

Φιλοσοφία Safe - Live. Αποκλείει αστοχία για ολόκληρη τη ζωή του α/φους, με συνέπεια, να μην απαιτείται συντήρηση της δομής του, κατά τη διάρκεια της ζωής του. Κύριο μειονέκτημά της είναι ότι το α/φος γίνεται πολύ βαρύ και οικονομικά ασύμφορο.

Φιλοσοφία Fail - Safe. Επιτρέπει δυναμικές αστοχίες που δεν είναι επικίνδυνες μέσα σε συγκεκριμένες ώρες πτήσης. Καθιερώνει συχνές περιοδικές επιθεωρήσεις π.χ. κάθε 300 ή 1000 ώρες πτήσης. Η κατασκευή των δομικών στοιχείων του α/φους διασφαλίζει την ανάπτυξη και επέκταση τυχόν ρωγμών με πολύ αργό ρυθμό, ώστε να εντοπίζονται στα καθιερωμένα όρια επιθεώρησης. Η φιλοσοφία αυτή είναι ρεαλιστική και επιτρέπει την κατασκευή α/φών με μικρό βάρος και κόστος και με μεγάλες επιδόσεις, αλλά αυξάνει το κόστος συντήρησης.

Φιλοσοφία Safe - Live/Fail - Safe. Τα σύγχρονα α/φη κατασκευάζονται και με τις δύο προηγούμενες φιλοσοφίες. Ελάχιστα βασικά δομικά υλικά με δύσκολη προσιτότητα, κατασκευάζονται με τη φιλοσοφία Safe-Live και τα υπόλοιπα με τη φιλοσοφία Fail-Safe.

II. Τρόποι Κατασκευής

Υπάρχουν οι ακόλουθοι τρεις βασικοί τρόποι κατασκευής:

Διαφορικός τρόπος. Τα τμήματα του α/φους αποτελούνται από πολλά τεμάχια που συνδέονται με μόνιμους ή μη συνδέσμους. Κύριο μειονέκτημά της είναι η αύξηση της πιθανότητας βλαβών, του βάρους κατασκευής και του αριθμού των απαιτούμενων εργασιών.

Ολοκληρωτικός τρόπος. Η σύγχρονη τεχνολογία επιτρέπει την κατασκευή μεγάλων δομικών υλικών σε ένα ενιαίο τεμάχιο χυτοπρεσαριστά ή σφυρήλατα ή με κημική κατεργασία.

Μικτός Τρόπος. Είναι ενδιάμεσος των 2 προηγούμενων τρόπων κατασκευής. Τα κύρια δομικά υλικά είναι ολοκληρωτικού τύπου και τα δευτερεύοντα διαφορικού.

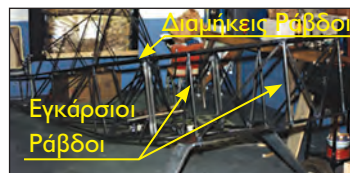
4.2 Άτρακτος

4.2.1 Γενικά

Η βασική αποστολή της ατράκτου είναι να:

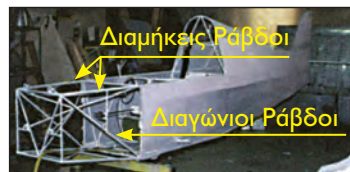
1. Αποθηκεύει και μεταφέρει το ωφέλιμο φορτίο με ασφάλεια. Διασφαλίζει σύντομη φόρτωση και εκφόρτωση του ωφέλιμου φορτίου.
2. Εμπεριέχει το χώρο διακυβέρνησης του α/φους.
3. Συνδέει τα κύρια τμήματα του α/φους (πτέρυγα, κ.τ.λ.).
4. Είναι χώρος εγκατάστασης των συστημάτων του α/φους.
5. Αποθηκεύει ένα μεγάλο ποσοστό καυσίμου, το προωθητικό σύστημα και ορισμένες φορές τα σκέλη, μετά την ανάσυρση.

4.2.2 Αρχές Κατασκευής Ατράκτου

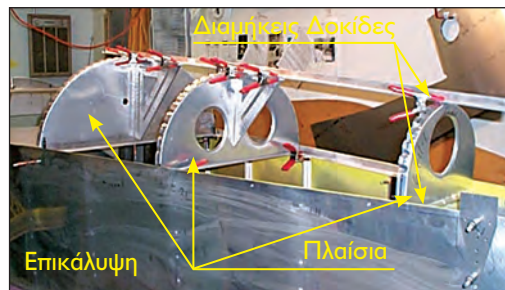


Σχήμα 4.11

Άτρακτος Τύπου
Δικτυώματος

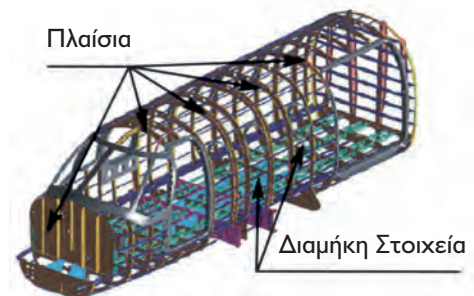


Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι κατασκευής της δομής της ατράκτου ο κελυφοειδής και ο τύπος δικτυώματος. Ο τύπος δικτυώματος είναι ένα χωρικό δικτύωμα από διαμήκεις, διαγώνιες, κατακόρυφες και εγκάρσιες ράβδους, που είναι συνήθως σωλήνες αλουμινίου (σχήμα 4.11). Οι σωλήνες συνδέονται μεταξύ τους είτε με συγκολλήσεις είτε με ήλους. Ο τύπος αυτός της ατράκτου χρησιμοποιείται σπανίως και μόνο σε ελαφρά μονοκινητήρια α/φη.



Σχήμα 4.12

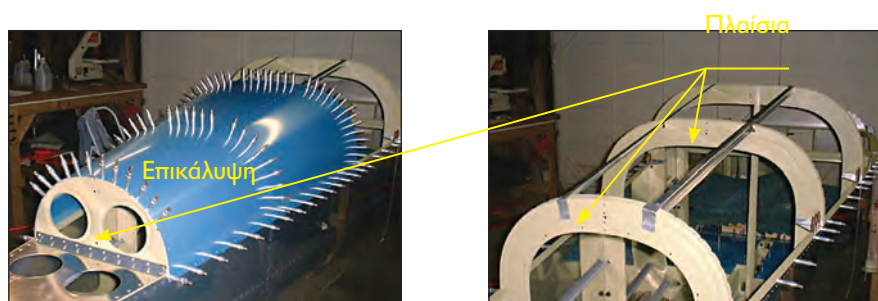
Ημικελυφοειδής
Κατασκευή Ατράκτου



Σε όλα σχεδόν τα α/φη η άτρακτος είναι ημικελυφοειδούς τύπου. Η ημικελυφοειδής κατασκευή αποτελείται από τα διαμήκη στοιχεία, δηλ. δοκούς (longerons) και δοκίδες (stringers, stiffeners), τα εγκάρσια στοιχεία, εγκάρσιες νευρώσεις ή πλαίσια (Former, Rings Bulkheads, frames) και την επικάλυψη (Skin) (σχήμα 4.12).

Τα εγκάρσια στοιχεία παραλαμβάνουν τα εξωτερικά φορτία και διατηρούν το σχήμα της ατράκτου. Τα ενισχυμένα εγκάρσια στοιχεία είναι τοποθετημένα στις

περιοχές που συνδέονται μεταξύ τους τα επιμέρους τμήματα της ατράκτου ή τα υπόλοιπα κύρια συγκροτήματα του α/φους, όπως η πτέρυγα, το ουραίο πτέρωμα, τα ατρακτίδια των κινητήρων, τα κύρια σκέλη, κ.τ.λ. Τα κύρια (καμπτικά) φορτία παραλαμβάνονται από τα διαμήκη στοιχεία της ατράκτου, τις δοκίδες και τις δοκούς, που δεν διακόπτονται, καθώς διέρχονται από τα πλαίσια. Ο αριθμός των δοκών είναι μικρός, συγκριτικά με τον αριθμό των δοκίδων. Οι δοκοί είναι πολύ πιο ενισχυμένοι και στιβαροί από τις δοκίδες. Η άτρακτος κατασκευάζεται στα μικρά α/φ σε δύο ή τρία τμήματα και στα μεγάλα α/φ σε περισσότερα τμήματα μέχρι και έξι (σχήμα 4.14).

**Σχήμα 4.13**

Ημικελυφοειδής
Άτρακτος Ελαφρού
Ελικοφόρου Α/φους

**Σχήμα 4.14**

Τμήματα Ατράκτου
Μεγάλου
Μεταφορικού Α/φους

4.2.3 Υλικά και Φορτία

Η ημικελυφοειδής άτρακτος κατασκευάζεται κυρίως από κράματα αλουμινίου και ελάχιστα μαγνησίου. Στις περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται χαλυβοκράματα και κράματα τιτανίου. Στα σύγχρονα α/φ τα κράματα αντικαθίστανται σταδιακά από σύνθετα υλικά. Στο σχήμα 4.15 απεικονίζεται η κατανομή του βάρους των υλικών της δομής του μεταγωγικού α/φους C-17 A και στο σχήμα 4.16 α του μαχητικού α/φους F-15. Από τα σχήματα αυτά προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των υλικών κατασκευής της δομής των α/φών είναι τα κράματα αλουμινίου.

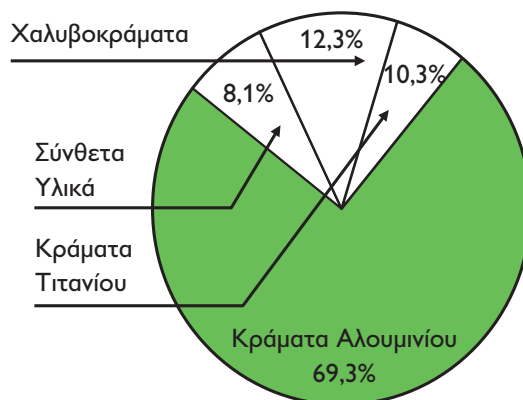
Τα πλαίσια της ατράκτου, συνήθως, αποτελούνται από δύο ή περισσότερα τμήματα που συνδέονται με κοχλίες. Τα πλαίσια κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου υψηλής αντοχής, συνήθως, της σειράς 7.000 ή 2.000 και είναι σφυρήλατα ή χυτοπρεσαριστά. Στα μικρά και ελαφρά α/φ κατασκευάζονται και από ελάσματα κράματος αλουμινίου με ψυχρή διαμόρφωση σε καλούπια. Το πάχος της επικάλυψης της ατράκτου εξαρτάται από την κύρια αποστολή του. Τα πολι-

τικά α/φη έχουν λεπτότερη επικάλυψη από τα μαχητικά. Τα εγκάρσια και διαμήκη στοιχεία της ατράκτου και η επικάλυψη συνδέονται μεταξύ τους με βλήτρα, κοχλίες και ήλους. Τα τελευταία χρόνια η σύνδεση των τριών αυτών στοιχείων γίνεται και με κόλληση (Bonding).

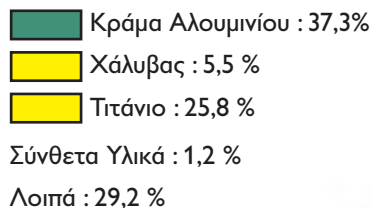
Η άτρακτος πρέπει να αντέχει στα φορτία που αναπτύσσονται σε αυτήν στις διάφορες συνθήκες πτήσης. Τα αεροδυναμικά και αδρανειακά φορτία που αναπτύσσονται στην πτέρυγα μεταφέρονται, μέσω των δοκών, στην άτρακτο. Η κατασκευή της ατράκτου στις περιοχές αυτές οφείλει να αντέχει στα μεγάλα αυτά φορτία. Επίσης, τα φορτία που αναπτύσσονται στα σκέλη στην προσγείωση, που είναι πολύ μεγάλα και κρουστικά, μεταφέρονται στα σημεία σύνδεσης με την άτρακτο.

Σχήμα 4.15

Κατανομή
Βάρους Υλικών
Κατασκευής
Μεγάλου
Μεταγωγικού
Α/φους C-17



Στα α/φη που πετούν σε ύψη μεγαλύτερα από 4 Km, η άτρακτος οφείλει να έχει μία εσωτερική πίεση της τάξεως του 80% της πίεσης της ατμόσφαιρας σε ύψος θαλάσσης, δηλ. να έχει συμπίεση. Η διαφορά της πίεσης στα τοιχώματα της ατράκτου (μεγάλη πίεση εσωτερικά και μικρή εξωτερικά) δημιουργεί πολύ μεγάλες δυνάμεις και φορτία στη δομή της. Στα μεγάλα επιβατικά α/φη που πετούν στα 30.000 έως 40.000 ft, λόγω της συμπίεσης, η διαφορά πίεσης μεταξύ των εσωτερικών χώρων και της ατμόσφαιρας είναι μεγάλη και έχει ως συνέπεια την αύξηση της διαμέτρου και του μήκους της ατράκτου του α/φους.



Σχήμα 4.16

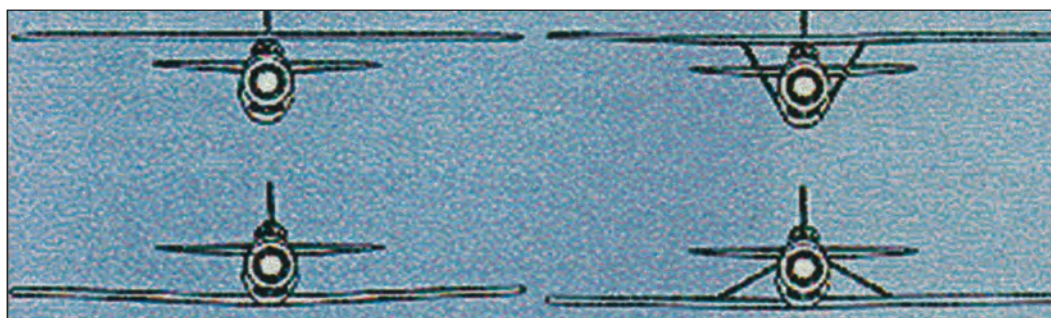
Κατανομή Βάρους
Υλικών Κατασκευής
Μαχητικού Α/φους
F-15



4.3 Πτέρυγες

4.3.1 Γενικά

Η κύρια αποστολή της πτέρυγας είναι η παραγωγή άντωσης. Η διαμόρφωση, το μέγεθος και η κατασκευή της εξαρτώνται από τις επιδόσεις και τον τύπο του α/φους. Η πτέρυγα μπορεί να είναι ένα ενιαίο τμήμα, από το ένα ακροπτερύγιο μέχρι το άλλο (μονοκόμματα), μπορεί να αποτελείται από δύο τμήματα τη δεξιά και την αριστερή πτέρυγα και από τρία τμήματα ένα κεντρικό και δύο πλευρικά. Σπάνια οι πτέρυγες έχουν εξωτερικά στηρίγματα (σχήμα 4.17) και μόνο σε α/φ μικρών ταχυτήτων. Τα αεροδυναμικά φορτία μεταφέρονται, μέσω της επικάλυψης, στα κύρια δομικά στοιχεία της πτέρυγας που είναι οι δοκοί της. Τα αδρανειακά φορτία και το βάρος των εξωτερικών φορτίων (αναρτημένων στην πτέρυγα κινητήρων, εξωτερικών δεξαμενών καυσίμου, βομβών, κ.τ.λ.) παραλαμβάνονται από τις δοκούς της πτέρυγας.



Χωρίς Στηρίγματα

Με Δύο Στηρίγματα

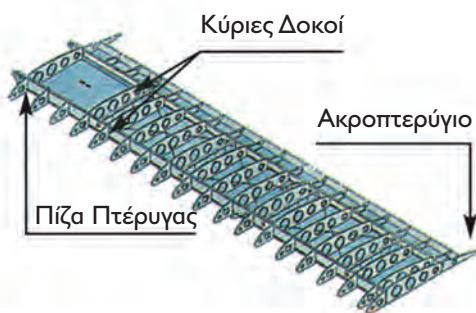
Σχήμα 4.17

Α/φ με και Χωρίς
Εξωτερικά
Στηρίγματα Πτέρυγας

4.3.2 Δομή Πτέρυγας

Η δομή της πτέρυγας, όπως της ατράκτου, αποτελείται από διαμήκη και εγκάρσια στοιχεία και την επικάλυψη (ημικελυφοειδής κατασκευή). Τα εγκάρσια στοιχεία είναι οι εγκάρσιες νευρώσεις (Ribs) (σχήμα 4.18). Έχουν το σχήμα της αεροτομής, είναι άκαμπτες και διατηρούν τη μορφή της αεροτομής.

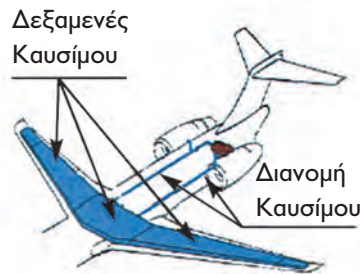
Τα διαμήκη στοιχεία της πτέρυγας είναι οι κύριες δοκοί (Spars) και οι διαμήκεις νευρώσεις (Stringers) (σχήμα 4.18). Παραλαμβάνουν, κυρίως, τα καμπτικά φορτία της πτέρυγας και δε διακόπτονται. Κατά μήκος του εκπετάσματος, οι δοκοί διέρχονται μέσα από τις εγκάρσιες νευρώσεις, που διακόπτονται. Οι κύριες δοκοί αποτελούν τη σπονδυλική στήλη της

**Σχήμα 4.18**

Κύρια Στοιχεία Δομής
Πτέρυγας

πτέρυγας και τη συνδέουν με την άτρακτο. Στην περιοχή της σύνδεσης, το πέλμα των δοκών είναι πολύ ενισχυμένο, για τη μεταφορά των φορτίων στο ενισχυμένο πλαίσιο της ατράκτου. Η σύνδεση γίνεται με κοχλίες αυξημένης αντοχής. Τα στοιχεία σύνδεσης πτέρυγας-ατράκτου είναι τα πιο καταπονούμενα τμήματα του α/φους.

Χαρακτηριστικό της δομής της πτέρυγας είναι ο αριθμός των κύριων δοκών. Η μονόδοκος πτέρυγα έχει μία κύρια δοκό και οι εγκάρσιες νευρώσεις της αποτελούνται από δύο τμήματα. Είναι πολύ σπάνιες και χρησιμοποιούνται μόνο σε ερασιτεχνικά και μονοθέσια ελαφρά α/φη. Συνήθως, η μονόδοκος κατασκευή με κάποιες τροποποιήσεις χρησιμοποιείται στις επιφάνειες ελέγχου και στα πτερύγια καμπυλότητας. Τα περισσότερα πολιτικά α/φη έχουν δύο δοκούς. Τα μαχητικά α/φη έχουν, συνήθως, μεγάλο αριθμό κυρίων δοκών από τέσσερις έως επτά.

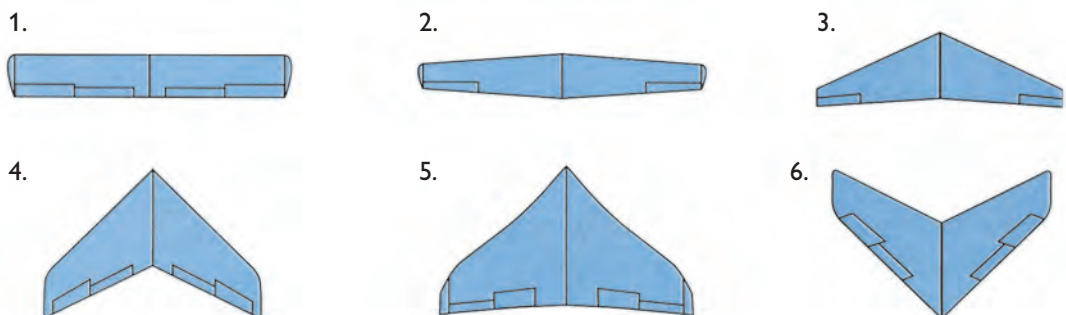


Σχήμα 4.19
Δεξαμενές
Καυσίμου
Πτέρυγας
Α/φους MD-90

Η επικάλυψη παραλαμβάνει τις αεροδυναμικές δυνάμεις και τις μεταφέρει στις δοκούς. Ο χώρος που ορίζεται από τις επικαλύψεις, τις δοκούς και τις εγκάρσιες νευρώσεις της πτέρυγας χρησιμοποιείται, συνήθως, για την τοποθέτηση δεξαμενών καυσίμου (σχήμα 4.19). Επίσης, είναι δυνατή η αποθήκευση καυσίμου μέσα στη δομή της πτέρυγας, χωρίς δεξαμενή, με κατάλληλη στεγανή ήλωση. Στην περίπτωση

αυτή, η πτέρυγα χαρακτηρίζεται ως "υγρή" πτέρυγα.

Η πτέρυγα μπορεί να έχει ανοίγματα π.χ. για την προσαρμογή ή αποθήκευση του συστήματος προσγείωσης. Έχει θυρίδες προσιτότητας στην άνω και συνήθως, στην κάτω επιφάνεια, ειδικές οπές στην κάτω επιφάνεια για αποστράγγιση υγρασίας ή άλλων υγρών και την απόρριψη καυσίμου. Υπάρχουν συγκεκριμένες περιοχές, στις οποίες επιτρέπεται να βαδίζει κανείς ή να σταθεί και συγκεκριμένα σημεία στην κάτω επιφάνεια για την ανύψωση του α/φους σε γρύλους.



Σχήμα 4.20
Βασικές
Διαμορφώσεις
Κάτοψης Πτέρυγας

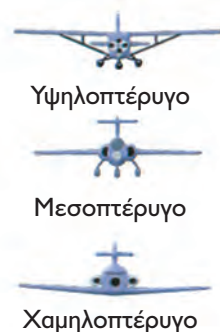
1. Ορθογωνική πτέρυγα
2. Μέτρια τραπεζοειδής πτέρυγα
3. Έντονα τραπεζοειδής πτέρυγα
4. Οπισθοκλινής πτέρυγα με μεγάλη θετική γωνία βέλους

5. Πτέρυγα δέλτα με μη ευθύγραμμο χείλος προσβολής
6. Εμπροσθοκλινής πτέρυγα

4.3.3 Εξωτερική Διαμόρφωση Πτέρυγας

Το σχήμα της πτέρυγας και το μέγεθός της εξαρτώνται κυρίως από την αποστολή του α/φους. Στο σχήμα 4.20 απεικονίζονται βασικές διαμορφώσεις της κάτοψης της πτέρυγας με βάση τη θέση του χείλους προσβολής και εκφυγής. Με αυξανόμενη ταχύτητα απαιτείται αύξηση της γωνίας βέλους. Στα υπερηχητικά α/φη, η γωνία βέλους (σχήμα 3.21) είναι, συνήθως, μεγαλύτερη από 30 μοίρες. Πολύ λίγα μαχητικά υπερηχητικά α/φη έχουν πτέρυγα μεταβλητής γωνίας βέλους (κινητή πτέρυγα).

Το χείλος προσβολής της αεροτομής της πτέρυγας, στην υποηχητική πτήση, πρέπει να έχει μεγάλη καμπυλότητα και στην υπερηχητική να είναι αιχμηρό. Το πάχος της αεροτομής στην υπερηχητική πτήση πρέπει να είναι πολύ μικρό. Επειδή και τα υπερηχητικά α/φη απογειώνονται και προσγειώνονται, δηλ. έχουν ικανοποιητικά χαρακτηριστικά και σε μικρές ταχύτητες, επιλέγονται διαμορφώσεις του χείλους προσβολής, με μικρή σχετικά καμπυλότητα και όχι αιχμηρά. Εκτός από τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά, η πτέρυγα συμμετέχει και στην ευστάθεια του α/φους. Η θέση της, προς την άτρακτο, καθ' ύψος, επηρεάζει την ευστάθεια του α/φους. Έτσι υπάρχουν χαμηλοπτέρυγα, υψηλοπτέρυγα και μεσοπτέρυγα α/φη (σχήμα 4.21). Τέλος, η πτέρυγα επηρεάζει την ευστάθεια του α/φους με τη δίδρο γωνία της (σχήμα 4.22).



Σχήμα 4.21

Θέση Πτέρυγας
Αναφορικά προς
την Άτρακτο



Σχήμα 4.22

Δίδροσ Γωνία
Πτέρυγας

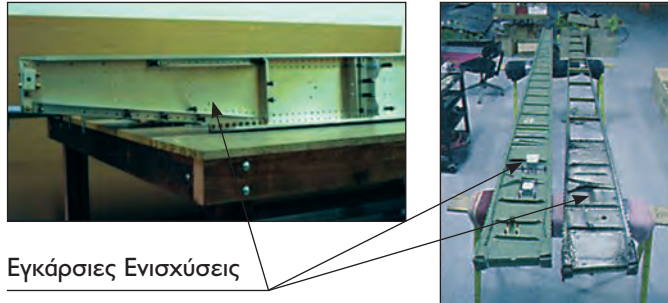
4.3.4 Δομικά Στοιχεία Πτέρυγας

Όπως προαναφέρθηκε στην παράγρ. 4.3.2, τα δομικά στοιχεία της πτέρυγας είναι οι κύριες δοκοί, οι δοκίδες, οι εγκάρσιες νευρώσεις και η επικάλυψη.

Δοκοί. Είναι τα κύρια δομικά στοιχεία της πτέρυγας και παραλαμβάνουν, κυρίως την καμπική καταπόνησή της. Μπορεί να είναι ολοκληρωτικού τύπου χυτοπρεσαριστά ή συνήθως σφυρήλατα ή διαφορικού τύπου. Η δοκός ολοκληρωτικού τύπου είναι ένα ενιαίο υλικό με μεταβλητή γεωμετρία από το ακροπτερύγιο μέχρι τη ρίζα της πτέρυγας, όπου καταλήγει σε πέλμα για τη σύνδεσή του με την άτρακτο. Τα μαχητικά α/φη έχουν, συνήθως, κύριες δοκούς ολοκληρωτικού τύπου. Η δοκός διαφορικού τύπου αποτελείται από τμήματα, που συνδέονται με ήλους και κοχλίες. Η μορφή της διατομής ποικίλλει, αλλά, συνήθως είναι σχήματος

Σχήμα 4.23

Κλασσικές Κύριες
Δοκοί Πτέρυγας



διπλού T (σχήμα 4.23). Το κάθετο τμήμα της διατομής της δοκού χαρακτηρίζεται ως κύριο σώμα και τα οριζόντια τμήματα ως πέλματα. Τα κλασσικά, ελαφρά α/φη έχουν δύο κύριες δοκούς, μία κοντά στο χείλος προσβολής και μία στο οπίσθιο τμήμα στην περιοχή σύνδεσης των πτερυγίων καμπυλότητας και πηδαλίων κλίσεως (σχήμα 4.18).

Διαμήκειες Δοκίδες. Κατασκευάζονται, συνήθως από ανοπτημένα ελάσματα κραμάτων αλουμινίου με ψυχρή διαμόρφωση (στράντσα) και εν συνεχεία υφίστανται θερμική κατεργασία. Συνδέονται με την επικάλυψη με ήλους. Μειώνουν το ελεύθερο μήκος της επικάλυψης μεταξύ των εγκάρσιων νευρώσεων και κυρίων δοκών.

Εγκάρσιες νευρώσεις. Έχουν το σχήμα της αεροτομής της πτέρυγας. Τοποθετούνται επίσης στις επιφάνειες ελέγχου, στο οριζόντιο και κάθετο σταθερό και στα πτερύγια καμπυλότητας. Έχουν ελαφρυντικές οπές με εκκυλωμένα χείλη, από τις οποίες διέρχονται ράβδοι, καλώδια, κ.τ.λ. κατά μήκος του εκπετάσματος της πτέρυγας (σχήμα 4.24). Κατασκευάζονται σε πολλά τμήματα ανάλογα με τον αριθμό των δοκών. Σε μία πτέρυγα με δύο δοκούς η εγκάρσια νεύρωση χωρίζεται σε τρία τμήματα, το εμπρόσθιο, μεσαίο και οπίσθιο. Υπάρχουν εγκάρσιες νευρώσεις, που δεν εκτείνονται σε όλο το μήκος της χορδής της πτέρυγας, αλλά μεταξύ των δοκών ή μεταξύ δοκού και χείλους προσβολής. Επειδή πρέπει να διατηρούν το σχήμα της αεροτομής είναι δύσκαμπτες στο επίπεδό τους και ορισμένες φορές είναι ενισχυμένες με νευρώσεις.

Σχήμα 4.24

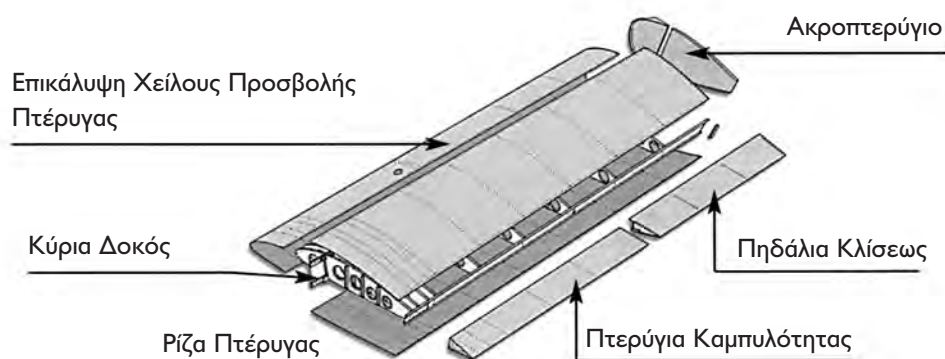
Εγκάρσιες
Νευρώσεις
Κλασσικών Α/φών



Σε ορισμένα α/φη το ακροπτερύγιο είναι ξεχωριστό τμήμα της πτέρυγας, που συνδέεται στις κύριες δοκούς της πτέρυγας με κοχλίες.

Η σχεδίαση αυτή επιτρέπει τη σύντομη αφαίρεση και επανατοποθέτησή του και διευκολύνει την επισκευή ή αντικατάσταση του ακροπτερυγίου, σε περίπτωση ζημιάς. Η κατασκευή του ακροπτερυγίου είναι ανάλογη της κατασκευής της κύριας πτέρυγας.

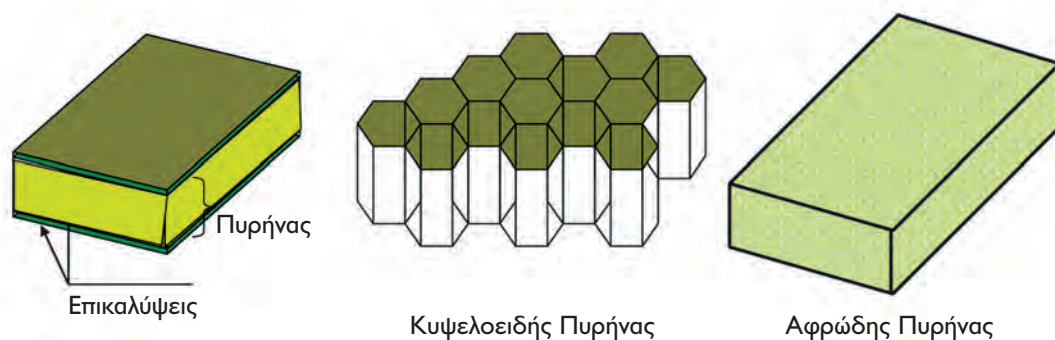
Επικάλυψη. Στα επιβατικά και μεταγωγικά α/φ οι επικαλύψεις κατασκευάζονται από ελάσματα αλουμινίου alclad, μικρού πάχους, συνήθως από 0,6 mm έως 1,2 mm. Ηλώνονται στις κύριες δοκούς, διαμήκεις δοκίδες και εγκάρσιες νευρώσεις με κοινούς ήλους στις περιοχές που υπάρχει προσιτότητα ήλωσης και με τυφλούς ήλους στις περιοχές που δεν υπάρχει προσιτότητα. Στα ερασιτεχνικά α/φ και στα ανεμόπτερα οι επικαλύψεις κατασκευάζονται από ελαφρά σύνθετα υλικά. Επικαλύψεις από σύνθετα υλικά χρησιμοποιούνται και σε μεγάλα α/φ. Στο σχήμα 4.25 απεικονίζονται τα κύρια δομικά στοιχεία και η δομή της πτέρυγας ενός ελαφρού επιβατικού α/φους.

**Σχήμα 4.25**

Κύρια Δομικά
Στοιχεία Πτέρυγας
Ελαφρού
Επιβατικού Α/φους

Στα μαχητικά α/φ οι επικαλύψεις έχουν μεγαλύτερο πάχος, που είναι μεταβλητό και αυξάνεται από το ακροπτερύγιο προς τη ρίζα της πτέρυγας. Εσωτερικά φέρουν αυλακώσεις για τη δρομολόγηση σωληνώσεων και καλωδιώσεων και προεξοχές για ενίσχυση της αντοχής τους.

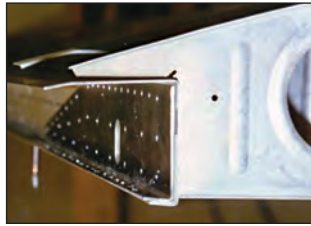
Κυψελοειδής Κατασκευή. Αποτελείται από δύο πολύ λεπτές επικαλύψεις, συγκολλημένες με τον πυρήνα (σχήμα 4.26). Οι επικαλύψεις είναι συνήθως από κράματα αλουμινίου, από σύνθετο υλικό υαλοϋφασμα / εποξυδική ρητίνη ή γραφίτη. Ο πυρήνας είναι κυψελοειδής, συνήθως από αλουμίνιο ή φαινόλη στα περισσότερα α/φ και σε ελάχιστες περιπτώσεις από αφρώδες άκαμπτο υλικό ή χαρτί.

**Σχήμα 4.26**

Κυψελοειδής
Κατασκευή

Η αναλογία της αντοχής προς το βάρος είναι μεγαλύτερη από την ημικελυφοειδή κατασκευή και η επιφάνειά της, τελείως λεία, επειδή δεν έχει ηλώσεις. Τα κύρια μειονεκτήματά της είναι ότι καταλαμβάνει πλήρως τον εσωτερικό διαθέσιμο χώρο, έχει μεγαλύτερο κόστος και δυσκολότερη κατασκευή και συντήρηση. Χρησιμοποιείται κυρίως στην κατασκευή επιφανειών ελέγχου, οριζόντιων και καθέτων σταθερών, δαπέδων, τμημάτων πτερύγων, αντισταθμιστικών, κ.τ.λ.

Συνδέσεις Πτερύγων Ατράκτου. Οι αεροδυναμικές δυνάμεις της πτέρυγας



μεταφέρονται από τις κύριες δοκούς στην άτρακτο και δημιουργούν πολύ μεγάλες καταπονήσεις στη σύνδεση πτέρυγας-ατράκτου. Στα πέλματα των κυρίων δοκών της πτέρυγας οι δυνάμεις είναι πολύ μεγάλες. Τα πέλματα (σχήμα 4.27) συνδέονται σε αντίστοιχες υποδοχές των ενισχυμένων πλαισίων της ατράκτου με κοχλίες. Γενικά, η περιοχή σύνδεσης της πτέρυγας με την άτρακτο είναι μία πολύ κρίσιμη περιοχή στην οποία αναπτύσσονται ρωγμές ιδιαίτερα στα μαχητικά α/φ και επιθεωρείται σε τακτά χρονικά διαστήματα.



Σχήμα 4.27

Διαμόρφωση Ρίζας
Κύριας Δοκού

4.4 Ουραίο Πτέρωμα

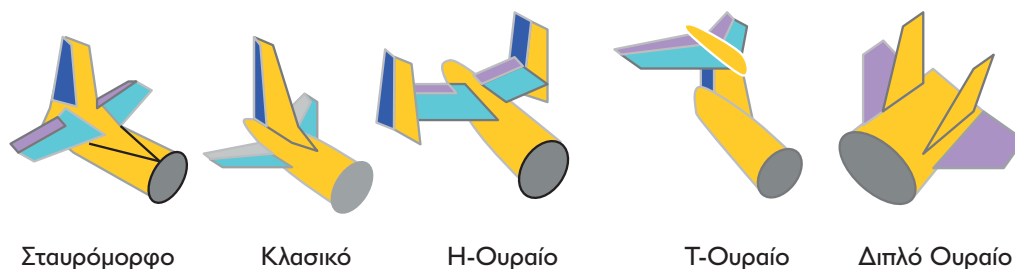
4.4.1 Γενικά

Οι αεροδυναμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στο ουραίο πτέρωμα είναι πολύ μικρές συγκριτικά με αυτές της πτέρυγας. Στα κλασικά α/φ το οριζόντιο και κάθετο ουραίο πτέρωμα αποτελούνται από ένα σταθερό τμήμα το οριζόντιο και κάθετο σταθερό αντιστοίχως και τις επιφάνειες ελέγχου. Ορισμένα επιβατικά α/φ έχουν διπλά πηδάλια διεύθυνσης για να διασφαλίσουν καλύτερο έλεγχο, σε περίπτωση κράτησης ενός κινητήρα και ως εκ τούτου, έχουν δύο κάθετα σταθερά. Τα σύγχρονα μαχητικά α/φ έχουν συνήθως "ολοκίνητο" οριζόντιο πτέρωμα και ορισμένα και "ολοκίνητο" κάθετο ουραίο, όπως τα α/φ ΥF-12 και F-107.

4.4.2 Διαμόρφωση Ουραίου Πτερώματος

Διαχρονικά, έχουν κατασκευασθεί πολλές διαμορφώσεις ουραίων πτερωμάτων (σχήμα 4.28). Το κλασικό ουραίο πτέρωμα χρησιμοποιείται στη μεγαλύτερη πλειοψηφία (70%) των α/φών.

Το Τ-ουραίο έχει μεγαλύτερο βάρος από το αντίστοιχο κλασικό, επειδή το κάθετο ουραίο είναι περισσότερο ενισχυμένο δομικά. Το κάθετο ουραίο είναι μικρότερο και το οριζόντιο αποτελεσματικότερο, από το αντίστοιχο κλασικό. Στα επιβατικά α/φ με στροβιλοκινητήρες, όπως το DC-9 και B-727 το Τ-ουραίο επιτρέπει την εγκατάσταση των κινητήρων στο οπίσθιο τμήμα της ατράκτου.



Σχήμα 4.28

Διαμορφώσεις
Ουραίου Πτερώματος

Το σταυρόμορφο ουραίο είναι ενδιάμεση κατασκευή μεταξύ της κλασικής και Τ - διαμόρφωσης με ενδιάμεσο βάρος μεταξύ των δύο αυτών διαμορφώσεων. Τα καυσάεiria των κινητήρων δεν προσπίπτουν στο οριζόντιο πτέρωμα.

Το Η- ουραίο έχει μεγαλύτερο βάρος από το κλασικό και χρησιμοποιείται, όταν απαιτείται η εγκατάσταση του καθέτου τμήματος μακριά από ροή με διαταραχές. Τέλος, το Η-ουραίο, καθώς και όλα τα τριπλά ουραία, μειώνουν το ύψος του α/φους και καθιστούν εφικτή την είσοδο και προστασία του σε χαμηλότερα υπόστεγα.

Το διπλό ουραίο (χωρίς δοκούς), που είναι εγκατεστημένο στο οπίσθιο τμήμα της ατράκτου, επιτρέπει την τοποθέτηση των πηδαλίων διεύθυνσης μακριά από το Κ.Β. του α/φους. Συνήθως, είναι βαρύτερο από ένα ισοδύναμο σε εμβადόν απλό ουραίο, αλλά πιο αποτελεσματικό. Μειώνει το μέγιστο ύψος του α/φους και χρησιμοποιείται σε πολλά σύγχρονα μαχητικά α/φ, όπως το F-15, F-18 και MIG-25. Συνήθεις διαμορφώσεις ουραίων πτερωμάτων απεικονίζονται στο σχήμα 4.29.



Σχήμα 4.29

Συνήθεις
Διαμορφώσεις
Ουραίου
Πτερώματος

4.4.3 Κάθετο Σταθερό

Η κατασκευή του είναι όμοια με της πτέρυγας. Αποτελείται από διαμήκη και εγκάρσια στοιχεία, εγκάρσιες νευρώσεις και επικάλυψη (σχήμα 4.30). Στα μαχητικά α/φ έχει, συνήθως δύο κύριες δοκούς, μία στο χείλος προσβολής και

Σχήμα 4.30

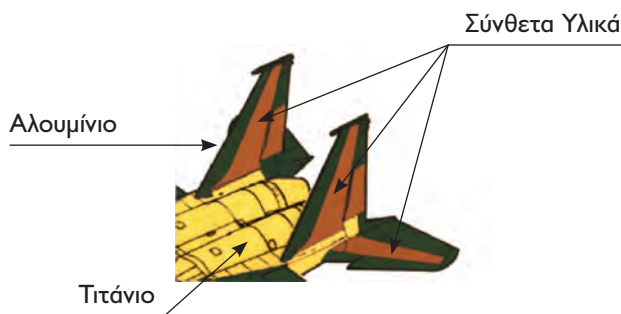
Κλασσική
Κατασκευή
Καθέτου Σταθερού



μία στη κεντρική γραμμή γυγγλισμού του πηδαλίου διεύθυνσης. Η σύνδεσή του με την άτρακτο, είναι όμοια με αυτήν της πτέρυγας, δηλ. με κοκλίες ή βλήτρα για να είναι εφικτή η αφαίρεση και επανατοποθέτησή του. Σε πολλά α/φη η κατασκευή του είναι κυψελοειδής. Στα κλασικά α/φη, τα υλικά κατασκευής του, είναι κράματα αλουμινίου της σειράς 2.000 και 7.000. Σε πολλά, σύγχρονα α/φη κατασκευάζεται από σύνθετα υλικά. Στο σχήμα 4.31 απεικονίζεται η κατασκευή και τα υλικά κατασκευής του ουραίου πτερώματος του μαχητικού α/φους F-15.

Σχήμα 4.31

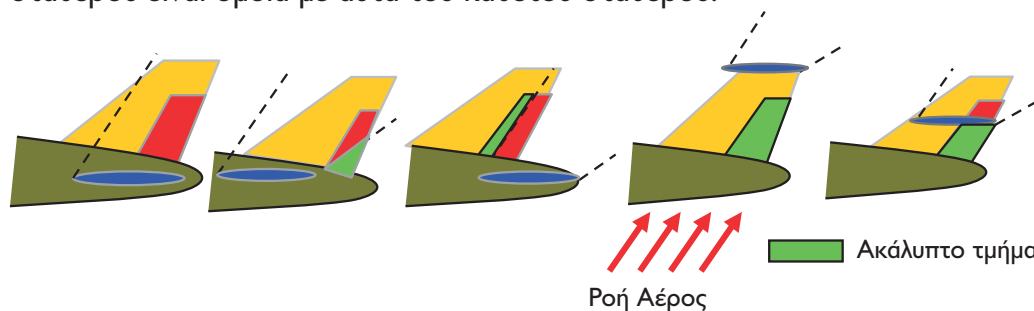
Ουραίο Πτέρωμα
Α/φους F-15



4.4.4 Οριζόντιο Σταθερό

Το οριζόντιο ουραίο πτέρωμα δεν πρέπει να επηρεάζεται από το κατώρευμα της πτέρυγας. Πρέπει να είναι σε διαφορετικό ύψος, συγκριτικά προς την πτέρυγα. Η θέση του οριζόντιου ουραίου πτερώματος, τόσο καθ' ύψος, όσο και κατά μήκος, αναφορικά προς το κάθετο πτέρωμα, επηρεάζει τα χαρακτηριστικά του καθέτου πτερώματος.

Στο σχήμα 4.32 απεικονίζεται η επίδραση που έχει η θέση του ουραίου πτερώματος στην αποτελεσματικότητα ελέγχου του πηδαλίου διεύθυνσης. Στα σχήμα 4.32 α το πηδάλιο διεύθυνσης καλύπτεται πλήρως από το απόρευμα του οριζόντιου ουραίου και ο έλεγχος του α/φους είναι μειωμένος. Στα σχήματα 4.32 β, γ, δ και ε το πηδάλιο διεύθυνσης καλύπτεται μερικώς ή καθόλου από το απόρευμα του οριζόντιου ουραίου. Τα υλικά και η κατασκευή του οριζόντιου σταθερού είναι όμοια με αυτά του καθέτου σταθερού.

**Σχήμα 4.32**

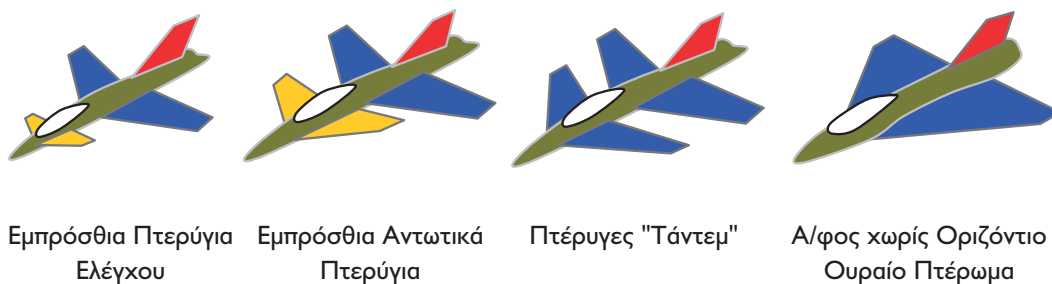
Διαμορφώσεις και
Απόρευμα Ουραίου
Πτερώματος

4.4.5 Μη Κλασικές Διαμορφώσεις Πτερωμάτων

Στο σχήμα 4.33 απεικονίζονται επιπρόσθετες, όχι συνήθεις διαμορφώσεις του ουραίου πτερώματος με εμπρόσθιες επιφάνειες ελέγχου (canard). Τα canards διακρίνονται σε εμπρόσθια πτερύγια ελέγχου και εμπρόσθια αντωτικά πτερύγια.

Στα α/φη με εμπρόσθια πτερύγια ελέγχου, η άντωση αναπτύσσεται, βασικά, στις πτέρυγες. Τα πτερύγια χρησιμοποιούνται, κυρίως για έλεγχο, κατά αναλογία προς το ουραίο πτέρωμα. Λειτουργούν, συνήθως, σε πολύ μικρές γωνίες προσβολής και η συνεισφορά τους στην συνολική άντωση είναι αμελητέα. Αντιθέτως, τα εμπρόσθια αντωτικά πτερύγια συνεισφέρουν, στις κανονικές συνθήκες πτήσης, στη συνολική άντωση του α/φους. Είναι πιο αποτελεσματικά από το ουραίο πτέρωμα και μειώνουν τις διαστάσεις και το βάρος της πτέρυγας. Στην πτέρυγα «τάντεμ», η άντωση της εμπρόσθιας πτέρυγας είναι περίπου ίση με αυτήν της οπίσθιας, με συνέπεια, τη μείωση της επαγωγικής οπισθέλκουσας στο 50% περίπου.

Η κατασκευή όλων αυτών των πτερωμάτων είναι ανάλογη με αυτή των κλασικών α/φών, δηλ. με διαμήκη - εγκάρσια στοιχεία και επικάλυψη.



Σχήμα 4.33

Επιπρόσθετες Διαμορφώσεις Ουραίου Πτερώματος

4.5 Ατρακτίδια και Περιβλήματα Κινητήρων

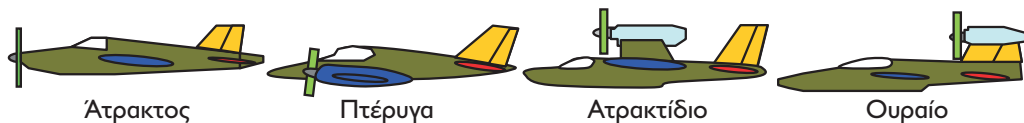
4.5.1 Θέση Προωθητικού Συστήματος

Εμβολοφόρα Α/φη. Τα εμβολοφόρα α/φη είναι ελικοφόρα. Βασική απαίτηση είναι η τήρηση μίας απόστασης ασφαλείας της έλικας από το έδαφος. Ο εμβολοφόρος κινητήρας μπορεί να είναι έλξεως ή ώσεως (σχήμα 4.34). Τα περισσότερα α/φη έχουν κινητήρες έλξεως. Στον κινητήρα έλξεως ο έλικας εγκαθίσταται μπροστά από τον κινητήρα, ενώ στον κινητήρα ώσεως πίσω. Οι εμβολοφόροι κινητήρες τοποθετούνται στις εξής διαμορφώσεις: 1) Ένας κινητήρας στο ρύγχος της ατράκτου και 2) Δύο ή περισσότεροι κινητήρες στις πτέρυγες.

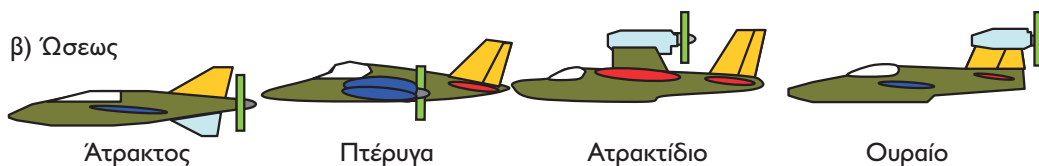
Η εγκατάσταση του εμβολοφόρου κινητήρα, μπροστά από το χείλος προσβολής της πτέρυγας, έχει πολλά αεροδυναμικά και δομικά πλεονεκτήματα. Η εγκατάστασή του σε ατρακτίδια στο χείλος προσβολής και κάτω από την πτέ-

ρυγα, είναι ευκολότερη στα υψηλοπτέρυγα και λιγότερο στα χαμηλοπτέρυγα α/φ, λόγω της απαιτούμενης ελάχιστης απόστασης της έλικας από το έδαφος. Η εγκατάσταση των κινητήρων στην πτέρυγα μειώνει το βάρος της πτέρυγας και την οπισθέλκουσα της ατράκτου. Η εγκατάσταση κινητήρων σε ατρακτίδια, πάνω από την άτρακτο και στο ουραίο πτέρωμα, συνηθίζεται σε αμφίβια α/φ και υδροπλάνα.

α) Έλξεως



β) Ώσεως



Σχήμα 4.34
Εμβολοφόροι
Κινητήρες

Στροβιλοκινητήρας. Τα πρώτα μαχητικά α/φ με στροβιλοκινητήρα ήταν μικρά μονοκινητήρια, με τον κινητήρα στην άτρακτο. Στα περισσότερα σύγχρονα μαχητικά α/φ οι στροβιλοκινητήρες τοποθετούνται μέσα στην άτρακτο, ενώ στα πολιτικά α/φ, συνήθως, τοποθετούνται σε ατρακτίδια κάτω από την πτέρυγα. Η εγκατάσταση του στροβιλοκινητήρα μέσα στην άτρακτο, μειώνει την οπισθέλκουσα, αλλά η δομική κατασκευή γίνεται πολύπλοκη.

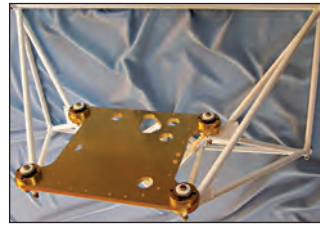
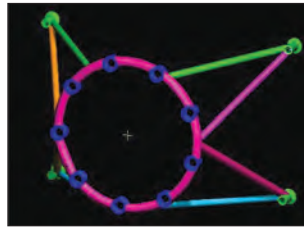
Η τοποθέτηση κινητήρων σε ατρακτίδια αναρτημένα στην πτέρυγα σε εξωτερικούς φορείς έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

1. Αυξημένη ασφάλεια σε περίπτωση πυρκαγιάς.
2. Βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας των αεραγωγών εισόδου.
3. Βέλτιστη προσιτότητα στον κινητήρα.

4.5.2 Βάσεις Στήριξης Εμβολοφόρων Κινητήρων

Η βάση του κινητήρα προσαρμόζεται, συνήθως σε αντιπυρικό διάφραγμα και ο κινητήρας στη βάση με βλήτρα ή κοχλίες και αντιδονιστικά έδρανα. Τα αντιδονιστικά έδρανα τοποθετούνται στα σημεία προσαρμογής του κινητήρα στη βάση. Αποσβένουν τους κραδασμούς του κινητήρα, που είναι πολύ έντονοι στους εμβολοφόρους και δε μεταφέρονται στη δομή του α/φους. Κατασκευάζονται από ελαστικό και συνήθως, είναι ενσωματωμένα στα υποστηρίγματα της βάσης του κινητήρα. Η μέγιστη απορρόφηση και απόσβεση των κραδασμών του κινητήρα από τα αντιδονιστικά έδρανα επιτυγχάνεται σε μία συγκεκριμένη

ροπή σύσφιξης των βλήτρων ή κοχλιών των αντιδονιστικών εδράνων η οποία επιτρέπει μία περιστροφική κίνηση του κινητήρα σε περιορισμένα όρια.



Σχήμα 4.35

Βάσεις Εμβολοφόρων
Κινητήρων

Η βάση του κινητήρα είναι, συνήθως, ένα ενιαίο συγκρότημα για να κάνει εύκολη και σύντομη την αφαίρεση και επανατοποθέτησή του στο α/φος. Στο σχήμα 4.35 απεικονίζονται συνήθεις τύποι βάσεων εμβολοφόρων κινητήρων. Στα εμβολοφόρα α/φη κατασκευάζεται, συνήθως, από συγκολλημένες σωλήνες χρωμιομολυβδενιούχου χάλυβα. Στα περισσότερα πολιτικά α/φη ο κινητήρας αφαιρείται και επανατοποθετείται μαζί με τη βάση του.

4.5.3 Ατρακτίδια Κινητήρων

Είναι αεροδυναμικά διαμορφωμένα και χρησιμεύουν για την εγκατάσταση και προστασία των στροβιλοκινητήρων. Παρέχουν την απαιτούμενη ποσότητα αέρα για την καύση και ψύξη του κινητήρα και την εκτόνωση των καυσαερίων μακριά από τη δομή του α/φους. Συνήθως, έχουν κυκλική διατομή και τοποθετούνται κάτω από την πτέρυγα και σπανιότερα, στην άτρακτο (σχήμα 4.36). Αποτελούνται από την επικάλυψη, το περίβλημα, τα εσωτερικά δομικά στοιχεία, το αντιπυρικό διάφραγμα και συνδέονται με τη βάση τους στη δομή του α/φους. Ορισμένα τμήματα του περιβλήματος αφαιρούνται και τοποθετούνται γρήγορα και εύκολα για επιθεώρηση και συντήρηση. Τα ατρακτίδια μπορεί να ενσωματώνουν τα πτερύγια του αεροδυναμικού καλύμματος ψύξης των εμβολοφόρων κινητήρων και στους στροβιλοκινητήρες την αναστροφή ώσης και τις βοηθητικές θυρίδες παροχής αέρα σε χαμηλό ύψος με μικρή ταχύτητα πτήσης.



Σχήμα 4.36

Ατρακτίδια Κινητήρων

Κατασκευάζονται από ελάσματα κραμάτων αλουμινίου με ψυχρή διαμόρφωση ή από σύνθετα υλικά. Προσαρμόζονται στη δομή του α/φους με στυλίδια ή εξωτερικούς φορείς που μεταφέρουν τα φορτία του κινητήρα μέσω της βάσης στήριξης στην πτέρυγα. Η δομή των ατρακτιδίων είναι ίδια με αυτήν της ατράκτου.

4.5.4 Περιβλήματα Κινητήρων

Τα περιβλήματα κινητήρων είναι όμοια με τα αεροδυναμικά καλύμματα, αλλά διαφέρουν στη λειτουργία τους. Παρέχουν αεροδυναμική ροή αέρα στον κινητήρα και προσιτότητα στα διάφορα τμήματά του, με ταχεία και εύκολη αφαίρεση και επανατοποθέτηση. Κατασκευάζονται από ελάσματα κραμάτων αλουμινίου, από κυψελοειδή με πυρήνα αλουμινίου ή από σύνθετα ή αλεξίπυρα υλικά που συνδέονται μεταξύ τους και με τη δομή του ατρακτιδίου με ταχυσυνδέσμους (σχήμα 4.37). Καλύπτουν, συνήθως περιμετρικά πλήρως τον κινητήρα, εκτός από την περιοχή εισόδου της ροής του αέρα και εξόδου των καυσαερίων (σχήμα 4.38).



Σχήμα 4.37

Υλικά Ταχείας
Σύνδεσης-
Αποσύνδεσης

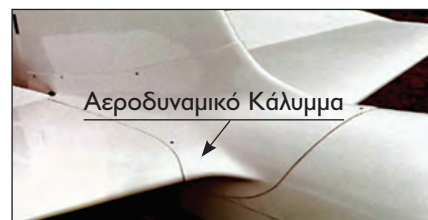
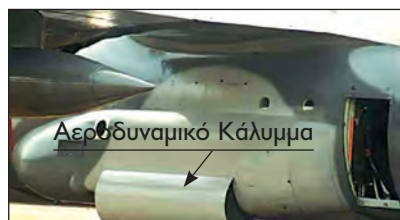


Σχήμα 4.38

Περιβλήματα
Κινητήρα σε
Ανοικτή Θέση

4.5.5 Αεροδυναμικά Καλύμματα

Αποσκοπούν, κυρίως στη βελτίωση της αεροδυναμικής διαμόρφωσης ενός τμήματος του α/φους και στην προστασία του εσωτερικού εξοπλισμού του και τη γενικότερη εμφάνισή του (σχήμα 4.39). Αποτελούνται από διάφορα μικρά ή μεγάλα διαμορφωμένα τμήματα. Τα τμήματα μπορεί να αφαιρούνται και επανατοποθετούνται, όπως τα περιβλήματα ή μπορεί να είναι μόνιμα και συνδεδεμένα στο α/φος. Τα αεροδυναμικά αυτά καλύμματα δε θεωρούνται δομικά στοιχεία του α/φους.



Σχήμα 4.39

Αεροδυναμικά
Καλύμματα

4.5.6 Αντιπυρικά Διαφράγματα

Οι κινητήρες των α/φών, οι μονάδες βοηθητικής ισχύος, οι θερμαντήρες καυσίμου, κ.τ.λ. πρέπει να είναι απομονωμένοι από το υπόλοιπο α/φος με αντιπυρικά διαφράγματα. Τα αντιπυρικά διαφράγματα απομονώνουν και τα τμήματα του κινητήρα που εσωκλείουν τον στρόβιλο, το οπίσθιο τμήμα εξαγωγής του κινητήρα και τις σωληνώσεις εισαγωγής καυσίμου (σχήμα 4.40). Δεν επιτρέπουν τη διέλευση προς τα έξω, τυχόν επικίνδυνης ροής αερίου, υγρού ή φλόγας. Κατασκευάζονται από αντιπυρικά υλικά, όπως ανοξείδωτους χάλυβες, inconel και κράματα τιτανίου.



Σχήμα 4.40

Αντιπυρικά
Διαφράγματα

4.6 Συντεταγμένες Α/φους

4.6.1 Γενικά

Η θέση των δομικών στοιχείων του α/φους, όπως πλαισίων, δοκών, δοκίδων, κ.τ.λ., αλλά και μη δομικών στοιχείων προσδιορίζεται με σταθμούς. Συνήθως, ο σταθμός μηδέν, δηλ. η αρχή του αξονικού συστήματος αναφοράς, είναι ένα πραγματικό ή φανταστικό σημείο κοντά στο ρύγχος του α/φους. Στα α/φη του Αγγλοσαξονικού συστήματος μέτρησης οι σταθμοί είναι αριθμημένοι σε ίντσες. Η μέθοδος προσδιορισμού της θέσης των εξαρτημάτων του α/φους με σταθμούς, εκτός από τον εύκολο και ταχύ εντοπισμό των στοιχείων του α/φους εξυπηρετεί και τη ζυγοστάθμισή του.

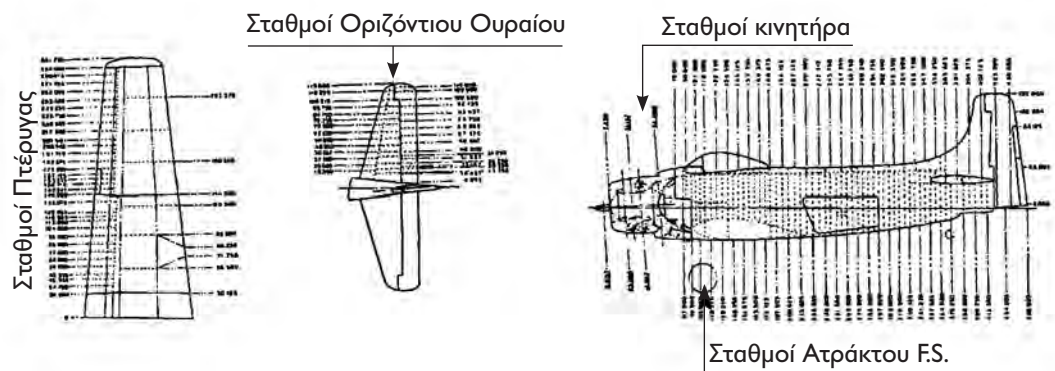
4.6.2 Άτρακτος

Η άτρακτος χωρίζεται, κατά μήκος του διαμήκη άξονά της, σε σταθμούς, με σημείο αναφοράς ένα φανταστικό σημείο κοντά στο ρύγχος του α/φους. Οι σταθμοί αυτοί χαρακτηρίζονται, ως σταθμοί ατράκτου (Fuselage Station ή F.S.). Σε κάθε εγκάρσια νεύρωση της ατράκτου, αντιστοιχεί ένας σταθμός ατράκτου, που δηλώνει την απόσταση σε mm ή ίντσες από το σημείο αναφοράς. Στο σχή-

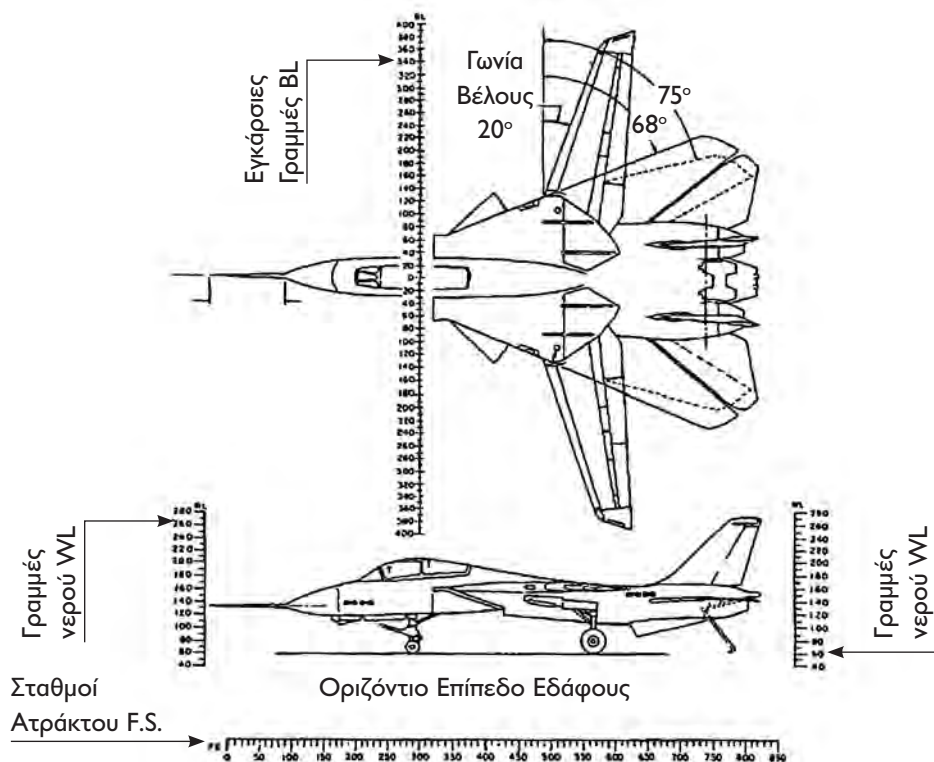
μα 4.41 απεικονίζονται οι σταθμοί ατράκτου ενός ελαφρού επιβατικού α/φους και στο σχήμα 4.42 ενός μαχητικού. Σε μία εγκάρσια διατομή της ατράκτου, όλα τα σημεία έχουν τον ίδιο σταθμό ατράκτου (F.S.).

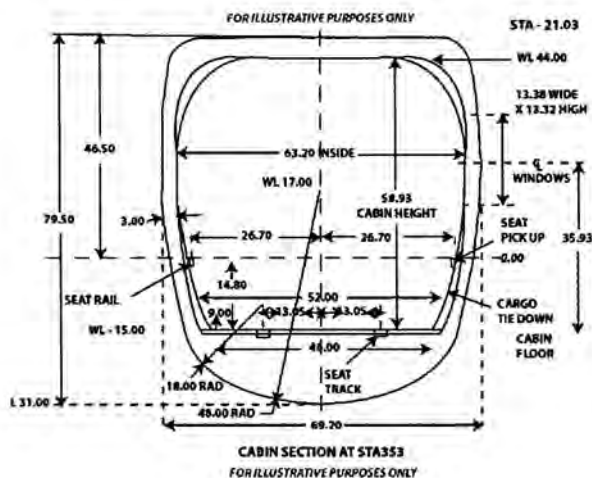
Τα α/φη είναι συμμετρικά προς το κάθετο επίπεδο του διαμήκη άξονα της ατράκτου. Η εγκάρσια απόσταση, δεξιά και αριστερά των στοιχείων του α/φους από το επίπεδο αυτό, ονομάζεται εγκάρσια γραμμή (Butt Line, BL). Η εγκάρσια γραμμή προσδιορίζει την απόσταση των στοιχείων του α/φους, σε ένα συγκεκριμένο σταθμό ατράκτου, από τον κάθετο άξονα της διατομής (σχήμα 4.42 και 4.43). Τα σημεία του α/φους, που ανήκουν στο κάθετο επίπεδο συμμετρίας του, έχουν εγκάρσια γραμμή BL 0.

Σχήμα 4.41
Σταθμοί Ατράκτου
και Πτέρυγας
Ελαφρού Επιβατικού
Α/φους



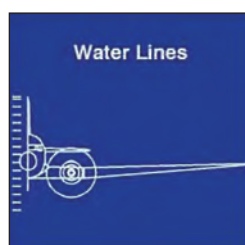
Σχήμα 4.42
Σύστημα Σταθμών
Ατράκτου και
Εγκάρσιας Γραμμής
και Γραμμής Νερού
Μαχητικού Α/φους





Σχήμα 4.43

Γραμμές Νερού και
Εγκάρσιες Γραμμές
Τυχαίας Εγκάρσιας
Διατομής Ατράκτου
Ελαφρού Επιβατικού
Α/φους

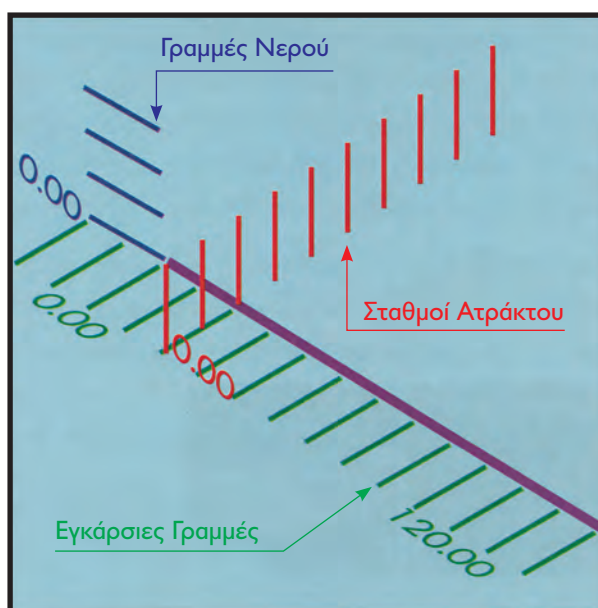


Σχήμα 4.44: Γραμμές Νερού

Η θέση των στοιχείων του α/φους, καθ' ύψος, προσδιορίζεται με τη γραμμή νερού (Water line, WL). Σε κάθε α/φος ορίζεται ένα οριζόντιο επίπεδο αναφοράς, στο οποίο η γραμμή νερού WL είναι μηδέν.

Η απόσταση κάθε σημείου του

α/φους από το επίπεδο αυτό, χαρακτηρίζεται ως γραμμή νερού (σχήμα 4.42 έως 4.45). Τα σημεία του α/φους, που είναι επάνω από το επίπεδο αυτό, έχουν θετική γραμμή νερού και τα σημεία που είναι κάτω αρνητική. Τις μέγιστες θετικές τιμές γραμμής νερού, έχει το κάθετο ουραίο πτέρωμα και τις μέγιστες αρνητικές, έχουν τα σκέλη.

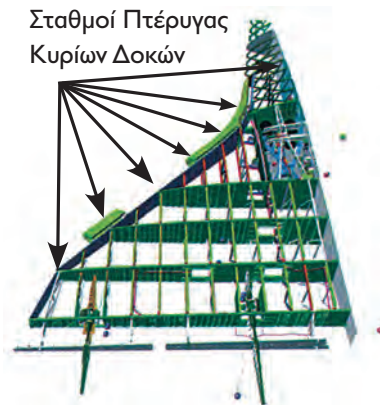


Σχήμα 4.45

Απεικόνιση
Σταθμών Ατράκτου,
Εγκάρσιων Γραμμών
και Γραμμών Νερού
Α/φους

4.6.3 Λοιπά Συγκροτήματα Α/φους

Πτέρυγα. Για τον προσδιορισμό των στοιχείων της πτέρυγας ορίζεται ένα σημείο της, ως σημείο αναφοράς. Το σημείο αυτό μηδέν, συνήθως είναι στη ρίζα της πτέρυγας και στο μέσον της χορδής της, αλλά μπορεί να είναι και οποιοδήποτε άλλο σημείο της πτέρυγας. Ουσιαστικά, ορίζεται μία γραμμή στην πτε-



Σχήμα 4.46

Σταθμοί Πτέρυγας

ρυγα, που ονομάζεται μηδενική γραμμή πτέρυγας στην οποία οι σταθμοί πτέρυγας (Wing Station, W.S.) έχουν μηδενική τιμή ($W.S. = 0$). Η απόσταση των εγκάρσιων νευρώσεων και των στοιχείων της πτέρυγας από το σταθμό πτέρυγας $W.S. = 0$ χαρακτηρίζεται ως σταθμός πτέρυγας W.S. (σχήμα 4.41 και 4.46).

Πηδάλια. Γενικά τα πηδάλια ανόδου - καθόδου, κλίσεως και διεύθυνσης ακολουθούν το σύστημα αρίθμησης και συμβολισμού της πτέρυγας με σταθμούς ατράκτου (F.S.), εγκάρσιες

γραμμές (B.L.) και γραμμές νερού (W.L.).

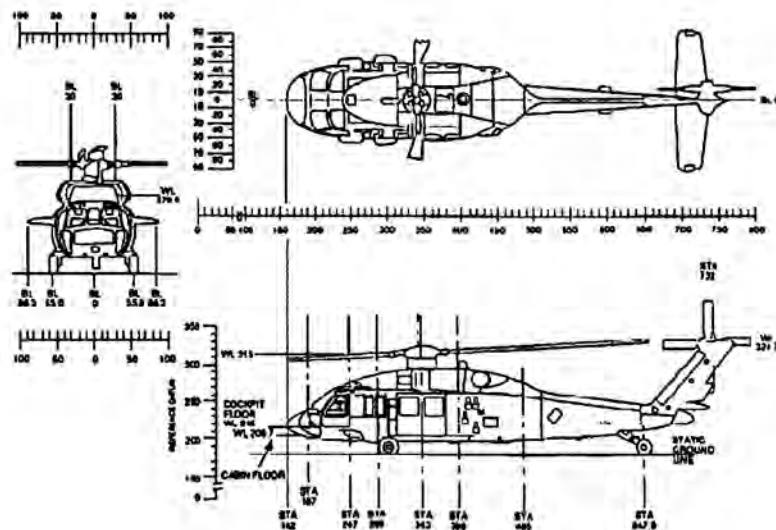
Πτερύγια Καμπυλότητας. Η αρίθμηση τους είναι ανάλογη με αυτήν της πτέρυγας. Η γραμμή που ορίζεται από το χείλος προσβολής της εσωτερικής χορδής της αεροτομής του πτερυγίου καμπυλότητας, κάθετα στη δοκό της πτέρυγας, στην οποία είναι αρθρωμένο το πτερύγιο καμπυλότητας, λαμβάνεται ως γραμμή αναφοράς. Η απόσταση των σημείων του πτερυγίου από τη γραμμή αυτή αναφοράς, χαρακτηρίζεται ως σταθμός του πτερυγίου (Flap Station, FL.S.)

Ατρακτίδια. Η αρίθμηση τους συνήθως ακολουθεί την αρχή αρίθμησης της ατράκτου, δηλ. στο κάθετο επίπεδο του ατρακτιδίου, που είναι και το επίπεδο συμμετρίας του, η εγκάρσια γραμμή ατρακτιδίου είναι μηδενική (Nacelle But Line, N.B.L. = 0). Η γραμμή με σταθμό ατρακτιδίου ($N.B.L. = 0$) ορίζεται αναφορικά προς το σταθμό της πτέρυγας W.S., δηλ. ο σταθμός ($N.B.L. = 0$) ορίζεται προς έναν συγκεκριμένο σταθμό πτέρυγας W.S. (σχήμα 4.47).



Σχήμα 4.47

Αρίθμηση Σταθμών και
Γραμμών Ατρακτιδίων
και Κινητήρων



Η αρίθμηση των σταθμών του ατρακτιδίου στο διαμήκη άξονά του, είτε συμπίπτει με την αρίθμηση των σταθμών της ατράκτου, είτε έχει ως σημείο αναφοράς την κύρια εμπρόσθια δοκό της πτέρυγας. Στα μεγάλα α/φη ορίζονται ξεχωριστά σταθμοί για το οριζόντιο (H.S.S.), κάθετο σταθερό (V.S.S.) και το πρωθητικό σύστημα (P.P.S.).

Τέλος, στα ελικόπτερα χρησιμοποιείται ανάλογη αρίθμηση με αυτή των α/φών, προσαρμοσμένη στη διαμόρφωσή τους (σχήμα 4.48)

Περίληψη του 4ου Κεφαλαίου

Τα κύρια συκροτήματα ενός α/φους είναι η άτρακτος, οι πτέρυγες, το ουραίο πτέρωμα και τα ατρακτίδια κινητήρων. Η άτρακτος είναι το μεγαλύτερο τμήμα του α/φους, με τη μικρότερη αεροδυναμική σημασία. Επάνω της στηρίζονται οι πτέρυγες, το ριναίο ή ουραίο σκέλος, το ουραίο πτέρωμα και πολλές φορές οι κινητήρες και το κύριο σύστημα προσγείωσης. Η κατασκευή της είναι ημικελυφοειδής. Αποτελείται από διαμήκεις - εγκάρσιες νευρώσεις και την επικάλυψη. Οι εγκάρσιες νευρώσεις ονομάζονται πλαίσια. Τα πλαίσια διατηρούν το σχήμα της ατράκτου και παραλαμβάνουν τα εξωτερικά φορτία. Τα διαμήκη στοιχεία της δε διακόπτονται.

Η πτέρυγα παρέχει στο α/φος την απαιτούμενη άντωση. Το μέγεθος και το σχήμα της εξαρτάται από τις επιδόσεις του α/φους. Τα στοιχεία της πτέρυγας είναι οι εγκάρσιες και διαμήκεις νευρώσεις, οι δοκοί και η επικάλυψη. Οι εγκάρσιες νευρώσεις, που έχουν το σχήμα της αεροτομής, διατηρούν τη μορφή της και παραλαμβάνουν τα εξωτερικά φορτία όπου απαιτείται. Οι δοκοί αντιπροσωπεύουν τη ραχοκοκαλιά της πτέρυγας και παραλαμβάνουν τα εξωτερικά φορτία μέσω της επικάλυψης. Οι δοκοί δεν έχουν σταθερή διατομή, δε διακόπτονται και συνδέουν την πτέρυγα με την άτρακτο. Οι πτέρυγες των μικρών α/φών έχουν μία δοκό, των μεσαίων δύο δοκούς και των μαχητικών πολλούς δοκούς. Οι διαμήκεις νευρώσεις έχουν συνήθως σταθερή διατομή και δε διακόπτονται από τις εγκάρσιες νευρώσεις. Η επικάλυψη παραλαμβάνει τις αεροδυναμικές δυνάμεις και τις μεταφέρει στα άλλα στοιχεία της πτέρυγας. Το πάχος της επικάλυψης στα επιβατικά α/φη είναι μικρό και σταθερό, ενώ στα μαχητικά μεγάλο και μεταβλητό. Η κατασκευή της πτέρυγας είναι κατά κανόνα ημικελυφοειδής.

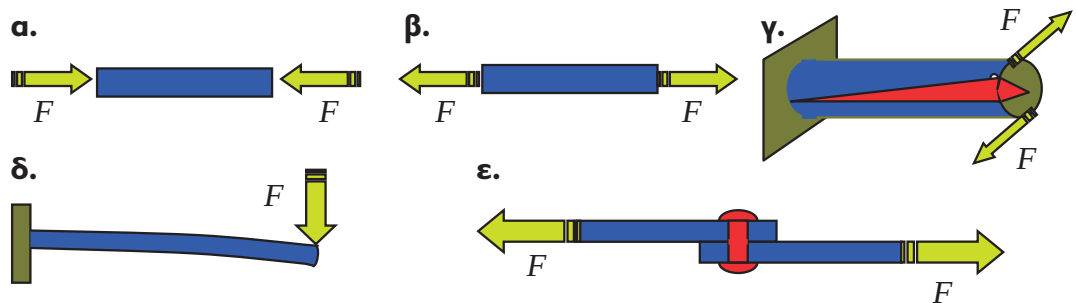
Το κάθετο και οριζόντιο σταθερό συμβάλλουν στην ευστάθεια του α/φους. Η κατασκευή τους μπορεί να είναι ίδια με αυτήν της πτέρυγας, να αποτελείται δηλ. από εγκάρσιες και διαμήκεις νευρώσεις, δοκούς και την επικάλυψη, ή μπορεί να είναι κυψελοειδής κατασκευή. Υπάρχουν πολλοί τύποι

διαμορφώσεων του οριζόντιου και καθέτου ουραίου πτερώματος. Σε ορισμένα α/φη χρησιμοποιούνται και εμπρόσθιες επιφάνειες ελέγχου (canards).

Ο εμβολοφόρος κινητήρας μπορεί να είναι έλξεως ή ώσεως. Στον κινητήρα έλξεως, ο έλικας εγκαθίσταται μπροστά από τον κινητήρα, ενώ στον κινητήρα ώσεως πίσω. Οι εμβολοφόροι κινητήρες των α/φών είναι εγκατεστημένοι σε βάσεις στήριξης, οι οποίες είναι πλαίσια που συγκρατούν, στηρίζουν και συνδέουν τους κινητήρες με την άτρακτο. Σε ορισμένα α/φη, συνήθως τα επιβατικά, οι κινητήρες είναι εγκατεστημένοι εξωτερικά της ατράκτου, π.χ. αναρτημένοι κάτω από τις πτέρυγες. Οι κινητήρες αυτοί είναι εγκατεστημένοι σε ατρακτίδια. Η κατασκευή τους είναι όμοια με αυτήν της ατράκτου. Τα περιβλήματα των κινητήρων παρέχουν την απαιτούμενη ροή αέρα στον κινητήρα και προσιτότητα στα διάφορα τμήματα του κινητήρα. Τα αεροδυναμικά καλύμματα βελτιώνουν την αεροδυναμική διαμόρφωση τμημάτων του α/φους, ενώ τα αντιπυρικά διαφράγματα απομονώνουν τον κινητήρα από την υπόλοιπη δομή και τα συστήματα του α/φους.

Οι σταθμοί του α/φους προσδιορίζουν τη θέση των στοιχείων του σε ένα αξονικό σύστημα κατά μήκος των αξόνων του α/φους.

1. Χαρακτηρίστε τα είδη καταπόνησης του σχήματος E.4.1.



Σχήμα E.4.1

2. Ποια είναι τα κύρια δομικά συγκροτήματα σε ένα α/φος;

3. Ποια είναι η κύρια αποστολή σε ένα α/φος;

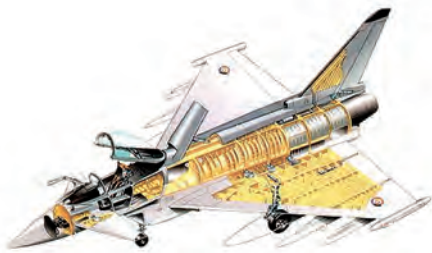
α) Της πτέρυγας, β) Της ατράκτου, γ) Του ουραίου πτερώματος.

4. Από ποια κύρια δομικά στοιχεία αποτελείται η ημικελυφοειδής κατασκευή της ατράκτου;

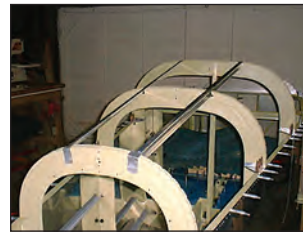
5. Ποια δομικά στοιχεία της ατράκτου διακόπτονται και ποια όχι;

6. Τι είδους κατασκευή είναι η άτρακτος του σχήματος E.4.2;

7. Πώς ονομάζονται τα δομικά στοιχεία του σχήματος E.4.3;



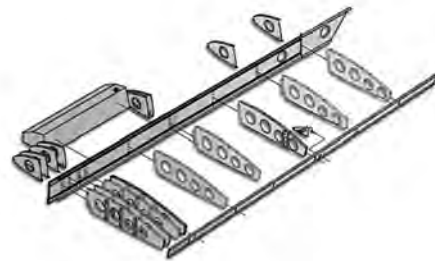
Σχήμα Ε.4.2



Σχήμα Ε.4.3

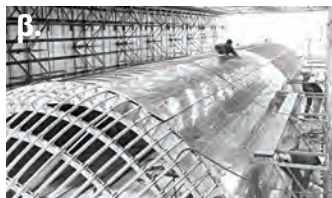
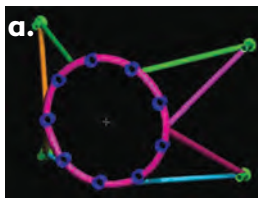


Σχήμα Ε.4.4



Σχήμα Ε.4.5

8. Από ποιες πρώτες ύλες είναι κατασκευασμένα τα περισσότερα δομικά στοιχεία της ατράκτου;
9. Πώς ονομάζεται το δομικό στοιχείο του σχήματος Ε.4.4;
10. Χαρακτηρίστε τα δομικά στοιχεία της πτέρυγας του σχ. Ε.4.5.
11. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένες οι κύριες δοκοί των σύγχρονων α/φών;
12. Ποια είναι τα δομικά στοιχεία του ουραίου περώματος;
13. Αναφέρατε τα στοιχεία της δομής των κυρίων επιφανειών ελέγχου του α/φους.
14. Πώς κατασκευάζονται τα αντισταθμιστικά του α/φους;
15. Ποιο από τα στοιχεία της δομής της πτέρυγας παραλαμβάνει και μεταφέρει τα αεροδυναμικά φορτία;
16. Πότε μία πτέρυγα ονομάζεται "υγρή";
17. Σε ποια α/φη το πάχος της επικάλυψης είναι; α) Μικρό β) Μεγάλο.
18. Τι απεικονίζουν τα σχήματα Ε.4.6 α έως Ε.4.6 στ ;
19. Σε τι αποσκοπούν τα αεροδυναμικά καλύμματα;



Σχήμα Ε.4.6

20. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένα τα αντιπυρικά διαφράγματα;
21. Σε ποιον άξονα της ατράκτου είναι οι σταθμοί ατράκτου (F.S.);
22. Τι χαρακτηρίζει η εγκάρσια γραμμή (B.S.) της ατράκτου;
23. Σε τι χρησιμεύουν τα αντιδονιστικά έδρανα των βάσεων του κινητήρα;
24. Πότε ο ελικοφόρος κινητήρας χαρακτηρίζεται έλξεως;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 4ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Επισκευή Αεροδυναμικού Καλύμματος από υαλοϋφασμα.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει:

- Να αφαιρεί τμήμα από αεροδυναμικό κάλυμμα που έχει υποστεί ζημιά.
- Να τοποθετεί ενισχυτικό έλασμα σε περιοχή αεροδυναμικού καλύμματος που έχει υποστεί ζημιά.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Αεροδυναμική επιφάνεια από υαλοϋφασμα και πνευματικό ή ηλεκτρικό πριόνι. Υαλοϋφασμα, ρητίνη και σμυριδόπανα

Εργασίες κατά βήματα.

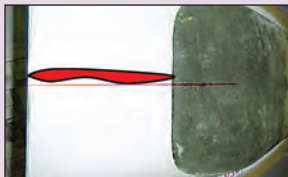
1. Κοπή τμήματος του αεροδυναμικού καλύμματος που έχει υποστεί ζημιά (σχήμα Α.4.1α και β).

1. Αφαιρούμε το αεροδυναμικό κάλυμμα από το α/φος.
2. Προσδιορίζουμε με μαρκαδόρο το τμήμα του αεροδυναμικού καλύμματος, που πρόκειται να απομείνει μετά την αποκοπή και επεξεργασία με τη λίμα και τα σμυριδόπανα.
3. Κόβουμε με πριόνι (π.χ. σέγα), το τμήμα που έχει υποστεί ζημιά, λίγα χιλιοστά μέσα από τη γραμμή του μαρκαδόρου.
4. Καθαρίζουμε και λειαίνουμε περιμετρικά με λίμα και σμυριδόπανα το αεροδυναμικό κάλυμμα στην περιοχή κοπής.
5. Η κοπή τμήματος του αεροδυναμικού καλύμματος, είναι ανάλογη της κοπής τμήματος ελάσματος από επικάλυψη, που περιγράφεται στην εργαστηριακή άσκηση 9 του πρώτου τμήματος του πρώτου κεφαλαίου.

II. Τοποθέτηση ενισχυτικής επικάλυψης.

1. Ενισχύουμε την περιοχή που έχει υποστεί ζημιά, με έλασμα κράματος αλουμινίου π.χ. 6061-T6, πάχους 0,032 της ίντσας κατάλληλα διαμορφωμένο, το οποίο ηλώνουμε εξωτερικά του αεροδυναμικού καλύμματος (σχήμα Α.4.1 γ και δ). Οι εργασίες ήλωσης της ενισχυτικής επικάλυψης περιγράφονται στην εργαστηριακή άσκηση 6 του δεύτερου τμήματος του πρώτου κεφαλαίου.
2. Καλύπτουμε το έλασμα με δύο στρώματα υαλοϋφασμα.
3. Αφήνουμε τα υλικά να στεγνώσουν.
4. Μετά το στέγνωμα τρίβουμε την επίστρωση από υαλοϋφασμα, μέχρι να αποκτήσει λεία εξωτερική επιφάνεια.(σχήμα Α.4.1ε).
5. Προβαίνουμε στην προβλεπόμενη χρώση (σχήμα Α.4.1 στ)

Σημείωση: Εάν η περιοχή του αεροδυναμικού καλύμματος δεν καταπονείται με φορτία, τότε την επισκευάζουμε με επίστρωση δύο στρωμάτων από υαλοϋφασμα χωρίς ενισχυτικό έλασμα αλουμινίου.



α) Πριν την κοπή



β) Μετά την κοπή



γ) Ενισχυτικό Έλασμα



δ) Ήλωση Ενισχυτικού Ελάσματος



ε) Επίστρωση και Τρίψιμο με Υαλοϋφασμα



στ) Μετά τη Χρώση

Σχήμα Α.4.1

Επισκευή Αεροδυναμικού Καλύμματος από Υαλοϋφασμα

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Επισκευή Μεταλλικού Αεροδυναμικού Καλύμματος

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει:

- Να επισκευάζει μία μεταλλική επικάλυψη, που έχει υποστεί ζημιά, με τις πρακτικές που εφαρμόζονται στα εργοστάσια επισκευής και συντήρησης α/φών.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Έλασμα κράματος αλουμινίου π.χ. 2024 -T4 και γωνιά αλουμινίου διατομής Γ.
- Αεροδράπανο, πόντα, κοκορόπενσα και κοκοράκια.
- Τρυπάνια κοβαλτίου διαμέτρου 1 /32, 1/16 και 3 /32 της ίντσας

Εργασίες κατά βήματα.

Ι. Αφαίρεση τμήματος της επικάλυψης που έχει υποστεί ζημιά

1. Ψάχνουμε στο εγχειρίδιο του α/φους, που περιγράφει τις δομικές επισκευές, εάν επιτρέπεται επισκευή για τη συγκεκριμένη ζημιά. Στην περίπτωση που επιτρέπεται επισκευή, καθορίζονται τα όρια του τμήματος της επικάλυψης που επιτρέπεται να κόψουμε, το πάχος και το κράμα αλουμινίου του ελάσματος που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε, η θερμική του κατεργασία καθώς και το είδος των ήλων της ήλωσης.
2. Συνήθως οι εργασίες επισκευής εκτελούνται στο α/φος, επειδή η αφαίρεση και επανατοποθέτηση των συγκροτημάτων του είναι μία χρονοβόρα διαδικασία. Στο σχήμα Α.4.2 απεικονίζονται τυπικές ζημιές επικάλυψης του α/φους F-15 που επισκευάζονται επί του α/φους.
3. Επιλέγουμε μία φθαρμένη επικάλυψη από α/φος ή διαμορφώνουμε ένα τεμάχιο από έλασμα κράματος αλουμινίου.
4. Εάν το εργαστήριο δε διαθέτει επικάλυψη α/φους με ζημιά, προκαλούμε τοπική ζημιά στο μέσο περίπου της επιφάνειας του ελάσματος που διαμορφώσαμε στο προηγούμενο βήμα.
5. Χαράζουμε το τελικό τμήμα της επικάλυψης, που σκοπεύουμε να αφαιρέσουμε, μετά την κοπή και επεξεργασία με τη λίμα.



Σχήμα Α.4.2

Τυπικές Επισκευάσιμες Ζημιές
Επικάλυψης Α/φους F -15

6. Αφαιρούμε το τμήμα της επικάλυψης που έχει υποστεί ζημιά, ακολουθώντας κατά βήματα τις εργασίες που περιγράφονται στην εργαστηριακή άσκηση 9 του πρώτου τμήματος του πρώτου κεφαλαίου.
7. Η γραμμή που χαράξαμε θα είναι η τελική επιφάνεια μετά την επεξεργασία των τοιχωμάτων της επικάλυψης με τη λίμα. Χαράζουμε στο εσωτερικό της ανωτέρω γραμμής, δεύτερη γραμμή, στην οποία αποτυπώνουμε με πόντα τα κέντρα των οπών που θα διανοίξουμε με το τρυπάνι. Συνή-

θως, η εσωτερική γραμμή απέχει από την εξωτερική τελική γραμμή 3 - 4 mm ανάλογα με την εμπειρία που έχουμε (σχήμα A.4.3).



Σχήμα A.4.3

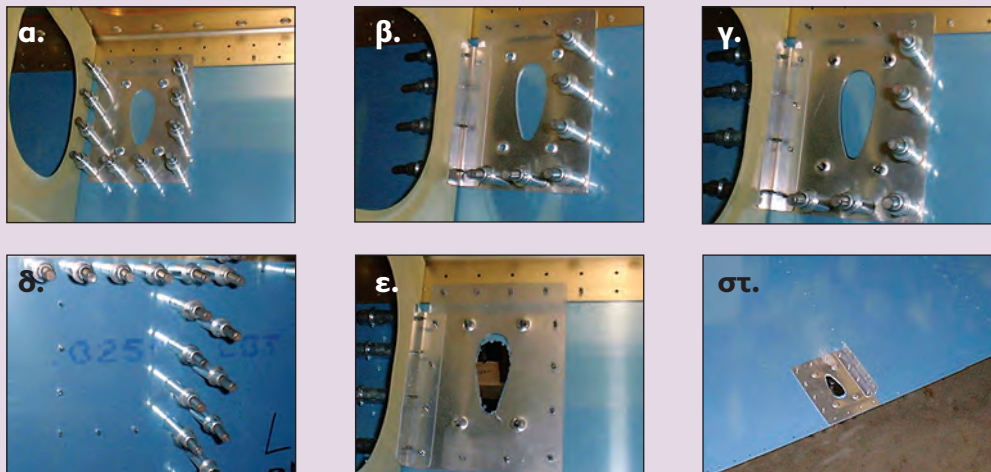
Κοπή Τμήματος Επικάλυψης που έχει υποστεί Ζημιά

II. Τοποθέτηση ενισχυτικής επικάλυψης.

Για την κατανόηση των εργασιών τοποθέτησης της ενισχυτικής επικάλυψης περιγράφεται το παράδειγμα ενίσχυσης τοπικά της επικάλυψης ενός ελαφρού α/φους, στην περιοχή στήριξης ενός βραχίονα, που διέρχεται από τη επικάλυψη. Οι εργασίες επισκευής κατά βήματα είναι οι ακόλουθες:

1. Κόβουμε, στο σταθερό ψαλίδι, τμήμα ελάσματος αλουμινίου π.χ. 2024 -T4 στις διαστάσεις που καθορίζονται από την εσωτερική γεωμετρική διαμόρφωση της περιοχής της επικάλυψης του α/φους που πρόκειται να ενισχύσουμε.
2. Διανοίγουμε οπή στο τμήμα της επικάλυψης. Οι διαστάσεις και το σχήμα της οπής πρέπει να ταιριάζουν πλήρως στο βραχίονα συγκράτησης που πρόκειται να τοποθετηθεί. Το τμήμα αυτό, το χαρακτηρίζουμε κατωτέρω ως ενισχυτικό.
3. Οι εργασίες διάνοιξης της οπής στο ενισχυτικό περιγράφονται στην εργαστηριακή άσκηση 9 του πρώτου τμήματος του πρώτου κεφαλαίου.
4. Τρυπάμε περιμετρικά το ενισχυτικό στα σημεία που θα ηλωθεί στην επικάλυψη του α/φους. Η διάμετρος του τρυπανιού, πρέπει να είναι μικρότερη από τη διάμετρο των ήλων που θα χρησιμοποιηθούν.
5. Τοποθετούμε το ενισχυτικό στη θέση του, εσωτερικά της επικάλυψης του α/φους και μεταφέρουμε ορισμένες οπές του στην επικάλυψη του α/φους.
6. Τρυπάμε με το ίδιο τρυπάνι την επικάλυψη του α/φους στις οπές που μεταφέραμε από το ενισχυτικό.
7. Συνδέουμε το ενισχυτικό στην επικάλυψη με "κοκοράκια".
8. Διευρύνουμε τις υπόλοιπες οπές του ενισχυτικού με τρυπάνι, διαμέτρου ίσης με αυτής των ήλων που θα χρησιμοποιήσουμε, ενώ ταυτόχρονα, το τρυπάνι τις μεταφέρει και στην επικάλυψη του α/φους.

9. Κάθε φορά που ανοίγουμε διαμπερή οπή, τοποθετούμε κοκοράκι.
10. Μετά τη διεύρυνση όλων των οπών αφαιρούμε τα αρχικά κοκοράκια από τις οπές με μικρή διάμετρο τρυπανιού και τις διευρύνουμε τοποθετώντας κάθε φορά κοκοράκι. Η σύνδεση - συγκράτηση του ενισχυτικού στο εσωτερικό τοίχωμα της επικάλυψης του α/φους, απεικονίζεται στο σχήμα Α.4.4α



Σχήμα Α.4.4

*Εσωτερική Ενίσχυση Επικάλυψης στην Περιοχή Τοποθέτησης
Βραχίονα Συγκράτησης*

11. Η συγκράτηση του ενισχυτικού στη διαμήκη δοκίδα και την επικάλυψη του α/φους, γίνεται με κοκοράκια που τοποθετούνται από την εξωτερική πλευρά του α/φους, λόγω καλύτερης προσιτότητας (σχήμα Α.4.4α και β)
12. Κατασκευάζουμε ενισχυτική γωνιά σχήματος Γ στη στράντζα, από έλασμα κράματος αλουμινίου.
13. Συνδέουμε τη γωνιά Γ, στη μία πλευρά, με το πλαίσιο της ατράκτου και στην άλλη, με το ενισχυτικό και την επικάλυψη, με κοκοράκια (σχήμα Α.4.4β και γ).
14. Μεταφέρουμε με μαρκαδόρο το άνοιγμα του ενισχυτικού, από το οποίο θα διέλθει η βάση συγκράτησης στο εσωτερικό της επικάλυψης του α/φους (σχήμα Α.4.4γ)
15. Αφαιρούμε όλα τα κοκοράκια που είναι τοποθετημένα από την πλευρά του ενισχυτικού (εσωτερικά) και τα τοποθετούμε από την εξωτερική πλευρά του α/φους. Αυτό διασφαλίζει την απαραίτητη προσιτότητα στις εργασίες διάνοιξης - κοπής της επικάλυψης του α/φους, από την εσωτερική πλευρά της (σχήμα Α.4.4δ).

16. Ανοίγουμε την οπή που μεταφέραμε στην επικάλυψη, σύμφωνα με τις εργασίες που αναφέρονται στην εργαστηριακή άσκηση 9 του πρώτου τμήματος του πρώτου κεφαλαίου (σχήμα Α.4.4ε).
17. Αφαιρούμε όλα τα κοκοράκια και λειαίνουμε εσωτερικά το άνοιγμα της επικάλυψης, μέχρι τη γραμμή του μαρκαδόρου, με λίμα.
18. Επανατοποθετούμε την ενισχυτική γωνία διατομής Γ και το ενισχυτικό με τα κοκοράκια και ελέγχουμε για ατέλειες προσαρμογής (σχήμα Α.4.4στ).
19. Αφαιρούμε την ενισχυτική γωνία διατομής Γ και το ενισχυτικό και τα ασταρώνουμε με το προβλεπόμενο αστάρι.
20. Τοποθετούμε την ενισχυτική γωνία διατομής Γ και το ενισχυτικό και τα συγκρατούμε στην οριστική τους θέση με κοκοράκια.
21. Ηλώνουμε την ενισχυτική γωνία διατομής Γ και το ενισχυτικό με τους προβλεπόμενους ήλους.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Κατασκευή Πτέρυγας Ελαφρού Α/φους.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει:

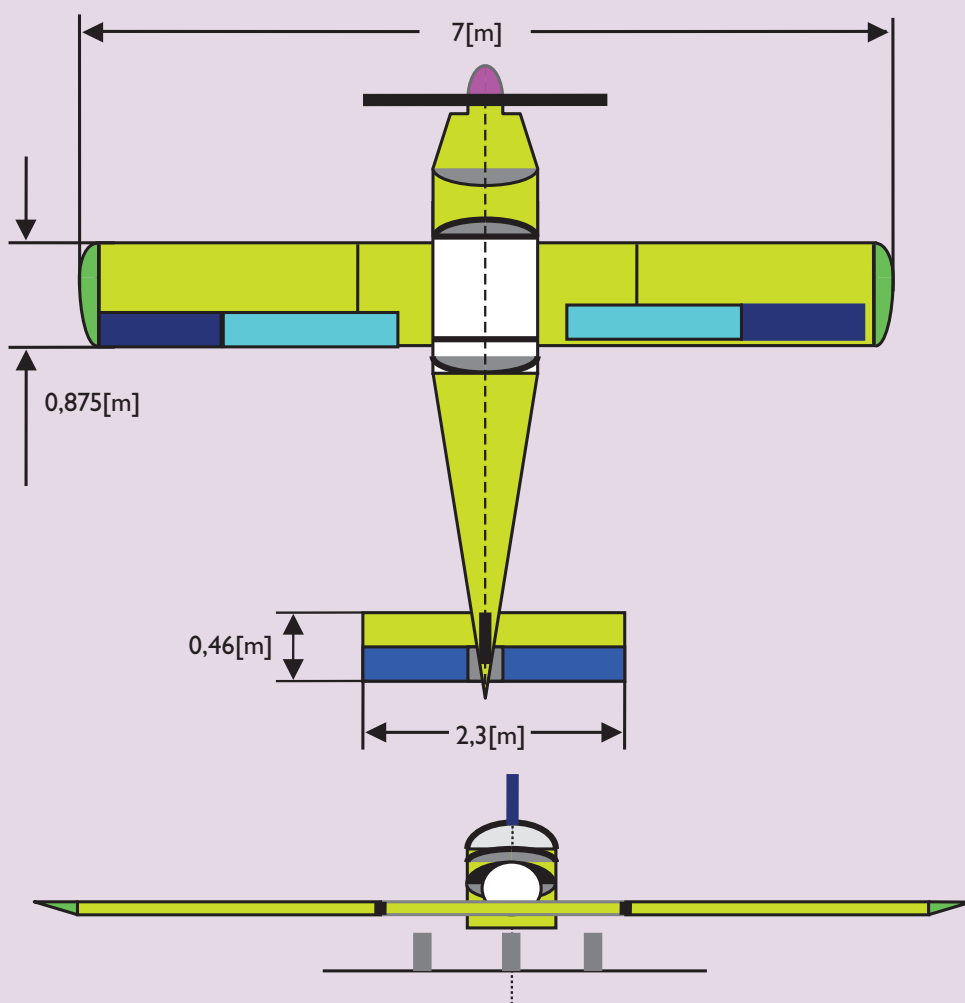
- Να χρησιμοποιεί με επιδεξιότητα τα βασικά εργαλεία του ελασματοουργού.
- Να αυτοσχεδιάζει και να κατασκευάζει ιδιοσυσκευές και καλούπια με τα μέσα που διαθέτει το εργαστήριο.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μιλιμετρέ χαρτί σε ρολό, ηλεκτρικό πριόνι ή κορδέλα, έλασμα 2024 - Ο ή 7075 - Ο, πάχους 0,032 ίντσες alclad, πλανισμένα και φουρνισμένα σανίδια οξιάς, ράσπες, ματσόλες, ποτηροτρύπανα, έλασμα αλουμινίου 7075, πάχους 0,063 της ίντσας, κλίβανος, κοινοί και τυφλοί ήλοι, κοκοράκια, κοκορόπενσα, σταθερό ψαλίδι κοπής ελασμάτων, στράντζα, σταθερό δράπανο, δράπανο πεπιεσμένου αέρα και τρυπάνια κοβαλτίου.

- Σημείωση:**
1. Η άσκηση αυτή μπορεί να ολοκληρωθεί με συνεργασία, συμμετοχή και ομαδική εργασία πολλών μαθητών σε ομάδες, κατά τη διάρκεια ενός έτους, με παράλληλη εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων των άλλων κεφαλαίων του βιβλίου.
 2. Επιλέγεται η κατασκευή της πτέρυγας του α/φους που απεικονίζεται στο σχήμα Α.4.5. Οι διαστάσεις της κάθε πτέρυγας (δεξιά και αριστερή) είναι 3,2 m άνοιγμα και 0,875 m

το μήκος της χορδής. Η αεροτομή της πτέρυγας είναι NACA 63212. Το μήκος της χορδής των πηδαλίων διεύθυνσης και πτερυγίων καμπυλότητας ανέρχεται στο 30% του μήκους της χορδής της πτέρυγας, δηλ. είναι 0,26 m.



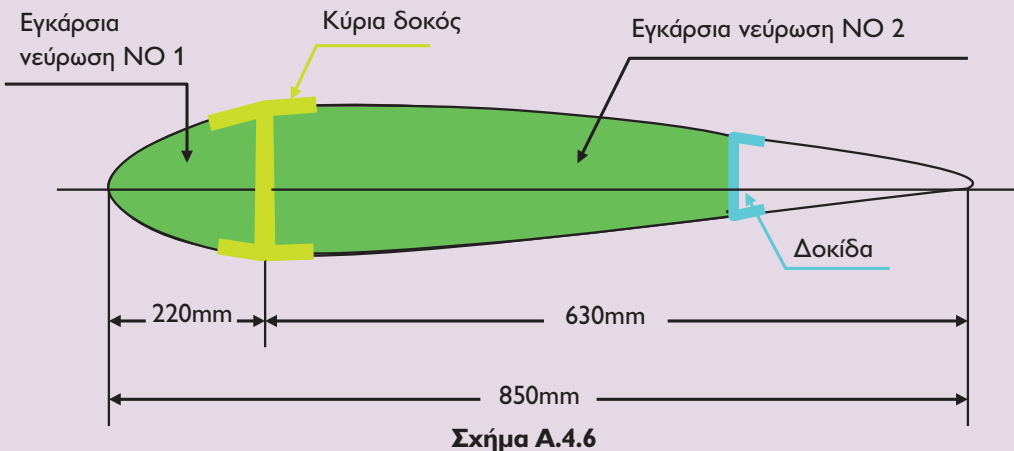
Σχήμα A.4.5

Ελαφρό Διθέσιο Α/φος με Εμβολοφόρο Κινητήρα

Εργασίες κατά βήματα

1. Σε μεγάλο μιλιμετρέ χαρτί (ρολό) σχεδιάζουμε την αεροτομή της πτέρυγας με μήκος χορδής 0,875 m. Τα γεωμετρικά στοιχεία της αεροτομής NACA 63212, δίδονται στα κλασικά βιβλία της αεροδυναμικής που περιγράφουν τις τυποποιημένες αεροτομές.
2. Στο 25% της χορδής, δηλ σε απόσταση 0,22 m πρόκειται να τοποθετηθεί η μοναδική κύρια δοκός της πτέρυγας. Σχεδιάζουμε την κύρια δοκό στο

ίδιο μιλιμετρέ χαρτί που σχεδιάσαμε την αεροτομή. Η κύρια δοκός και η δοκίδα απεικονίζονται στο σχήμα A.4.6.



Τομή Πτέρυγας με τα Στοιχεία της

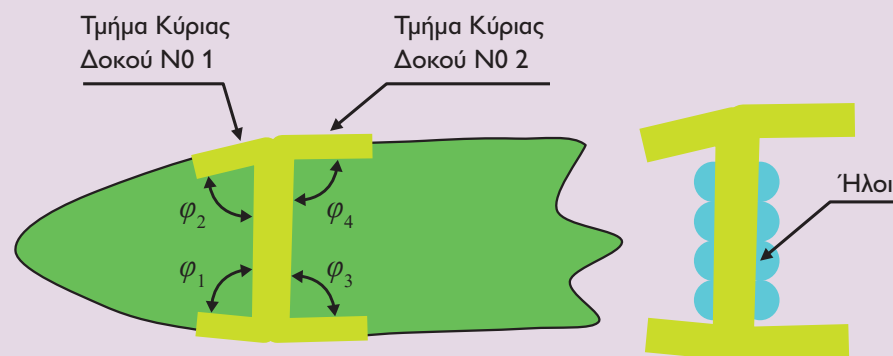


Σχήμα A.4.7

Εμπρόσθιες και Οπίσθιες Εγκάρσιες Νευρώσεις Πτέρυγας

3. Οι εμπρόσθιες εγκάρσιες νευρώσεις (NO 1) της πτέρυγας, είναι όλες ίδιες και ο αριθμός τους ανέρχεται σε δώδεκα τεμάχια. Το ίδιο ισχύει και για τις εγκάρσιες νευρώσεις No 2 (σχήμα A.4.7).
4. Οι εγκάρσιες νευρώσεις κατασκευάζονται από έλασμα 2024 - O ή 7075 - O, πάχους 0,028 της ίντσας.
5. Κατασκευάζουμε δώδεκα τεμάχια εγκάρσιων νευρώσεων NO 1 και 12 τεμάχια εγκάρσιων νευρώσεων No 2, σύμφωνα με την εργαστηριακή άσκηση 19 του πρώτου μέρους του κεφαλαίου 1.
6. Ανοίγουμε ελαφρυντικές οπές με εκκύλωση, σύμφωνα με την εργαστηριακή άσκηση 20 του πρώτου μέρους του κεφαλαίου 1.
7. Τοποθετούμε τις εγκάρσιες νευρώσεις, κατά ομάδες στον κλίβανο και προβαίνουμε σε θερμική τους κατεργασία, με επιδίωξη η τελική θερμική κατάσταση, μετά τη βαφή τους, να είναι 2024 - T4 και 7075 - T6.
8. Η δοκός έχει διατομή διπλού T και η φλάντζα της έχει μεταβλητό πλάτος (άνοιγμα). Κατασκευάζεται από δύο δοκούς διατομής Π που συνδέονται με ήλους.

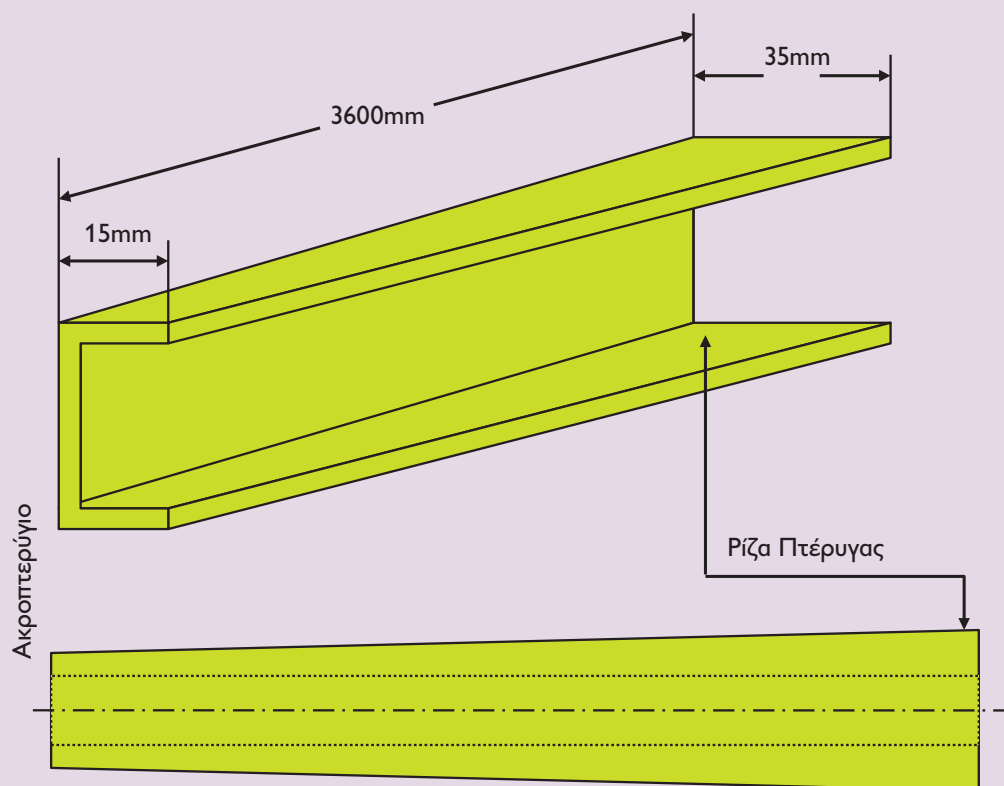
9. Η πρώτη ύλης κατασκευής της δοκού είναι έλασμα αλουμινίου 7075 πάχους 0,063 της ίντσας.
10. Από το σχήμα A.4.6 υπολογίζουμε το μήκος του κάθετου τμήματος της δοκού και τις γωνίες που σχηματίζουν οι φλάντζες με αυτό (σχήμα A.4.8).
11. Το πλάτος της φλάντζας στη ρίζα της πτέρυγας είναι 35 mm και στο ακροπτερύγιο 15 mm.



Σχήμα A.4.8

Προσδιορισμός Γωνιών Φλάντζας Κύριας Δοκού και Ήλωση των δύο Δοκών Διατομής Γ

12. Σχεδιάζουμε το ανάπτυγμα των δύο τμημάτων της δοκού στο έλασμα κράματος αλουμινίου 7075 πάχους 0,063 ίντσες και σηματοδούμε τα σημεία που θα διαμορφωθεί στη στράντζα (σχήμα A.4.9).
13. Διαμορφώνουμε τα ελάσματα στη στράντζα του εργαστηρίου. Αν το άνοιγμα της στράντζας του εργαστηρίου είναι μικρό, τότε διαμορφώνουμε τα ελάσματα σε κάποια βιοτεχνία που έχει στράντζα με άνοιγμα τουλάχιστον τέσσερα μέτρα. Επειδή οι δοκοί διατομής Π, που κατασκευάσαμε στη στράντζα, είναι από ανοπτημένο έλασμα πρέπει να υποστούν την προβλεπόμενη θερμική κατεργασία σε κλίβανο για να αποκτήσουν την απαιτούμενη αντοχή και σκληρότητα.
14. Ηλώνουμε τα δύο τμήματα της κύριας δοκού, που έχουν διατομή Π, με 4 σειρές ήλων (σχήμα A.4.8).
15. Ηλώνουμε τις οπίσθιες εγκάρσιες νευρώσεις σε ισαπέχουσες αποστάσεις στην κύρια δοκό (σχήμα A.4.7β.). Η απόσταση των εγκάρσιων νευρώσεων, προσδιορίζεται ως εξής: Καθορίζουμε τη θέση της πρώτης και τελευταίας εγκάρσιας νευρώσης (ακραίες νευρώσεις) και μετράμε την

**Σχήμα A.4.9***Ανάπτυγμα Τμήματος Κύριας Δοκού*

απόστασή τους. Διαιρούμε την απόσταση αυτή με τον αριθμό 11, δηλ με το συνολικό αριθμό των εγκάρσιων νευρώσεων μειωμένο κατά μία νεύρωση. Οι εγκάρσιες νευρώσεις ηλώνονται στην κύρια δοκό με τη φλάντζα του εμπροσθίου τμήματός τους.

16. Κατασκευάζουμε τη δοκίδα με έλασμα αλουμινίου 7075, πάχους 0,032 ίντσες, κατά αναλογία, προς τα τμήματα της κύριας δοκού, που περιγράφονται στα προηγούμενα βήματα 10 έως 13.
17. Ηλώνουμε τη δοκίδα στις οπίσθιες εγκάρσιες νευρώσεις, όπως παραστατικά απεικονίζεται στο σχήμα A.4.10. Η δοκίδα ηλώνεται στην οπίσθια φλάντζα των οπίσθιων εγκάρσιων νευρώσεων.

**Σχήμα A.4.10**

Ήλωση Δοκίδας στις Οπίσθιες Εγκάρσιες Νευρώσεις που ήδη έχουν Ηλωθεί στη Κύρια Δοκό

18. Ηλώνουμε τις εμπρόσθιες εγκάρσιες νευρώσεις, στη συνέχεια των οπίσθιων εγκάρσιων νευρώσεων στην κύρια δοκό, όπως απεικονίζεται στο σχήμα A.4.7a.
19. Κόβουμε στο σταθερό ψαλίδι του εργαστηρίου έλασμα, που θα αποτελέσει την άνω επικάλυψη της πτέρυγας μεταξύ της κύριας δοκού και της δοκίδας. Το έλασμα αυτό οφείλει να αφήνει ακάλυπτο τμήμα της κύριας δοκού, για την ήλωση της επικάλυψης του εμπρόσθιου τμήματος της πτέρυγας με μία σειρά ήλους.
20. Ηλώνουμε την επάνω επικάλυψη της πτέρυγας, μεταξύ της κύριας δοκού και της δοκίδας, με κοινούς ήλους, όπως απεικονίζεται στο σχήμα A.4.1a.
21. Κόβουμε στο σταθερό ψαλίδι του εργαστηρίου έλασμα, που θα αποτελέσει την κάτω επικάλυψη της πτέρυγας, μεταξύ της κύριας δοκού και της δοκίδας, κατά αναλογία, προς την επάνω επικάλυψη.
22. Ηλώνουμε την κάτω επικάλυψη της πτέρυγας, μεταξύ της κύριας δοκού και της δοκίδας, όπως απεικονίζεται στο σχήμα A.4.11 β. Αρχίζουμε την ήλωση από την κύρια δοκό και προχωράμε προς τα πίσω με κοινούς ήλους, γιατί έχουμε προσιτότητα και από τις δύο πλευρές. Καθώς πλησιάζουμε στη δοκίδα, η ήλωση με κοινούς ήλους γίνεται ολοένα και πιο δύσκολη και σε κάποια περιοχή γίνεται αδύνατη. Η επικάλυψη περιορίζει την προσιτότητα ήλωσης με κοινούς ήλους. Συνεχίζουμε την ήλωση της επικάλυψης με τυφλούς ήλους.



α) Ράχη



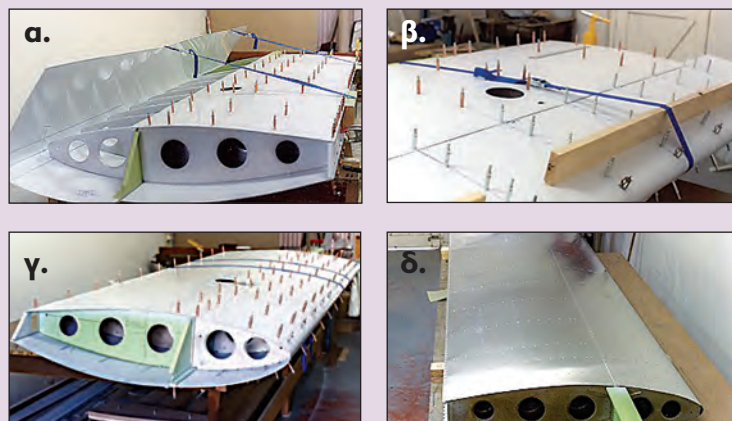
β) Κοιλιά

Σχήμα A.4.11*Ήλωση Οπίσθιας Επικάλυψης*

23. Προσδιορίζουμε το ανάπτυγμα του ελάσματος, που θα αποτελέσει την εμπρόσθια επικάλυψη της πτέρυγας. Ο προσδιορισμός του αναπτύγματος μπορεί, πρακτικά, να γίνει με απλή μέτρηση ή ακόμη και με χαρτόνι.
24. Κόβουμε στο σταθερό ψαλίδι του εργαστηρίου το έλασμα που θα αποτελέσει την εμπρόσθια επικάλυψη της πτέρυγας, με βάση το ανάπτυγμα που προσδιορίσαμε με το χαρτόνι.
25. Η εμπρόσθια επικάλυψη έχει μεγάλη καμπυλότητα, ιδιαίτερα στο χείλος προσβολής, ενώ οι προηγούμενες επικαλύψεις ήταν σχεδόν επίπεδες.

Απαιτείται διαμόρφωση του αναπτύγματος της επικάλυψης στην περιοχή του χείλους προσβολής σε πρέσα, με καλούπι ή με ιδιοκατασκευές στο εργαστήριο. Εάν το τμήμα αυτό της επικάλυψης δε διαμορφωθεί σωστά, τότε κατά την ήλωση διαπιστώνουμε ότι δε «στρώνει» και «πετάει» τους τυφλούς ήλους. Δηλ. οι ήλοι δε μπορούν να ηλωθούν σωστά και να συγκρατήσουν το έλασμα της επικάλυψης στη θέση του.

26. Τοποθετούμε το χαρτόνι, που είναι ανάπτυγμα της εμπρόσθιας επικάλυψης στην πτέρυγα και σημειώνουμε τα σημεία μεταξύ των οποίων απαιτείται να διαμορφωθεί η επικάλυψη.
27. Χαράσσουμε, στο έλασμα που κόψαμε τις δυο ευθείες μεταξύ των οποίων απαιτείται έντονη διαμόρφωση του αναπτύγματος της επικάλυψης (σχήμα A.4.12α).
28. Με τα μέσα που διαθέτει το εργαστήριο, κατασκευάζουμε μία ιδιοσυσσκευή στην οποία διαμορφώνουμε το έλασμα. Συνήθως, χρησιμοποιούμε σαν καλούπι σωλήνες με ακτίνα καμπυλότητας, περίπου ίση με αυτήν του χείλους προσβολής ή ξύλα κυκλικής διατομής.
29. Ηλώνουμε την εμπρόσθια επικάλυψη της πτέρυγας μεταξύ της άνω φλάντζας της κύριας δοκού και της κάτω φλάντζας της ξεκινώντας από την επάνω φλάντζα (σχήμα A.4.12β). Επειδή δεν υπάρχει πλέον προσιτότητα και από τις δύο πλευρές, χρησιμοποιούμε αποκλειστικά τυφλούς ήλους. Επειδή δε βλέπουμε τις φλάντζες των εγκάρσιων νευρώσεων στις οποίες ηλώνεται η επικάλυψη, πρέπει να φροντίσουμε να μεταφέρουμε τη θέση των εγκάρσιων νευρώσεων με μολύβι στην επάνω πλευρά της επικάλυψης, δηλ. στην πλευρά της επικάλυψης που βλέπουμε.



Σχήμα A.4.12

Ήλωση Εμπρόσθιας Επικάλυψης Πτέρυγας

30. Μόλις πλησιάζουμε το χείλος προσβολής, δένουμε την επικάλυψη με ιμάντες και προσπαθούμε να τη "στρώσουμε" τεντώνοντας τους ιμάντες (σχήμα A.4.12β).
31. Μόλις η ήλωση περάσει το χείλος προσβολής, τοποθετούμε μία σανίδα κάτω από τους ιμάντες και τους σφίγγουμε δυνατά και με προσοχή μέχρι να "στρώσει" η επικάλυψη και να λάβει τη σωστή θέση της (σχήμα A.4.12γ).
- 32.. Εάν το ανάπτυγμα της εμπρόσθιας επικάλυψης έχει προσδιορισθεί σωστά και η ήλωσή της δεν έχει αφήσει διάκενα, τότε η οπίσθια ακμή της εφάπτεται στην εμπρόσθια ακμή της κάτω οπίσθιας επικάλυψης, δηλ. οι επικαλύψεις δεν αφήνουν διάκενο μεταξύ τους ή δεν επικάθεται η μία στην άλλη (σχήμα A.4.12δ)

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Κατασκευή Επιφανειών Ελέγχου Ελαφρού Α/φους.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει:

- Να αυτοσχεδιάζει και να κατασκευάζει ιδιοσυσκευές και καλούπια με τα μέσα που διαθέτει το εργαστήριο.
- Να κατασκευάζει από σκαρίφημα ή σχέδιο, εγκάρσιες νευρώσεις, δοκούς και δοκίδες και να τις συναρμολογεί σε ενιαίο συγκρότημα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

Είναι ίδια με αυτά της προηγούμενης άσκησης.

Εργασίες κατά βήματα.

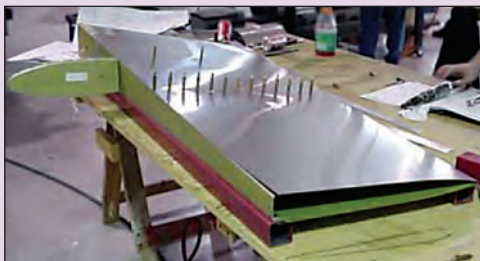
Ακολουθούμε τα βήματα των εργασιών της προηγούμενης άσκησης και τα προσαρμόζουμε κάθε φορά στην επιφάνεια ελέγχου που κατασκευάζουμε. Η κατασκευή των επιμέρους στοιχείων (δοκών, δοκίδων και εγκάρσιων νευρώσεων) των επιφανειών ελέγχου, των καλουπιών συγκράτησης και η συναρμολόγησή τους είναι πιο απλή.

Πολύ συνοπτικά οι εργασίες κατά βήματα είναι οι ακόλουθες:

1. Κατασκευή δοκών ή δοκίδων στη στράντσα από έλασμα κράματος αλουμινίου 2024 - Ο ή 7075 -Ο πάχους 0,040 ίντσες ή 0,050 ίντσες.
2. Σχεδίαση και κατασκευή ξύλινων καλουπιών για τη διαμόρφωση των νευρώσεων.
3. Κατασκευή νευρώσεων από ελάσματα κράματος αλουμινίου 2024 - Ο πάχους 0,028 ίντσες.

4. Θερμική κατεργασία των ανωτέρω στοιχείων.
5. Συναρμολόγησή τους σε ξύλινη ιδιοκατασκευή.
6. Ήλωση επικαλύψεων.

Ενδεικτικά, στο σχήμα Α.4.13, απεικονίζονται διάφορες φάσεις κατασκευής του πηδαλίου διεύθυνσης.



α) Τοποθέτηση Επικάλυψης στο Καλούπι Συναρμολόγησης



β) Τοποθέτηση εγκάρσιας Νεύρωσης στο Ακροπτερύγιο



γ) Διαμόρφωση Χείλους Εκφυγής



δ) Πηδάλιο Διεύθυνσης

Σχήμα Α.4.13

Κατασκευή Πηδαλίου Διεύθυνσης

ΑΣΚΗΣΗ 5η

Κατασκευή Οριζόντιου και Κάθετου Σταθερού Ελαφρού Α/φους.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

- Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να αποκτήσει επιδεξιότητα και ευχέρεια στους επιδιωκόμενους στόχους που αναφέρονται στις εργαστηριακές ασκήσεις 3 και 4.

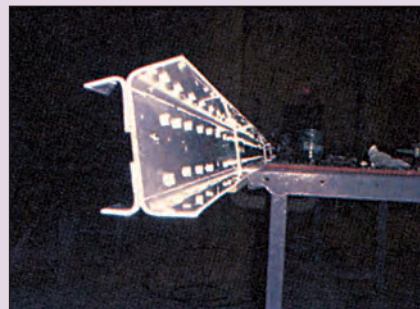
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Είναι ίδια με αυτά της προηγούμενης άσκησης.

Εργασίες κατά βήματα

Ακολουθούμε τα βήματα των εργασιών της εργαστηριακής άσκησης 3, που αφορά την κατασκευή της πτέρυγας. Η κατασκευή των επιμέρους στοιχείων (δοκών, δοκίδων και εγκάρσιων νευρώσεων) του οριζόντιου και κάθετου σταθερού, των καλουπιών συγκράτησης και η συναρμολόγησή τους, είναι πιο απλή.

Ενδεικτικά, στο σχήμα Α.4.14, απεικονίζεται η κατασκευή της κύριας δοκού από έλασμα κράματος αλουμινίου και γωνιές.

**Σχήμα Α.4.14**

Κύρια Δοκός Οριζόντιου και Κάθετου Σταθερού Ελαφρού Α/φους

Εργασίες

Συγκεντρώστε από το διαδίκτυο στοιχεία μαχητικών και πολιτικών α/φών στα οποία οι ακόλουθες επιφάνειες είναι κατασκευασμένες από σύνθετα υλικά: α) Πηδάλια κλίσεως, β) Πηδάλια διεύθυνσης, γ) Πηδάλια ανόδου - καθόδου, δ) Πτερύγια καμπυλότητας.

5.1 Αρχές Υδραυλικών Συστημάτων

5.1.1 Γενικά

Στα α/φη, επειδή κάποια πηγή ισχύος δημιουργεί πίεση στο υδραυλικό υγρό, χαρακτηρίζονται ως υδραυλικά συστήματα ισχύος. Υδραυλικά συστήματα χρησιμοποιούνται για την κίνηση του συστήματος προσγείωσης, των επιφανειών ελέγχου, κ.τ.λ. Τα κύρια πλεονεκτήματά τους είναι η μεγάλη ακρίβεια ελέγχου καθώς και η ταχύτητα αντίδρασης, το μικρό βάρος κατασκευής και εγκατάστασης, η απλότητα κατασκευής και επιθεώρησης, η μειωμένη συντήρηση και πιθανότητα πυρκαγιάς, η ευχέρεια εγκατάστασης και η μεγάλη απόδοση. Η απόδοσή τους είναι σχεδόν 100% με απώλεια, λόγω τριβών, της τάξεως του 1% το μέγιστο. Επίσης, καθιστούν εφικτή τη μεταβίβαση μεγάλης ισχύος και την υπερνίκηση μεγάλων δυνάμεων, με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

5.1.2 Υδραυλικοί Όροι

Τα υδραυλικά υγρά διέπονται από ορισμένους νόμους για την κατανόηση των οποίων, απαιτείται η επεξήγηση ορισμένων όρων γνωστών ως υδραυλικοί όροι, οι βασικοί από τους οποίους είναι οι εξής:

Επιφάνεια: Στα υδραυλικά συστήματα χρησιμοποιούνται κύλινδροι με έμβολα. Το εμβαδόν της διατομής (S) του εμβόλου είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη μεταβολή της δύναμης που ασκείται σε αυτό για δεδομένη πίεση του συστήματος. Μετριέται στο Αγγλοσαξονικό σύστημα σε in^2 και στο διεθνές mm^2 .

Δύναμη (F): Είναι η έλξη ή ώθηση που ασκείται στην επιφάνεια του εμβόλου, λόγω της πίεσης του υγρού. Μετριέται στο Αγγλοσαξονικό σύστημα σε lbs και στο διεθνές σε N .

Πίεση (p): Είναι ο λόγος της δύναμης που ασκείται σε μία επιφάνεια προς το εμβαδόν της. Η πίεση στο Αγγλοσαξονικό σύστημα μετριέται σε lbs/in^2 και συμβολίζεται με $psi = 1\ lbs/in^2$ και στο διεθνές σε N/m^2 και συμβολίζεται με $Pa = N/m^2$.

Όγκος: Προσδιορίζει τη ποσότητα του υγρού στη δεξαμενή ή την ποσότητα υγρού που παρέχει μία αντλία ανά μονάδα χρόνου. Ο όγκος (U) μετριέται στο Αγγλοσαξονικό σύστημα σε in^3 και στο διεθνές σε mm^3 .

Διαδρομή Εμβόλου: Το έμβολο στους κυλίνδρους κινείται μεταξύ δύο ακραίων σημείων, η απόσταση των οποίων χαρακτηρίζεται ως διαδρομή εμβόλου ή μήκος διαδρομής εμβόλου (L). Μετριέται στο Αγγλοσαξονικό σύστημα σε ίντσες (in) και στο διεθνές σε χιλιοστά του μέτρου (mm).

Ασυμπίεστοτητα: Για πρακτικούς λόγους, τα υδραυλικά υγρά θεωρούνται ασυμπίεστα, δηλ. ότι ο όγκος μίας συγκεκριμένης μάζας υδραυλικού υγρού δε μειώνεται, αλλά παραμένει σταθερός.

Διαστολή και Συστολή: Τα υγρά διαστέλλονται και συστέλλονται, όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία τους. Όταν ένα υγρό σε ένα κλειστό δοχείο θερμαίνεται, διαστέλλεται, δηλ. αυξάνεται ο όγκος του με συνέπεια να αυξάνεται και η πίεσή του και αντιστρόφως.

Μεταφορά Πίεσης: Κάθε μεταβολή (αύξηση ή μείωση) της πίεσης σε ένα σημείο ενός υδραυλικού συστήματος, μεταφέρεται σχεδόν ακαριαία σε όλο το σύστημα.

5.1.3 Σχέσεις Υδραυλικών Όρων

Οι υδραυλικοί όροι διέπονται από συγκεκριμένες σχέσεις, οι οποίες διακρίνονται στις ακόλουθες δύο ομάδες:

Υπολογισμός Δύναμης, Εμβαδού και Πίεσης

Όταν είναι γνωστά δύο από τα τρία αυτά μεγέθη μπορεί κανείς να υπολογίσει το τρίτο από τις σχέσεις που απεικονίζονται στο σχήμα 5.1α. Το μέγεθος της κορυφής του τριγώνου του σχήματος προκύπτει πολλαπλασιάζοντας τα δύο γνωστά μεγέθη της βάσης του και κάθε μέγεθος της βάσης του τριγώνου προκύπτει διαιρώντας το μέγεθος της κορυφής με το γνωστό μέγεθος της βάσης του.

Υπολογισμός Όγκου, Εμβαδού και Διαδρομής Εμβόλου

Όταν είναι γνωστά δύο από τα τρία αυτά μεγέθη, μπορεί κανείς να υπολογίσει το τρίτο από τις σχέσεις που απεικονίζονται στο σχήμα 5.1 β, κατά αναλογία, προς τα μεγέθη δύναμη, εμβαδόν και πίεση. Το μέγεθος της κορυφής του τριγώνου σχήματος 5.1 β προκύπτει πολλαπλασιάζοντας τα δύο γνωστά μεγέθη της βάσης του και κάθε μέγεθος της βάσης προκύπτει διαιρώντας το μέγεθος της κορυφής με το γνωστό μέγεθος της βάσης του τριγώνου.

5.1.4 Νόμος Pascal

Οι πρακτικές εφαρμογές στα υδραυλικά συστήματα θεμελιώνονται στο νόμο ή την αρχή του Γάλλου επιστήμονα Pascal, σύμφωνα με τον οποίο, σε απλή



$$\begin{aligned} \Delta \nu \mu \alpha \mu \eta &= \text{Εμβαδόν} \times \text{Πίεση} \\ \text{Πίεση} &= \Delta \nu \mu \alpha \mu \eta / \text{Εμβαδόν} \\ \text{Εμβαδόν} &= \Delta \nu \mu \alpha \mu \eta / \text{Πίεση} \end{aligned}$$

α) Υπολογισμός Δύναμης, Πίεσης και Εμβαδού

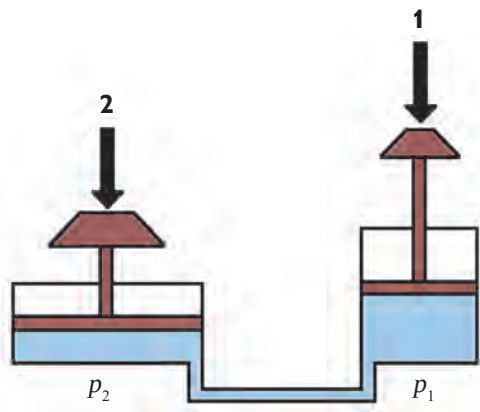


$$\begin{aligned} \text{Όγκος} &= \text{Εμβαδόν} \times \text{Μήκος} \\ \text{Μήκος} &= \text{Όγκος} / \text{Εμβαδόν} \\ \text{Εμβαδόν} &= \text{Όγκος} / \text{Μήκος} \end{aligned}$$

β) Υπολογισμός Όγκου Εμβαδού και Μήκους Διαδρομής Εμβόλου

Σχήμα 5.1

διατύπωση ισχύει: Η πίεση που εφαρμόζεται σε ένα ακίνητο ρευστό μεταδίδεται αμετάβλητη σε κάθε περιοχή του ρευστού καθώς και στα τοιχώματα του δοχείου που το περιέχει (σχήμα 5.2).



Σχήμα 5.2

Γραφική Απεικόνιση Νόμου Pascal.

Παράδειγμα 1: Εάν στο σχήμα 5.2 είναι γνωστά τα εμβαδά των εμβόλων $S_1 = 2 \text{ in}^2$ και $S_2 = 5 \text{ in}^2$ και η δύναμη που ασκείται στο έμβολο 1 $F_1 = 10 \text{ lbs}$, τότε σύμφωνα με τις εξισώσεις του σχήματος 5.1α η πίεση στο έμβολο 1 είναι: $p_1 = 10 \text{ lbs} / 2 \text{ in}^2 = 5 \text{ psi}$. Σύμφωνα με την αρχή του Pascal, η πίεση στο έμβολο 2 είναι ίση με την πίεση του κυλίνδρου 1, δηλ. $p_2 = p_1 = 5 \text{ psi}$. Από τις σχέσεις του σχήματος 5.1α προκύπτει, ότι η δύναμη στο έμβολο του κυλίνδρου 2 ανέρχεται σε:

$$F_2 = 5 \text{ psi} \cdot 5 \text{ in}^2 = 25 \text{ lbs}.$$

Παράδειγμα 2: Εάν το έμβολο του κυλίνδρου 2 μετακινηθεί π.χ. κατέβει κατά 10 in , δηλ. το μήκος της διαδρομής του εμβόλου 2 είναι 10 in , τότε ο όγκος U του ρευστού που μετακινείται, σύμφωνα με τις σχέσεις του σχήματος 5.1 β, είναι: $\text{Όγκος} = \text{Εμβαδόν} \cdot \text{Μήκος}$,

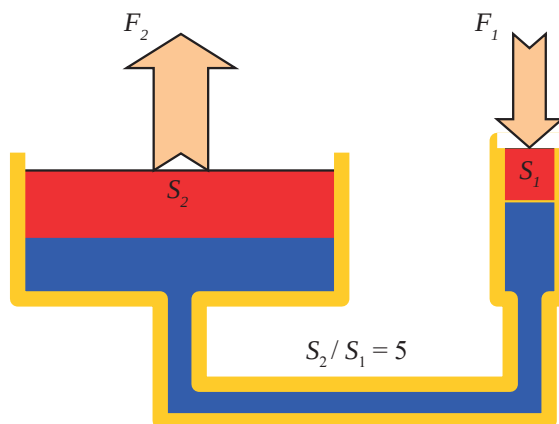
$U = 5 \text{ in}^2 \bullet 10 \text{ in} = 50 \text{ in}^3$. Το ρευστό αυτό εισέρχεται στον κύλινδρο 1 και ανεβάζει το έμβολο 1. Από τις σχέσεις του σχήματος 5.1 β για το μήκος της διαδρομής του εμβόλου 1 προκύπτει:

$$\text{Μήκος} = \text{Όγκος} / \text{Εμβαδόν} = 50 \text{ in}^3 / 2 \text{ in}^2 = 25 \text{ in}.$$

5.1.5 Μηχανικό Πλεονέκτημα

Το μηχανικό πλεονέκτημα δηλώνει ότι με μία μικρή δύναμη και μεγάλο μήκος διαδρομής εμβόλου, επιτυγχάνεται η άσκηση μίας μεγάλης δύναμης με μικρό μήκος διαδρομής εμβόλου, δηλ. στην έξοδο ενός υδραυλικού συστήματος επιτυγχάνεται πολλαπλασιασμός της δύναμης που ασκείται στην είσοδό του. Κλασικό παράδειγμα είναι οι υδραυλικοί γρύλοι ανύψωσης.

Σύμφωνα με το μηχανικό πλεονέκτημα, η αναλογία των εμβαδών των εμβόλων δύο κυλίνδρων ενός υδραυλικού συστήματος καθορίζει την αναλογία των δυνάμεων που επενεργούν στα έμβολα. Στο σχήμα 5.3, η αναλογία των εμβαδών της διατομής των εμβόλων είναι $S_2/S_1 = 5$. Για κάθε τιμή της πίεσης του υδραυλικού συστήματος, η αναλογία των δυνάμεων που ασκούνται στα έμβολα είναι $F_2/F_1 = 5$. Εάν η πίεση του συστήματος είναι 10.000 N/m^2 και στο μικρό έμβολο ασκηθεί δύναμη 10 N , τότε στο μεγάλο έμβολο αναπτύσσεται δύναμη 50 N δηλ $F_2/F_1 = 50 \text{ N} / 10 \text{ N} = 5$. Εάν μεταβληθεί η πίεση, η αναλογία των δυνάμεων που ασκούνται στα έμβολα παραμένει αμετάβλητη.

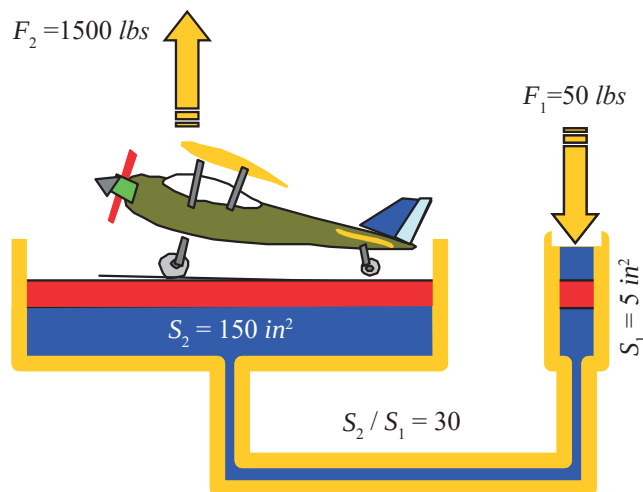


Σχήμα 5.3
Μηχανικό
Πλεονέκτημα

Παράδειγμα (σχήμα 5.4): Δίδεται κύλινδρος με εμβαδόν διατομής εμβόλου $S_1 = 5 \text{ in}^2$ και η δύναμη που ασκείται σε αυτό $F_1 = 50 \text{ lbs}$. Ζητείται το εμβαδόν της διατομής του εμβόλου S_2 ενός κυλίνδρου που θα ανυψώσει αεροπλάνο βάρους $F_2 = 1500 \text{ lbs}$.

Η αναλογία των δυνάμεων είναι ίση με την αναλογία των εμβαδών, δηλ.:

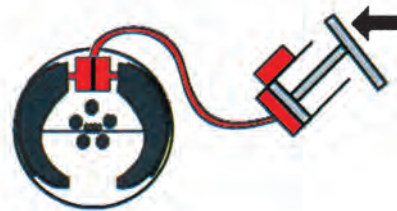
$$F_2 / F_1 = 1.500 / 50 = 30 = S_2 / S_1 \Rightarrow S_2 = S_1 \bullet 30 = 150 \text{ in}^2.$$



Σχήμα 5.4

Παράδειγμα
Μηχανικού
Πλεονεκτήματος

Κλασική εφαρμογή καθημερινής χρήσης, αποτελεί το υδραυλικό σύστημα πέδησης με σιαγόνες των αυτοκινήτων (σχήμα 5.5). Ο οδηγός του αυτοκινήτου, πιέζει το έμβολο του κυλίνδρου με το πόδι του και τα έμβολα του κυλίνδρου ενέργειας, πιέζουν τις σιαγόνες στα τύμπανα τροχοπέδησης με μεγάλη δύναμη, με συνέπεια την επιβράδυνση του αυτοκινήτου.



Φρένο με Σιαγόνες

Σχήμα 5.5

Εφαρμογή Μηχανικού
Πλεονεκτήματος

5.1.6 Υδραυλικά Υγρά

α. Ιδιότητες - Χαρακτηριστικά

Τα υδραυλικά υγρά χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και διανομή ισχύος. Ο τύπος του υγρού, καθορίζεται από τον κατασκευαστή του υδραυλικού συστήματος με κύριους παράγοντες τις συνθήκες και την πίεση λειτουργίας, τη θερμοκρασία μέσα και έξω από το σύστημα και τη χρήση. Τα υδραυλικά υγρά, εκτός από τη ρευστότητα και το ασυμπίεστο, έχουν και άλλες ιδιότητες και χαρακτηριστικά, τα κυριότερα από τα οποία είναι τα ακόλουθα: ιξώδες, χημική ευστάθεια, σημείο ανάφλεξης και σημείο καύσης.



Σχήμα 5.6

Ιξωδόμετρο ή
Ιξώμετρο

Ιξώδες. Είναι η εσωτερική αντίσταση στη ροή του υγρού. Η κηροζίνη έχει χαμηλό ιξώδες και ρέει γρήγορα, ενώ το λάδι υψηλότερο και ρέει αργά. Το ιξώδες στα υγρά μειώνεται με αυξανόμενη θερμοκρασία και μετριέται με το ιξώμετρο (σχήμα 5.6).

Χημική ευστάθεια. Είναι η ικανότητα αντίστασης του υγρού σε οξείδωση και μόλυνση. Τα υγρά υφίστανται ανεπιθύμητες χημικές μεταβολές, όταν λειτουργούν σε αντίξοες συνθήκες για μεγάλο χρονικό διάστημα, όπως υψηλές θερμοκρασίες. Μπορεί να διασπασθούν, όταν εκτίθενται στον αέρα, το νερό, το αλάτι ή σε ακαθαρσίες και σε υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, ορισμένα υγρά αντιδρούν χημικά με μέταλλα, όπως τον ψευδάργυρο, το μόλυβδο, τον κασσίτερο και το χαλκό. Οι χημικές διαδικασίες μεταβάλουν τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του υγρού και προκαλούν σοβαρές βλάβες στο υδραυλικό σύστημα, όπως φράξιμο οπών, κόλλημα βαλβίδων και εμβόλων, διαρροές, κ.τ.λ.

Σημείο Ανάφλεξης. Είναι η θερμοκρασία, στην οποία το υγρό έχει ατμούς σε ποσότητα ικανή να προκαλέσει ανάφλεξη παρουσία φλόγας. Τα υδραυλικά υγρά οφείλουν να έχουν υψηλό σημείο ανάφλεξης.

Σημείο Καύσης. Είναι η θερμοκρασία, στην οποία το υγρό δημιουργεί ατμούς σε ποσότητα που προκαλεί αυτανάφλεξη και συνεχίζει να καίγεται. Τα υδραυλικά υγρά οφείλουν να έχουν υψηλό σημείο καύσης.

β. Τύποι Υδραυλικών υγρών

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι υδραυλικών υγρών που χρησιμοποιούνται στα α/φη.

Υδραυλικά Υγρά Βάσεως Φυτικού Λαδιού (MIL - H - 7644) Έχουν αντικατασταθεί και χρησιμοποιούνται σπάνια. Αποτελούνται από αλκοόλη και ρετσινόλαδο και για αεροπορική χρήση χρωματίζονται μπλε για αναγνώριση. Με το υγρό του τύπου αυτού τα παρεμβάσματα πρέπει να είναι από φυσικό ελαστικό.

Υδραυλικά Υγρά Βάσης Πετρελαίου. Χρωματίζονται κόκκινα για αεροπορική χρήση και απαιτούν τη χρήση παρεμβασμάτων από συνθετικό ελαστικό. Το σημαντικότερο είναι προδιαγραφής MIL - H - 6083 και χρησιμοποιείται σε βοηθητικά υδραυλικά συστήματα.

Υδραυλικά Υγρά Συνθετικής Βάσης. Στα στρατιωτικά α/φη χρησιμοποιούνται, συνήθως, υδραυλικά υγρά προδιαγραφής MIL - H - 83282 και στα πολιτικά α/φη με στροβιλοκινητήρα προδιαγραφής MIL - H - 8446. Αναγνωρίζονται από

το χρώμα τους, ελαφρά πράσινο στο Skydrol 7000, μπλε στο Skydrol 500, κ.τ.λ. Εάν στο υδραυλικό σύστημα του α/φους χρησιμοποιηθεί ακατάλληλο υδραυλικό υγρό, τότε πρέπει να γίνει αμέσως αποστράγγιση και καθαρισμός του συστήματος και συνήθως αντικατάσταση των παρεμβασμάτων.

5.1.7 Μόλυνση Υδραυλικού Υγρού

Είδη Μόλυνσης. Υπάρχουν δύο είδη μόλυνσης υδραυλικών υγρών:

- Στερεά σωματίδια, όπως άμμος, σκόνη, ψήγματα συγκόλλησης και μεταλλικά ρινίσματα από μηχανικές κατεργασίες ή σκουριές.
- Μη μεταλλικά σωματίδια, όπως παράγωγα οξειδώσεως λαδιού, τεμάχια από φθαρμένα παρεμβάσματα και οργανικά εξαρτήματα.

Έλεγχος Μόλυνσης. Η μόλυνση ελέγχεται με φίλτρα και περιγράφεται στην εργαστηριακή άσκηση 1.

Δοκιμή Μόλυνσης. Περιγράφεται λεπτομερώς στην εργαστηριακή άσκηση 2.

5.2 Λειτουργία Βασικού Υδραυλικού Κυκλώματος

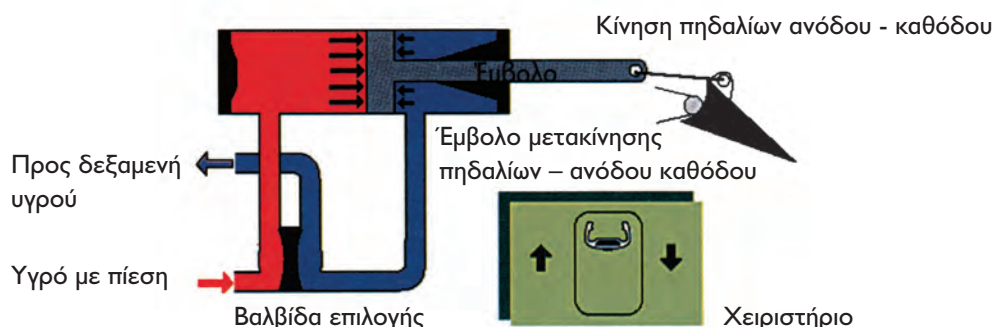
5.2.1 Αρχή Λειτουργίας Βασικού Υδραυλικού Συστήματος

Κάθε υδραυλικό σύστημα, ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή ή τη σχεδίασή του αποτελείται από τα εξής βασικά εξαρτήματα:

- ♦ Δεξαμενή υγρού που περιλαμβάνει το φίλτρο, τη βαλβίδα αποκατάστασης και τον ενδείκτη στάθμης.
- ♦ Αντλίες σταθερής και μεταβλητής παροχής που μπορεί να είναι κύριες και βοηθητικές, μηχανοκίνητες, ηλεκτροκίνητες ή χειροκίνητες.
- ♦ Ρυθμιστές πίεσης, φίλτρα και υδραυλικούς συσσωρευτές.
- ♦ Σωληνώσεις, υδραυλικούς κινητήρες, κυλίνδρους ενέργειας και διάφορες βαλβίδες (μηχανικές, ηλεκτρικές).
- ♦ Το εργαζόμενο υγρό του συστήματος, είναι το υδραυλικό υγρό, η πίεση του οποίου ανέρχεται σε 2.000 έως 3.000 PSI.

Στο σχήμα 5.7 απεικονίζεται ένα απλό, βασικό υδραυλικό σύστημα που ενεργοποιεί τα πηδάλια ανόδου - καθόδου. Το υγρό με τον κόκκινο χρωματισμό, έχει μεγαλύτερη πίεση από το υγρό που είναι χρωματισμένο μπλε. Η βαλ-

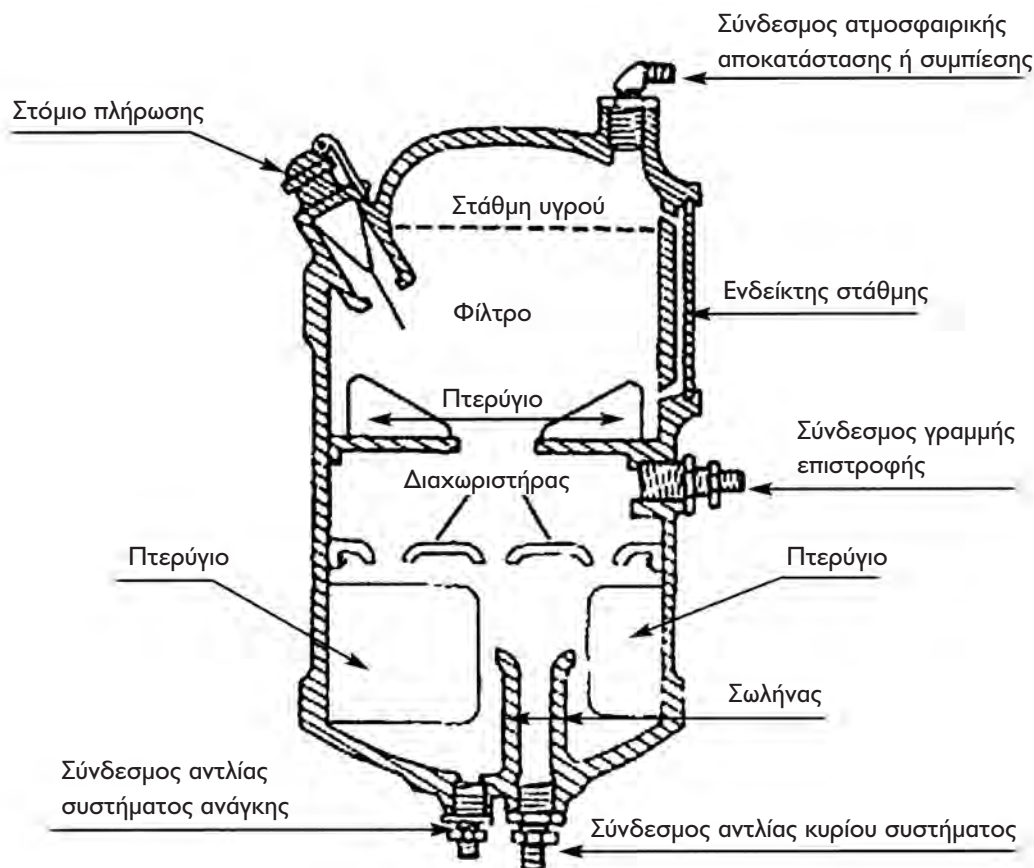
βίδα επιλογής ελέγχει την πίεση του υδραυλικού υγρού με το κόκκινο χρώμα, υπό την επίδραση του οποίου, ο κύλινδρος ενέργειας (έμβολο) μετακινείται και κινεί τα πηδάλια ανόδου - καθόδου. Όταν το έμβολο μετακινείται προς τα έξω, τα πηδάλια ανόδου - καθόδου κατεβαίνουν και αντιστρόφως, όταν εισέρχεται προς τα μέσα ανεβαίνουν. Ουσιαστικά, η βαλβίδα επιλογής δημιουργεί διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο επιφανειών του εμβόλου.



Σχήμα 5.7

Βασικό Υδραυλικό
Σύστημα Πηδαλίων
Ανόδου - Καθόδου

5.2.2 Δεξαμενές Υδραυλικού Υγρού



Σχήμα 5.8

Εξωτερική Δεξαμενή
Υδραυλικού Υγρού

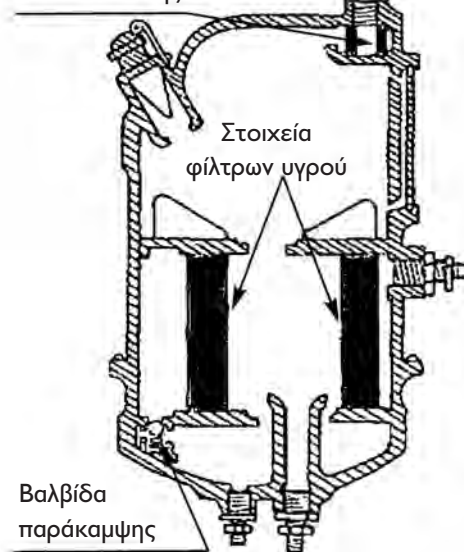
Περιέχουν το απαιτούμενο υγρό για τη λειτουργία του συστήματος και την κάλυψη μικρών διαρροών. Έχουν πρόβλεψη για τη διαφυγή του παγιδευμένου αέρα, χώρο για τη διαστολή του υγρού και διάταξη ελέγχου της στάθμης του υγρού, συνήθως ράβδο ελέγχου ή πλευρικό υάλινο ενδείκτη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι δεξαμενών. Οι ονομαζόμενες εξωτερικές είναι ανεξάρτητες, συνδέονται άμεσα με το σύστημα σωληνώσεων (σχήμα 5.8) και είναι ο κατεξοχήν τύπος που χρησιμοποιείται στα α/φη. Για την αποφυγή υπερπλήρωσης, το στόμιο πλήρωσης είναι κάτω από την κορυφή της δεξαμενής, η οποία είτε έχει ατμοσφαιρική αποκατάσταση είτε είναι κλειστή και συμπιεζόμενη.

1. **Δεξαμενή Ατμοσφαιρικής Αποκατάστασης.** Η δεξαμενή είναι πιο ψηλά από την αντλία. Το υγρό φθάνει στην αντλία υπό την επίδραση της ατμοσφαιρικής πίεσης και της βαρύτητας. Το σύστημα αυτό τροφοδοσίας εφαρμόζεται σε πολλά σύγχρονα α/φη.
2. **Συμπιεζόμενη Δεξαμενή.** Σε ορισμένα α/φη, η αντλία είναι εγκατεστημένη πιο ψηλά από τη δεξαμενή. Στα α/φη που πετούν σε μεγάλα ύψη και η ατμοσφαιρική πίεση είναι χαμηλή, δεν επαρκεί για την τροφοδοσία της αντλίας και απαιτείται συμπίεση της δεξαμενής. Η δεξαμενή συμπιέζεται με υγρό ή με αέρα.

Η δεξαμενή τόσο στις εισόδους και εξόδους της, όσο και εσωτερικά έχει διάφορα εξαρτήματα για τη διατήρηση της ποιότητας και της παροχής του υγρού, τα κυριότερα των οποίων είναι τα ακόλουθα:

1. **Διαχωριστήρες και Πτερύγια.** Είναι εγκατεστημένα στο εσωτερικό των περισσότερων δεξαμενών, για να εμποδίσουν την αναταραχή του υγρού, το οποίο διαφορετικά θα άφριζε και ο αέρας θα έμπαινε στην αντλία (σχήματα 5.8 και 5.9).
2. **Φίλτρο Στομίου Πλήρωσης.** Συγκρατεί τα ξένα σωματίδια, που θα μπορούσαν να εισέλθουν στη δεξαμενή, όταν το πάμα του στομίου πλήρωσης αφαιρείται στη διάρκεια πλήρωσης της δεξαμενής.
3. **Στοιχεία Φίλτρων.** Καθαρίζουν τον αέρα συμπίεσης ή το υγρό παροχής. Τα φίλτρα των δεξαμενών ατμοσφαιρικής αποκατάστασης είναι τοποθετημένα στην κορυφή της δεξαμενής, πάνω από την επιφάνεια του υγρού και στις δεξαμενές με συμπίεση, στην είσοδο του υγρού παροχής.

Στοιχεία φίλτρων ατμοσφαιρικής αποκατάστασης



Σχήμα 5.9

Φίλτρα Δεξαμενής
Υδραυλικού Υγρού

4. Βαλβίδα Παράκαμψης. Ανοίγει, μόνο όταν φράξει το φίλτρο και αποκαθιστά την απαιτούμενη παροχή υγρού στην αντλία (σχήμα 5.9).

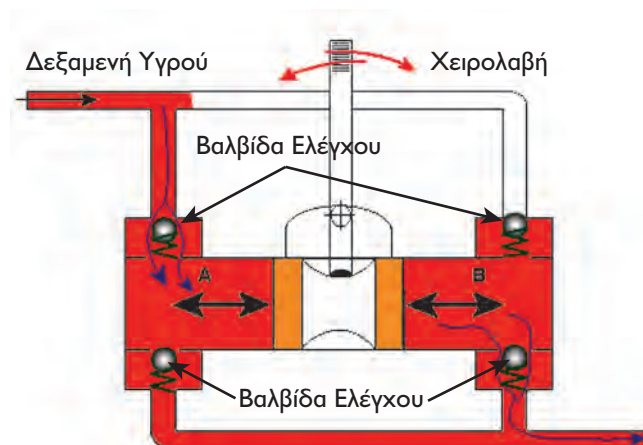
5.2.3 Αντλίες

Δημιουργούν την απαραίτητη πίεση του υδραυλικού συστήματος για τη μεταφορά του υγρού.

Διακρίνονται σε: α) Αντλίες ισχύος και β) Χειροκίνητες.

Χειροκίνητες Αντλίες

Χρησιμοποιούνται στο εφεδρικό σύστημα ανάγκης και τον έλεγχο του υδραυλικού συστήματος στο έδαφος. Συνήθως, είναι τύπου εμβόλου διπλής ενέργειας και παρέχουν υγρό με πίεση και στις δύο διαδρομές του εμβόλου (σχήμα 5.10). Όταν η χειρολαβή της αντλίας κινείται προς τα αριστερά, αυξάνεται ο όγκος του χώρου Α και μειώνεται του Β. Το υγρό εισέρχεται από τη δεξαμενή που έχει αυξημένη πίεση, στο χώρο Α με τη μειωμένη πίεση, ενώ λόγω αύξησης της πίεσης στο χώρο Β, ανοίγει η βαλβίδα ελέγχου και το υγρό ρέει στο σύστημα. Αντιστρόφως, όταν ο μοχλός κινείται δεξιά μειώνεται ο χώρος Α και αυξάνεται ο χώρος Β, με συνέπεια το υγρό από τη δεξαμενή να εισέρχεται στο χώρο Β και από το χώρο Α να τροφοδοτεί το σύστημα.



Σχήμα 5.10

Χειροκίνητη Αντλία
Διπλής Ενέργειας

Αντλίες Ισχύος

Είναι οι κατεξοχήν αντλίες που χρησιμοποιούνται στα υδραυλικά συστήματα α/φών. Παίρνουν κίνηση, είτε από το κιβώτιο παρελκομένων του κινητήρα, είτε από ηλεκτροκινητήρα. Διακρίνονται σε αντλίες σταθερής παροχής και μεταβλητής παροχής.

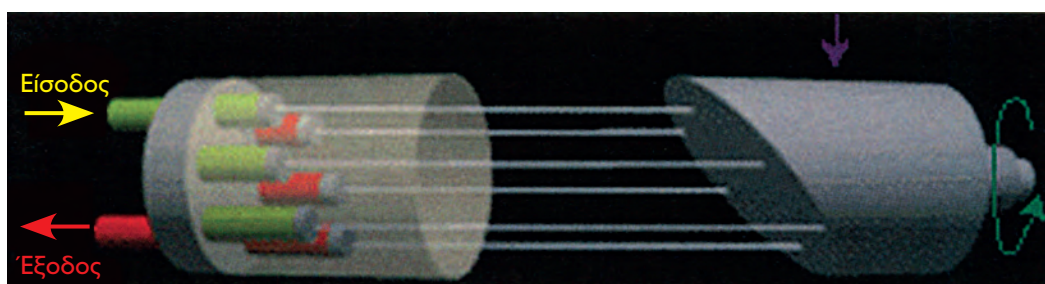
Αντλίες Σταθερής Παροχής. Ονομάζονται και αντλίες σταθερού όγκου και παρέχουν σταθερή ποσότητα υγρού σε κάθε περιστροφή, ανεξάρτητα από τις στροφές και τη ζήτηση σε πίεση. Για να διατηρηθεί η πίεση σταθερή στο σύστημα, απαιτείται η εγκατάσταση ρυθμιστή πίεσης.

Αντλίες Μεταβλητής Παροχής. Χρησιμοποιούνται ευρέως στα υδραυλικά συστήματα των σύγχρονων α/φών. Η παροχή τους μεταβάλλεται με τη ζήτηση του συστήματος, δηλ. είναι αντλίες μεταβλητής εξόδου.

Οι αντλίες με βάση το μηχανισμό άντλησης, διακρίνονται σε αντλίες με οδοντοτροχό, στροφεία, περύγια και έμβολα. Στο σχήμα 5.11, απεικονίζεται η αρχή λειτουργίας της αντλίας με οδοντοτροχό. Το στόμιο εισόδου, συνδέεται με τη δεξαμενή υδραυλικού υγρού και το στόμιο εξόδου με τη γραμμή πίεσης. Τα δόντια των τροχών παγιδεύουν το υγρό στο διάκενο μεταξύ αυτών και των εσωτερικών τοιχωμάτων της αντλίας και το μεταφέρουν στο στόμιο της εξόδου. Οι αντλίες με οδοντοτροχούς χρησιμοποιούνται για μικρές και μεσαίες πιέσεις, ενώ οι αντλίες με έμβολα για μεγάλες πιέσεις. Οι αντλίες με έμβολα χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά σε πιέσεις πάνω από 3.000 psi και αποτελούνται από πολλούς παράλληλους κυλίνδρους (σχήμα 5.12).



Σχήμα 5.11

Αντλία
Οδοντοτροχού

Σχήμα 5.12

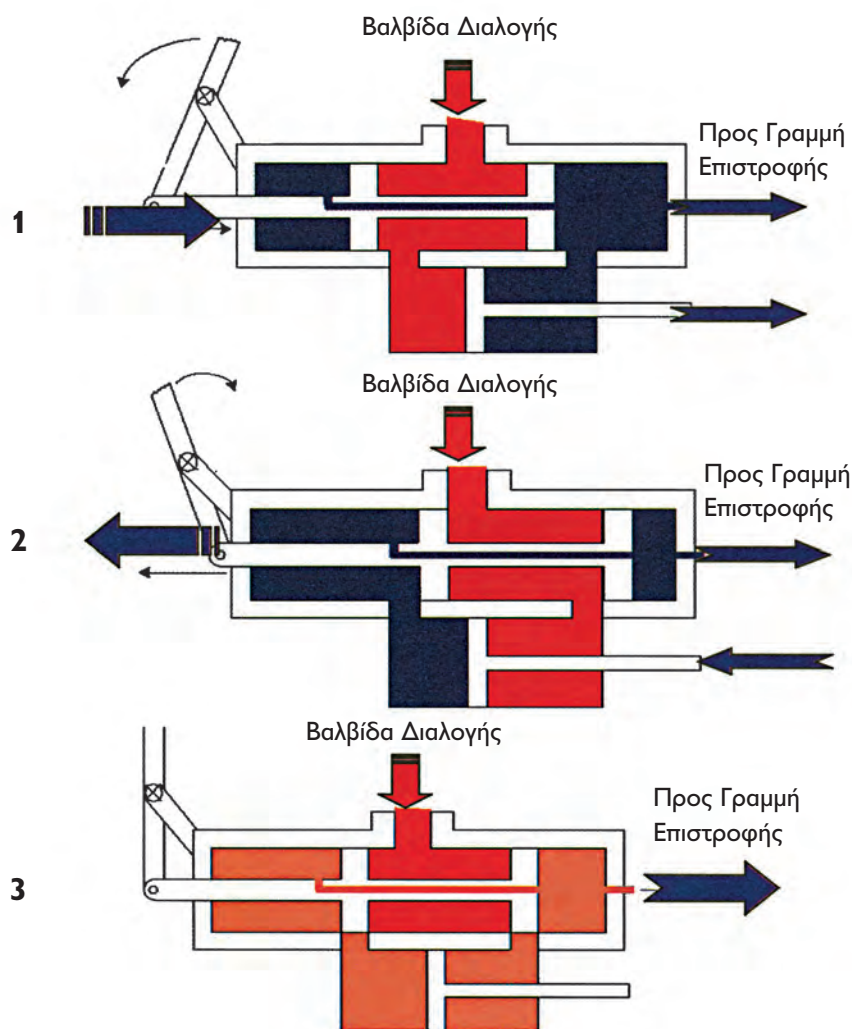
Αντλίες με
Πολλαπλά Έμβολα

5.2.4 Βαλβίδες

Οι πιο γνωστές και με ευρεία χρήση βαλβίδες είναι οι εξής:

Βαλβίδες Διαλογής. Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της διεύθυνσης κίνησης μίας μονάδας ενέργειας και την ασφάλιση της θέσης της. Παρέχουν την επιθυμητή διεύθυνση κίνησης του υγρού. Διακρίνονται σε ανοικτού και κλειστού κέντρου και χαρακτηρίζονται από τα στόμια που διαθέτουν. Ο αριθμός των στομιών προσδιορίζεται από τις απαιτήσεις του συστήματος. Οι περισσότερες βαλβίδες διαλογής έχουν τέσσερα στόμια. Το πρώτο στόμιο συνδέεται με την αντλία και το δεύτερο με τη γραμμή επιστροφής του συστήματος στη δεξαμενή.

Τα άλλα δύο συνδέονται με δύο στόμια δεξιά και αριστερά του εμβόλου του κυλίνδρου, για να είναι δυνατή η κίνηση του εμβόλου προς τα αριστερά ή δεξιά ανάλογα με τη θέση επιλογής. Στο σχήμα 5.13, απεικονίζεται μία βαλβίδα διαλογής με έμβολο στις τρεις θέσεις ρύθμισής της. Έχει τρία στόμια και ο χειριστής του α/φους μπορεί, ανάλογα με τη θέση του μοχλού ρύθμισης, να ανεβάσει ή να κατεβάσει π.χ. τα σκέλη του α/φους και να τα ακινητοποιήσει στην άνω ή κάτω θέση. Στο σχήμα 5.14, απεικονίζεται η αρχή λειτουργίας των βαλβίδων τεσσάρων στομιών που έχουν και τη μεγαλύτερη εφαρμογή.



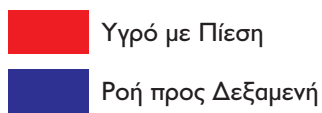
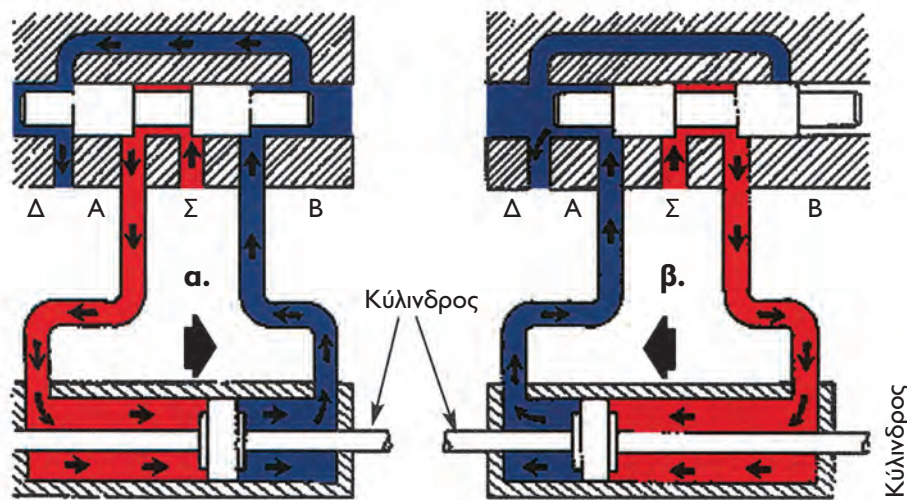
Σχήμα 5.13

Βαλβίδα Διαλογής
με Έμβολο
στις τρεις θέσεις
Επιλογής.

Θέση 1: Θέση έκτασης - καθόδου των σκελών ή των πτερυγίων καμπυλότητας.

Θέση 2: Θέση ανόδου των σκελών ή των πτερυγίων καμπυλότητας.

Θέση 3: Ουδέτερη θέση βαλβίδας



Σ : Στόμιο υδραυλικού συστήματος

Δ: Στόμιο δεξαμενής

A και B : Στόμιο A και B

α) Το έμβολο ωθείται προς τα δεξιά

β) Το έμβολο ωθείται προς τα αριστερά

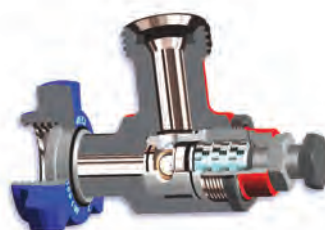
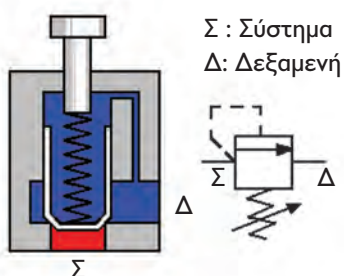
Σχήμα 5.14

Βαλβίδα Διαλογής
με τέσσερα Στόμια

Βαλβίδες Κλειστού Κέντρου. Όταν η βαλβίδα τίθεται σε θέση εκτός λειτουργίας (ουδέτερη θέση), τότε τα στόμια εισόδου και εξόδου κλείνουν και δεν εισέρχεται - εξέρχεται υγρό από αυτήν.

Βαλβίδες Ανοικτού Κέντρου. Σε ουδέτερη θέση λειτουργίας, τα στόμια εισόδου και εξόδου, είναι ανοικτά και το υγρό διέρχεται από τη βαλβίδα.

Βαλβίδες Ανακούφισης ή Ανακουφιστικές Βαλβίδες. Ανακουφίζουν την πίεση του συστήματος, όταν υπερβεί μία ορισμένη τιμή και το προστατεύουν από ζημιές π.χ. αύξηση της θερμοκρασίας. Η ανακούφιση της πίεσης επιτυγχάνεται με επιστροφή της απαιτούμενης ποσότητας υγρού στη δεξαμενή. Υπάρχουν διάφοροι τύποι με βασικό στοιχείο ένα ελατήριο, του οποίου η μέγιστη ένταση καθορίζει την ενεργοποίηση της ανακουφιστικής βαλβίδας (σχήμα 5.15).



Σχήμα 5.15

Βαλβίδα
Ανακούφισης

Οι βαλβίδες του κυρίου υδραυλικού συστήματος ανοίγουν σε συγκεκριμένη πίεση, αρκετά μεγαλύτερη της πίεσης λειτουργίας του, π.χ. τα κύρια υδραυλικά συστήματα των α/φών λειτουργούν με πίεση 3.000 psi και οι βαλβίδες ανακούφισης ρυθμίζονται να ανοίγουν σε πίεση 3.650 psi και να κλείνουν σε πίεση 3.190 psi.

Βαλβίδες Ελέγχου. Ελέγχουν την πίεση του συστήματος για να ανταποκριθεί στη ζήτηση. Είναι μίας διεύθυνσης και εμποδίζουν μερικώς ή ολικώς την κίνηση της ροής του υγρού στην αντίθετη κατεύθυνση.

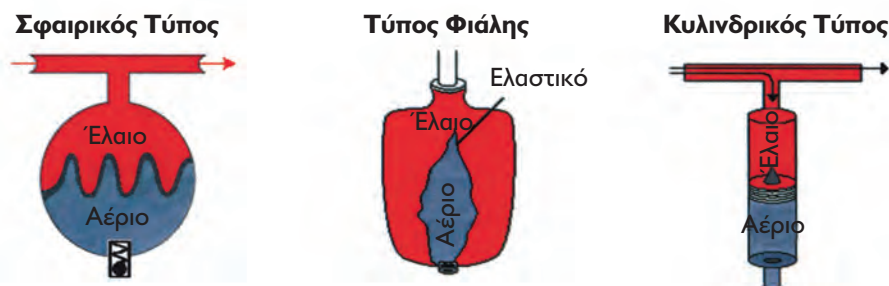
Διάφοροι Τύποι Βαλβίδων. Στα υδραυλικά συστήματα ενός σύγχρονου α/φους χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι βαλβίδων με συγκεκριμένη αποστολή. Υπάρχουν βαλβίδες ρύθμισης για την ομοιόμορφη κίνηση ενός εμβόλου, βαλβίδες μείωσης πίεσης ή στραγγαλιστικές βαλβίδες για τη λειτουργία υποσυστημάτων, βαλβίδες ασφαλείας για τη διακοπή της ροής, σε περίπτωση διαρροής υγρού, βαλβίδες ταχείας αποσύνδεσης για την αποφυγή απώλειας υγρού, σε περίπτωση αφαίρεσης στοιχείων του συστήματος στη διάρκεια εργασιών συντήρησης, κ.τ.λ.

5.2.5 Υδραυλικοί Συσσωρευτές

Είναι αποθήκες υγρού που διασφαλίζουν:

- Την απόσβεση ανεπιθύμητων διακυμάνσεων της πίεσης στο σύστημα.
- Τη λειτουργία σε περίπτωση βλάβης της αντλίας ισχύος.
- Την υποστήριξη της αντλίας σε συνθήκες υπερβολικής φόρτισης.
- Τη διατήρηση της πίεσης στην επιθυμητή σταθερή τιμή.

Οι βασικοί τύποι συσσωρευτών είναι (σχήμα 5.16): κυλινδρικοί με έμβολο και στεγανοποιητικά παρεμβάσματα καθώς και σφαιρικοί με διαφράγματα. Η αρχή λειτουργίας τους είναι ίδια. Ο συσσωρευτής έχει ένα χώρο, στον οποίο αποθηκεύεται αέριο με πίεση και ένα χώρο με υδραυλικό υγρό, που συνδέεται με το υδραυλικό σύστημα. Όταν αυξάνεται η πίεση του υδραυλικού συστήματος, μειώνεται ο όγκος του αερίου και αυξάνεται η πίεσή του και αντιστρόφως. Έτσι, αποσβένονται αυξομειώσεις της πίεσης του συστήματος. Επίσης, σε περίπτω-



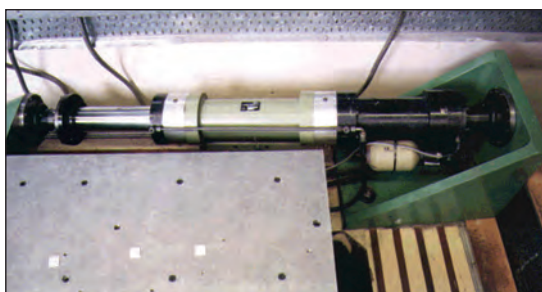
Σχήμα 5.16

Τύποι Υδραυλικών
Συσσωρευτών

ση βλάβης της αντλίας, η ποσότητα του αποθηκευμένου αερίου είναι ικανή να τροφοδοτήσει με πίεση το υδραυλικό σύστημα και να λειτουργήσει ορισμένες φορές.

5.2.6 Κύλινδροι Ενέργειας

Μετατρέπουν το έργο συμπίεσης του υγρού σε κίνηση και δημιουργούν την απαραίτητη δύναμη για την κίνηση π.χ. των επιφανειών ελέγχου. Αποτελούνται από το κύριο κυλινδρικό σώμα και ένα ή περισσότερα έμβολα με διάφορα στόμια εισόδου και εξόδου. Το άκρο του βάκτρου συνδέεται με το εξάρτημα και το θέτει σε κίνηση (σχήμα 5.17). Διακρίνονται σε απλής και διπλής ενέργειας.



α) Κλασικός Κύλινδρος Ενέργειας



β) Κύλινδροι Απλής Ενέργειας Ουραίου
Σκέλους Α/φους Concorde

Σχήμα 5.17

Κύλινδροι Ενέργειας

Απλής Ενέργειας. Έχει ένα στόμιο, από το οποίο το υγρό εισέρχεται με πίεση και κινεί το έμβολο, ενώ ταυτόχρονα πιέζει το ελατήριο. Όταν η πίεση του υγρού μειωθεί και η δύναμη που ασκεί στο έμβολο είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του ελατηρίου, το έμβολο επανέρχεται στην αρχική του θέση και ο αέρας εισέρχεται στο χώρο του ελατηρίου. Παρέχουν κίνηση σε μία διεύθυνση.

Διπλής Ενέργειας. Έχουν δύο στόμια και παρέχουν κίνηση σε δύο διευθύνσεις. Όταν το υγρό εισέρχεται από το ένα στόμιο με πίεση ωθεί το έμβολο στην αντίθετη διεύθυνση. Το υγρό εξέρχεται από το άλλο στόμιο και επιστρέφει μέσω της βαλβίδας διαλογής στη δεξαμενή. Αντιστρέφοντας τα στόμια εισόδου και εξόδου, το βάκτρο κινείται στην αντίθετη διεύθυνση. Με τον ίδιο κύλινδρο διπλής ενέργειας μπορεί να κατεβάσουμε και ανεβάσουμε το σύστημα προσγείωσης ενός α/φους, αλλάζοντας κάθε φορά τη διεύθυνση της ροής στα δύο στόμια. Εκτός από τους ανωτέρω βασικούς τύπους υπάρχουν και πιο εξελιγμένοι κύλινδροι ενέργειας με τρία στόμια και δύο έμβολα καθώς και με ηλεκτρικούς σερβομηχανισμούς (σχήμα 5.18).

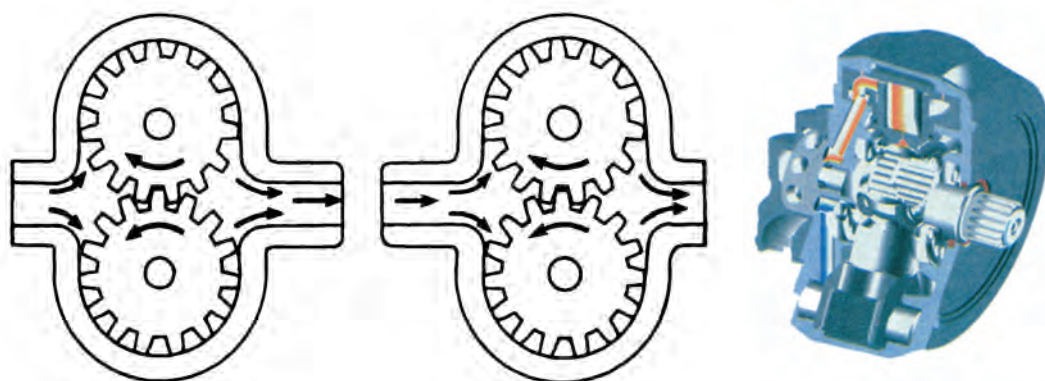


Σχήμα 5.18

Ηλεκτρομηχανικός
Κινητήρας

5.2.7 Υδραυλικοί Κινητήρες

Παράγουν περιστροφική ισχύ από την πίεση του υδραυλικού συστήματος. Η αρχή λειτουργίας τους είναι αντίστροφη αυτής της αντλίας. Η αντλία αυξάνει την πίεση και κινεί το υδραυλικό υγρό, ενώ ο κινητήρας λαμβάνει κίνηση από το υδραυλικό υγρό. Το υγρό ασκεί πίεση στα έμβολα του κινητήρα, τα οποία μετακινούνται και περιστρέφουν τον άξονά του. Στο σχήμα 5.19 α, απεικονίζεται συγκριτικά η λειτουργία μίας υδραυλικής αντλίας και ενός κινητήρα και στο σχήμα 5.19 β η τομή ενός υδραυλικού κινητήρα με τα εξαρτήματά του.

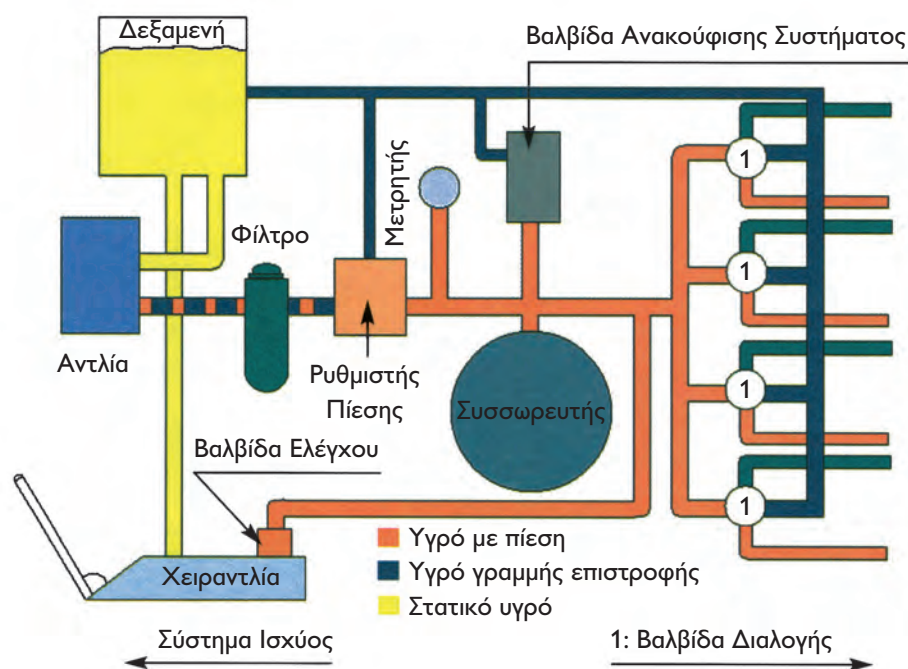


Σχήμα 5.19

Υδραυλικός
Κινητήρας

α) Αντλία και Υδραυλικός Κινητήρας

β) Τομή Υδραυλικού Κινητήρα



Σχήμα 5.20

Απλό Υδραυλικό
Σύστημα
Κλασσικών Α/φων

5.2.8 Απλό Υδραυλικό Σύστημα

Στο σχήμα 5.20, απεικονίζεται ένα απλό υδραυλικό σύστημα ελαφρών α/φών, που ενεργοποιεί τις επιφάνειες ελέγχου. Λειτουργεί ως εξής: Το υγρό διέρχεται από το φίλτρο και το ρυθμιστή πίεσης, γεμίζει το συσσωρευτή, φθάνει στις βαλβίδες διαλογής και θέτει σε κίνηση τους κυλίνδρους ενέργειας ή επιστρέφει στη δεξαμενή. Η ανακουφιστική βαλβίδα διατηρεί την πίεση στα επιτρεπτά όρια και ο ρυθμιστής πίεσης διατηρεί την πίεση μεταξύ δύο προκαθορισμένων ορίων.

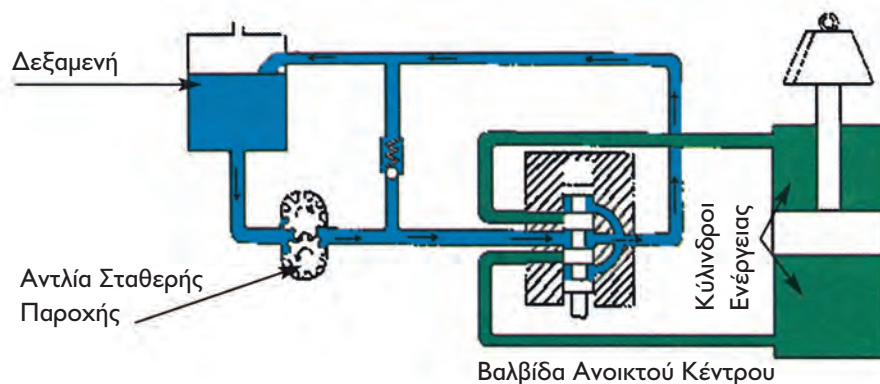
5.2.9 Υδραυλικά Συστήματα Ανοικτού και Κλειστού Κέντρου

α. Υδραυλικό Σύστημα Ανοικτού Κέντρου. Έχει ροή υγρού, όταν λειτουργεί η αντλία, χωρίς όμως πίεση, μέχρι να ενεργοποιηθεί κάποιος κύλινδρος ενέργειας. Αποτελείται από: μία δεξαμενή, μία αντλία σταθερής παροχής, μία βαλβίδα ανακούφισης, μία ή περισσότερες βαλβίδες διαλογής ανοικτού κέντρου και έναν ή περισσότερους κυλίνδρους ενέργειας. Όταν λειτουργεί ο κύλινδρος και η βαλβίδα διαλογής, η βαλβίδα ανακούφισης περιορίζει την πίεση. Το υγρό διέρχεται μέσα από τη βαλβίδα διαλογής ανοικτού κέντρου σε ουδέτερη θέση και επιστρέφει στη δεξαμενή χωρίς αύξηση της πίεσης (σχήμα 5.21α). Οι βαλβίδες διαλογής συνδέονται εν σειρά ή παράλληλα.

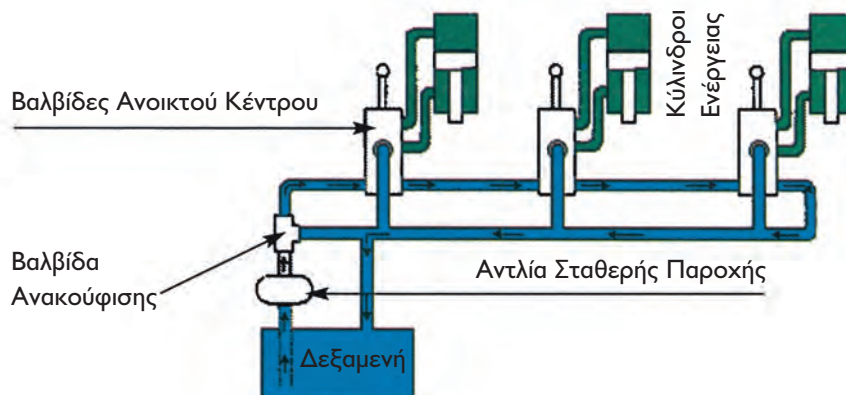
Σε ένα σύστημα με τρεις βαλβίδες διαλογής ανοικτού τύπου, εν σειρά και σε ουδέτερη θέση (σχήμα 5.21 β) το υγρό διέρχεται από όλες και επιστρέφει στη δεξαμενή. Όταν είναι σε θέση λειτουργίας μία μόνο βαλβίδα διαλογής, το υγρό μετακινείται με πίεση προς τον κύλινδρο ενέργειας. Καθώς ο κύλινδρος ενέργειας κινείται, το υγρό μπροστά από το έμβολο ωθείται προς την επόμενη βαλβίδα διαλογής, διέρχεται μέσω αυτής και της επόμενης, επειδή είναι σε ουδέτερη θέση και επιστρέφει στη δεξαμενή. Στο τέλος της διαδρομής του κυλίνδρου ενέργειας, το υγρό σταματάει να κινείται, αυξάνεται η πίεσή του, ενεργοποιείται η βαλβίδα ανακούφισης και το υγρό επιστρέφει μέσω αυτής στη δεξαμενή.

Σε ένα σύστημα με τρεις βαλβίδες διαλογής ανοικτού τύπου, ταυτόχρονα παράλληλα και εν σειρά σε ουδέτερη θέση, το υγρό διέρχεται από αυτές και επιστρέφει στη δεξαμενή. Όταν μία βαλβίδα τεθεί σε λειτουργία το υγρό τροφοδοτεί τις άλλες δύο μέσω της παράλληλης σύνδεσης. Όταν και οι τρεις βαλβίδες είναι σε θέση λειτουργίας, τότε λειτουργούν με βάση τη ζήτηση ισχύος του κυλίνδρου ενέργειας, δηλ. πρώτα λειτουργεί ο κύλινδρος με την ελάχιστη ζήτηση σε πίεση υγρού (σχήμα 5.21 γ).

β. Υδραυλικό Σύστημα Κλειστού Κέντρου. Το υγρό έχει πίεση σε ολόκληρο το σύστημα, όταν λειτουργεί η αντλία. Αποτελείται από: μία δεξαμενή, μία αντλία, μία βαλβίδα ανακούφισης, έναν ή περισσότερους κυλίνδρους ενέργειας και τρεις βαλβίδες διαλογής κλειστού κέντρου, η κάθε μία από τις οποίες ενεργοποιεί διαφορετικό κύλινδρο ενέργειας και κάθε μία είναι σε διαφορετική θέση

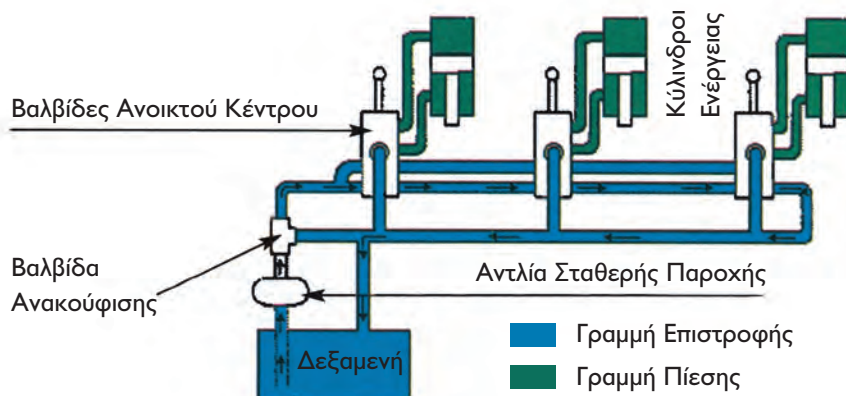


α) Υδραυλικό Σύστημα με μία Βαλβίδα Ανοικτού Κέντρου σε Ουδέτερη Θέση.
Το υγρό διέρχεται από τη βαλβίδα και επιστρέφει στη δεξαμενή



β) Τρεις Βαλβίδες Ανοικτού Κέντρου εν Σειρά σε Ουδέτερη Θέση.

Όταν οι βαλβίδες είναι σε ουδέτερη θέση, το υγρό διέρχεται από αυτές και επιστρέφει στη δεξαμενή. Εάν μία είναι σε θέση λειτουργίας, το υγρό, που εξέρχεται από τον κύλινδρο ενέργειάς της, εισέρχεται στην επόμενη βαλβίδα.



Σχήμα 5.21

Υδραυλικό Σύστημα
Ανοικτού Κέντρου

γ) Υδραυλικό Σύστημα με τρεις Βαλβίδες Ανοικτού Κέντρου εν Σειρά και Παράλληλα Εγκατεστημένες σε Ουδέτερη Θέση.

Όταν οι βαλβίδες είναι σε ουδέτερη θέση, το υγρό διέρχεται από αυτές και επιστρέφει στη δεξαμενή.

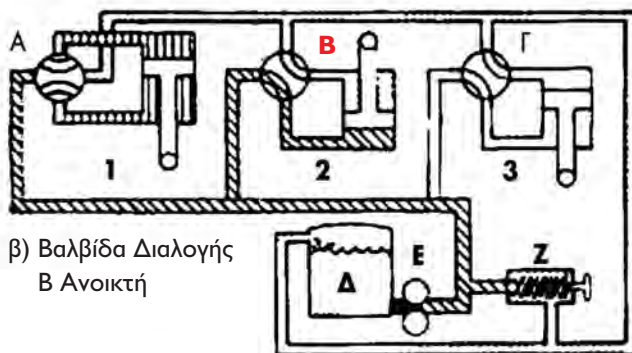
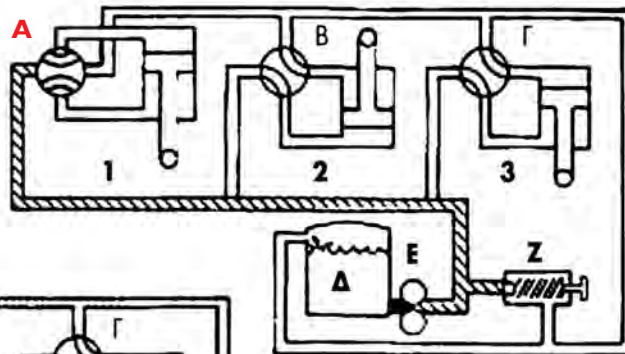
λειτουργίας. Η αντλία ωθεί το υγρό στις τρεις βαλβίδες διαλογής κλειστού κέντρου, όπου λαμβάνουν χώρα τα ακόλουθα (σχήμα 5.22):

Βαλβίδα Διαλογής Α (σχήμα 5.22α): Επειδή το στόμιο της είναι κλειστό, το υγρό παγιδεύεται και ασφαλίζει το έμβολο του κυλίνδρου ενέργειας.

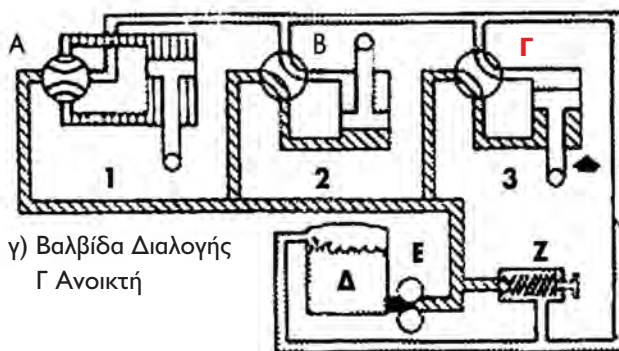
Βαλβίδα Διαλογής Β (σχήμα 5.22β): Επειδή το στόμιο της είναι ανοικτό, το υγρό πιέζει το έμβολο του κυλίνδρου ενέργειας που κινείται προς τα έξω και ενεργοποιεί τον επιθυμητό μηχανισμό.

Βαλβίδα Διαλογής Γ (σχήμα 5.22γ): Κατά αναλογία προς την προηγούμενη περίπτωση, ο κύλινδρος ενέργειας κινείται προς τα μέσα και το υγρό μπροστά από το έμβολο επιστρέφει στη δεξαμενή.

α) Βαλβίδα Διαλογής Α Κλειστή



β) Βαλβίδα Διαλογής Β Ανοικτή



γ) Βαλβίδα Διαλογής Γ Ανοικτή



A,B,Γ : Βαλβίδες Διαλογής
Δ : Δεξαμενή
E : Αντλία
Z : Βαλβίδα Ανακούφισης
1, 2 και 3 : Κύλινδροι Ενέργειας

Σχήμα 5.22

Υδραυλικό Σύστημα Κλειστού Κέντρου

5.3 Υδραυλικά Συστήματα Ανάγκης

Τα α/φη, σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές, προβλέπεται να έχουν τα εξής συστήματα ανάγκης: ένα υδραυλικό για την κίνηση των επιφανειών ελέγχου, ένα πνευματικό για τη λειτουργία του συστήματος πέδησης και ένα μηχανικό σύστημα για το κατέβασμα των σκελών.

Το υδραυλικό σύστημα ανάγκης αποτελείται από τη δεξαμενή υγρού, μία αντλία, τις σωληνώσεις και το διακόπτη χειρισμού στο χώρο διακυβέρνησης. Η αντλία του συστήματος ανάγκης μπορεί να είναι χειροκίνητη, να παίρνει κίνηση από ηλεκτροκινητήρα ή στροβιλοκινητήρα και να είναι τελείως ανεξάρτητη από την πηγή ισχύος του κυρίου υδραυλικού συστήματος. Οι δεξαμενές υγρού των δύο συστημάτων έχουν, συνήθως, το ίδιο στόμιο πλήρωσης. Τα πνευματικά συστήματα ανάγκης, έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας με τα κύρια πνευματικά συστήματα που εξετάζονται στο κεφάλαιο 6.

Περίληψη του 5ου Κεφαλαίου

Τα υδραυλικά συστήματα των α/φών, χαρακτηρίζονται ως υδραυλικά συστήματα ισχύος, επειδή κάποια πηγή ισχύος δημιουργεί πίεση στο υδραυλικό υγρό. Χρησιμοποιούνται για την κίνηση του συστήματος προσγείωσης, των επιφανειών ελέγχου, κ.τ.λ.. Πλεονεκτούν έναντι άλλων συστημάτων και έχουν μεγάλο συντελεστή απόδοσης.

Για τον υπολογισμό των δυνάμεων στα έμβολα των υδραυλικών κυλίνδρων, χρησιμοποιούνται οι υδραυλικοί όροι, όπως επιφάνεια, πίεση, δύναμη, όγκος και διαδρομή εμβόλου. Τα υγρά διέπονται από την αρχή του Pascal, σύμφωνα με την οποία η πίεση που εφαρμόζεται σε ένα ακίνητο ρευστό μεταδίδεται αμετάβλητη σε κάθε περιοχή του ρευστού. Στα υδραυλικά συστήματα αξιοποιείται το μηχανικό πλεονέκτημα, σύμφωνα με το οποίο η αναλογία των εμβαδών της διατομής των εμβόλων δύο κυλίνδρων ενός υδραυλικού συστήματος, καθορίζει την αναλογία των δυνάμεων που ασκούνται στα έμβολα.

Τα υδραυλικά υγρά έχουν χαμηλό ιξώδες, χημική ευστάθεια και αυξημένο σημείο ανάφλεξης και καύσης. Είναι ευπαθή σε μόλυνση από ξένα σωματίδια και λάδια. Στα α/φη χρησιμοποιούνται υδραυλικά υγρά, βάσης φυτικού λαδιού και πετρελαίου και συνθετικής βάσης.

Το υδραυλικό σύστημα αποτελείται από: δεξαμενή υγρού, αντλίες, ρυθμιστές πίεσης, φίλτρα, υδραυλικούς συσσωρευτές, σωληνώσεις, υδραυλικούς κινητήρες, κυλίνδρους ενέργειας και διάφορες βαλβίδες. Οι δεξαμενές υγρού

έχουν φίλτρα, βαλβίδες αποκατάστασης και ενδείκτες στάθμης και μπορεί να είναι εξωτερικές ή εσωτερικές και με ατμοσφαιρική αποκατάσταση ή συμπιεζόμενες. Οι αντλίες διακρίνονται σε αντλίες ισχύος και χειροκίνητες και μπορεί να είναι με σταθερή ή μεταβλητή παροχή. Χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι βαλβίδων, όπως βαλβίδες διαλογής, ανακούφισης, ελέγχου, βαλβίδες μείωσης πίεσης, στραγγαλιστικές, ασφαλείας, ταχείας αποσύνδεσης, κ.τ.λ. Για την αποθήκευση του υγρού, χρησιμοποιούνται οι υδραυλικοί συσσωρευτές, που είναι συνήθως κυλινδρικού τύπου με έμβολα και στεγανοποιητικά παρεμβάσματα και σφαιρικού με διαφράγματα. Κύριο στοιχείο του υδραυλικού συστήματος, είναι οι κύλινδροι ενέργειας, που μετατρέπουν το έργο συμπίεσης του υγρού σε κίνηση. Μπορεί να είναι απλής και διπλής ενέργειας. Οι υδραυλικοί κινητήρες παράγουν περιστροφική ισχύ από την πίεση του υδραυλικού συστήματος. Τα υδραυλικά συστήματα διακρίνονται σε ανοικτού και κλειστού κέντρου. Τα α/φη έχουν βοηθητικά συστήματα και συστήματα ανάγκης, που είναι ανεξάρτητα από το κύριο υδραυλικό σύστημα.

1. Αναφέρατε τα κύρια πλεονεκτήματα των υδραυλικών συστημάτων.
2. Η απόδοση των υδραυλικών συστημάτων είναι μικρή ή μεγάλη;
3. Αναφέρατε δύο υδραυλικούς όρους.
4. Τι ονομάζουμε μήκος διαδρομής εμβόλου;
5. Πότε διαστέλλονται ή συστέλλονται τα υγρά;
6. Αναφέρατε το νόμο ή την αρχή του Pascal.
7. Ποιος από τους νόμους Bernoulli ή Pascal ισχύει όταν:
 - α) Το υγρό είναι σε κίνηση; β) Σε ακινησία σε δοχείο;
8. Αναφέρατε τι δηλώνει το μηχανικό πλεονέκτημα.
9. Αναφέρατε τα είδη μόλυνσης.
10. Αναφέρατε τα κύρια στοιχεία ενός υδραυλικού συστήματος.
11. Τα α/φη που πετούν σε μεγάλα ύψη έχουν δεξαμενές υδραυλικού υγρού με ατμοσφαιρική αποκατάσταση ή με συμπίεση και γιατί;
12. Αναφέρατε τα κύρια στοιχεία μίας δεξαμενής υδραυλικού υγρού.
13. Σε ποια συστήματα χρησιμοποιούνται οι χειροκίνητες αντλίες;
14. Σε τι διαφέρουν οι αντλίες σταθερής παροχής από τις αντλίες μεταβλητής παροχής;

15. Αναφέρατε τα είδη των αντλιών του υδραυλικού συστήματος με βάση το μηχανισμό άντλησης.
16. Πού χρησιμοποιούνται οι βαλβίδες διαλογής;
17. Μία βαλβίδα ανοικτού κέντρου είναι σε ουδέτερη θέση. Το υγρό διέρχεται ή όχι μέσω της βαλβίδας;
18. Μία βαλβίδα κλειστού κέντρου είναι σε ουδέτερη θέση. Το υγρό διέρχεται ή όχι μέσω της βαλβίδας;
19. Σε τι χρησιμεύει η βαλβίδα ανακούφισης σε ένα υδραυλικό σύστημα;
20. Σε τι χρησιμεύει μία βαλβίδα ελέγχου σε ένα υδραυλικό σύστημα;
21. Οι βαλβίδες ελέγχου είναι μίας ή δύο διευθύνσεων;
22. Τι χρησιμεύουν οι υδραυλικοί συσσωρευτές στο υδραυλικό σύστημα;
23. Σε τι χρησιμεύει οι κύλινδροι ενέργειας σε ένα υδραυλικό σύστημα;
24. Πόσα στόμια έχουν οι κύλινδροι απλής ενέργειας και πόσα οι διπλής;
25. Ποιοι κύλινδροι ενέργειας είναι μίας διεύθυνσης και ποιοι δύο διευθύνσεων;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 5ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Έλεγχος Μόλυνσης.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να καθαρίζει επιμελώς τα στοιχεία του υδραυλικού συστήματος.
- Να αντικαθιστά παρεμβάσματα και φίλτρα με τα προβλεπόμενα από τα τεχνικά εγχειρίδια.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Ροπόκλειδα, παρεμβάσματα, διαλυτικά ξηρού καθαρισμού.

Εργασίες κατά βήματα.

Για τον έλεγχο της μόλυνσης ακολουθούμε τις εξής διαδικασίες:

1. Διατηρούμε το χώρο εργασίας και τα εργαλεία καθαρά.
2. Καθαρίζουμε, με διαλυτικά ξηρού καθαρισμού, την περιοχή του υδραυλικού συστήματος πριν την αποσύνδεση των σωληνώσεων.

3. Συλλέγουμε το υγρό, που χύνεται στις εργασίες αποσυναρμολόγησης και αφαίρεσης εξαρτημάτων του συστήματος, σε δοχείο.
4. Τοποθετούμε κατάλληλα πώματα στις σωληνώσεις και τους συνδέσμους μετά την αποσύνδεση της σωλήνωσης.
5. Πλένουμε όλα τα εξαρτήματα με διαλυτικά ξηρού καθαρισμού.
6. Στεγνώνουμε τα εξαρτήματα και εν συνεχεία τα λιπαίνουμε με κατάλληλο λιπαντικό ή υδραυλικό υγρό.
7. Αντικαθιστούμε τα παρεμβάσματα με τα προβλεπόμενα σε κάθε επανασυναρμολόγηση.
8. Συνδέουμε τους συνδέσμους και συσφίγγουμε τα εξαρτήματα με την προβλεπόμενη ροπή σύσφιξης, με ροπόκλειδο.
9. Διατηρούμε καθαρό τον εξοπλισμό εξυπηρέτησης υδραυλικού.

Σημείωση: Σε περίπτωση μόλυνσης καθαρίζουμε πολύ καλά τα φίλτρα. Εάν απαιτηθεί τα αντικαθιστούμε.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Δοκιμή Μόλυνσης.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να παίρνει δείγμα υγρού από το υδραυλικό σύστημα.
- Να δοκιμάζει το δείγμα υγρού στη συσκευή ελέγχου μόλυνσης.
- Να αναγνωρίζει το μολυσμένο υγρό ή το υγρό σε αποσύνθεση.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Κλειδιά, ροπόκλειδα, συσκευή ελέγχου μόλυνσης.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Παίρνουμε δείγματα υγρού από το υδραυλικό σύστημα, σύμφωνα με τις οδηγίες που αναφέρονται στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους.
2. Εάν το υδραυλικό σύστημα έχει βαλβίδες αποστράγγισης, παίρνουμε δείγματα από αυτές.
3. Μερικά συστήματα ελέγχου μόλυνσης προβλέπουν σύριγγα λήψης δείγματος υγρού.
4. Εάν το υδραυλικό σύστημα δεν έχει βαλβίδες αποστράγγισης, αποσυνδέουμε τη γραμμή υδραυλικού.

5. Κατά τη δειγματοληψία, το σύστημα πρέπει να έχει λίγη πίεση για να τρέξει το υγρό προς τα έξω. Εάν το υδραυλικό σύστημα δεν έχει πίεση, μπορεί οι ακαθαρσίες να κυκλοφορήσουν στο σύστημα.
6. Βάζουμε το δείγμα υδραυλικού υγρού στη συσκευή ελέγχου μόλυνσης.
7. Συγκρίνουμε το χρώμα του φίλτρου της συσκευής μόλυνσης με το συγκριτικό φίλτρο της συσκευής.
8. Το φίλτρο σκουραίνει ανάλογα με το βαθμό μόλυνσης.
9. Γεμίζουμε μία φιάλη με δείγματα υγρού όμοια με το μολυσμένο υγρό που διαθέτει το εργαστήριο.
10. Συγκρίνουμε το χρώμα του δείγματος υγρού που πήραμε από το υδραυλικό σύστημα, με το χρώμα του υγρού της φιάλης.
11. Εάν το δείγμα υδραυλικού υγρού που πήραμε από το υδραυλικό σύστημα, είναι πιο σκούρο από το υγρό της φιάλης που εξομοιώνει το χρώμα του μολυσμένου υγρού, τότε το υδραυλικό υγρό του συστήματος είναι σε αποσύνθεση. Ορισμένες φορές απαιτείται και χημική δοκιμή που περιλαμβάνει έλεγχο ιξώδους, υγρασίας και σημείου ανάφλεξης.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Αντικατάσταση Παρεμβάσματος Βαλβίδας Υδραυλικού Συστήματος.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να κλείνει την παροχή υδραυλικού υγρού.
- Να αποσυνδέει και να αντικαθιστά μία βαλβίδα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Βαλβίδα, παράκυκλους και στεγανοποιητικά παρεμβάσματα.

Εργασίες κατά βήματα

1. Κλείνουμε την παροχή υγρού του υδραυλικού συστήματος.
2. Αποσυμπιέζουμε το σύστημα.
3. Αποσυνδέουμε τη βαλβίδα από τη βάση στήριξής της (σχήμα Α.5.1α και β) κρατώντας κόντρα το κλειδί στη μία πλευρά.
4. Βάζουμε καινούργιο στεγανοποιητικό παρέμβασμα στη βαλβίδα και την τοποθετούμε στη βάση στήριξής της (σχήμα Α.5.1 γ).

5. Βάζουμε καινούργιο στεγανοποιητικό παρέμβασμα στη σύνδεση της βαλβίδας με τη σωλήνωση και κοχλιώνουμε το περικόχλιο του ακροσωληνίου.
6. Ανοίγουμε την παροχή του υδραυλικού υγρού του συστήματος και ελέγχουμε για τυχόν διαρροή.

**Σχήμα Α.5.1**

Αντικατάσταση Βαλβίδας Υδραυλικού συστήματος Ελαφρού Αίφους Πτέρυγας

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Σύνδεση Υδραυλικών Σωλήνων.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

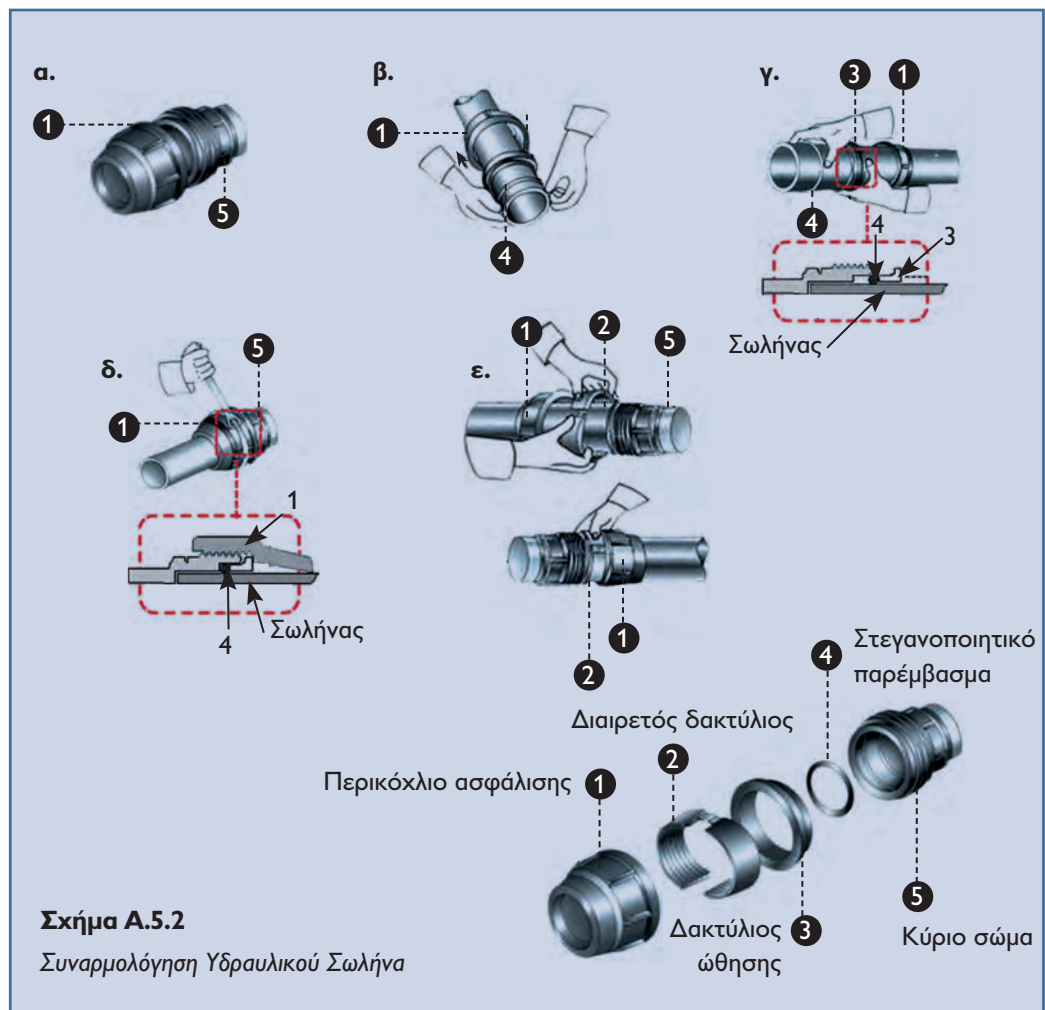
- Να συνδέει δύο σωλήνες στο υδραυλικό σύστημα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Σωλήνες, ακροσωλήνια και γαλλικό κλειδί.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Ξεβιδώνουμε το περικόχλιο ασφάλισης (1) και αφαιρούμε το διαιρετό δακτύλιο (2), το δακτύλιο ώθησης (3) και το στεγανοποιητικό παρέμβασμα (4) από το κύριο σώμα (5), (σχήμα Α.5.2α).
2. Περνάμε στο σωλήνα το περικόχλιο ασφάλισης (1), το δακτύλιο ώθησης (3) και το παρέμβασμα (4) στο σωλήνα (σχήμα Α.5.2β).
3. Σπρώχνουμε το σωλήνα μέσα στο κύριο σώμα, μέχρι να φθάσει στη βάση του. Σπρώχνουμε το στεγανοποιητικό παρέμβασμα (4) με το δακτύλιο ώθησης (3) μέχρι το κύριο σώμα (5), (σχήμα Α.5.2γ).
4. Βιδώνουμε το περικόχλιο ασφάλισης (1) με γαλλικό κλειδί, μέχρι το στεγανοποιητικό παρέμβασμα (4) να πάρει την οριστική θέση του. Ξεβιδώνουμε το περικόχλιο ασφάλισης (1), (σχήμα Α.5.2δ).
5. Τοποθετούμε το διαιρετό δακτύλιο (2) στο σωλήνα, περνάμε το περικόχλιο ασφάλισης (1) πάνω στο διαιρετό δακτύλιο (2) και σφίγγουμε το περικόχλιο ασφάλισης με κλειδί, (σχήμα Α.5.2ε).



ΑΣΚΗΣΗ 5η

Δοκιμή Θραύσης Ελαστικών Σωληνώσεων Υδραυλικού Συστήματος.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να δοκιμάζει ελαστικές σωληνώσεις του υδραυλικού συστήματος των α/φών σε θραύση.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Δοκιμαστήριο ελαστικών σωληνώσεων και ελαστικός σωλήνας.

Εργασίες κατά βήματα.

α. Έλεγχος Συσκευής και Ρυθμίσεις

1. Ελέγχουμε την ποσότητα του υδραυλικού υγρού στη δεξαμενή.

2. Συνδέουμε την παροχή αέρα της αντλίας.
3. Ανοίγουμε τη βαλβίδα διακοπής.
4. Θέτουμε το ρυθμιστή πίεσης στη θέση μηδενικής πίεσης.

β. Σύνδεση Ελαστικού Σωλήνα στη Συσκευή

1. Ανοίγουμε το καπάκι της συσκευής (σχήμα Α.5.3).
2. Επιλέγουμε τον κατάλληλο σε μέγεθος προσαρμογέα με το στεγανοποιητικό του δακτύλιο.
3. Εγκαθιστούμε έναν προσαρμογέα σε ένα από τα στόμια της πολλαπλής εξόδου πίεσης και πολλαπλής εισόδου πίεσης.
4. Κλείνουμε, με κατάλληλα πώματα - προσαρμογείς, τα στόμια της πολλαπλής πίεσης που δε θα χρησιμοποιηθούν.
5. Συνδέουμε το ένα άκρο της ελαστικής σωλήνωσης που θα δοκιμάσουμε, στον προσαρμογέα εξόδου της πολλαπλής πίεσης και το άλλο άκρο στον προσαρμογέα εισόδου της, που εγκαταστήσαμε.
6. Κλείνουμε το καπάκι της συσκευής.



Σχήμα Α.5.3

Δοκιμαστήριο
Δοκιμής Ελαστικών
Σωληνώσεων
Υδραυλικού
Συστήματος Α/φών

γ. Δοκιμή Θραύσης Ελαστικού Σωλήνα

1. Κλείνουμε τη βαλβίδα διακοπής.
2. Γυρίζουμε σιγά - σιγά το ρυθμιστή πίεσης. Η πίεση αυξάνεται στην ελαστική σωλήνωση, καθώς περιστρέφουμε το ρυθμιστή πίεσης. Στον πίνακα οργάνων της συσκευής δοκιμής πίεσης, υπάρχουν ενδείξεις της μέγιστης πίεσης δοκιμής θραύσης. Επίσης, η θέση του ρυθμιστή πίεσης στη μέγιστη πίεση θραύσης, έχει κόκκινη ένδειξη.

ΑΣΚΗΣΗ 6η

Δοκιμή Διαρροής Ελαστικών Σωληνώσεων Υδραυλικού Συστήματος.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να εκτελεί έλεγχο δοκιμής διαρροής των ελαστικών σωληνώσεων του υδραυλικού συστήματος του α/φους στο δοκιμαστήριο.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Δοκιμαστήριο ελαστικών σωληνώσεων και ελαστικό σωλήνα.

Εργασίες κατά βήματα.

Η πίεση δοκιμής των ελαστικών σωληνώσεων σε διαρροή καθορίζεται στις προδιαγραφές MIL- H - 5593 και MIL -H -8794.

Οι εργασίες κατά βήματα είναι ανάλογες με αυτές της πίεσης δοκιμής των ελαστικών σωληνώσεων σε θραύση.

Εργασίες

Εντοπίστε στο διαδίκτυο προγράμματα εξομοίωσης υδραυλικών συστημάτων α/φών και εξοικειωθείτε με τη λειτουργία τους. Υπάρχουν πολυάριθμα προγράμματα επίδειξης λειτουργίας υδραυλικών συστημάτων α/φών.

6.1 Γενικά

Τα πνευματικά συστήματα έχουν όμοια εξαρτήματα και την ίδια αρχή λειτουργίας με τα υδραυλικά, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιούν ως μέσον εργασίας αέρα, αντί υγρό. Η βασική διαφορά του αέρα από το υγρό, ως μέσον εργασίας, είναι ότι ο αέρας είναι συμπιεστός, ενώ τα υγρά σχεδόν ασυμπίεστα. Χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια στα α/φ ως κύρια συστήματα, αλλά πολύ συχνά ως συστήματα ανάγκης παροχής αέρα πίεσης για τη λειτουργία των υδραυλικών υποσυστημάτων. Χρησιμοποιούνται γενικά για τη λειτουργία: α) Του συστήματος πέδησης, β) Διατάξεων ανάγκης, γ) Μηχανισμών για το άνοιγμα και κλείσιμο θυρών.

6.2 Συμπίεση Αέρα

Τα πνευματικά συστήματα των α/φών, διακρίνονται σε υψηλής, μέσης και χαμηλής πίεσης. Η πίεση λειτουργίας εξαρτάται από τις απαιτήσεις του συστήματος.

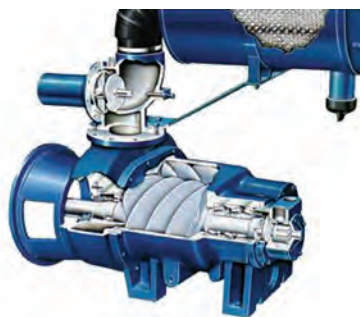
Συστήματα Υψηλής Πίεσης. Ο αέρας αποθηκεύεται σε μεταλλικές, συνήθως χαλύβδινες φιάλες (σχήμα 6.1) με πίεση από 1.000 έως 3.000 p.s.i. Οι φιάλες έχουν δύο βαλβίδες, μία για πλήρωση από αεροσυμπιεστή στο έδαφος και μία για έλεγχο της λειτουργίας και διακοπής της παροχής αέρα. Κύριο μειονέκτημα της φιάλης είναι η περιορισμένη παροχή αέρα, με συνέπεια να χρησιμοποιείται μόνο ως εφεδρική πηγή λειτουργίας των συστημάτων ανάγκης, όπως του συστήματος προσγείωσης.

Ορισμένα α/φ έχουν αεροσυμπιεστές για την πλήρωση των φιαλών εν πτήση, όταν απαιτηθεί. Οι αεροσυμπιεστές είναι διαφόρων τύπων, όπως παλινδρομικοί με έμβολα, κοχλιωτοί ή φυγοκεντρικοί και αξονικοί με κύριο χαρακτηριστικό διάκρισης τον αριθμό των βαθμίδων. Στο σχήμα 6.2, απεικονίζεται ένας τυπικός αεροσυμπιεστής κοχλιωτού τύπου για πνευματικά συστήματα υψηλής πίεσης.



Σχήμα 6.1

Φιάλη Αέρα
Υψηλής Πίεσης



Σχήμα 6.2

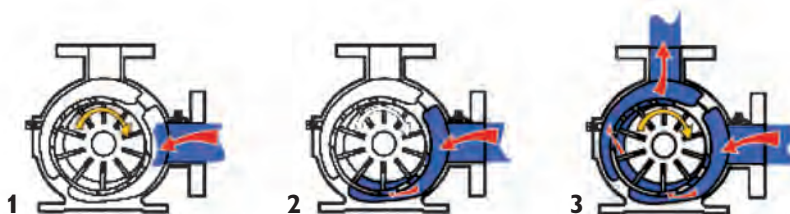
Τυπικός
Αεροσυμπιεστής
Κοχλιωτού Τύπου

Συστήματα Μέσης Πίεσης. Λειτουργούν σε πιέσεις από 100 έως 150 p.s.i. και δεν έχουν φιάλη. Χρησιμοποιούνται στα α/φη με στροβιλοκινητήρα. Ο αέρας αντλείται από το συμπιεστή του στροβιλοκινητήρα και με σωληνώσεις μεταφέρεται στις μονάδες ελέγχου πίεσης, όπου ρυθμίζεται η πίεσή του στην επιθυμητή τιμή. Στη συνέχεια ο αέρας μεταφέρεται με σωληνώσεις στους κυλίνδρους ενέργειας.

Συστήματα Χαμηλής Πίεσης. Χρησιμοποιούνται συνήθως, σε α/φη με εμβολοφόρους κινητήρες. Ο αέρας παρέχεται συνήθως, από αντλίες τύπου περυγίων, που παίρνουν κίνηση από τους κινητήρες του α/φους ή από ηλεκτροκινητήρες. Η αντλία τύπου περυγίων αποτελείται από το κύριο σώμα με δύο στόμια, τον άξονα κίνησης και τα περύγια. Ο άξονας και τα περύγια έχουν σχισμές και τα περύγια κινούνται μέσα στον άξονα ακτινωτά. Ο άξονας είναι εκκεντρικά τοποθετημένος, με συνέπεια να δημιουργούνται από τα περύγια, θάλαμοι διαφορετικού όγκου. Τα περύγια κινούνται προς τα τοιχώματα της αντλίας λόγω της φυγοκέντρου δύναμης. Όταν η αντλία λειτουργεί, ο αέρας εισέρχεται στο μεγάλο θάλαμο και, καθώς ο άξονας περιστρέφεται ο παγιδευμένος αέρας του εισέρχεται στον επόμενο θάλαμο, που είναι μικρότερος, συμπιέζεται και εισέρχεται στον επόμενο θάλαμο και η διαδικασία συνεχίζεται, μέχρι το στόμιο εξόδου. Η αρχή λειτουργίας μίας αντλίας τύπου περυγίων απεικονίζεται σε τρεις φάσεις στο σχήμα 6.3.

Σχήμα 6.3

Αντλία Αέρα
Χαμηλής Πίεσης
Τύπου Πτερυγίων



6.3 Βασικά Στοιχεία Πνευματικού Συστήματος

Γενικά. Τα πνευματικά συστήματα έχουν πολλές ομοιότητες με τα υδραυλικά, με βασική διαφορά ότι δεν έχουν χειραντλίες, συσσωρευτές, δεξαμενές, ρυθμιστές και μηχανοκίνητες ή ηλεκτροκίνητες αντλίες. Τα στοιχεία των πνευματικών συστημάτων, ενώ έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας με αυτά των υδραυλικών, διαφέρουν στην κατασκευή τους.

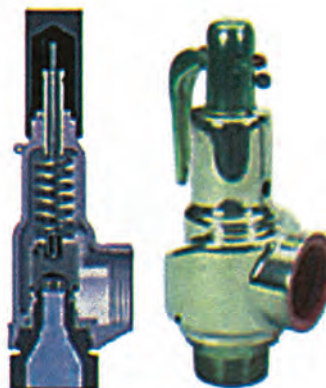
Βαλβίδες Ανακούφισης. Περιορίζουν την πίεση από υπερβολική αύξηση και προστατεύουν τα στοιχεία του συστήματος από ζημιές, όπως βλάβες στις σωληνώσεις και τα παρεμβάσματα. Συνήθως, η βαλβίδα κρατάει κλειστό ένα ελατήριο σε κανονική πίεση και ο αέρας παραμένει στη γραμμή πίεσης. Όταν αυξάνεται

η πίεση του αέρα, το ελατήριο συμπιέζεται, ανοίγει η βαλβίδα και ο αέρας διαφεύγει στην ατμόσφαιρα. Η βαλβίδα παραμένει ανοικτή, έως ότου η πίεση λάβει την κανονική τιμή της (σχήμα 6.4).

Βαλβίδες Ελέγχου. Αποτελούνται συνήθως από το κύριο σώμα με δύο και περισσότερα στόμια και έμβολα με ελατήρια και μία μονάδα ελέγχου (σχήμα 6.5). Συνήθως, είναι του τύπου "on" - "off".

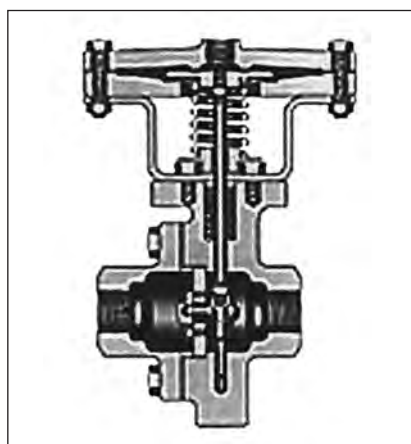
Βαλβίδα μη Επιστροφής. Είναι βαλβίδα μίας κατεύθυνσης με δύο στόμια, με έμβολο, πτερύγιο ή σφαίρα. Όταν ο αέρας εισέρχεται από το ένα στόμιο, συμπιέζεται το ελατήριο και ο αέρας διέρχεται μέσα από τη βαλβίδα. Αντιθέτως, όταν ο πεπιεσμένος αέρας εισέρχεται από το άλλο στόμιο κλείνει τη βαλβίδα και ο αέρας δε μπορεί να περάσει από αυτή. Στο σχήμα 6.6 απεικονίζεται η αρχή λειτουργίας της.

Λοιπές Βαλβίδες. Στα πνευματικά συστήματα χρησιμοποιούνται οι περιοριστήρες που είναι ένα είδος βαλβίδας ελέγχου της παροχής και της ταχύτητας ροής του αέρα (σχήμα 6.7). Διακρίνονται σε: μίας κατεύθυνσης σταθερής παροχής, μίας κατεύθυνσης μεταβλητής παροχής, δύο κατευθύνσεων σταθερής παροχής και δύο κατευθύνσεων μεταβλητής παροχής. Στο σχήμα 6.7 απεικονίζεται η αρχή λειτουργίας των περιοριστήρων.



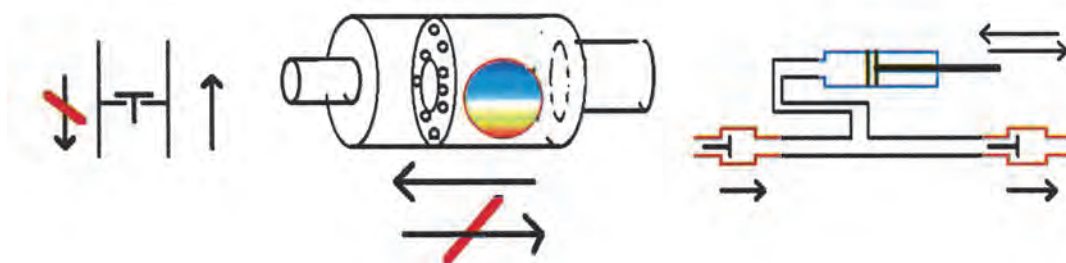
Σχήμα 6.4

Βαλβίδα
Ανακούφισης



Σχήμα 6.5

Βαλβίδα Ελέγχου



Σχήμα 6.6

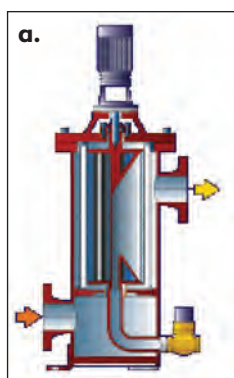
Βαλβίδα
μη Επιστροφής



α) Μίας κατεύθυνσης σταθερής παροχής, β) Μίας κατεύθυνσης μεταβλητής παροχής, γ) Δύο κατευθύνσεων σταθερής παροχής και δ) Δύο Κατευθύνσεων μεταβλητής παροχής.

Σχήμα 6.7

Περιοριστές



Φίλτρα. Προστατεύουν το σύστημα από "ξένα" σώματα και ακαθαρσίες. Υπάρχουν πολύ τύποι φίλτρων. Το φίλτρο από διηθητικό χαρτί είναι απλό και αποτελείται από το κύριο σώμα, δύο στόμια, ένα στοιχείο και μία βαλβίδα ανακούφισης (σχήμα 6.8α). Όταν το φίλτρο βουλώσει, ανοίγει η βαλβίδα ανακούφισης και ο αφιλτράριστος πεπιεσμένος αέρας διέρχεται από το φίλτρο. Τα φίλτρα αυτά αντικαθίστανται. Τα φίλτρα με μεταλλικό πλέγμα (σύρμα) έχουν συνήθως χειρολαβή για την αφαίρεση και τον καθαρισμό τους (σχήμα 6.8β).

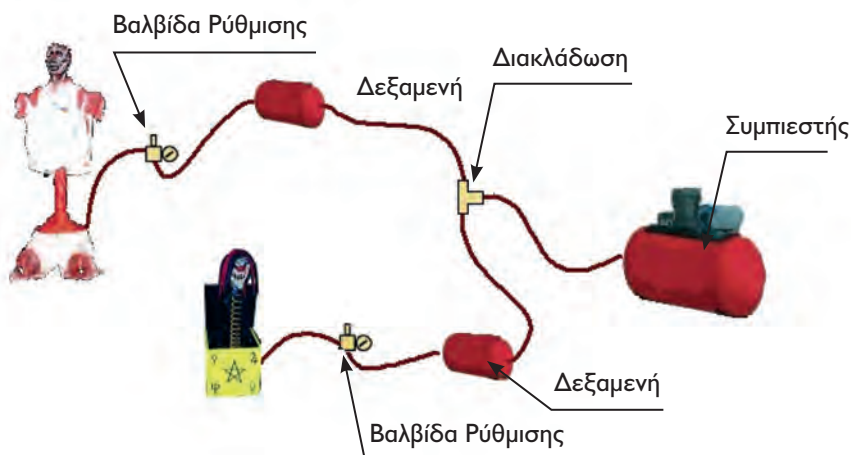


Σχήμα 6.8

Φίλτρα με: α) Χαρτί και β) Μεταλλικό Πλέγμα

6.4 Δομή Συστήματος

Η αρχή λειτουργίας και η δομή των πνευματικών συστημάτων, (σχήμα 6.9) είναι ίδια με αυτήν των υδραυλικών συστημάτων. Ένα βασικό πνευματικό σύστημα αποτελείται από το συμπιεστή, δεξαμενή αέρα και ρυθμιστική βαλβίδα. Η πίεση του αέρα στη δεξαμενή είναι πολύ μεγαλύτερη από την πίεση λειτουργίας του συστήματος. Η ρυθμιστική βαλβίδα μειώνει την πίεση του αέρα της δεξαμενής στην επιθυμητή τιμή και έχει ένα μανόμετρο που δείχνει την πίεση του εισερχόμενου σε αυτήν αέρα και ένα μανόμετρο που δείχνει την πίεση του εξερχόμενου αέρα. Επίσης, υπάρχουν φίλτρα για τον καθαρισμό του πεπιεσμένου αέρα από τυχόν λάδια, "ξένα" σώματα και από νερό.



Σχήμα 6.9

Αρχή Λειτουργίας
Πνευματικού
Συστήματος

Περίληψη του 6ου Κεφαλαίου

Τα πνευματικά συστήματα έχουν την ίδια δομή και αρχή λειτουργίας με τα υδραυλικά. Χρησιμοποιούνται στα α/φη, ως συστήματα ανάγκης παροχής αέρα πίεσης για τη λειτουργία των υδραυλικών υποσυστημάτων. Διακρίνονται σε υψηλής, μέσης και χαμηλής πίεσης.

Στα πνευματικά συστήματα υψηλής πίεσης, ο αέρας αποθηκεύεται σε μεταλλικές φιάλες με πίεση από 1.000 έως 3.000 p.s.i. Ορισμένα α/φη έχουν αεροσυμπιεστές για την πλήρωση των φιαλών εν πτήση όταν απαιτηθεί. Τα συστήματα μέσης πίεσης, λειτουργούν σε πιέσεις από 100 έως 150 p.s.i. και δεν έχουν φιάλη. Χρησιμοποιούνται στα α/φη με στροβιλοκινητήρα από το συμπιεστή του οποίου αντλείται ο αέρας. Τα χαμηλής πίεσης χρησιμοποιούνται συνήθως σε α/φη με εμβολοφόρους κινητήρες. Ο αέρας παρέχεται, συνήθως, από αντλίες τύπου πτερυγίων που παίρνουν κίνηση από τους κινητήρες του α/φους ή από ηλεκτροκινητήρες.

Τα βασικά στοιχεία ενός πνευματικού συστήματος είναι: δεξαμενές, βαλβίδες ανακούφισης, βαλβίδες ελέγχου, βαλβίδες μη επιστροφής, περιοριστές και φίλτρα.

1. Με ποια συστήματα του α/φους μοιάζουν τα πνευματικά συστήματα;
2. Ποια είναι η βασική διαφορά του "μέσου" εργασίας των πνευματικών και υδραυλικών συστημάτων;
3. Πού χρησιμοποιούνται τα πνευματικά συστήματα στα α/φη;
4. Πώς χαρακτηρίζονται τα πνευματικά συστήματα με βάση την πίεση λειτουργίας τους;
5. Σε ποια πνευματικά συστήματα αποθηκεύεται ο πεπιεσμένος αέρας;
6. Πώς αποθηκεύεται ο αέρας των πνευματικών συστημάτων στα α/φη;
7. Ποιο είναι το κύριο μειονέκτημα των πνευματικών συστημάτων με αποθηκευμένο πεπιεσμένο αέρα;
8. Τι είδους συμπιεστές έχουν τα πνευματικά συστήματα των α/φών;
9. Σε ποια α/φη χρησιμοποιούνται πνευματικά συστήματα μέσης πίεσης;
10. Πόση είναι η πίεση των πνευματικών συστημάτων μέσης πίεσης;
11. Ποια α/φη έχουν πνευματικά συστήματα χαμηλής πίεσης;

12. Ποιος τύπος αντλίας χρησιμοποιείται συνήθως στα πνευματικά συστήματα χαμηλής πίεσης;
13. Ποια στοιχεία περιέχουν τα υδραυλικά συστήματα και δεν περιέχουν τα πνευματικά;
14. Σε τι χρησιμεύουν οι βαλβίδες ανακούφισης;
15. Σε τι χρησιμεύουν οι περιοριστήρες σε ένα πνευματικό σύστημα;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 6ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Συγκρότηση Απλού Πνευματικού Συστήματος.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

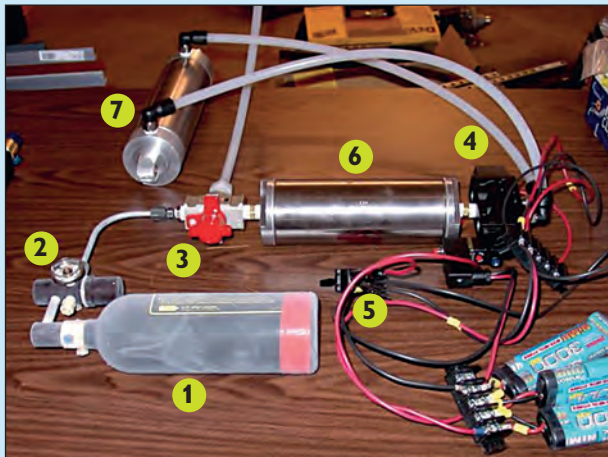
- Να αυτοσχεδιάζει απλά πνευματικά συστήματα.
- Να επιλέγει τα κατάλληλα στοιχεία ενός πνευματικού συστήματος και να τα συνδέει σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα.
- Να ελέγχει τη λειτουργία ενός απλού πνευματικού συστήματος.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

Ένα απλό πνευματικό σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά στοιχεία (σχήμα Α.6.1): Φιάλη αλουμινίου με πεπιεσμένο αέριο CO_2 , αντιδονιστικός ρυθμιστής, βαλβίδα ασφαλείας, βαλβίδα αέρα μίας διεύθυνσης με απλό σωληνοειδές πηνίο, διακόπτης δύο θέσεων για ενεργοποίηση και διακοπή του ηλεκτρικού κυκλώματος 24 Volt των σωληνοειδών πηνίων, δεξαμενή - κύλινδρος εκτόνωσης και πνευματικός κύλινδρος διπλής ενέργειας.

Εργασίες κατά βήματα

Οι εργασίες συναρμολόγησης του απλού πνευματικού συστήματος απεικονίζονται παραστατικά στο σχήμα Α.6.1.

**Σχήμα Α.6.1**

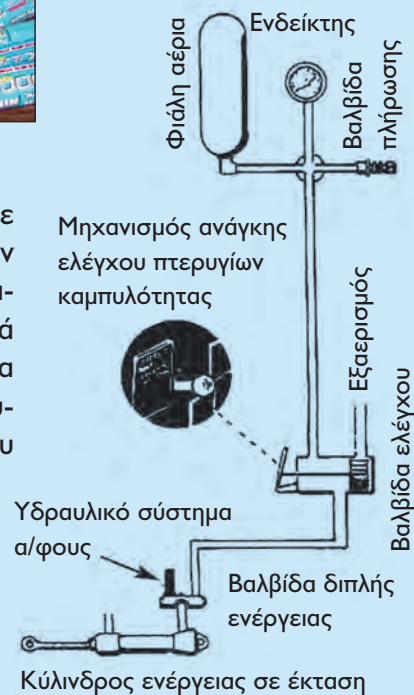
Βασικά Στοιχεία Απλού
Πνευματικού Συστήματος και
Συναρμολόγησή τους
σε Σύστημα

Συμπληρωματική Άσκηση

Εάν το εργαστήριο δε διαθέτει α/φος με υδραυλικό σύστημα ενεργοποίησης των επιφανειών ελέγχου, τότε μπορεί να σχεδιασθεί και κατασκευασθεί, με σχετικά απλά εξαρτήματα, ένα απλό πνευματικό σύστημα ανάγκης, σύμφωνα με το σχήμα Α.6.2. Συνήθως χρησιμοποιείται φιάλη πεπιεσμένου αέρα ή αζώτου.

Σχήμα Α.6.2

Πνευματικό Σύστημα Ανάγκης



Εργασίες

Εντοπίστε στο διαδίκτυο προγράμματα εξομοίωσης πνευματικών συστημάτων α/φών και εξοικειωθείτε με τη λειτουργία τους.

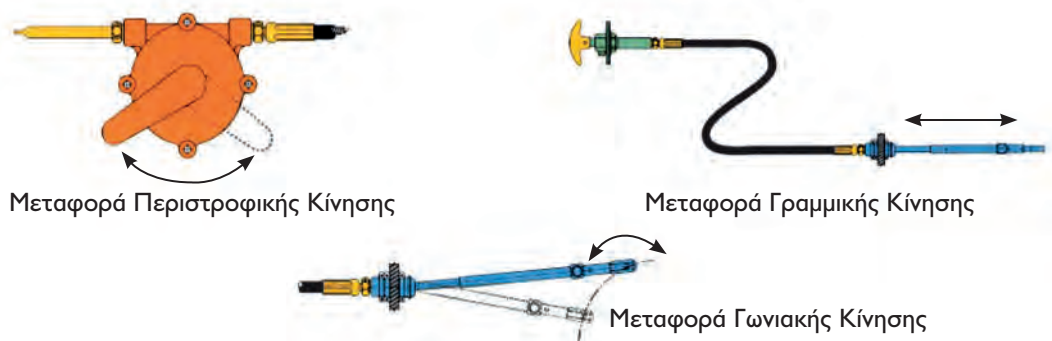
7.1 Είδη Συστημάτων

Το σύστημα ελέγχου πτήσης (ΣΕΠ) του α/φους ενεργοποιεί τις επιφάνειες ελέγχου πτήσης. Ο χειριστής του α/φους, ενεργοποιεί με το χειριστήριο, το ποδωστήριο και με διάφορους μοχλούς, τις επιφάνειες ελέγχου. Με τον όρο επιφάνειες ελέγχου πτήσης εννοούμε τα τρία είδη πηδαλίων ανόδου - καθόδου, κλίσεως και διεύθυνσης και όλα τα είδη υπεραντωτικών διατάξεων, τους φθορείς άντωσης, τα αντισταθμιστικά πηδάκια και τα αερόφρενα. Το ΣΕΠ μπορεί να είναι μηχανικό, υδραυλικό, ηλεκτρικό ή συνδυασμός τους. Στα σύγχρονα πολιτικά και μαχητικά α/φη τα ΣΕΠ είναι ηλεκτρονικά - ηλεκτρικά και τελείως αυτόματα (Fly - By - Wire). Στο κεφάλαιο αυτό θα περιοριστούμε στα μηχανικά ΣΕΠ, επειδή εμφανίζουν μεγάλο ενδιαφέρον για το μηχανοσυνθέτη α/φών.

Τα ΣΕΠ στα κλασικά ελαφρά α/φη είναι μηχανικά και οι βασικότεροι τύποι είναι: α) Σύστημα συρματόσχοινων, β) Σύστημα ράβδων έλξεως - ωθήσεως και γ) Σύστημα ράβδων ροπής. Πολλά α/φη συνδυάζουν και τα τρία συστήματα. Το πιο σύνηθες είναι με συρματόσχοινα.

Τα βασικά στοιχεία ενός μηχανικού ΣΕΠ είναι: συρματόσχοινα, οδηγοί συρματόσχοινων, ρυθμιζόμενοι εμποδιστήρες, μηχανισμοί συνδεσμολογίας, αποσβεστήρες επιφανειών ελέγχου ή μηχανισμοί ασφάλισης, ενισχυτικοί μηχανισμοί πηδαλίων και ηλεκτρικοί ή υδραυλικοί μηχανισμοί ενεργοποίησης.

Οι μηχανισμοί συνδεσμολογίας, συνδέουν τα χειριστήρια με τα συρματόσχοινα και τις επιφάνειες ελέγχου. Μεταφέρουν την κίνηση ή αλλάζουν τη διεύθυνσή της και αποτελούνται από ράβδους ελέγχου (έλξεως- ωθήσεως), σωλήνες ροπής, τροχαλίες, μοχλούς και τύμπανα περιέλιξης συρματόσχοινων (σχήμα 7.1)



Σχήμα 7.1

Μεταφορά Κίνησης
με Συρματόσχοινα

7.2 Συρματόσχοινα

Χρησιμοποιούνται για την κίνηση των επιφανειών ελέγχου και τη μεταφορά κίνησης στα συστήματα του α/φους. Αποτελούνται (παράγραφος 1.2.14) από συρματίδια χαλυβοκραμάτων υψηλής αντοχής. Τα συρματίδια πλέκονται ελικοειδώς και σχηματίζουν πλεξούδες, οι οποίες πλέκονται μεταξύ τους ελικοειδώς και σχηματίζουν το συρματόσχοινο. Η φορά πλοκής των συρματιδίων ή των πλεξούδων μπορεί να είναι δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη. Ανάλογα με την πρώτη ύλη κατασκευής, διακρίνονται σε ανοξείδωτα και μη ανοξείδωτα και ανάλογα με την ευκαμψία τους σε εύκαμπτα και άκαμπτα. Τα συρματόσχοινα των ΣΕΠ είναι εύκαμπτα. Η αναγνώρισή τους απεικονίζεται στο σχήμα 1.34.

Τα συρματόσχοινα, πριν τοποθετηθούν στο α/φος, δοκιμάζονται με φορτίο έως 70% του μέγιστου φορτίου λειτουργίας τους στο α/φος.

Όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.2.14, τα συρματόσχοινα φέρουν στα άκρα τους διάφορους τύπους προσαρμογών. Οι προσαρμογείς διευκολύνουν και απλοποιούν τη χρήση των συρματόσχοινων. Ο πιο συνήθης τύπος προσαρμογέα α/φών είναι ο ακροδέκτης. Υπάρχουν διάφορα είδη ακροδεκτών, που στο ένα άκρο τους έχουν σπείρωμα και το άλλο είναι διαμορφωμένο ανάλογα με τη χρήση (σχήμα 1.35). Το συρματόσχοινο εισέρχεται στην υποδοχή του ακροδέκτη, ο οποίος διαμορφώνεται με ισχυρή πίεση.

7.3 Εντατήρες

Ρυθμίζουν και διατηρούν την προβλεπόμενη τάση των συρματόσχοινων. Ο πιο συνήθης τύπος εντατήρα στα α/φη είναι ο αμφισύνδεσμος που περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.14. Η τάση του συρματόσχοινου ελέγχεται με το εντασιόμετρο και ρυθμίζεται (αυξάνεται ή μειώνεται) με την περιστροφή της κεντρικής ράβδου του αμφισυνδέσμου.

7.4 Οδηγοί Συρματόσχοινων

Αποτελούνται, βασικά, από τον οδηγό, τα παρεμβάσματα στεγανοποίησης και τις τροχαλίες. Συγκρατούν τα συρματόσχοινα ευθύγραμμα σε μεγάλες αποστάσεις ή μεταξύ τμημάτων του α/φους και δεν πρέπει να επιτρέπουν απόκλιση μεγαλύτερη των τριών μοιρών από την ευθυγράμμισή τους. Κατασκευάζονται από μεταλλικά υλικά, όπως κράματα αλουμινίου ή από μη μεταλλικά υλικά.

Τα παρεμβάσματα στεγανότητας τοποθετούνται στα σημεία, από τα οποία διέρχονται συρματόσχοινα ή ράβδοι, σε περιοχές του α/φους με συμπίεση, για

να διασφαλίσουν πλήρη στεγανότητα και ομαλή γραμμική κίνηση του συρματόσχοινου. Πρέπει να εφαρμόζουν πλήρως για την αποφυγή διαρροής αέρα, ενώ ταυτόχρονα οφείλουν να μην εμποδίζουν την κίνηση του συρματόσχοινου. Ελέγχονται και επιθεωρούνται για ορθή σύσφιξη. Οι τροχαλίες αλλάζουν τη διεύθυνση των συρματόσχοινων και συγκρατούνται με βραχίονες στερεωμένους στη δομή του α/φους. Οι τριβείς των τροχαλιών είναι στεγανού τύπου και δε χρειάζονται λίπανση.

7.5 Επιθεώρηση Συρματόσχοινων

Στα εγχειρίδια των α/φών αναφέρονται οι προγραμματισμένες περιοδικές επιθεωρήσεις των συρματόσχοινων, στις οποίες ελέγχεται η κατάστασή τους. Τρίβοντας ένα ύφασμα ή στουπί κατά μήκος του συρματόσχοινου, διαπιστώνεται η ύπαρξη σπασμένων συρματιδίων. Επειδή τα συρματόσχοινα αντέχουν σε φορτία 50 έως 70% μεγαλύτερα από το μέγιστο φορτίο λειτουργίας τους στο α/φος, ακόμη και εάν υπάρχουν σπασμένα συρματίδια, τα συρματόσχοινα εξακολουθούν να αντέχουν. Η θραύση των συρματιδίων εμφανίζεται, συνήθως, στα σημεία επαφής με τις τροχαλίες και τους οδηγούς. Όταν η επιφάνεια του συρματόσχοινου είναι σκουριασμένη, τότε το συρματόσχοινο χαλαρώνεται και ελέγχεται για τυχόν εσωτερική οξείδωση. Συνήθως, συρματόσχοινα με σπασμένα συρματίδια, εσωτερική οξείδωση ή πλαστική παραμόρφωση, αντικαθίστανται. Όταν η σκουριά είναι εξωτερική, το συρματόσχοινο καθαρίζεται επιμελώς με τραχύ ύφασμα και επαλείφεται με προστατευτικό αντισκωριακό. Δεν επιτρέπεται ο καθαρισμός της εξωτερικής σκουριάς με μεταλλική βούρτσα ή χημικά υγρά. Τα επενδεδυμένα συρματόσχοινα αντικαθίστανται, όταν η επένδυσή τους έχει υποστεί φθορά ή έχουν υποστεί πλαστική παραμόρφωση (ζάρωμα).

7.6 Έλεγχος Έντασης Συρματόσχοινων

Η ένταση των συρματόσχοινων του ΣΕΠ μειώνεται και τα συρματόσχοινα "χαλαρώνουν", λόγω της διαφορετικής θερμικής διαστολής μεταξύ της δομής του α/φους, που είναι κατασκευασμένη από κράματα αλουμινίου και των συρματόσχοινων, που είναι κατασκευασμένα από χαλυβοκράματα. Τα μεγάλα α/φη έχουν στο σύστημα ελέγχου συρματόσχοινων, ρυθμιστές έντασης, που ρυθμίζουν αυτόματα την ένταση των συρματόσχοινων. Η ένταση των συρματόσχοινων μετριέται με το εντασιόμετρο. Υπάρχουν διάφοροι τύποι εντασιομέτρων, που συνήθως μετρούν την ένταση διαφόρων τύπων και διαμέτρων συρματόσχοινων (σχήμα 7.2). Τα εντασιόμετρα δε μετρούν απευθείας την ένταση του συρματόσχοινου, αλλά τη δύναμη που απαιτείται για την κάμψη του.

Σχήμα 7.2

Κλασικοί Τύποι
Εντασιομέτρων
Συρματόσχοινων



7.7 Ράβδοι Ελέγχου και Σωλήνες Ροπής

Η σύνδεση των χειριστηρίων με τα συρματόσχοινα ελέγχου και τα πηδάλια επιτυγχάνεται με διάφορους μηχανισμούς συνδεσμολογίας, που μεταφέρουν την κίνηση ή αλλάζουν τη διεύθυνσή της στο σύστημα ελέγχου. Η μηχανική συνδεσμολογία αποτελείται βασικά από ράβδους ελέγχου, που είναι γνωστές ως ράβδοι έλξεως - ωθήσεως, σωλήνες ροπής, κιβώτια ελέγχου διεύθυνσης κίνησης, μοχλούς και βραχίονες διαφόρων διαμορφώσεων, ημικυκλικές τροχαλίες και τύμπανα περιελίξεων. Στα μεσαία και μεγάλα επιβατικά και μεταγωγικά α/φ χρησιμοποιούνται ευρέως τα κιβώτια ελέγχου διεύθυνσης, τα οποία μετατρέπουν τη γραμμική κίνηση σε γραμμική, τη γραμμική σε περιστροφική και αντιστρόφως και την περιστροφική σε περιστροφική (σχήμα 7.3).

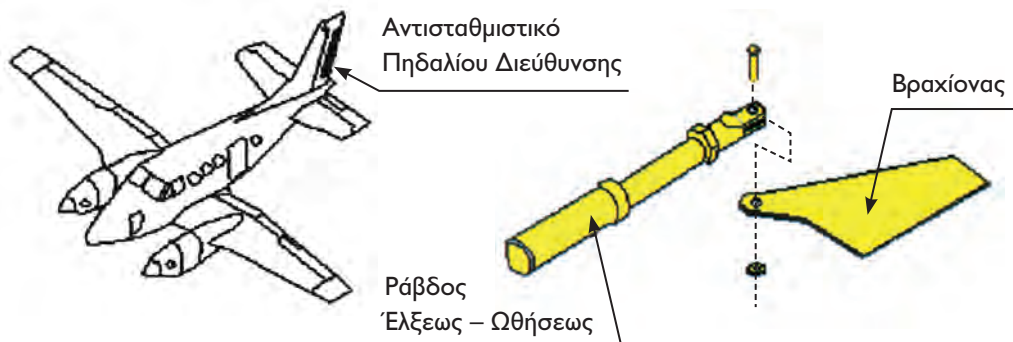
Σχήμα 7.3

Κιβώτια Ελέγχου
Διεύθυνσης Κίνησης
Συρματόσχοινων



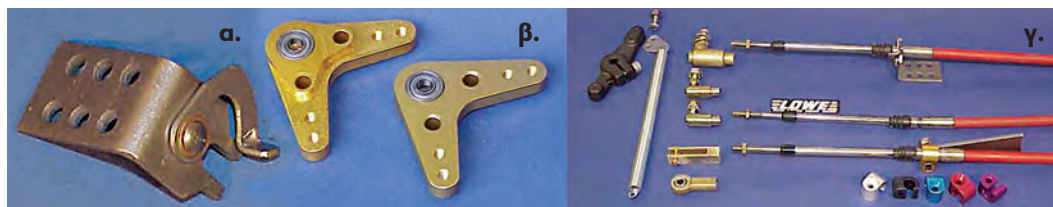
Οι ράβδοι ελέγχου (έλξεως - ωθήσεως) παρέχουν στο ΣΕΠ κίνηση έλξεως - ωθήσεως. Στα άκρα τους φέρουν προσαρμογείς, οι οποίοι μπορεί να είναι ρυθμιζόμενα αντiritρικά ή ασφαλιστικά που επιτρέπουν τη σύνδεση της ράβδου σε οποιαδήποτε τμήμα του ΣΕΠ.

Κατασκευάζονται από μεταλλικά υλικά, όπως χαλυβοκράματα ή κράματα αλουμινίου με χαλύβδινους προσαρμογείς και είναι άκαμπτοι. Οι ράβδοι ελέγχου πρέπει να είναι ευθείς και πλήρως ευθυγραμμισμένοι με τους βραχίονες που συνδέονται. Στο σχήμα 7.4, απεικονίζεται μία τυπική εφαρμογή της ράβδου έλξεως - ωθήσεως.

**Σχήμα 7.4**

Ράβδος
Έλξεως - Ωθήσεως
Αντισταθμιστικού
Πηδαλίου Διεύθυνσης

Όταν απαιτείται γωνιακή παλινδρομική μετάδοση κίνησης (μικρά και ελαφρά α/φη) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σωλήνας ροπής. Για τη μετάδοση της κίνησης στις ράβδους ελέγχου, τα συρματόσχοινα και τους σωλήνες ροπής, χρησιμοποιούνται διάφορα εξαρτήματα, όπως μοχλοί διαφόρων διαμορφώσεων (π.χ. αγκωνωτοί), γωνιοστροφάλοι, ημικυκλικές τροχαλίες, κ.τ.λ. (σχήμα 7.5). Στο σχήμα 7.6, απεικονίζονται τυπικοί μηχανισμοί μετάδοσης κίνησης μηχανικών συστημάτων α/φών.

**Σχήμα 7.5**

Εξαρτήματα
Μηχανισμού
Μετάδοσης Κίνησης
Ελαφρού Αίφους

α) Βάση Στήριξης και Ταχεία Ασφάλισης Συρματόσχοινου, β) Αγκωνωτός Μοχλός και γ) Ράβδοι και Εξαρτήματα Σύνδεσης

**Σχήμα 7.6**

Μηχανισμοί
Μετάδοσης Κίνησης
Ελαφρού Αίφους

Περίληψη του 7ου Κεφαλαίου

Το ΣΕΠ σε ένα α/φος ενεργοποιεί τις επιφάνειες ελέγχου πτήσης, δηλ. τα τρία είδη πηδαλίων ανόδου - καθόδου, κλίσης και διεύθυνσης και όλα τα είδη υπεραντωτικών διατάξεων, τους φθορείς άντωσης, τα αντισταθμιστικά πηδάλια και τα αερόφρενα. Οι επιφάνειες ελέγχου ενεργοποιούνται από το χειριστή του α/φους με το χειριστήριο, το ποδωστήριο και με διάφορους μοχλούς. Το ΣΕΠ μπορεί να είναι μηχανικό, υδραυλικό, ηλεκτρικό ή συνδυασμός τους. Στα μικρά α/φη, είναι μηχανικό και οι βασικότεροι τύποι είναι τα συστήματα: α) Συρματόσχοινων, β) Ράβδων έλξεως - ωθήσεως και γ) Ράβδων ροπής. Πολλά α/φη συνδυάζουν και τα τρία συστήματα. Το πιο σύνηθες είναι με συρματόσχοινα.

Τα βασικά στοιχεία ενός μηχανικού ΣΕΠ είναι: συρματόσχοινα, οδηγοί συρματόσχοινων, μηχανισμοί συνδεσμολογίας, ρυθμιζόμενοι εμποδιστήρες, αποσβεστήρες επιφανειών ελέγχου ή μηχανισμοί ασφάλισης, ενισχυτικοί μηχανισμοί πηδαλίων και ηλεκτρικοί ή υδραυλικοί μηχανισμοί ενεργοποίησης. Οι μηχανισμοί συνδεσμολογίας, συνδέουν τα χειριστήρια με τα συρματόσχοινα και τις επιφάνειες ελέγχου. Μεταφέρουν την κίνηση ή αλλάζουν τη διεύθυνσή της και αποτελούνται από: ράβδους ελέγχου, σωλήνες ροπής, τροχαλίες, μοχλούς και τύμπανα περιέλιξης συρματόσχοινων.

Τα συρματόσχοινα χρησιμεύουν, γενικά, για τη μεταφορά κίνησης στα συστήματα του α/φους. Ανάλογα με την πρώτη ύλη κατασκευής, διακρίνονται σε ανοξείδωτα και μη και ανάλογα με την ευκαμψία τους σε εύκαμπτα και άκαμπτα. Στα άκρα τους έχουν ακροδέκτες. Η τάση των συρματόσχοινων, πρέπει να είναι σταθερή, ρυθμίζεται με εντατήρες και μετριέται με εντασιόμετρα. Σε μία συνδεσμολογία με συρματόσχοινα, χρησιμοποιούνται οδηγοί, παρεμβάσματα στεγανοποίησης και τροχαλίες. Τα συρματόσχοινα ελέγχονται και επιθεωρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα, για διάβρωση και θραύση συρματιδίων.

1. Σε τι χρησιμεύει το σύστημα ελέγχου πτήσης ενός α/φους;
2. Με τι ενεργοποιούνται οι επιφάνειες ελέγχου του α/φους;
3. Τι εννοούμε με τον όρο επιφάνειες ελέγχου σε ένα α/φος;
4. Αναφέρατε τα είδη των συστημάτων ελέγχου πτήσης.
5. Αναφέρατε τους βασικότερους τύπους των ΣΕΠ.
6. Αναφέρατε τα βασικά στοιχεία ενός μηχανικού ΣΕΠ.
7. Από τι αποτελούνται οι μηχανισμοί συνδεσμολογίας σε ένα ΣΕΠ;
8. Ελέγχονται ή όχι τα συρματόσχοινα, πριν τοποθετηθούν στο α/φος;
9. Ποιο είναι το πιο σύνηθες μηχανικό ΣΕΠ;
10. Σε τι χρησιμεύουν οι εντατήρες συρματόσχοινων;
11. Σε τι χρησιμεύουν οι οδηγοί συρματόσχοινων;
12. Σε τι χρησιμεύουν οι τροχαλίες σε ένα μηχανικό ΣΕΠ;
13. Πώς θα ελέγχατε ένα συρματόσχοινο εγκατεστημένο στο α/φος;
14. Ένα συρματίδιο ενός συρματόσχοινου α/φους κόβεται εν πτήση. Η αντοχή του είναι επαρκής για την περαιτέρω πτήση; Εάν ναι γιατί;
15. Κατά την επιθεώρηση ενός συρματόσχοινου, διαπιστώνεται θραύση συρματιδίων. Τι προβλέπεται να κάνουμε;
16. Γιατί χαλαρώνουν τα συρματόσχοινα του ΣΕΠ;
17. Με ποια συσκευή μετριέται η τάση των συρματόσχοινων στα α/φη;
18. Πώς ονομάζονται τα "στοιχεία" του συστήματος ελέγχου συρματόσχοινων των μεγάλων αφών που ρυθμίζουν αυτόματα την ένταση των συρματόσχοινων;
19. Σε ποια α/φη χρησιμοποιούνται τα κιβώτια ελέγχου διεύθυνσης και σε τι χρησιμεύουν;
20. Τι χρησιμεύουν οι ράβδοι έλξεως - ωθήσεως σε ένα μηχανικό ΣΕΠ;
21. Χαρακτηρίστε τα υλικά του σχήματος Ε.7.1.

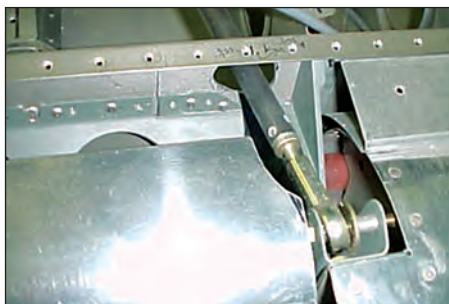


Σχήμα Ε.7.1

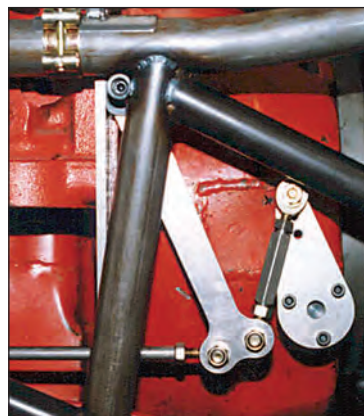
22. Τι απεικονίζουν τα σχήματα Ε.7.2. α), β) και γ);



α.



β.



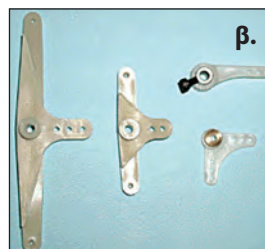
γ.

Σχήμα Ε.7.2

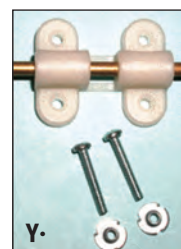
23. Σε ποιο σύστημα του α/φους ανήκουν τα υλικά του σχήματος Α.7.3;



α.



β.



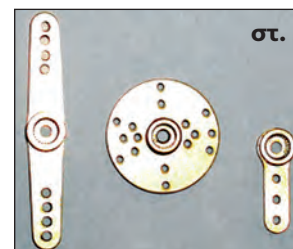
γ.



δ.



ε.



στ.

Σχήμα Ε.7.3

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 7ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Ρύθμιση Έντασης Συρματόσχοινων.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί το εντασιόμετρο και τον πίνακα προσδιορισμού του εμβολέα του.
- Να χρησιμοποιεί τον πίνακα και τα διαγράμματα ρύθμισης της έντασης των συρματόσχοινων του α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

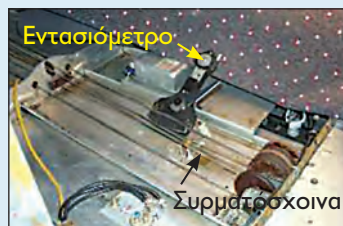
- Εντασιόμετρο

Εργασίες κατά βήματα.

1. Τοποθετούμε στο εντασιόμετρο τον προβλεπόμενο εμβολέα με βάση τη διάμετρο του συρματόσχοινου και τον πίνακα προσδιορισμού του εμβολέα του εντασιομέτρου.
2. Τοποθετούμε τους άκμονες (σιαγώνες) του εντασιομέτρου στο συρματόσχοινο που επιθυμούμε να μετρήσουμε την ένταση.
3. Ενεργοποιούμε το εντασιόμετρο (σχήμα A.7.1).

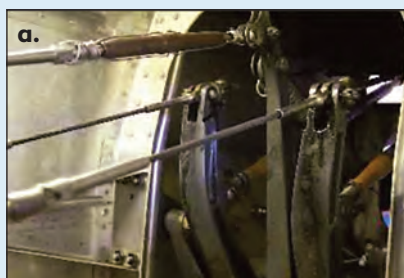
Σχήμα A.7.1

*Μέτρηση Έντασης Συρματοσχοίων Συστήματος
Ελέγχου Πηδαλίων Ανόδου - Καθόδου και Πηδαλίου
Διεύθυνσης*

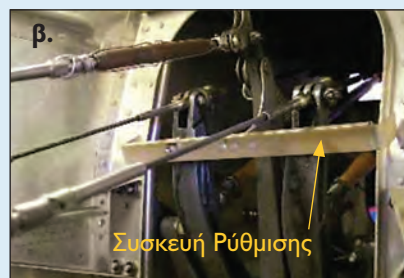


4. Διαβάζουμε την ένδειξη του εντασιομέτρου. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, λόγω της διαμόρφωσης του εσωτερικού χώρου μέτρησης του α/φους, ενεργοποιούμε το μοχλό ή κουμπί του εντασιομέτρου που συγκρατεί την ένδειξή του σταθερή, αφαιρούμε το εντασιόμετρο από το συρματόσχοινο και διαβάζουμε την ένδειξή του σε προσιτό σημείο.
5. Από τον πίνακα του εντασιομέτρου και με βάση τη διάμετρο του συρματόσχοινου προσδιορίζουμε την έντασή του (N, ή lbs).
6. Από τον πίνακα ρύθμισης έντασης συρματόσχοινων του α/φους, π.χ. διάγραμμα Δ.7.1, προσδιορίζουμε την ένταση που πρέπει να έχουν τα συρματόσχοινα, με βάση τον τύπο τους και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

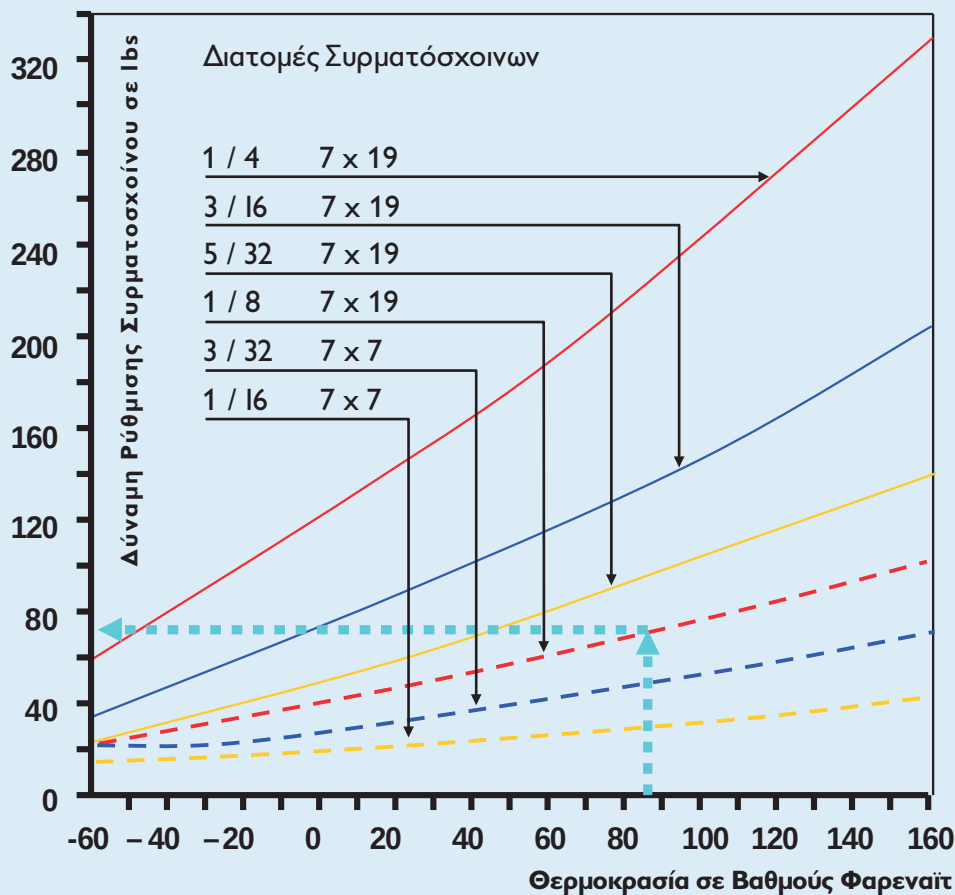
7. Ρυθμίζουμε την ένταση του συρματοσχοινίου με βάση την τιμή μέτρησης και την τιμή που προέκυψε από το διάγραμμα Δ.7.1. Η ρύθμιση γίνεται με τη συσκευή ρύθμισης του διαφορικού μηχανισμού του α/φους (σχήμα Α.7.2)
8. Μετράμε την ένταση του συρματοσχοινίου μετά τη ρύθμιση και προβαίνουμε σε νέα ρύθμιση, εάν απαιτείται.



α) Διαφορικός Μηχανισμός



β) Συσκευή Ρύθμισης

Σχήμα Α.7.2: Σύστημα Ελέγχου Πτήσης

Σημείωση: Στο σχήμα A.7.1, απεικονίζεται η μέτρηση της έντασης των συρματόσχοινων του συστήματος ελέγχου των πηδαλίων ανόδου - καθόδου και του πηδαλίου διεύθυνσης, ενός ελαφρού επιβατικού α/φους. Η ρύθμιση της έντασης των συρματόσχοινων, εκτελείται στην ουδέτερη θέση των επιφανειών ελέγχου. Η συσκευή ρύθμισης τοποθετείται στην προβλεπόμενη θέση του α/φους και η ρύθμιση εκτελείται με περιστροφή του κεντρικού τμήματος των αμφισυνδέσμων. Στο σχήμα A.7.2α, απεικονίζεται ο διαφορικός μηχανισμός των πηδαλίων ανόδου - καθόδου και του πηδαλίου διεύθυνσης και στο σχήμα A.7.2β, η συσκευή ρύθμισης του α/φους τοποθετημένη στο διαφορικό μηχανισμό των πηδαλίων ανόδου - καθόδου και του πηδαλίου διεύθυνσης.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Εγκατάσταση Μηχανισμού Μετάδοσης Κίνησης.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να τοποθετεί στο α/φος και να ελέγχει τη σωστή λειτουργία του μηχανισμού μετάδοσης κίνησης του ΣΕΠ.

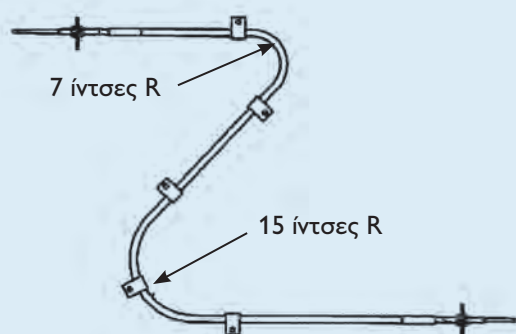
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Διαμορφώνουμε και τοποθετούμε το σωλήνα, με το εύκαμπτο συρματόσχοινο, στην τελική του θέση στο α/φος.
2. Συνδέουμε τα δύο άκρα του συρματόσχοινου με τους αντίστοιχους μηχανισμούς του συστήματος ελέγχου πτήσης του α/φους.
3. Ελέγχουμε τον μηχανισμό ελέγχου με το συρματόσχοινο, σε ό,τι αφορά την απαιτούμενη διαδρομή στα δύο άκρα του και την σχετική ελευθερία με την οποία κινείται.
4. Στερεώνουμε το μηχανισμό μετάδοσης κίνησης με συρματόσχοινο, με σφιγκτήρες, ξεκινώντας από το εμπρόσθιο άκρο του μηχανισμού. Οι σφιγκτήρες τοποθετούνται κάθε 0,6 μέτρα κατά μήκος του μηχανισμού. Οι σφιγκτήρες πρέπει να είναι πολύ χαλαροί χωρίς να σφίγγουν το μηχανισμό.

5. Στο τμήμα του μηχανισμού μετάδοσης κίνησης με κάμψη μικρότερη από 0,3 μέτρα, τοποθετούμε τους σφιγκτήρες στην αρχή και το τέλος της κάμψης (σχήμα A.7.3a).
6. Στο τμήμα του μηχανισμού με κάμψη μεγαλύτερη από 0,3 m τοποθετούμε σφιγκτήρες στην αρχή, στο τέλος και στη μέση της κάμψης.



α) Εγκατάσταση Μηχανισμού Μετάδοσης Κίνησης



β) Προστατευτικοί Δακτύλιοι

Σχήμα A.7.3

7. Ελέγχουμε την ελεύθερη ή σφικτή λειτουργία του μηχανισμού. Εάν το συρματόσχοινο κινείται πολύ δύσκολα ή κολλάει και γενικά, δυσλειτουργεί, τότε εξετάζουμε τους σφιγκτήρες και τη διαμόρφωση του μηχανισμού. Μπορεί, εάν είναι απαραίτητο, οι σφιγκτήρες να αφαιρεθούν και να τοποθετηθούν σε άλλες θέσεις.
8. Όταν διαπιστώσουμε ότι ο μηχανισμός έχει τοποθετηθεί σωστά και λειτουργεί άψογα, τότε σφίγγουμε τους σφιγκτήρες ελαφρά. Το σφίξιμο των σφιγκτήρων δεν πρέπει να προκαλεί παραμόρφωση του περιβλήματος του συρματόσχοινου. Το περίβλημα του συρματόσχοινου, πρέπει να μετακινείται ελεύθερα μέσα από τους σφιγκτήρες.
9. Όταν ο μηχανισμός μετάδοσης κίνησης διέρχεται από πλαίσια ή διαφράγματα και, γενικά, από στοιχεία του α/φους, πρέπει να τοποθετήσουμε προστατευτικούς δακτυλίδες (σχήμα A.7.3β).
10. Επαναελέγχουμε την ελεύθερη ή σφικτή λειτουργία του μηχανισμού. Εάν δε διαπιστώνουμε κάποια δυσλειτουργία, τότε ο μηχανισμός έχει εγκατασταθεί σωστά.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Εγκατάσταση Μηχανισμού Μετάδοσης Κίνησης με Συρματόσχοινα Συστήματος Πέδησης Στάθμευσης.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

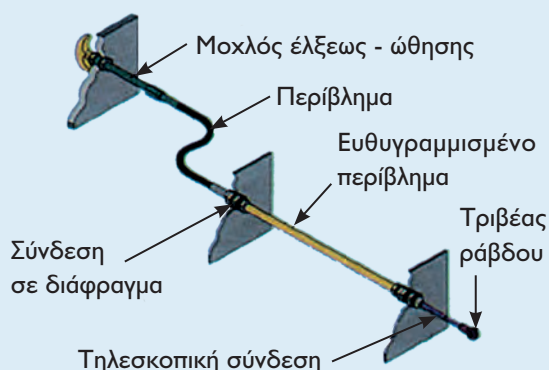
- Να τοποθετεί επί του α/φους και να ελέγχει τη σωστή λειτουργία του μηχανισμού μετάδοσης κίνησης με συρματόσχοινα του συστήματος πέδησης στάθμευσης.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης με συρματόσχοινα του συστήματος πέδησης στάθμευσης, σφιγκτήρες, κατσαβίδια και κλειδιά.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Οι εργασίες κατά βήματα είναι ίδιες με αυτές που αναφέρονται στην προηγούμενη άσκηση.
2. Στο σχήμα A.7.4, απεικονίζεται η εγκατάσταση ενός μηχανισμού μετάδοσης κίνησης με συρματόσχοινα για το σύστημα πέδησης στάθμευσης.



Σχήμα A.7.4

Εγκατάσταση Μηχανισμού Μετάδοσης Κίνησης με Συρματόσχοινα Συστήματος Πέδησης Στάθμευσης

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Εγκατάσταση Συστήματος Ελέγχου Μοχλού Ισχύος

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

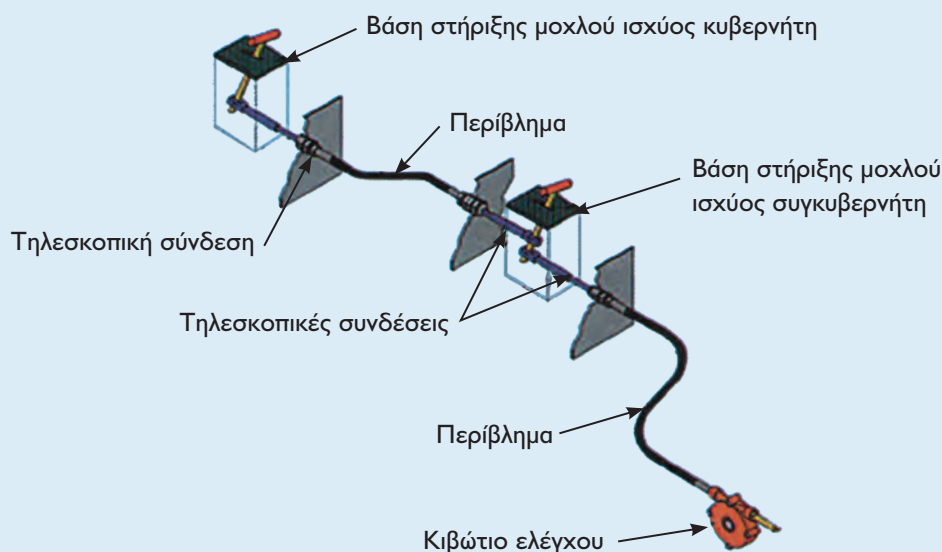
- Να τοποθετεί και να ελέγχει τη λειτουργία του συστήματος μοχλού ελέγχου ισχύος. Να ευθυγραμμίζει το μηχανισμό και να τοποθετεί προστατευτικούς δακτυλίους στα διαφράγματα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Σύστημα ελέγχου μοχλού ισχύος, σφιγκτήρες και κλειδιά.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Οι εργασίες κατά βήματα είναι ίδιες με αυτές που αναφέρονται στην εργαστηριακή άσκηση 2.
2. Στο σχήμα A.7.5, απεικονίζεται η εγκατάσταση ενός συστήματος ελέγχου του μοχλού ισχύος α/φους.



Σχήμα A.7.5: Εγκατάσταση Συστήματος Ελέγχου Μοχλού Ισχύος Α/φους

ΑΣΚΗΣΗ 5η

Ρύθμιση Επιφανειών Ελέγχου Α/φους.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ασφαλίζει στην ουδέτερη θέση τα χειριστήρια, τους βραχίονες και τις επιφάνειες ελέγχου του α/φους.

- Να ρυθμίζει, στην ουδέτερη θέση, την ένταση των συρματοσχοινών των επιφανειών ελέγχου.
- Να ρυθμίζει τους εμποδιστήρες διαδρομής επιφανειών ελέγχου.
- Να ελέγχει το συγχρονισμό κινήσεων των επιφανειών ελέγχου.

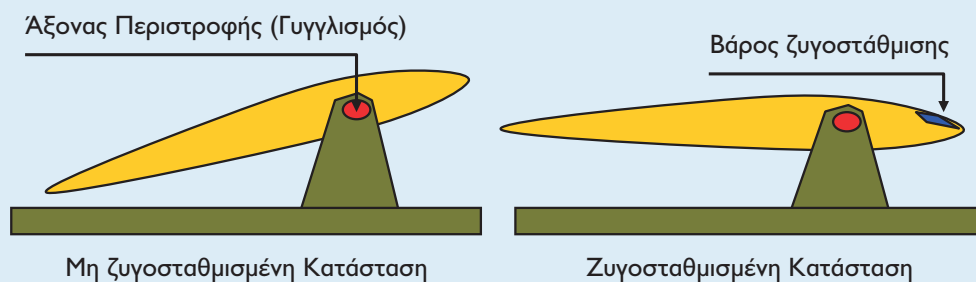
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Ελαφρύ α/φος και εντασιόμετρο (σχήμα Α.7.6)

Εργασίες κατά βήματα.

Η βασική μέθοδος ρύθμισης των επιφανειών ελέγχου περιλαμβάνει τις ακόλουθες διαδοχικές εργασίες.

1. Ασφαλίζουμε τα χειριστήρια, τους βραχίονες και τις επιφάνειες ελέγχου στην ουδέτερη θέση.
2. Ρυθμίζουμε τη ένταση των συρματοσχοινών, στην ουδέτερη θέση των επιφανειών ελέγχου.
3. Ρυθμίζουμε τους εμποδιστήρες της διαδρομής των επιφανειών ελέγχου, σύμφωνα με τις οδηγίες των εγχειριδίων του α/φους.
4. Ελέγχουμε το συγχρονισμό κινήσεων των επιφανειών ελέγχου.



Σχήμα Α.7.6: Ζυγοσταθμισμένη και μη Κατάσταση Πτερυγίου

Σημείωση: Με τον ίδιο τρόπο εκτελείται και η ρύθμιση των βοηθητικών επιφανειών ελέγχου, όπως τα βοηθητικά πτερύγια και τα αντισταθμιστικά.

ΑΣΚΗΣΗ 6η

Προσδιορισμός Ζυγοσταθμισμένης ή μη Κατάστασης Επιφανειών Ελέγχου.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να προσδιορίζει με απλό τρόπο τη στατικά ζυγοσταθμισμένη ή μη κατάσταση μίας επιφάνειας ελέγχου.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Επιφάνεια ελέγχου και κατάλληλη κλίνη ζυγοστάθμισης.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Σε μία βάση με δύο ωτία, τοποθετούμε την επιφάνεια ελέγχου, έτσι ώστε ο άξονας περιστροφής της, να διέρχεται από τα κέντρα των ωτίων της βάσης (σχήμα Α.7.6).
2. Αφήνουμε την επιφάνεια ελέγχου να λάβει μόνη της την τελική της θέση.
3. Εάν η επιφάνεια ελέγχου έχει υποστεί επισκευή ή πολλαπλές χρώσεις, δε θα είναι ζυγοσταθμισμένη (σχήμα Α.7.6).

ΑΣΚΗΣΗ 7η

Προσδιορισμός Υπερζυγοσταθμισμένης ή Υποζυγοσταθμισμένης Κατάστασης Επιφανειών Ελέγχου.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να προσδιορίζει με απλό τρόπο τη στατικά υπερζυγοσταθμισμένη ή υποζυγοσταθμισμένη κατάσταση μίας επιφάνειας ελέγχου.

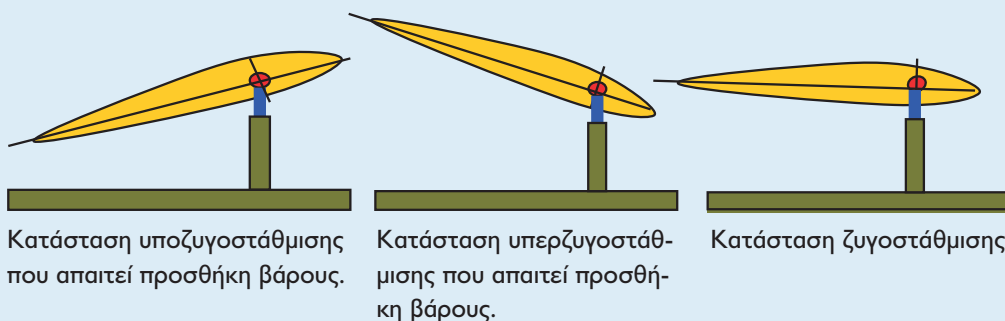
Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Επιφάνεια ελέγχου και κατάλληλη κλίνη ζυγοστάθμισης.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Τοποθετούμε την επιφάνεια ελέγχου στην κλίνη ζυγοστάθμισης (Α.7.7).
2. Αφήνουμε την επιφάνεια ελέγχου να λάβει μόνη της την τελική της θέση.

3. Εάν το χείλος εκφυγής της επιφάνειας ελέγχου κατεβαίνει, δεν είναι ζυγοσταθμισμένη και η κατάστασή της χαρακτηρίζεται ως υποζυγοσταθμισμένη και δηλώνεται με (+) (σχήμα Α.7.7). Αντιθέτως, εάν το χείλος εκφυγής ανεβαίνει, χαρακτηρίζεται ως υπερζυγοσταθμισμένη και δηλώνεται με (-).



Σχήμα Α.7.7: Στατική Ζυγοστάθμιση Επιφανειών Ελέγχου

4. Με τα σύμβολα (+) και (-), δηλώνεται η απαίτηση πρόσθεσης ή αφαίρεσης βάρους στην κατάλληλη περιοχή, για αποκατάσταση της ζυγοστάθμισης.

Σημείωση: Η κατάσταση υποζυγοστάθμισης, είναι ανεπιθύμητη και δεν επιτρέπεται. Η κατάσταση της υπερζυγοστάθμισης, διασφαλίζει ευνοϊκές συνθήκες πτήσης. Ορισμένες επιφάνειες ελέγχου είναι ελαφρά υπερζυγοσταθμισμένες.

ΑΣΚΗΣΗ 8η

Ζυγοστάθμιση Επιφανειών Ελέγχου με τη Μέθοδο Προσδιορισμού του Βάρους Επισκευής

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

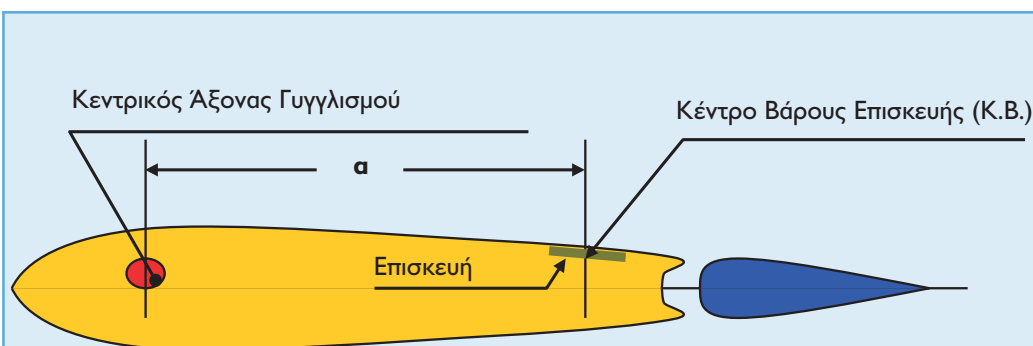
- Να ζυγοσταθμίζει επιφάνειες ελέγχου επί του α/φους χωρίς να τις αφαιρεί.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Ζυγαριά ακρίβειας, βάση στήριξης και πλαίσιο ζυγοστάθμισης.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Προσδιορίζουμε με ακρίβεια το βάρος των υλικών, που τοποθετήθηκαν ή και αφαιρέθηκαν κατά την επισκευή της επιφάνειας ελέγχου (σχήμα Α.7.8).



Σχήμα Α.7.8: Ζυγοστάθμιση με Προσδιορισμό του Βάρους Επισκευής.

2. Υπολογίζουμε το τελικό βάρος που προστέθηκε ή αφαιρέθηκε (διαφορά του βάρους που αφαιρέθηκε από το βάρος που προστέθηκε).
3. Προσδιορίζουμε με ακρίβεια το κέντρο βάρους των υλικών, που προστέθηκαν ή αφαιρέθηκαν κατά την επισκευή της επιφάνειας ελέγχου.
4. Προσδιορίζουμε την απόσταση του κέντρου βάρους από τον άξονα περιστροφής της επιφάνειας ελέγχου.
5. Υπολογίζουμε το γινόμενο του βάρους, που αφαιρέθηκε ή προστέθηκε, επί την απόσταση του Κ.Β. από τον άξονα περιστροφής, δηλ. τη ροπή του βάρους επισκευής προς την κεντρική γραμμή γυγλισμού.
6. Ελέγχουμε, εάν η ανωτέρω τιμή της ροπής, είναι εντός ή εκτός των ορίων που καθορίζονται στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους.
7. Σε περίπτωση που είναι εκτός των επιτρεπομένων ορίων, οι αρμόδιοι μηχανικοί προσδιορίζουν τη θέση τοποθέτησης αντίστοιχου βάρους με τη βοήθεια των εγχειριδίων του α/φους.

ΑΣΚΗΣΗ 9η

Στατική Ζυγοστάθμιση Πηδαλίου Διεύθυνσης

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

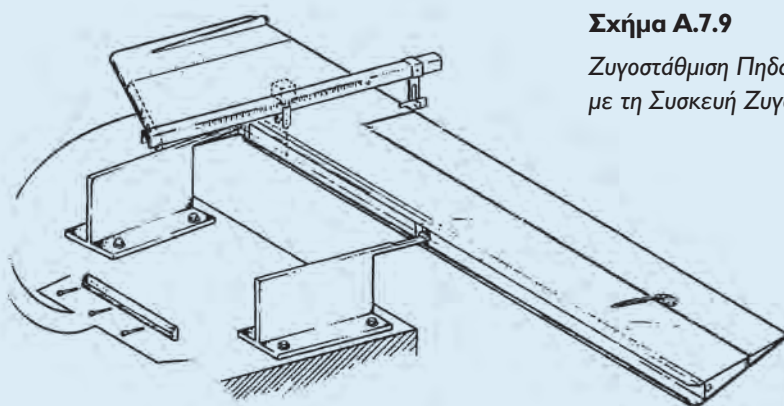
- Να ζυγοσταθμίσει το πηδάλιο διεύθυνσης ενός ελαφρού α/φους, με τις συσκευές και τα μέσα ζυγοστάθμισης του εργαστηρίου.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

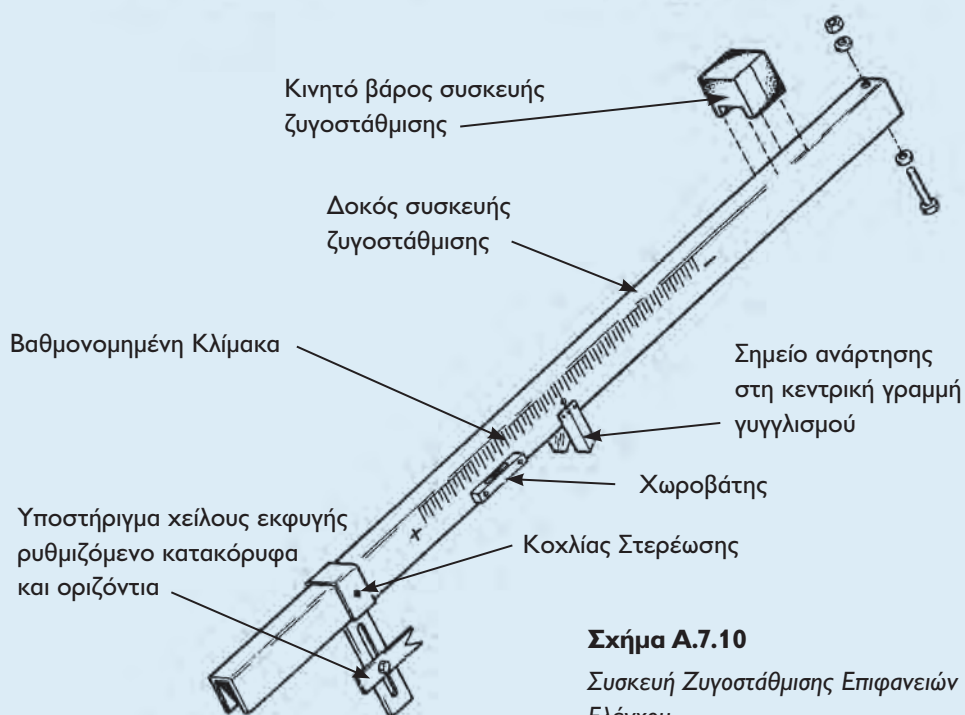
- Ελαφρύ α/φος και συσκευές ζυγοστάθμισης (σχήμα A.7.9 και A.7.10).

Εργασίες κατά βήματα.

1. Αφαιρούμε από το α/φος το πηδάλιο διεύθυνσης και το τοποθετούμε στη βάση στήριξης.
2. Ελέγχουμε την κατάσταση ζυγοστάθμισης του πηδαλίου διεύθυνσης (κατάσταση υπο και υπέρ ζυγοστάθμισης).
3. Προσδιορίζουμε το απαιτούμενο βάρος, που πρέπει να προστεθεί ή αφαιρεθεί, χρησιμοποιώντας τη συσκευή ζυγοστάθμισης των επιφανειών ελέγχου του εργαστηρίου (σχήμα A.7.9 και A.7.10).

**Σχήμα A.7.9**

Ζυγοστάθμιση Πηδαλίου Διεύθυνσης
με τη Συσκευή Ζυγοστάθμισης

**Σχήμα A.7.10**

Συσκευή Ζυγοστάθμισης Επιφανειών
Ελέγχου

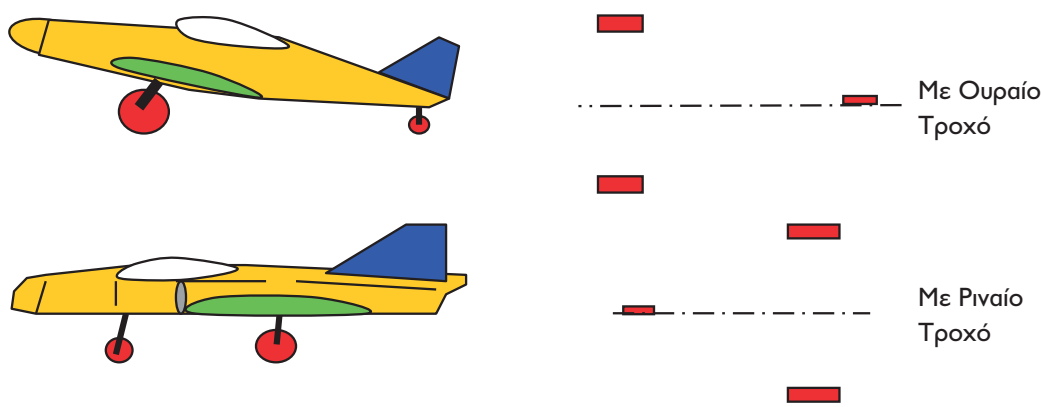
ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΓΕΙΩΣΗΣ

347

8.1 Γενικά

8.1.1 Τύποι Συστημάτων Προσγείωσης

Το σύστημα προσγείωσης (Σ/Π) των α/φών οφείλει να διασφαλίσει τα εξής: ευσταθή και ασφαλή στάθμευση του α/φους στο έδαφος, απορρόφηση της κρουστικής ενέργειας στη φάση της προσγείωσης και της κινητικής ενέργειας στη φάση πέδησης και τέλος την τροχοδρόμηση του α/φους. Υπάρχουν πολλές διαμορφώσεις (Σ/Π), που διαφέρουν ως προς τη θέση τους στο α/φος, εάν είναι ανασυρόμενα ή όχι και ως προς τον αριθμό των τροχών. Οι πιο συνήθεις και εν χρήσει διαμορφώσεις συστημάτων προσγείωσης, οι οποίες χαρακτηρίζονται με βάση τη θέση εγκατάστασής τους στο α/φος, απεικονίζονται στο σχήμα 8.1 και είναι με ουραίο τροχό και με ριναίο τροχό.



Σχήμα 8.1

Βασικές
Διαμορφώσεις
Συστήματος
Προσγείωσης

Σ/Π με Ουραίο Τροχό. Τα κύρια σκέλη είναι μπροστά από το κέντρο βάρους του α/φους (σχήμα 8.2) και είναι γνωστό ως συμβατικό, επειδή χρησιμοποιήθηκε ευρέως στις τρεις πρώτες δεκαετίες της αεροπορίας. Αρκετά ελαφρά α/φη έχουν ακόμη και σήμερα αυτό τον τύπο Σ/Π, αν και θεωρείται απαρχαιωμένο.



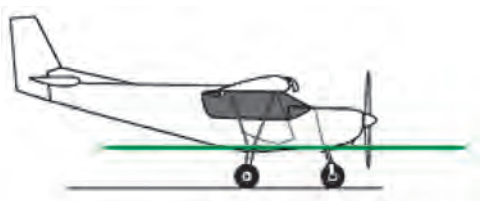
Σχήμα 8.2

Σ/Π με Ουραίο
Τροχό

Σ/Π με Ριναίο Τροχό. Είναι το επικρατέστερο Σ/Π των α/φών της τελευταίας τριακονταετίας. Το κέντρο βάρους του α/φους είναι πίσω από το ριναίο τρο-

Σχήμα 8.3

Σ/Π με Ριναίο Τροχό



χό και μπροστά από τα κύρια σκέλη, με συνέπεια να είναι ευσταθές στο έδαφος και να έχει δυνατότητα προσγείωσης με μεγάλη κλίση προς το διάδρομο. Είναι γνωστό και ως τρίκυκλο Σ/Π (σχήμα 8.3).

8.1.2 Κύρια Συγκροτήματα Σ/Π

Τα Σ/Π αποτελούνται από εξής κύρια συγκροτήματα: σκέλη, αποσβεστήρες κρούσης, τροχούς, ελαστικά και μονάδες υποστήριξης. Επίσης, περιλαμβάνει τα εξής βασικά υποσυστήματα: σύστημα ανάσυρσης και ασφάλισης, σύστημα πέδησης, σύστημα και διατάξεις προστασίας του βοηθητικού σκέλους και σύστημα πηδαλιούχησης (κατεύθυνσης) που αφορά μόνο το ριναίο σκέλος. Το σύστημα πέδησης και οι τροχοί εξετάζονται στα κεφάλαια 9 και 10 αντιστοίχως.

Τα σκέλη μπορεί να έχουν έναν, δύο ή περισσότερους τροχούς. Ο αριθμός των τροχών εξαρτάται βασικά από το βάρος του α/φους και την κατηγορία του, με βάση το μήκος της διαδρομής προσγείωσης. Αυξάνοντας τον αριθμό των τροχών, αυξάνεται η επιφάνεια τριβής κατά την πέδηση και η ασφάλεια σε περίπτωση αστοχίας ενός ελαστικού. Ορισμένα κύρια σκέλη έχουν έναν τροχό (σχήμα 8.4). Στα βαριά α/φη, προσαρμόζεται σε κάθε κύριο σκέλος μία ενιαία διάταξη με τέσσερις ή περισσότερους τροχούς. Η διάταξη αυτή, χαρακτηρίζεται ως τροχοφορέας (σχήμα 8.5).

Σχήμα 8.4

Διάταξη Μονού
Τροχού Κυρίου Σ/Π



Σχήμα 8.5

Διάταξη Κυρίων
Σκελών Σ/Π
σε Τροχοφορέα



β) Airbus A380

Στα μικρά και ελαφρά α/φη τα σκέλη είναι συνήθως σταθερά. Η κατασκευή αυτή είναι απλή, έχει μικρό βάρος, αλλά αυξάνει την οπισθέλκουσα και κατά συνέπεια την κατανάλωση καυσίμου στην πτήση.

8.2 Αποσβεστήρες Κρούσης

8.2.1 Γενικά

Είναι το κυριότερο στοιχείο του Σ/Π. Παραλαμβάνει και αποσβένει τα κρουστικά φορτία στην προσγείωση. Υπάρχουν διάφοροι τύποι, που διακρίνονται με βάση το "μέσον" απόσβεσης που μπορεί να είναι ελατήριο, αέριο, υγρό, συνδυασμός αερίου - υγρού, κ.τ.λ. Στα ελαφρά α/φη χρησιμοποιούνται αποσβεστήρες ελατηρίου ή τύπου ελαστικής δοκού (σχήμα 8.6). Οι αποσβεστήρες κρούσης επιθεωρούνται και ελέγχονται τακτικά για να διασφαλισθεί η αποτελεσματική λειτουργία τους.



Σχήμα 8.6

Αποσβεστήρες
Κρούσης Τύπου
Ελαστικής Δοκού

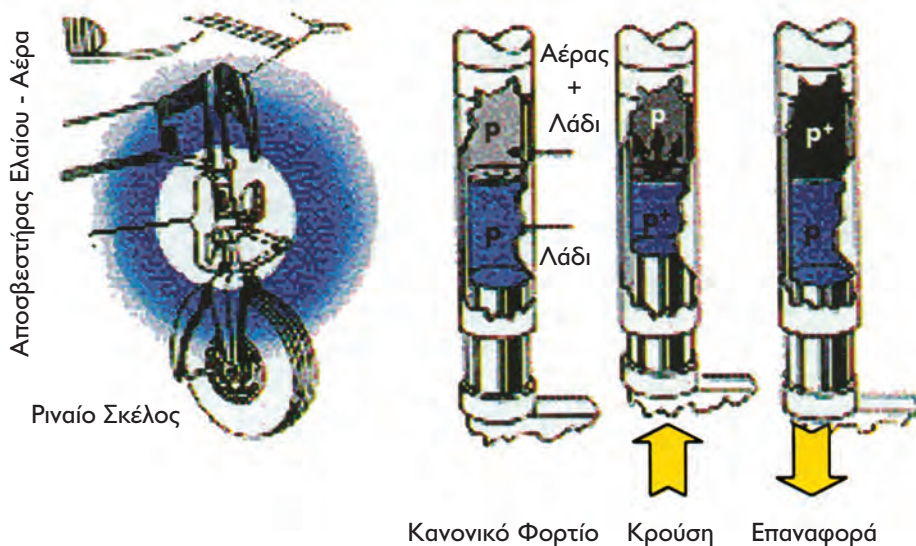
8.2.2 Περιγραφή Λειτουργίας

Η βασική αρχή λειτουργίας των αποσβεστήρων κρούσης, είναι η μετατροπή της ενέργειας κρούσης σε έργο συμπίεσης του αερίου ή υγρού ή σε έργο ελαστικής παραμόρφωσης ενός ελατηρίου ή μίας ελαστικής δοκού και σε θερμότητα.

Ελαστική Παραμόρφωση Ελατηρίου ή Ελαστικής Δοκού. Στα μικρά και ελαφρά α/φη η κρουστική δύναμη που ασκείται στους τροχούς τη στιγμή επαφής τους με το διάδρομο, παραμορφώνει ελαστικά ένα ελατήριο ή την ελαστική δοκό και έτσι αποσβένεται. Το ελατήριο ή η ελαστική δοκός, αμέσως μετά την κρούση, επανέρχεται στη κανονική της θέση.

Αποσβεστήρας Ελαίου - Αερίου. Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος και έχει πολλές παραλλαγές. Αποτελείται από δύο τηλεσκοπικούς κυλίνδρους, που συναρμολογημένοι, συγκροτούν έναν κύλινδρο με δύο θαλάμους και ένα έμβολο (σχήμα 8.7). Ο κάτω θάλαμος του κυλίνδρου είναι γεμάτος με λάδι, ενώ ο επάνω θάλαμος με πεπιεσμένο αέριο. Μεταξύ των δύο θαλάμων υπάρχει ένας περιοριστήρας και ένας ρυθμιστικός πείρος. Ο κύκλος εργασίας του αποσβεστήρα,

αρχίζει τη στιγμή επαφής των τροχών στο έδαφος. Το υγρό στον κάτω θάλαμο συμπιέζεται και μέσω του περιοριστήρα εισέρχεται στον επάνω θάλαμο. Η παροχή της ροής ελέγχεται από το ρυθμιστικό πείρο και δεν είναι σταθερή στη φάση της συμπίεσης. Η ενέργεια κρούσης στη φάση αυτή, μετατρέπεται σε θερμότητα, που αυξάνει τη θερμοκρασία του υγρού και σε έργο συμπίεσης του ελαίου - αερίου. Ταυτόχρονα, αυξάνεται η πίεση του αερίου στον επάνω θάλαμο και, όταν υπερβεί μία συγκεκριμένη τιμή, σταματάει η συμπίεσή του. Το πεπιεσμένο αέριο λειτουργεί ως ελατήριο και πιέζει το υγρό που έχει συγκεντρωθεί στον επάνω θάλαμο, με συνέπεια το υγρό να επιστρέφει στον κάτω θάλαμο. Έτσι, αρχίζει η φάση της προέκτασης, δηλ. το αέριο επαναφέρει τον αποσβεστήρα στην κανονική του θέση και τελειώνει ο κύκλος λειτουργίας του που απεικονίζεται στο σχήμα 8.7.



Σχήμα 8.7

Αρχή Αειτουργίας
Αποσβεστήρα
Κρούσης
Ελαίου - Αερίου

Αποσβεστήρας Υγρού Ελατηρίου. Χαρακτηρίζεται έτσι, επειδή ο κύλινδρος περιέχει υγρό μεγάλης συμπιεστότητας. Συνήθως, χρησιμοποιείται λάδι σιλικόνης λόγω της συμπιεστότητάς του σε μεγάλες πιέσεις. Οι αναπτυσσόμενες πιέσεις στους αποσβεστήρες κρούσης στην προσγείωση, είναι της τάξεως των 4.500 p.s.i. και ελάχιστα υγρά είναι ασυμπίεστα στις πιέσεις αυτές.

Οι αποσβεστήρες κρούσης έχουν στο κάτω τους άκρο άξονα για την εγκατάσταση τροχών ή διάταξη εύκολης και ταχείας προσαρμογής τροχών. Στο άνω άκρο έχουν προσαρμογείς για την εγκατάστασή τους στο α/φος και σύνδεσμο με στόμιο πλήρωσης υγρού και βαλβίδα πλήρωσης με αέρα (σχήμα 8.8). Η ολισθαίνουσα σύνδεση των δύο πτυσσόμενων κυλίνδρων στεγανοποιείται με στεγανωτικό δακτυλοειδές βάκτρο σε αυλάκωση του κάτω τριβέα ή με στεγανωτικό περικόχλιο και διατηρείται καθαρή από ακαθαρσίες και ξένα σωματίδια. Για την

ευθυγράμμιση του τροχού συνήθως προσαρμόζονται, στον άνω και κάτω κύλινδρο, βραχίονες ροπής ή οι κύλινδροι έχουν οδοντωτές κεφαλές.

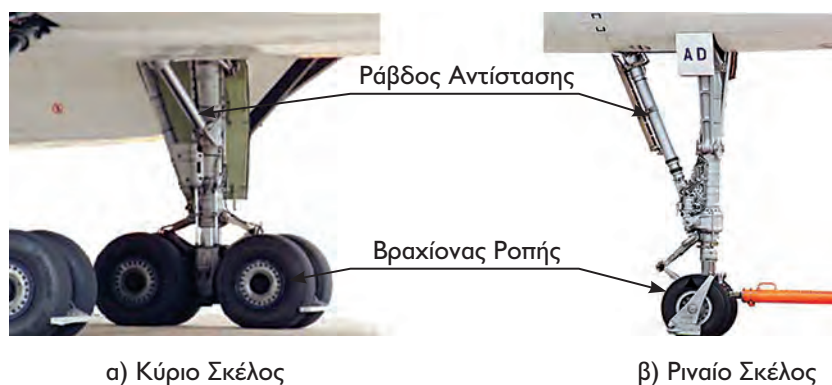


Σχήμα 8.8

Αποσβεστήρες Κρούσης με Προσαρμογείς Στήριξης στο Α/φος.

Οι αποσβεστήρες κρούσης ριναίου σκέλους έχουν εντοπιστικό έκκεντρο αρσενικό στον πάνω κύλινδρο και θηλυκό στον κάτω κύλινδρο. Τα έκκεντρα αυτά, στη θέση έκτασης του αποσβεστήρα κρούσης, αφενός ευθυγραμμίζουν το συγκρότημα των τροχών με τον άξονά του και αφετέρου διατηρούν το ριναίο τροχό σε ευθεία θέση στην προσγείωση. Επίσης, διασφαλίζουν την σωστή "αποθήκευση" του ριναίου σκέλους κατά την ανάσυρσή του. Πολλοί αποσβεστήρες κρούσης ριναίου σκέλους έχουν προσαρμογείς για την εγκατάσταση εξωτερικά αποσβεστήρων ταλαντώσεων. Οι αποσβεστήρες των κυρίων σκελών και του ριναίου σκέλους, συνήθως, έχουν υποδοχές ανύψωσης και ωτία ρυμούλκησης και πινακίδα οδηγιών πλήρωσης με υγρό ή πεπιεσμένο αέρα.

Τα βασικά εξαρτήματα και οι διατάξεις του κυρίου Σ/Π είναι: βραχίονες ή σύνδεσμοι ροπής, άξονες έδρασης και υποστηρίγματα, ράβδοι αντίστασης, ηλεκτρικές και υδραυλικές διατάξεις ανάσυρσης και ενδείκτες θέσης σκελών. Οι βραχίονες ροπής (σχήμα 8.9), διατηρούν το σκέλος σε ευθεία θέση, τα υποστηρίγματα και οι άξονες έδρασης στηρίζουν το σκέλος στο α/φος και οι ράβδοι αντίστασης (σχήμα 8.9) το συγκρατούν κατά την κίνηση στο έδαφος.



Σχήμα 8.9

Σκέλη Α/φους Concorde

Η πίεση του αερίου και η στάθμη του υγρού ελέγχονται τακτικά, σύμφωνα με τα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους. Ο έλεγχος της στάθμης του υγρού προϋποθέτει αποσυμπίεση του αποσβεστήρα κρούσης. Οι εργασίες αποσυμπίεσης, είναι επικίνδυνες για το προσωπικό που δεν είναι εξοικειωμένο με βαλβίδες υψηλής πίεσης αέρα και περιγράφονται στην εργαστηριακή άσκηση 1. Εάν η στάθμη του υγρού του αποσβεστήρα κρούσης κατέβει πολύ ή παγιδευτεί αέρας στον κύλινδρο του, τότε κατά την πλήρωση απαιτείται εξαερισμός του αποσβεστήρα. Οι εργασίες εξαερισμού περιγράφονται κατά βήματα στην εργαστηριακή άσκηση 2.

8.3 Σύστημα Ανάσυρσης και Έκτασης

8.3.1 Ηλεκτρικό Σύστημα Ανάσυρσης Σ/Π

Το σύστημα προσγείωσης (Σ/Π) ανασύρεται ηλεκτρικά ή υδραυλικά ή σε συνδυασμό τους.

Ένα βασικό ηλεκτρικό σύστημα ανάσυρσης αποτελείται από:

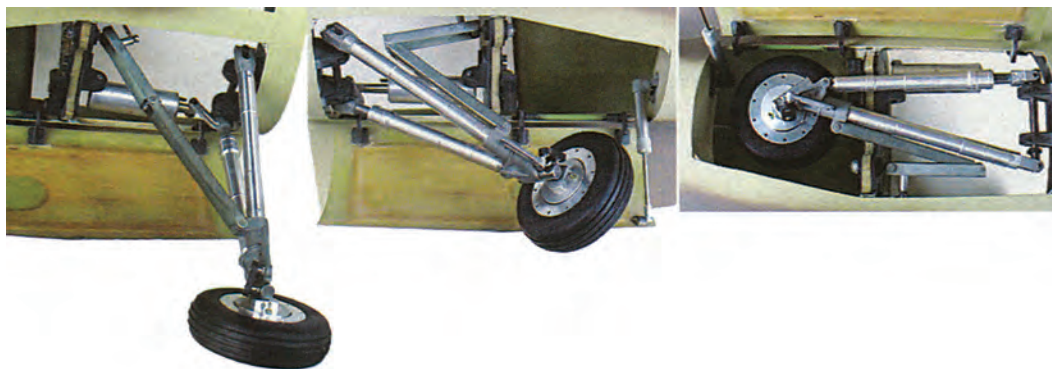
1. Ηλεκτροκινητήρα για την περιστροφική κίνηση του σκέλους.
2. Ένα σύστημα υποπολλαπλασιασμού με οδοντοτροχούς, για μείωση της ταχύτητας και αύξηση της ροπής περιστροφής.
3. Οδοντοτροχούς για μετατροπή της περιστροφικής κίνησης σε κίνηση έλξης - ώθησης.
4. Μηχανική συνδεσμολογία έλξης - ώθησης του σκέλους.

Όταν ο χειριστής του α/φους βάλει ένα διακόπτη στη θέση UP, λειτουργεί ο ηλεκτροκινητήρας και περιστρέφει έναν ατέρμονα κοχλία, ο οποίος περιστρέφει με τη σειρά του τους οδοντοτροχούς. Οι οδοντοτροχοί, μέσω του συστήματος υποπολλαπλασιασμού, μειώνουν την ταχύτητα περιστροφής και αυξάνουν τη ροπή περιστροφής στο σωλήνα ροπής. Ο σωλήνας ροπής μεταφέρει τη ροπή στη ράβδο αντίστασης και το σκέλος ανασύρεται και ασφαλίζει.

8.3.2 Υδραυλικό Σύστημα Ανάσυρσης Σ/Π

Ένα βασικό υδραυλικό σύστημα ανάσυρσης του Σ/Π αποτελείται από: κύλινδρους ενέργειας, βαλβίδες διαλογής και χρονισμού, ασφάλειες άνω και κάτω θέσης, σωληνώσεις και διάφορα εξαρτήματα. Τα στοιχεία αυτά με κατάλληλη σύνδεση και χρονισμό διασφαλίζουν την ανάσυρση και έκταση του Σ/Π και το άνοιγμα και κλείσιμο των θυρίδων του. Επίσης, εξασφαλίζουν την ασφάλιση και απασφάλιση του Σ/Π στη θέση πλήρους ανάσυρσης και έκτασης. Στο σχήμα

8.10, απεικονίζεται το κύριο σκέλος του α/φους F -16 σε τρεις θέσεις της φάσης ανάσυρσης.



Σχήμα 8.10

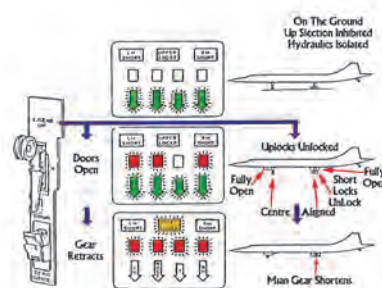
Κύριο Σκέλος
Α/φους F - 16
στη Φάση
Ανάσυρσης

8.3.3 Σύστημα Έκτασης Ανάγκης

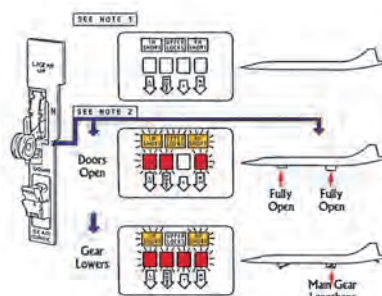
Το σύστημα αυτό κατεβάζει τα σκέλη σε περίπτωση βλάβης του κυρίου συστήματος ισχύος. Ορισμένα α/φ έχουν χειρολαβή ελευθέρωσης ανάγκης στη θέση χειριστών, που είναι συνδεδεμένη μηχανικά με τις ασφάλειες ασφάλισης των σκελών στην άνω θέση. Η χειρολαβή αυτή ελευθερώνει τις ασφάλειες ασφάλισης στην άνω θέση και επιτρέπει την έκταση των σκελών. Η ελευθέρωση των ασφαλειών ασφάλισης στην άνω θέση, σε ορισμένα α/φ, γίνεται με πεπιεσμένο αέρα. Υπάρχουν α/φ με υδραυλικό, πνευματικό ή μηχανικό σύστημα έκτασης των σκελών σε περίπτωση ανάγκης.

8.3.4 Συστήματα Ένδειξης και Προειδοποίησης Σ/Π

Στα α/φ με ανασυρόμενα σκέλη, υπάρχουν ενδείξεις της θέσης του Σ/Π στη θέση του χειριστή. Οι διατάξεις προειδοποίησης του Σ/Π είναι ηχητικές και οπτικές. Όταν, για οποιοδήποτε λόγο, το Σ/Π δεν είναι στην προβλεπόμενη θέση, ηχεί μία σειρήνα και ανάβει ένα φως στη θέση χειριστού. Υπάρχουν πολλοί τύποι ένδειξης της θέσης Σ/Π (σχήμα 8.11).



α) Σκέλη Επάνω



β) Σκέλη Κάτω

Σχήμα 8.11

Φώτα
Προειδοποίησης
και Ενδείξεις
Θέσης Σ/Π
Α/φους Concorde

8.4 Συστήματα Πηδαλιούχησης

8.4.1 Γενικά

Ο ριναίος τροχός είναι συνήθως καθοδηγούμενος με δυνατότητα περιστροφής μέχρι και 40 μοίρες. Μπορεί, όμως, να είναι και ελεύθερος με μηχανισμό ευθυγράμμισης. Στην περίπτωση αυτή η καθοδήγηση του α/φους στο έδαφος γίνεται είτε με την πέδηση του αριστερού ή δεξιού τροχού είτε με την κίνηση του πηδαλίου διεύθυνσης. Στα πολυκινητήρια α/φη η καθοδήγηση μπορεί να γίνει με τη μεταβολή της ώσης του αριστερού ή δεξιού κινητήρα.

8.4.2 Περιγραφή Λειτουργίας Συστήματος Πηδαλιούχησης

Τα διάφορα συστήματα πηδαλιούχησης έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας και αποτελούνται από τα ακόλουθα (σχήμα 8.12α και β):

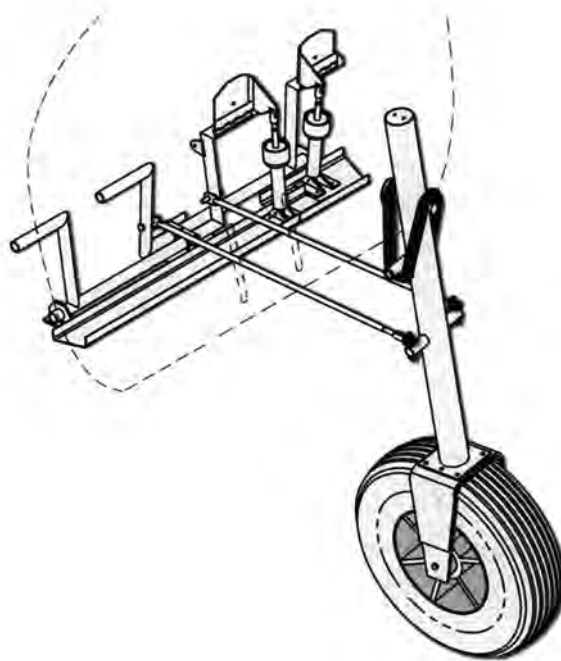


Σχήμα 8.12

Μηχανισμοί και
Στοιχεία
Πηδαλιούχησης
Ριναίου Τροχού

1. Ένα μέσο ελέγχου στη θέση χειριστού π.χ. χειρολαβή.
2. Σύστημα (υδραυλικό, ηλεκτρικό ή μηχανικό) μεταφοράς των κινήσεων ελέγχου από το χειριστή στη μονάδα ελέγχου πηδαλιούχησης.
3. Μονάδα ελέγχου, π.χ. ρυθμιστική βαλβίδα ή βαλβίδα ελέγχου.
4. Πηγή ισχύος, συνήθως το υδραυλικό σύστημα του α/φους.
5. Σωληνώσεις μεταφοράς υγρού προς και από το υδραυλικό σύστημα.
6. Κυλίνδρους πηδαλιούχησης και μοχλούς μεταφοράς κίνησης.
7. Σύστημα παροχής πίεσης στους κυλίνδρους πηδαλιούχησης.
8. Συγκρότημα από οδοντοτροχούς, συρματόσχοινα, ράβδους, τύμπανα και γωνιοστρόφαλα, που διατηρεί τη γωνία στροφής του τροχού.

Το κάθε ποδωστήριο περιστρέφει ένα τύμπανο, το οποίο μεταφέρει το σήμα πηδαλιούχησης με συρματόσχοινα και τροχαλίες στο τύμπανο ελέγχου του διαφορικού συγκροτήματος. Από το διαφορικό συγκρότημα η κίνηση μεταφέρεται, μέσω ρυθμιστικής βαλβίδας, στη βαλβίδα διαλογής, η οποία ενεργοποιεί το υδραυλικό σύστημα το οποίο στρέφει το ριναίο σκέλος. Στο σχήμα 8.13, απεικονίζεται ένα πολύ απλό σύστημα πηδαλιούχησης του ριναίου σκέλους.

**Σχήμα 8.13**

Απλός Μηχανισμός
Πηδαλιούχησης
Ριναίου Σκέλους

8.5 Αποσβεστήρες Εκτροπής

Στην τροχοδρόμηση, απογείωση ή προσγείωση και κάτω από ορισμένες συνθήκες, το ριναίο σκέλος εμφανίζει κραδασμούς και εκτροπές, που μπορούν να προκαλέσουν βλάβες σε αυτό ή στη δομή στήριξής του στο α/φος. Ο αποσβεστήρας εκτροπής είναι ένα συγκρότημα προσαρμοσμένο ή ενσωματωμένο στο ριναίο τροχό, που αντιτίθεται σε κάθε τάση του για εκτροπή. Ελέγχει τους κραδασμούς ή την εκτροπή του ριναίου τροχού με υδραυλική απόσβεση. Σε πολλά α/φη οι διατάξεις αποφυγής εκτροπής είναι ενσωματωμένες στο σύστημα πηδαλιούχησης.

Υπάρχουν τρεις τύποι αποσβεστήρων εκτροπής: 1) Τύπος εμβόλου, (σχήμα 8.14), 2) Τύπος στροφείου ή περυγίου και 3) Τύπος ενσωματωμένος στο σύστημα ισχύος πηδαλιούχησης.

**Σχήμα 8.14**

Αποσβεστήρας
Εκτροπής Τύπου
Εμβόλου

8.6 Συντήρηση Συστήματος Προσγείωσης

Το Σ/Π επιθεωρείται και ελέγχεται τακτικά, λόγω των μεγάλων κρουστικών καταπονήσεων που αναπτύσσονται σε αυτό. Οι επιθεωρήσεις αφορούν τους

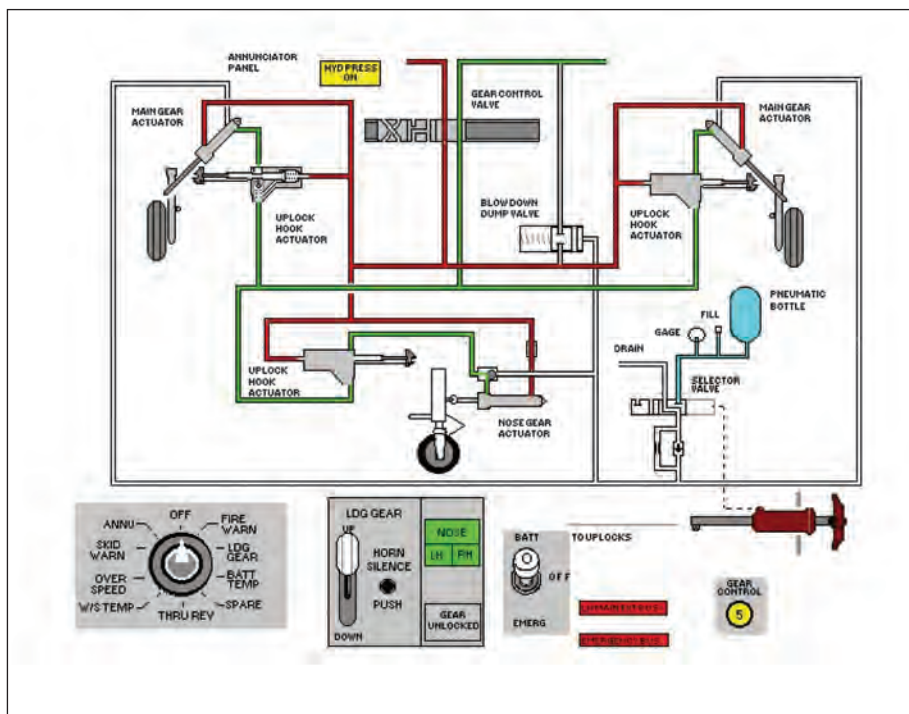
αποσβεστήρες κρούσης και εκτροπής, τις διατάξεις ένδειξης και προειδοποίησης, το σύστημα ανάσυρσης, τις σωληνώσεις, τα συρματόσχοινα, κ.τ.λ. Τα διάφορα συστήματα λιπαίνονται με τα προβλεπόμενα λιπαντικά.

Το Σ/Π ρυθμίζεται αρκετά συχνά. Οι ρυθμίσεις αφορούν τους διακόπτες, τις θυρίδες, τη μοχλική συνδεσμολογία, τους μηχανισμούς ασφάλισης των σκελών στην άνω και κάτω θέση, τη διαδρομή των εμβόλων, κ.τ.λ. Επίσης, ελέγχονται και ρυθμίζονται τα διάκενα των θυρίδων του Σ/Π, οι ράβδοι αντίστασης και η πλευρική ράβδος του Σ/Π.

Τα σύγχρονα α/φη, στον πίνακα οργάνων του χώρου διακυβέρνησης του α/φους, παρέχουν πλήρη απεικόνιση της λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος του Σ/Π. Τα ηλεκτρονικά αυτά συστήματα παρέχουν πολυάριθμες πληροφορίες, που είναι χρήσιμες στους χειριστές του α/φους κατά την πτήση και στο τεχνικό προσωπικό συντήρησης και επιθεώρησης του α/φους στο έδαφος (σχήμα 8.15). Βοηθούν τους τεχνικούς στον ταχύ εντοπισμό της βλάβης σε περίπτωση δυσλειτουργίας.

Σχήμα 8.15

Απεικόνιση
Λειτουργίας
Υδραυλικού
Συστήματος



Περίληψη του 8ου Κεφαλαίου

Το σύστημα προσγείωσης (Σ/Π) των α/φών αποσβένει τη κρουστική ενέργεια στη φάση της προσγείωσης και την κινητική ενέργεια στη φάση πέδησης και διασφαλίζει την τροχοδρόμηση και στάθμευσή τους. Η επικρατέστερη διαμόρφωση του Σ/Π είναι με ριναίο σκέλος.

Ένα βασικό Σ/Π αποτελείται από: σκέλη, αποσβεστήρες κρούσης, τροχούς, λάστιχα, μονάδες υποστήριξης, σύστημα ανάσυρσης και ασφάλισης, σύστημα πέδησης, σύστημα και διατάξεις προστασίας του βοηθητικού σκέλους και σύστημα πηδαλιούχησης. Τα σκέλη μπορεί να έχουν δύο ή περισσότερους τροχούς, ανάλογα με το βάρος του α/φους και την κατηγορία του. Τα βαριά α/φη έχουν τροχοφορέα με τέσσερις ή περισσότερους τροχούς. Στα μικρά και ελαφρά α/φη τα σκέλη είναι συνήθως, σταθερά. Ο αποσβεστήρας κρούσης είναι το κυριότερο στοιχείο του Σ/Π και αποσβένει τα κρουστικά φορτία στην προσγείωση. Μετατρέπει την ενέργεια κρούσης σε έργο συμπίεσης του αέρα ή υγρού και σε θερμότητα ή σε έργο ελαστικής παραμόρφωσης ενός ελατηρίου ή μίας ελαστικής δοκού.

Οι αποσβεστήρες κρούσης διακρίνονται με βάση το "μέσον" απόσβεσης που μπορεί να είναι ελατήριο, αέριο, υγρό, συνδυασμός αερίου - υγρού, κ.τ.λ.

Οι αποσβεστήρες κρούσης έχουν, συνήθως επιβραδυντήρα, που μειώνει την απότομη έκτασή τους. Επίσης, έχουν έκκεντρα, που ευθυγραμμίζουν το συγκρότημα των τροχών με τον άξονά του και διατηρούν το ριναίο τροχό σε ευθεία θέση κατά την προσγείωση. Οι αποσβεστήρες των κυρίων σκελών και του ριναίου σκέλους έχουν υποδοχές ανύψωσης και ωτία ρυμούλκησης.

Το σύστημα προσγείωσης (Σ/Π) ανασύρεται ηλεκτρικά ή υδραυλικά ή σε συνδυασμό τους. Στα α/φη με ανασυρόμενα σκέλη υπάρχουν οπτικές ενδείξεις της θέσης του Σ/Π στη θέση του χειριστή. Οι διατάξεις προειδοποίησης του Σ/Π είναι ηχητικές και οπτικές.

Ο ριναίος τροχός είναι συνήθως καθοδηγούμενος, μπορεί όμως να είναι και ελεύθερος με μηχανισμό ευθυγράμμισης. Στην περίπτωση αυτή η καθοδήγηση του α/φους στο έδαφος γίνεται είτε με την πέδηση του αριστερού ή δεξιού τροχού είτε με την κίνηση του πηδαλίου διεύθυνσης. Ο αποσβεστήρας εκτροπής είναι προσαρμοσμένος στο ριναίο τροχό και ελέγχει τους κραδασμούς ή την εκτροπή του με υδραυλική απόσβεση. Το Σ/Π επιθεωρείται και ελέγχεται τακτικά και ρυθμίζεται αρκετά συχνά.

1. Σε τι χρησιμεύει το σύστημα προσγείωσης (Σ/Π) ενός α/φους;
2. Αναφέρατε τις βασικές διαμορφώσεις των Σ/Π με βάση τη θέση εγκατάστασής τους στο α/φος.
3. Σε ποια α/φη χρησιμοποιείται το Σ/Π με ουραίο τροχό;
4. Ποιο είδος Σ/Π είναι το επικρατέστερο στα σύγχρονα α/φη;
5. Αναφέρατε τα βασικά συκροτήματα ενός Σ/Π.
6. Από τι εξαρτάται ο αριθμός των τροχών ανά σκέλος στο Σ/Π;
7. Πώς ονομάζεται μία διάταξη κυρίου σκέλους με πολλούς τροχούς;
8. Σε ποια α/φη τα σκέλη είναι σταθερά και μη ανασυρόμενα;
9. Αναφέρατε τα πλεονεκτήματα των σταθερών σκελών.
10. Σε τι χρησιμεύει ο αποσβεστήρας κρούσης;
11. Αναφέρατε τους βασικούς τύπους αποσβεστήρων κρούσης με βάση το "μέσον" απόσβεσης.
12. Ποια είναι η βασική αρχή λειτουργίας των αποσβεστήρων κρούσης;
13. Σε ποια α/φη χρησιμοποιούνται αποσβεστήρες κρούσης με ελατήριο ή ελαστική δοκό;
14. Ποιος είναι ο πιο γνωστός τύπος αποσβεστήρα κρούσης;
15. Αναφέρατε τα κύρια στοιχεία του αποσβεστήρα κρούσης ελαίου - αερίου.
16. Αναφέρατε την τάξη μεγέθους της πίεσης που αναπτύσσεται στους αποσβεστήρες κρούσης υγρού ελατηρίου.
17. Σε τι χρησιμεύουν τα έκκεντρα στη θέση έκτασης του αποσβεστήρα κρούσης;
18. Σε τι χρησιμεύουν στο Σ/Π; α) Οι βραχίονες ροπής, β) Τα υποστηρίγματα και γ) Οι άξονες έδρασης.
19. Αναφέρατε τα κύρια στοιχεία ενός ηλεκτρικού συστήματος ανάσυρσης Σ/Π.
20. Αναφέρατε τα κύρια στοιχεία ενός υδραυλικού συστήματος ανάσυρσης Σ/Π.
21. Σε τι χρησιμεύει το σύστημα έκτασης ανάγκης;
22. Πώς γίνεται η καθοδήγηση ενός α/φους στο έδαφος;
23. Αναφέρατε τα κύρια στοιχεία του συστήματος πηδαλιούχησης.
24. Σε τι χρησιμεύουν οι αποσβεστήρες εκτροπής;
25. Αναφέρατε τους βασικούς τύπους αποσβεστήρων εκτροπής.
26. Ποια βασικά στοιχεία του Σ/Π αφορούν οι επιθεωρήσεις του;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 8ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Αποσυμπίεση Αποσβεστήρα Κρούσης

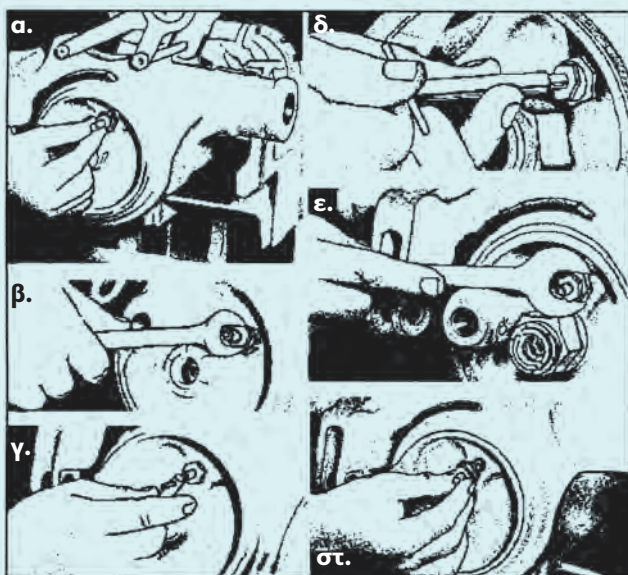
Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αποσυμπίεζει τους αποσβεστήρες κρούσης, να τους πληρώνει με υδραυλικό υγρό και πεπιεσμένο άζωτο.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος, τα προβλεπόμενα εργαλεία και κλειδιά, υδραυλικό υγρό και μονάδα παροχής πεπιεσμένου αερίου (αζώτου).



Σχήμα Α.8.1

Εργασίες Πλήρωσης
Αποσβεστήρα Κρούσεως
Σκέλους Σ/Π

Εργασίες κατά βήματα

1. Ανυψώνουμε το α/φος σε γρύλους, εάν αυτό προδιαγράφεται στα τεχνικά του εγχειρίδια.
2. Εάν δεν απαιτείται ανύψωση του α/φους το τοποθετούμε έτσι, ώστε οι αποσβεστήρες να βρίσκονται σε κανονική θέση λειτουργίας.
3. Απομακρύνουμε από το α/φος το προσωπικό, τις εξέδρες εργασίας και άλλα αντικείμενα.
4. Αφαιρούμε το πώμα της βαλβίδας πλήρωσης (σχήμα Α.8.1α).
5. Ελέγχουμε τη σύσφιξη του ασφαλιστικού περικοχλίου με τα προβλεπόμενα εργαλεία - κλειδιά (σχήμα Α.8.1β).

6. Ελευθερώνουμε το παγιδευμένο αέριο (σχήμα Α.8.1γ).
7. Αφαιρούμε το προστατευτικό κάλυμμα της βαλβίδας (σχήμα Α.8.1δ).
8. Περιστρέφουμε αργά προς τα αριστερά το περικόχλιο ασφαλείας και ελευθερώνουμε την πίεση του αερίου (σχήμα Α.8.1ε).
9. Ελέγχουμε τη συμπίεση του αποσβεστήρα.
10. Αφαιρούμε τη βαλβίδα, όταν ο αποσβεστήρας έχει πλήρως συμπιεσθεί (σχήμα Α.8.1στ).
11. Γεμίζουμε με το προβλεπόμενο υδραυλικό υγρό τον αποσβεστήρα, μέχρι το χείλος της βαλβίδας αερίου.
12. Αντικαθιστούμε το παρέμβασμα τύπου "Ο".
13. Επανατοποθετούμε τη βαλβίδα αερίου και τη σφίγγουμε με ροπόκλειδο στην προβλεπόμενη ροπή σύσφιξης.
14. Τοποθετούμε το προστατευτικό κάλυμμα της βαλβίδας.
15. Πληρώνουμε τον αποσβεστήρα με αργό ρυθμό με αέριο, σύμφωνα με τις οδηγίες των εγχειριδίων του α/φους.
16. Μετράμε την πίεση του αερίου με το προβλεπόμενο όργανο.
17. Εάν δεν προβλέπεται η μέτρηση της πίεσης του αερίου, προβλέπεται η μέτρηση της προέκτασης του αποσβεστήρα μεταξύ δύο συγκεκριμένων σημείων του. Μετράμε την απόσταση των δύο αυτών σημείων.
18. Σφίγγουμε το ασφαλιστικό περικόχλιο με ροπόκλειδο, με την προβλεπόμενη ροπή σύσφιξης.
19. Αφαιρούμε τη σωλήνωση παροχής αερίου και τοποθετούμε και σφίγγουμε με το χέρι το πώμα της βαλβίδας αερίου (αζώτου).

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Εξαερισμός Αποσβεστήρα Κρούσης Υγρού Ελατηρίου

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

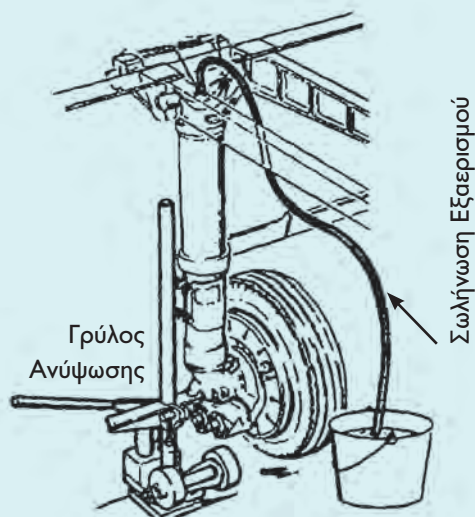
- Να προβαίνει σε εξαερισμό και πλήρωση του αποσβεστήρα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Κλειδιά, σωλήνας, ακροσωλήνια, γρύλοι ανύψωσης και γρύλος δοκιμής.
Το προβλεπόμενο υδραυλικό υγρό.

Εργασίες κατά βήματα

1. Ανυψώνουμε συνήθως το α/φος σε γρύλους, μέχρι πλήρους έκτασης των αποσβεστήρων.
2. Κατασκευάζουμε σωλήνωση εξαερισμού, με προσαρμογέα κατάλληλο να προσαρμοσθεί στο στόμιο πλήρωσης του αποσβεστήρα.
3. Ελευθερώνουμε την πίεση του αερίου του αποσβεστήρα που πρόκειται να εξαερωθεί.
4. Αφαιρούμε τη βαλβίδα του αερίου.
5. Πληρώνουμε τον αποσβεστήρα με το υδραυλικό υγρό.
6. Προσαρμόζουμε τον προσαρμογέα του σωλήνα εξαερισμού που κατασκευάσαμε στο στόμιο πλήρωσης και βυθίζουμε το άλλο άκρο του σε δοχείο με το προβλεπόμενο υδραυλικό υγρό (σχήμα Α.8.2).
7. Τοποθετούμε κάτω από τον αποσβεστήρα ένα γρύλο δοκιμής.
8. Με το γρύλο ανύψωσης συμπιέζουμε και αποσυμπιέζουμε τον αποσβεστήρα, μέχρι να εξαφανισθούν πλήρως οι εξερχόμενες φυσαλίδες.
9. Συμπιέζουμε τελείως τον αποσβεστήρα και τον αφήνουμε να εκταθεί με το βάρος του.
10. Αφαιρούμε το γρύλο δοκιμής.
11. Αφαιρούμε όλους τους γρύλους από το α/φος.
12. Αφαιρούμε το σωλήνα εξαερισμού.
13. Τοποθετούμε και σφίγγουμε τη βαλβίδα αερίου.

**Σχήμα Α.8.2**

9.1 Είδη Συστημάτων Πέδησης

9.1.1 Γενικά

Το σύστημα πέδησης (φρένα) χρησιμεύει στην επιβράδυνση και ακινητοποίηση του α/φους στην προσγείωση, στην πηδαλιούχηση του στο έδαφος, στη στάθμευσή του και τη συγκράτησή του κατά τη δοκιμή των κινητήρων. Η κινητική ενέργεια του α/φους στη φάση προσγείωσης, η οποία είναι πολύ μεγάλη, μετατρέπεται στο σύστημα πέδησης, κυρίως σε θερμική ενέργεια. Κατά τη δοκιμή κινητήρων, η δύναμη με την οποία το σύστημα πέδησης συγκρατεί το α/φος είναι ιδιαίτερα αυξημένη.

Τα φρένα πρέπει να επιτρέπουν την πηδαλιούχηση του α/φους στο έδαφος και να λειτουργούν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Είναι εγκατεστημένα σε κάθε κύριο τροχό και ελέγχονται με τα ποδωστήρια του πηδαλίου διεύθυνσης, με τη μύτη των ποδιών.

Τα συστήματα πέδησης χωρίζονται σε:

- Ανεξάρτητα συστήματα.
- Συστήματα φρένων με έλεγχο ισχύος.
- Συστήματα ενισχυμένης ισχύος.

Στα α/φη υπάρχει και σύστημα πέδησης ανάγκης, που είναι πνευματικό και έχει μία φιάλη με πεπιεσμένο αέρα με ενδείκτη και βαλβίδα ελευθέρωσης πίεσης. Σε ορισμένα πολιτικά α/φη υπάρχει επιπρόσθετο σύστημα πέδησης και στο ριναίο σκέλος, που ενεργοποιείται αποκλειστικά, όταν ο χειριστής πατάει και τα δύο ποδωστήρια.

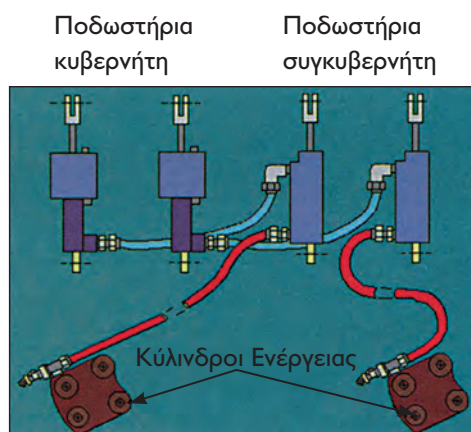
9.1.2 Ανεξάρτητα Συστήματα Πέδησης

Χρησιμοποιούνται συνήθως στα μικρά α/φη. Χαρακτηρίζονται ως ανεξάρτητα συστήματα, επειδή έχουν δική τους δεξαμενή υδραυλικού υγρού και είναι τελείως ανεξάρτητα από το υδραυλικό σύστημα του α/φους. Είναι ίδια με τα συστήματα πέδησης των αυτοκινήτων.

Ένα βασικό ανεξάρτητο σύστημα πέδησης, αποτελείται από: δεξαμενή υγρού, δύο κύριους κυλίνδρους ενέργειας (έναν σε κάθε σκέλος), μηχανική συνδεσμο-

Σχήμα 9.1

Βασικό Ανεξάρτητο
Σύστημα Πέδησης
Ελαφρού Α/φους



λογία, που συνδέει κάθε κύριο κύλινδρο ενέργειας με το αντίστοιχο ποδωστήριο, σωληνώσεις υδραυλικού υγρού και δύο συγκροτήματα φρένων ένα για κάθε κύριο τροχό (σχήμα 9.1).

Ο χειριστής, με τη μύτη του ποδιού του, πατάει το ποδωστήριο και διεγείρει τον αντίστοιχο κύλινδρο ενέργειας, ο οποίος αυξάνει την πίεση του υδραυλικού υγρού. Η αυξημένη πίεση μεταφέρεται, μέσω των σωληνώσεων, στο αντίστοιχο συγκρότημα φρένων του κυρίου

σκέλους, που επιβραδύνει την περιστροφική κίνηση των τροχών του και τους ακινητοποιεί. Όταν ο χειριστής απελευθερώνει το ποδωστήριο, ένα ελατήριο επιστροφής επιστρέφει το έμβολο του κυλίνδρου ενέργειας στην ουδέτερη θέση. Το υγρό από το συγκρότημα φρένων επιστρέφει στον κύριο κύλινδρο ενέργειας. Τα ελατήρια του συγκροτήματος φρένων, επιστρέφουν το έμβολο του κυλίνδρου ενέργειας στην ουδέτερη θέση και ο τροχός περιστρέφεται ελεύθερα.

Ο κύριος κύλινδρος ενέργειας έχει μία αντισταθμιστική βαλβίδα μέσω της οποίας επιστρέφει το υγρό φρένων στη δεξαμενή υγρού, όταν η πίεση στις σωληνώσεις αυξηθεί υπερβολικά. Με τον τρόπο αυτό δεν παγιδεύεται ο κύριος κύλινδρος και δεν κολλάνε τα φρένα.

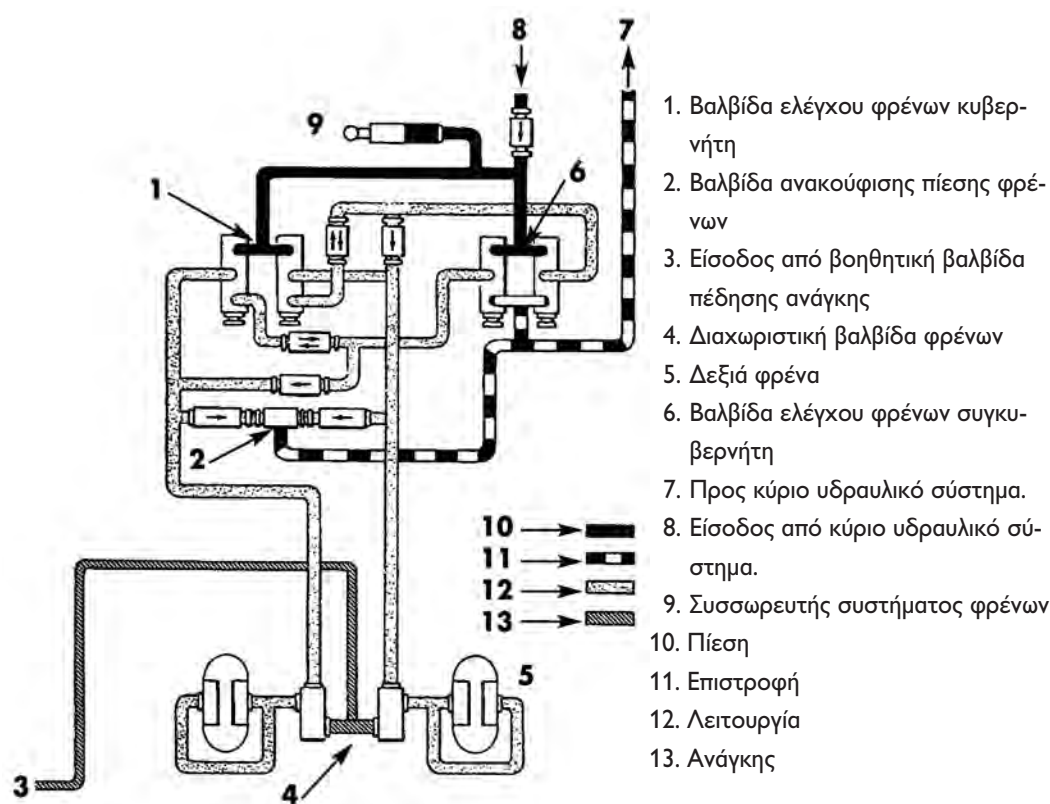
9.1.3 Σύστημα Πέδησης Ελέγχου Ισχύος

Συνδέεται άμεσα με το κύριο υδραυλικό σύστημα και χρησιμοποιείται σε μεγάλα α/φ. Απαιτεί μεγάλους τροχούς και συγκροτήματα φρένων. Αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά στοιχεία (σχήμα 9.2):

1. Βαλβίδα μη επιστροφής ή ελέγχου. Προλαβαίνει την απώλεια πίεσης του συγκροτήματος φρένων, σε περίπτωση απώλειας του κυρίου υδραυλικού συστήματος του α/φους.
2. Υδραυλικός συσσωρευτής. Αποθηκεύει υγρό με πίεση. Κατά την πέδηση η πίεση του υγρού πέφτει στο συσσωρευτή και το υγρό από το κύριο υδραυλικό σύστημα εισέρχεται σε αυτόν και παγιδεύεται από τη βαλβίδα μη επιστροφής. Αποσβένει, επίσης, τα υπερβολικά φορτία στο υδραυλικό σύστημα φρένων.
3. Βαλβίδες ελέγχου πέδησης χειριστών. Ρυθμίζουν και ελέγχουν τον όγκο και την πίεση του υγρού λειτουργίας των φρένων.
4. Βαλβίδες μη επιστροφής και περιοριστικές βαλβίδες γραμμών υδραυλικού υγρού κυβερνήτη και συγκυβερνήτη. Οι τέσσερις βαλβίδες μη επιστροφής,

είναι μίας διεύθυνσης και δεν επιτρέπουν τη ροή του υγρού από το συγκρότημα φρένων στις βαλβίδες ελέγχου των χειριστών.

5. Βαλβίδα ανακούφισης πίεσης. Ανακουφίζει την πίεση του υδραυλικού συστήματος πέδησης, όταν αυτή υπερβεί μία συγκεκριμένη τιμή.
6. Διαχωριστική βαλβίδα. Διαχωρίζει το κύριο υδραυλικό σύστημα από το σύστημα ανάγκης.
7. Βαλβίδα ελέγχου ισχύος φρένων. Μειώνει και ρυθμίζει την πίεση του κυρίου συστήματος πέδησης και αποσβένει τις θερμικές διαστολές κατά την πέδηση.
8. Κύλινδροι μείωσης πίεσης συστήματος πέδησης. Χρησιμοποιούνται σε α/φ με κύριο υδραυλικό σύστημα υψηλής πίεσης και σύστημα πέδησης χαμηλής πίεσης.



Σχήμα 9.2

Διάγραμμα
Υδραυλικού
Συστήματος Πέδησης
Ελέγχου Ισχύος

9.1.4 Σύστημα Πέδησης Ενισχυμένης Ισχύος

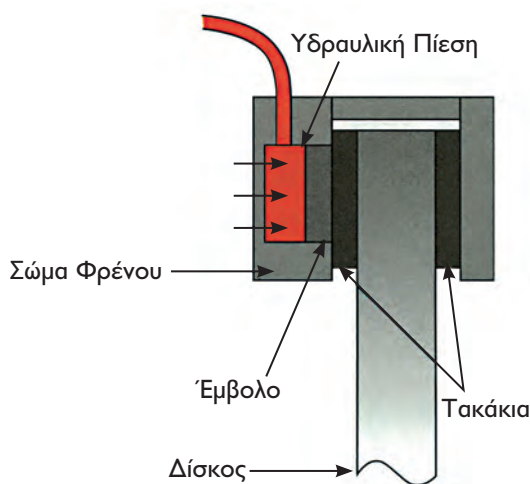
Χρησιμοποιείται σε α/φη με αυξημένες ταχύτητες προσγείωσης και είναι ανεξάρτητο σύστημα πέδησης. Έχει μειωμένο βάρος συγκριτικά με το σύστημα πέδησης ισχύος και μεγαλύτερη απόδοση από το ανεξάρτητο σύστημα πέδησης. Συνδέεται με το κύριο υδραυλικό σύστημα του α/φους, του οποίου η πίεση χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο για την ενίσχυση των ποδωστηρίων με

την ενεργοποίηση ενισχυτικών κυλίνδρων. Ένα τυπικό σύστημα πέδησης ενισχυμένου τύπου αποτελείται από: μία δεξαμενή υδραυλικού υγρού, δύο κύριους ενισχυτικούς κυλίνδρους, δύο διαχωριστικές βαλβίδες και ένα συγκρότημα φρένων σε κάθε κύριο τροχό. Όταν ο χειριστής πατάει το εμπρόσθιο τμήμα των ποδωστηρίων, το υγρό κινείται από τους ενισχυτικούς κυλίνδρους, μέσω διαχωριστικών βαλβίδων, στα φρένα. Όταν τα ποδωστήρια απελευθερώνονται, κλείνει το στόμιο πίεσης των ενισχυτικών κυλίνδρων και το υγρό που είχε μετακινηθεί προς τα φρένα, επιστρέφει μέσω της γραμμής επιστροφής, στη δεξαμενή υγρού των φρένων. Η δεξαμενή υγρού των φρένων συνδέεται με τη δεξαμενή υγρού του κυρίου υδραυλικού συστήματος του α/φους.

9.2 Συγκρότημα Φρένων

Γενικά. Το συγκρότημα φρένων ή πέδησης είναι ενός, δύο ή πολλαπλών δίσκων (δισκόφρενα), με τεμαχισμένα τακάκια στον περιστρεφόμενο δίσκο ή με σωλήνες που διαστέλλονται. Ο αριθμός των δίσκων αυξάνεται με αυξανόμενο μέγεθος και βάρος α/φους και αυξανόμενη ταχύτητα προσγείωσης. Τα μικρά ελαφρά α/φη έχουν συγκροτήματα φρένων με έναν ή δύο δίσκους και τα μεσαία και μεγάλα α/φη πολλαπλών δίσκων.

Φρένα Ενός Δίσκου. Η πέδηση επιτυγχάνεται με τριβή και στις δύο πλευρές ενός περιστρεφόμενου δίσκου εγκατεστημένου στον τροχό του σκέλους. Στο σχήμα 9.3α, απεικονίζεται η αρχή λειτουργίας του φρένου με ένα δίσκο και στο σχήμα 9.3β το τυπικό συγκρότημα φρένου με έναν δίσκο και δύο κυλίνδρους ενέργειας.



α) Αρχή Λειτουργίας Φρένου με ένα Δίσκο και Τακάκια

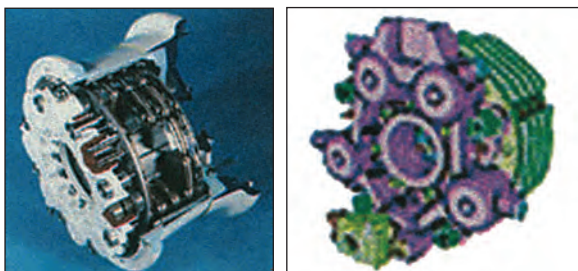


β) Τυπικό Φρένο με έναν Δίσκο και δύο Κυλίνδρους Ενέργειας

Όταν ο χειριστής πατάει το ποδωστήριο, η πίεση του συστήματος αυξάνεται και ωθεί το έμβολο και το δίσκο τριβής προς τον περιστρεφόμενο δίσκο. Όταν το ποδωστήριο ελευθερώνεται, μειώνεται η πίεση του υγρού και το ελατήριο απομακρύνει το έμβολο και το δίσκο τριβής από τον περιστρεφόμενο δίσκο.

Τα φρένα δύο δίσκων χρησιμοποιούνται σε α/φ με μεγαλύτερη τριβή πέδησης από αυτά ενός δίσκου και είναι παρόμοια με τη διαφορά ότι αντί ενός δίσκου έχουν δύο περιστρεφόμενους δίσκους.

Φρένα Πολλαπλών Δίσκων. Είναι βαριάς λειτουργίας και χρησιμοποιούνται σε συστήματα πέδησης ελέγχου ή ελεγχόμενης ισχύος. Ένα βασικό συγκρότημα φρένων πολλαπλών δίσκων αποτελείται από τα εξής συγκροτήματα: έναν φορέα τριβέα, περιστρεφόμενους δίσκους, τα γνωστά στροφεία, σταθερούς δίσκους, τους στάτες, έναν κύλινδρο ενέργειας, έναν αυτόματο ρυθμιστή και διάφορα άλλα στοιχεία (σχήμα 9.4).



Σχήμα 9.4

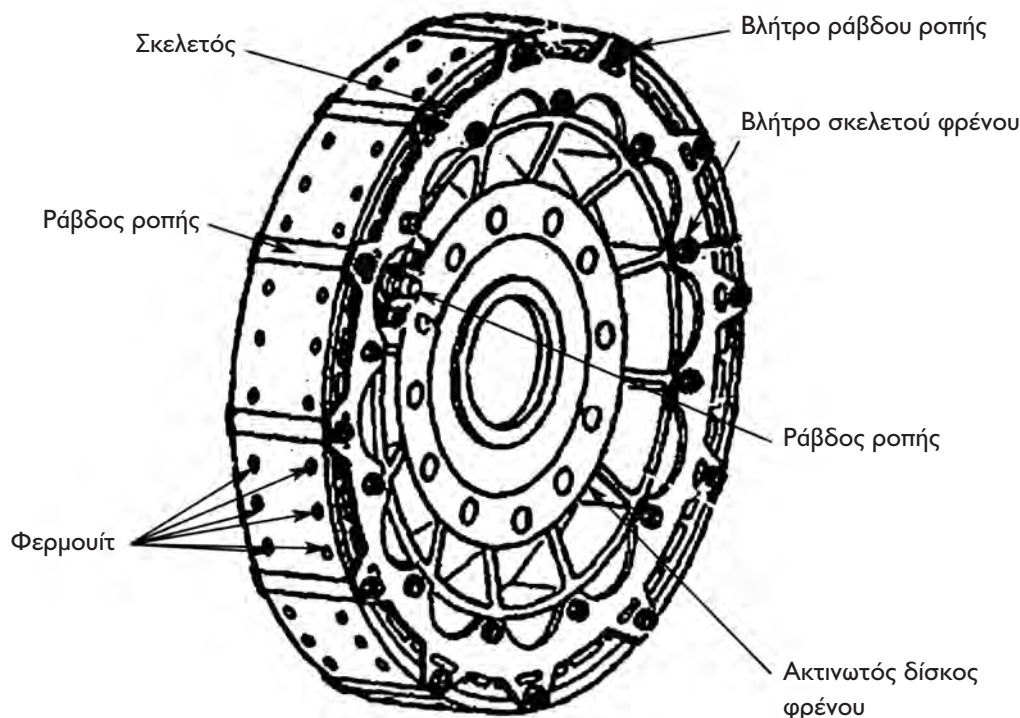
Συγκρότημα Φρένων
Πολλαπλών Δίσκων

Ο φορέας τριβέα, στον οποίο είναι τοποθετημένος ο κύλινδρος ενέργειας, είναι προσαρμοσμένος στον άξονα του τροχού του σκέλους. Όταν ο χειριστής πατάει το ποδωστήριο, ο ρυθμιστής πίεσης παρέχει ρυθμισμένη πίεση στο θάλαμο του φορέα του τριβέα. Η πίεση αυτή ενεργοποιεί τον κύλινδρο ενέργειας, ο οποίος συμπιέζει τους περιστρεφόμενους δίσκους, που είναι προσαρμοσμένοι στον τροχό και τους σταθερούς δίσκους, που είναι προσαρμοσμένοι στο φορέα του τριβέα. Η τριβή των περιστρεφόμενων και σταθερών δίσκων παρέχει την απαραίτητη ενέργεια πέδησης. Όταν το ποδωστήριο ελευθερώνεται, μειώνεται η πίεση και η δύναμη που ασκείται στο έμβολο του κυλίνδρου ενέργειας. Συνεπώς, το έμβολο οπισθοχωρεί στο θάλαμο του φορέα του τριβέα. Ο αυτόματος ρυθμιστής διασφαλίζει, ένα συγκεκριμένο διάκενο μεταξύ των σταθερών και περιστρεφόμενων δίσκων.

Φρένα Τεμαχισμένου Περιστρεφόμενου Δίσκου. Είναι βαριάς λειτουργίας και χρησιμοποιούνται σε υδραυλικά συστήματα υψηλής πίεσης, συστήματα πέδησης ελέγχου ή ελεγχόμενης ισχύος. Είναι όμοια με τα φρένα πολλαπλών δίσκων και έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας. Οι περιστρεφόμενοι δίσκοι είναι τεμαχισμένοι, ενώ οι σταθεροί έχουν ενσωματωμένες επιφάνειες υλικού, που τρίβεται (τακάκια - φερμουίτ) και στις δύο πλευρές τους. Το βασικό εξάρτημα του συγκροτήματος είναι ο φορέας του τριβέα.

Φρένα Διαστελλόμενων Σωλήνων. Είναι χαμηλής πίεσης, ελαφρά, με λίγα κινούμενα μέρη, με επιφάνεια πέδησης 360 μοίρες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλα και μικρά α/φ (σχήμα 9.5). Αποτελούνται από τα εξής κύρια

εξαρτήματα: το πλαίσιο, το διαστελλόμενο σωλήνα, τα πλακίδια, τα ελατήρια επιστροφής και το ρυθμιστή διακένου.



Σχήμα 9.5

Φρένα
Διαστελλόμενων
Σωλήνων

Το πλαίσιο, του οποίου το κύριο σώμα είναι χυτό, προσαρμόζεται στο σκέλος. Ο διαστελλόμενος σωλήνας είναι κατασκευασμένος από ενισχυμένο συνθετικό υλικό και περιβάλλει το πλαίσιο. Τα πλακίδια κατασκευάζονται από φερμουίτ και η επιφάνεια τριβής τους είναι ενισχυμένη με μέταλλο. Τα ελατήρια επιστροφής είναι τοποθετημένα στο διάκενο μεταξύ των πλακιδίων, το οποίο ρυθμίζεται από το ρυθμιστή διακένου.

Όταν ο χειριστής πατάει το ποδωστήριο, αυξάνεται η πίεση του υδραυλικού υγρού μέσα στο διαστελλόμενο σωλήνα, ο οποίος διαστέλλεται μόνο προς τα έξω. Τα πλακίδια που συγκρατούνται γύρω από το πλαίσιο και δεν περιστρέφονται, ακολουθούν τη διαστολή του διαστελλόμενου σωλήνα και έρχονται σε επαφή με το ταμπόρο του φρένου και τρίβονται. Η τριβή είναι ανάλογη της αύξησης της πίεσης του υγρού στο διαστελλόμενο σωλήνα. Όταν τα ποδωστήρια ελευθερώνονται, μειώνεται η πίεση του υγρού στο διαστελλόμενο σωλήνα, ο οποίος συστέλλεται και τα πλακίδια απομακρύνονται από το ταμπόρο.

Επιθεώρηση και Συντήρηση Συστήματος Πέδησης. Το σύστημα πέδησης του α/φους, πρέπει να λειτουργεί άψογα, διότι οποιαδήποτε δυσλειτουργία

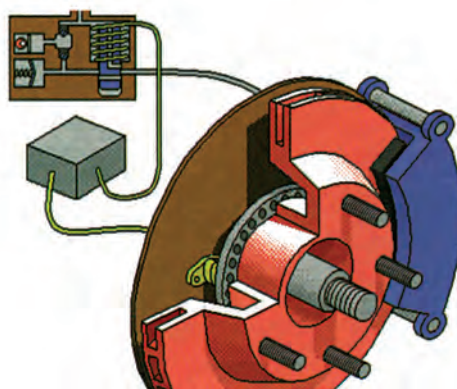
του μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες στην ασφάλεια του α/φους στη φάση προσγείωσης και δοκιμής κινητήρων. Για το λόγο αυτό, προβλέπονται πολύ συχνές επιθεωρήσεις και έλεγχοι. Στις εργαστηριακές ασκήσεις αναφέρονται διάφοροι έλεγχοι του συστήματος πέδησης.

9.3 Σύστημα Αντιολίσθησης Φρένων

Γενικά. Το σύστημα πέδησης των α/φών με υψηλές επιδόσεις, έχει ενσωματωμένο σύστημα που ελέγχει και ελαχιστοποιεί την ολίσθηση των τροχών, κατά αναλογία προς τα σύγχρονα αυτοκίνητα.

Το σύστημα αντιολίσθησης εκτελεί τέσσερις λειτουργίες: 1) Έλεγχο ολίσθησης του τροχού σε κανονική λειτουργία, δηλ όταν περιστρέφεται, 2) Έλεγχο ολίσθησης του τροχού, όταν δεν περιστρέφεται (πλήρες μπλοκάρισμα), 3) Προστασία κατά την επαφή του τροχού στο διάδρομο στη φάση προσγείωσης και 4) Προστασία από αστοχία του συστήματος πέδησης.

Ένα βασικό σύστημα αντιολίσθησης αποτελείται από: δύο γεννήτριες ελέγχου ολίσθησης, ένα κιβώτιο ελέγχου ολίσθησης, δύο βαλβίδες ελέγχου ολίσθησης, ένα διακόπτη ελέγχου ολίσθησης, μία προειδοποιητική φωτεινή ένδειξη και μία καλωδίωση (σχήμα 9.6).

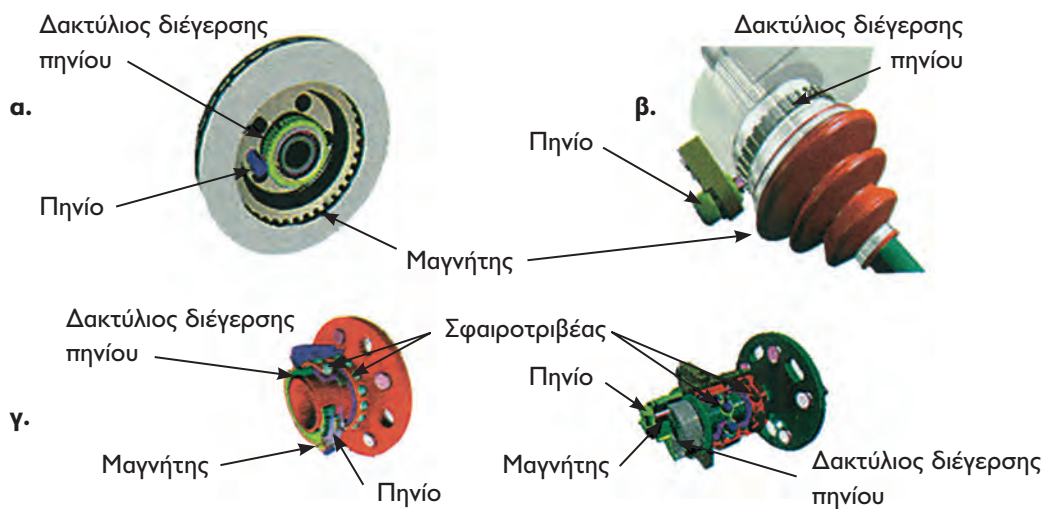


Σχήμα 9.6

Βασικό Σύστημα
Αντιολίσθησης

Έλεγχος Ολίσθησης σε Κανονική Λειτουργία. Όταν κατά την πέδηση, η ταχύτητα περιστροφής του τροχού μειώνεται σημαντικά, επεμβαίνει ο έλεγχος ολίσθησης κανονικής λειτουργίας, πριν ακόμη ο τροχός ακινητοποιηθεί. Ουσιαστικά, το σύστημα αντιολίσθησης επεμβαίνει, μόλις αρχίσει η ολίσθηση και πριν προλάβει ο τροχός να ολισθαίνει πλήρως. Η βαλβίδα ελέγχου ολίσθησης, μειώνει την πίεση του υγρού στο σύστημα φρένων του τροχού, ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται πιο γρήγορα χωρίς να ολισθαίνει. Όσο μεγαλύτερη είναι η ολίσθηση του τροχού, τόσο μεγαλύτερη είναι η μείωση της πίεσης του υγρού. Ο έλεγχος και η προστασία ολίσθησης κάθε τροχού είναι ανεξάρτητη από τους άλλους. Το μέγεθος της ολίσθησης μετριέται από τη μείωση της ταχύτητας περιστροφής του.

Οι γεννήτριες ελέγχου ολίσθησης, μετρούν τη ταχύτητα περιστροφής του τροχού. Στον άξονα κάθε τροχού προσαρμόζεται μία γεννήτρια, που περιστρέφεται μαζί του και παράγει μία τάση και ένα ηλεκτρικό σήμα. Η ένταση του σήματος είναι ανάλογη της ταχύτητας περιστροφής του τροχού και μεταφέρεται στο κιβώτιο ελέγχου ολίσθησης (σχήμα 9.7).



Σχήμα 9.7
Μηχανισμός
Παραγωγής Σημάτων
Σωληνοειδούς
Πηνίου

Το κιβώτιο ελέγχου ολίσθησης λαμβάνει τα σήματα από τις γεννήτριες, τα αναλύει, μεταβάλλει την έντασή τους και στέλνει τα κατάλληλα σήματα στα σωληνοειδή (πηνία) των βαλβίδων ελέγχου ολίσθησης. Τα πηνία των βαλβίδων διεγείρονται από τα σήματα που λαμβάνουν και μειώνουν την πίεση του υγρού στο υδραυλικό σύστημα φρένων, ανάλογα με την ένταση του σήματος. Η αύξηση της πίεσης του υγρού, όταν ο χειριστής πατάει τα ποδωστήρια, διέρχεται πρώτα από τις βαλβίδες ελέγχου, όπου τα σωληνοειδή είναι αρμόδια για τη μείωση της πίεσης του υγρού στα φρένα. Το σύστημα αντιολίσθησης, σε κανονική λειτουργία των τροχών, είναι σχεδιασμένο να εφαρμόζει την απαιτούμενη πέδηση λίγο πριν την έναρξη της ολίσθησης. Ο χειριστής του α/φους μπορεί από το χειριστήριο να θέσει εκτός λειτουργίας το σύστημα αντιολίσθησης. Στην περίπτωση αυτή, καθώς και στην περίπτωση που το σύστημα αντιολίσθησης έχει κάποια βλάβη, εμφανίζεται μία προειδοποιητική φωτεινή ένδειξη.

Έλεγχος Ολίσθησης σε Μπλοκαρισμένο Τροχό. Το σύστημα αντιολίσθησης απελευθερώνει σχεδόν πλήρως τον τροχό, σε περίπτωση που μπλοκάρει πλήρως, για να αρχίζει να περιστρέφεται και να αυξηθεί η ταχύτητα περιστροφής του. Ο τροχός μπορεί να μπλοκάρει εύκολα σε τμήματα πάγου, όπου η τριβή είναι πολύ μικρή, όταν το σύστημα αντιολίσθησης κανονικής λειτουργίας δεν προλάβει να τον προστατέψει από πλήρη ολίσθηση. Το σύστημα ολίσθησης για μπλοκαρισμένο τροχό, είναι εκτός λειτουργίας, για ταχύτητες μικρότερες από 25 έως 30 Km/h.

Προστασία κατά την Επαφή του Τροχού στο Διάδρομο Προσγείωσης. Το σύστημα αυτό προστατεύει τα φρένα από τυχόν ενεργοποίηση στη φάση επαφής με το διάδρομο προσγείωσης, ακόμη και εάν τα ποδωστήρια είναι πατημένα από το χειριστή. Τυχόν ενεργοποίηση των φρένων θα είχε ως συνέπεια το μπλοκάρισμα των τροχών. Οι τροχοί μπορεί να αρχίσουν να περιστρέφονται

προτού παραλάβουν το πλήρες βάρος του α/φους. Το κιβώτιο ελέγχου ολίσθησης για να στείλει στις βαλβίδες ελέγχου ολίσθησης τα σωστά σήματα, πρέπει να ικανοποιηθούν δύο συνθήκες: Πρώτον, ο διακόπτης ελέγχου φορτίου των τροχών, πρέπει να στείλει σήμα ότι έχει επικαθίσει στους τροχούς το πλήρες βάρος του α/φους. Δεύτερον, οι γεννήτριες ελέγχου ολίσθησης στέλνουν σήμα, όταν η ταχύτητα του τροχού έχει υπερβεί τα 25 έως 30 Km /h.

Τέλος το σύστημα προστασίας από τυχόν αστοχία ελέγχει τη λειτουργία του συστήματος αντιολίσθησης και σε περίπτωση αστοχίας το διακόπτει και το σύστημα λειτουργεί αποκλειστικά με τα ποδωστήρια του χειριστή. Στην περίπτωση αυτή εμφανίζεται μία προειδοποιητική φωτεινή ένδειξη.

Περίληψη του 9ου Κεφαλαίου

Το σύστημα πέδησης χρησιμεύει στην επιβράδυνση και ακινητοποίηση του α/φους στην προσγείωση, στην ηηδαλιούχηση του στο έδαφος, στη στάθμευσή του και τέλος την συγκράτησή του κατά τη δοκιμή των κινητήρων. Τα συστήματα πέδησης διακρίνονται σε:

- 1) Ανεξάρτητα συστήματα.
- 2) Συστήματα φρένων με έλεγχο ισχύος.
- 3) Συστήματα ενισχυμένης ισχύος.

Τα ανεξάρτητα συστήματα πέδησης χρησιμοποιούνται στα μικρά α/φη και είναι ανεξάρτητα από το υδραυλικό σύστημα του α/φους. Είναι ίδια με τα συστήματα πέδησης των αυτοκινήτων. Το σύστημα πέδησης ελέγχου ισχύος, συνδέεται άμεσα με το κύριο υδραυλικό σύστημα του α/φους και χρησιμοποιείται σε μεγάλα α/φη. Το σύστημα πέδησης ενισχυμένης ισχύος χρησιμοποιείται σε α/φη με μεγάλες ταχύτητες προσγείωσης και με ανεξάρτητο σύστημα πέδησης. Το σύστημα πέδησης ανάγκης είναι πνευματικό και έχει μία φιάλη με πεπιεσμένο αέρα με ενδείκτη και βαλβίδα ελευθέρωσης πίεσης.

Το συγκρότημα φρένων είναι ενός, δύο ή πολλαπλών δίσκων, με τεμαχισμένα τακάκια στον περιστρεφόμενο δίσκο ή με σωλήνες που διαστέλλονται. Τα φρένα δύο δίσκων είναι παρόμοια με αυτά του ενός δίσκου, με τη διαφορά ότι αντί ενός δίσκου έχουν δύο περιστρεφόμενους δίσκους. Τα φρένα πολλαπλών δίσκων χρησιμοποιούνται σε συστήματα πέδησης ελέγχου ή ελεγχόμενης ισχύος. Τα φρένα τεμαχισμένου δίσκου είναι όμοια με τα φρένα πολλαπλών δίσκων και έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας. Τα φρένα διαστελλόμενων σωλήνων είναι χαμηλής πίεσης.

Το σύστημα αντιολίσθησης φρένων ελέγχει και ελαχιστοποιεί την ολίσθηση των τροχών. Επεμβαίνει μόλις αρχίσει η ολίσθηση του τροχού και πριν προλάβει να ολισθαίνει πλήρως. Ο έλεγχος και η προστασία ολίσθησης κάθε τροχού είναι ανεξάρτητη από τους άλλους. Το σύστημα αντιολίσθησης απελευθερώνει σχεδόν πλήρως τον τροχό σε περίπτωση που μπλοκάρει πλήρως, για να αρχίζει να περιστρέφεται και να αυξηθεί η ταχύτητα περιστροφής του.

Το σύστημα προστασίας από τυχόν αστοχία ελέγχει τη λειτουργία του συστήματος αντιολίσθησης και σε περίπτωση αστοχίας το διακόπτει και το σύστημα λειτουργεί μόνο με τα ποδωστήρια του χειριστή.

1. Ποιο σύστημα συγκρατεί το α/φος κατά τη δοκιμή κινητήρων;
2. Σε τι χρησιμεύει το σύστημα πέδησης σε ένα α/φος;
3. Σε τι είδους ενέργεια μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του α/φους στη φάση προσγείωσης;
4. Με τι ελέγχει ο χειριστής τα φρένα κατά την πηδαλιούχηση;
5. Αναφέρατε τα βασικά είδη συστημάτων πέδησης.
6. Σε ποια α/φη χρησιμοποιούνται τα ανεξάρτητα συστήματα πέδησης;
7. Γιατί τα ανεξάρτητα συστήματα πέδησης ονομάζονται ανεξάρτητα;
8. Σε τι χρησιμεύει ο κύλινδρος ενέργειας στο ανεξάρτητο σύστημα πέδησης;
9. Ποιος τύπος συστήματος πέδησης συνδέεται άμεσα με το κύριο υδραυλικό σύστημα του α/φους;
10. Ποιος τύπος συστήματος πέδησης απαιτεί μεγάλους τροχούς και συγκροτήματα φρένων;
11. Ποια α/φη έχουν το σύστημα πέδησης ενισχυμένης ισχύος;
12. Πώς αξιοποιεί το κύριο υδραυλικό σύστημα του α/φους το σύστημα πέδησης ενισχυμένης ισχύος;
13. Το σύστημα πέδησης ανάγκης α/φών είναι υδραυλικό ή πνευματικό;
14. Σε ποια α/φη χρησιμοποιούνται συγκροτήματα φρένων με έναν δίσκο και σε ποια με πολλαπλούς δίσκους;
15. Πώς επιτυγχάνεται η πέδηση στο συγκρότημα φρένων με ένα δίσκο;
16. Η τριβή πέδησης στους δίσκους των φρένων αναπτύσσεται στη μία ή στις δύο πλευρές του δίσκου;

17. Αναφέρατε τα κύρια στοιχεία ενός συγκροτήματος φρένων με πολλαπλούς δίσκους.
18. Πώς ονομάζεται ο περιστρεφόμενος δίσκος σε ένα συγκρότημα φρένων πολλαπλών δίσκων και πώς ο σταθερός δίσκος;
19. Σε τι διαφέρουν τα φρένα τεμαχισμένου περιστρεφόμενου δίσκου από τα φρένα πολλαπλών δίσκων;
20. Αναφέρατε τα στοιχεία των φρένων με διαστελλόμενους σωλήνες.
21. Σε τι χρησιμεύει το σύστημα αντιολίσθησης φρένων;
22. Αναφέρατε τις λειτουργίες του συστήματος αντιολίσθησης φρένων.
23. Πότε επεμβαίνει το σύστημα αντιολίσθησης φρένων στο σύστημα πέδησης;
24. Τι σχέση έχει το μέγεθος της ολίσθησης του τροχού με τη μείωση της ταχύτητας περιστροφής του;
25. Ποιο στοιχείο του συστήματος αντιολίσθησης μετράει την ταχύτητα περιστροφής του τροχού;
26. Τι κάνει το σύστημα αντιολίσθησης, όταν ο τροχός μπλοκάρει;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 9ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Εξαερισμός Συστήματος Πέδησης με Βαρύτητα

Σημείωση: Υπάρχουν δύο βασικά είδη συστημάτων εξαερισμού φρένων: α) Από επάνω προς τα κάτω (μέθοδος βαρύτητας) και β) Από κάτω προς τα επάνω (μέθοδος πίεσης). Η μέθοδος εξαερισμού εξαρτάται από τον τύπο και τη σχεδίαση του συστήματος φρένων.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να εξαερώνει το σύστημα πέδησης ενός α/φους με βαρύτητα και να το ελέγχει για τυχόν διαρροές.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και φορητή συσκευή παροχής υδραυλικού υγρού. Σωλήνωση εξαερισμού.

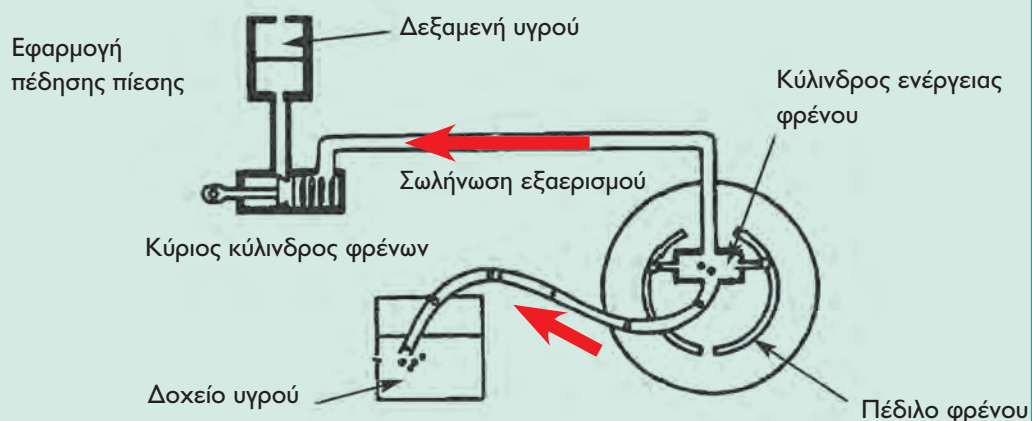
Εργασίες κατά βήματα

Σημείωση: Στα συστήματα φρένων εξαερισμού με πίεση, έχει προβλεφθεί βαλβίδα εξαερισμού στο κάτω τμήμα της σωλήνωσης φρένων (σχήμα Α.9.1). Η άσκηση αυτή, εκτελείται με δύο μαθητές.

1. Προσαρμόζουμε το ένα άκρο μίας σωλήνωσης εξαερισμού στη βαλβίδα εξαερισμού και το άλλο άκρο το βυθίζουμε σε δοχείο με υδραυλικό υγρό.
2. Εάν το σύστημα φρένων είναι ανεξάρτητου τύπου, τότε κάθε φορά που πατάμε τα ποδωστήρια, ο παγιδευμένος αέρας εξέρχεται από το σύστημα λειτουργίας των φρένων.
3. Ο ένας μαθητής, στο χώρο διακυβέρνησης του α/φους, κρατάει πατημένο το ένα ποδωστήριο, π.χ. δεξιό. Ο άλλος μαθητής στο δεξιό σκέλος του α/φους κλείνει τη βαλβίδα εξαερισμού, πριν απελευθερωθεί το ποδωστήριο.
4. Εάν δεν κλείσει η βαλβίδα εξαερισμού, πριν απελευθερωθεί το ποδωστήριο, τότε στο υδραυλικό σύστημα εισέρχεται περισσότερος αέρας από ότι εξέρχεται κατά το πάτημα του ποδωστήριου.
5. Συνεχίζουμε τον εξαερισμό, μέχρι να εξαφανισθούν οι φυσαλίδες αέρα μέσα στο δοχείο με το υδραυλικό υγρό.

Εάν το σύστημα πέδησης δεν είναι ανεξάρτητο, δηλ είναι ενισχυμένης ισχύος ή ελέγχου ισχύος, τότε, κατά τον εξαερισμό, απαιτείται παροχή υδραυλικού υγρού με πίεση στο σύστημα πέδησης. Στην περίπτωση αυτή παρέχουμε υδραυλικό υγρό με πίεση στο σύστημα πέδησης από μία φορητή συσκευή.

Ο εξαερισμός του συστήματος πέδησης με βαρύτητα είναι ανάλογος με τον εξαερισμό του συστήματος πέδησης των αυτοκινήτων.

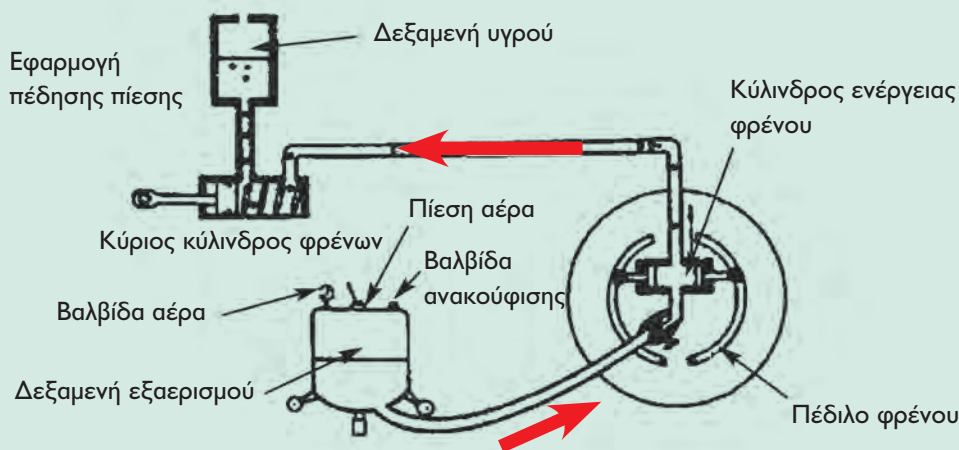
**Σχήμα Α.9.1**

Μέθοδος Εξαερισμού με Βαρύτητα

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Εξαερισμός Συστήματος Πέδησης με Πίεση

- Σημείωση:** 1. Η δεξαμενή εξαερισμού είναι μία φορητή δεξαμενή που παρέχει υδραυλικό υγρό με πίεση. Είναι εφοδιασμένη με βαλβίδα αέρα, ενδείκτη αέρα και σωλήνωση εξαερισμού. Η σωλήνωση εξαερισμού έχει ενσωματωμένη βαλβίδα διακοπής.
2. Στα συστήματα φρένων εξαερισμού με βαρύτητα έχει προβλεφθεί βαλβίδα εξαερισμού στο επάνω τμήμα της σωλήνωσης φρένων (σχήμα A.9.2). Η άσκηση αυτή εκτελείται με δύο μαθητές.



Σχήμα A.9.2

Μέθοδος Εξαερισμού με Πίεση

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να εξαερώνει το σύστημα πέδησης ενός α/φους με πίεση και να το ελέγχει για τυχόν διαρροές.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και δεξαμενή εξαερισμού.

Εργασίες κατά βήματα

Επειδή ο εξαερισμός εκτελείται με πίεση πρέπει να τηρούνται οι οδηγίες εξαερισμού του α/φους. Εκτελούμε κατά βήματα τις εργασίες εξαερισμού του συστήματος πέδησης, που περιγράφονται στο τεχνικό εγχειρίδιο του α/φους. Κατά τον εξαερισμό του συστήματος πέδησης, τόσο με βαρύτητα, όσο και με πίεση πρέπει να βεβαιωθούμε ότι:

1. Οι συσκευές εξαερισμού είναι καθαρές και πλήρεις με υγρό.
2. Το υδραυλικό υγρό είναι καθαρό και είναι το προβλεπόμενο.
3. Η παροχή υγρού κατά τον εξαερισμό είναι επαρκής.
4. Αφαιρέθηκε πλήρως ο αέρας.
5. Το ποδωστήριο, μετά τον εξαερισμό, είναι ισχυρό και σταθερό.
6. Η στάθμη της δεξαμενής υδραυλικού υγρού είναι η σωστή.
7. Δεν υπάρχουν διαρροές στη δοκιμή διαρροής σε συνθήκες πίεσης λειτουργίας.

ΤΡΟΧΟΙ – ΕΛΑΣΤΙΚΑ

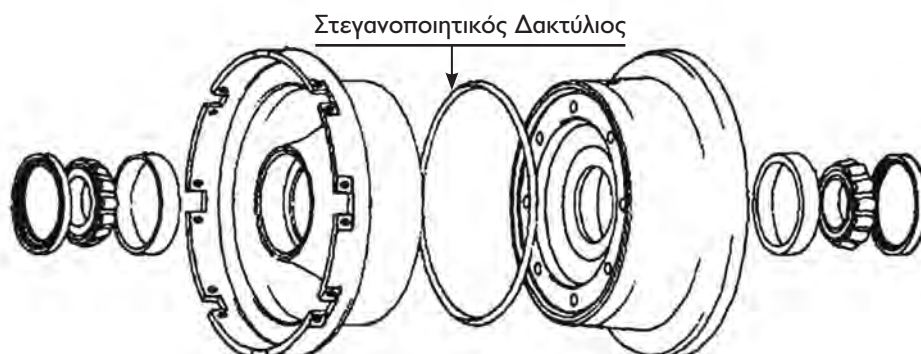
377

10.1 Τροχοί

Γενικά. Οι τροχοί ανήκουν στα στοιχεία του α/φους με τη μέγιστη φόρτιση και καταπόνηση, η οποία μάλιστα είναι κρουστική με κυκλικές φορτίσεις. Η θραύση ενός τροχού στη φάση προσγείωσης μπορεί να είναι καταστροφική. Οι τροχοί υπόκεινται σε συχνές επιθεωρήσεις και ελέγχους και αφαιρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα από το α/φος για αντικατάσταση, αποσυναρμολόγηση, έλεγχο και συντήρηση. Οι εργασίες συντήρησης των τροχών εγκυμονούν πολλούς κινδύνους και τηρούνται αυστηρά μέτρα ασφαλείας από το τεχνικό προσωπικό. Οι τροχοί κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου και μαγνησίου και είναι τριών τύπων: Ολόσωμοι, διαιρούμενοι και με αποσυναρμολογούμενη στεφάνη. Υπάρχουν τροχοί με ελαστικό και αεροθάλαμο και τροχοί χωρίς αεροθάλαμο.

Ολόσωμοι Τροχοί. Χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις, όπου απαιτούνται ελαστικά μεγάλης πίεσης, όπως στα μαχητικά α/φη και είναι πιο ενισχυμένοι από τους άλλους τύπους τροχών (σχήμα 10.3).

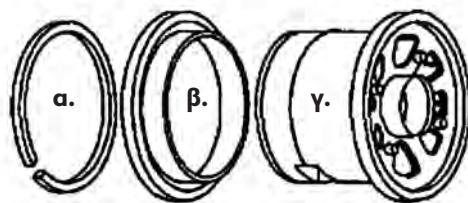
Διαιρούμενος Τροχός. Είναι ο τύπος με τη μεγαλύτερη εφαρμογή σε ελαφρά, μεσαία και μεγάλα α/φη, σε όλα τα σκέλη (κύρια σκέλη, ριναίο και ουραίο σκέλος). Αποτελείται από δύο τμήματα, στατικά ζυγοσταθμισμένα, που συναρμολογούνται με βλήτρα και στεγανοποιούνται με ενδιάμεσο δακτύλιο (σχήμα 10.1).



Σχήμα 10.1

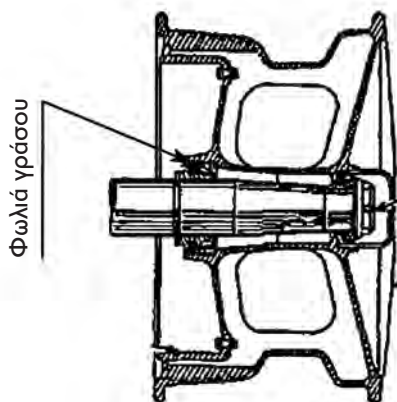
Διαιρούμενος
Τροχός

Τροχός Αποσυναρμολογούμενης Στεφάνης. Χρησιμοποιούνται, κυρίως στα κύρια σκέλη. Κύριο πλεονέκτημά τους, είναι η ταχεία αντικατάσταση του ελα-



Σχήμα 10.2
Αποσυναρμολογούμενος Τροχός

- α) Ασφαλιστικός Δακτύλιος
β) Αποσυναρμολογούμενη Στεφάνη
γ) Κύριο Σώμα



Σχήμα 10.3
Ολόσωμος Τροχός



Σχήμα 10.4
Εύτηκτα Πώματα Ασφαλείας Τροχών

στικού. Αφαιρείται η στεφάνη, τοποθετείται το ελαστικό με τη στεφάνη και ο τροχός ασφαρίζεται με ασφαλιστικό δακτύλιο (σχήμα 10.2).

Τριβείς. Οι τροχοί προσαρμόζονται στον άξονα περιστροφής του σκέλους με τριβείς, που είναι συνήθως κωνικοί κυλινδρικού τύπου και φωλιάζουν σε έδρανα τριβής (σχήμα 10.1 έως 10.3). Οι τριβείς λιπαίνονται με άφθονο γράσο.

Πέλμα. Το πλάτος του πέλματος των τροχών ποικίλλει ανάλογα με τις απαιτήσεις καταπόνησης του σκέλους.

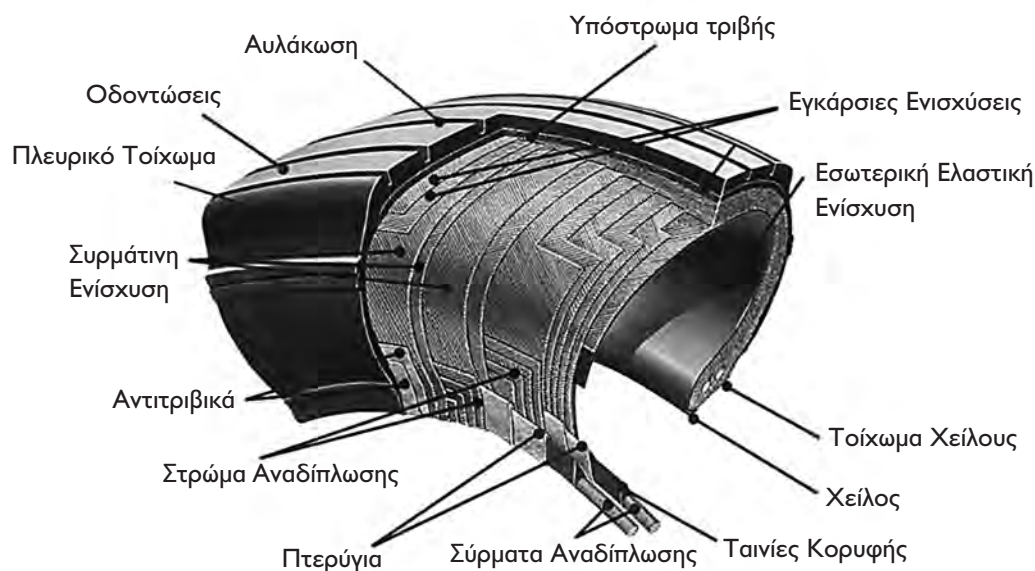
Εύτηκτα Πώματα Ασφαλείας. Η θερμοκρασία των τροχών και ελαστικών στη φάση προσγείωσης είναι αυξημένη λόγω της μεγάλης ταχύτητας προσγείωσης των σύγχρονων α/φών. Οι τροχοί έχουν εύτηκτα πώματα ασφαλείας, που απελευθερώνουν τον αέρα των ελαστικών, όταν η θερμοκρασία υπερβεί συγκεκριμένες τιμές (σχήμα 10.4). Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η υπερθέρμανση των ελαστικών και τροχών.

Συντήρηση Τροχών. Η συντήρηση των τροχών συνίσταται σε: καθαρισμό, λίπανση, έλεγχο ρωγμών και έλεγχο διάβρωσης.

10.2 Ελαστικά

Κατασκευή. Η κατασκευή των ελαστικών απεικονίζεται στο σχήμα 10.5. Τα ελαστικά χωρίς αεροθάλαμο είναι όμοια με τα ελαστικά με αεροθάλαμο, με τη διαφορά ότι έχουν μία ελαστική εσωτερική επένδυση που στεγανοποιεί τον αέρα μεταξύ τροχού και ελαστικού. Επιπρόσθετα, το χείλος του ελαστικού στα σημεία επαφής του με τον τροχό είναι σχεδιασμένο να στεγανοποιεί το ελαστικό με τον τροχό. Τα πολλαπλά στρώματα νάιλον και ελαστικού και οι εσωτερικές εγκάρσιες και διαμήκειες ενισχύσεις διασφαλίζουν στα ελαστικά αυξημένη αντοχή κατά την προσγείωση και διατηρούν το σχήμα τους. Οι εξωτερικές οδοντώσεις διασφαλίζουν καλή πρόσφυση στο έδαφος, αποφυγή εκδορών και

εγκοπών και προστασία από υγρασία. Επίσης, στα ελαστικά των α/φών, λόγω των μεγάλων ταχυτήτων προσγείωσης, οι αυλακώσεις είναι περιμετρικές και όχι εγκάρσιες για να αποφεύγεται η υδρολίσθηση των α/φών.



Σχήμα 10.5

Κατασκευή
Ελαστικών Α/φών

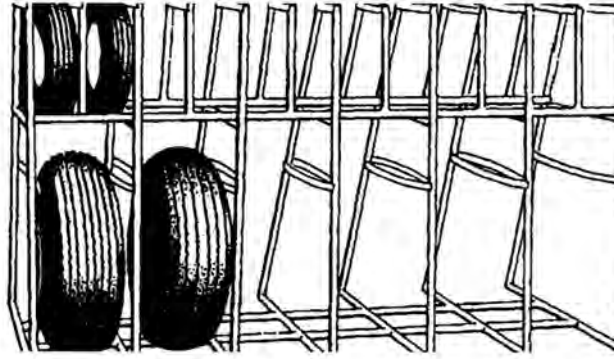
Τύποι Ελαστικών. Ανάλογα με τη χρήση τους διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι ελαστικών: γενικής χρήσης με άριστη πρόσφυση, αντιολισθητικοί με ελλειπτικό πέλμα, ελλειπτικοί με ραβδώσεις, κατάλληλοι για σταθερό σύστημα προσγείωσης (μικρή οπισθέλκουσα) και για ριναίο σκέλος (μικρό τρέμουλο).

Οδοντώσεις. Χρησιμοποιούνται ελαστικά με πολλούς τύπους οδοντώσεων, τα κυριότερα των οποίων είναι: Ελαστικά με επίπεδη οδόντωση, με ραβδωτή οδόντωση και αντιολισθητικά ελαστικά.

Χαρακτηρισμός Διαστάσεων. Οι διαστάσεις των ελαστικών χαρακτηρίζονται από την εξωτερική διάμετρο και το πλάτος του πέλματος Π.χ. Ένα ελαστικό 26x6.6 έχει εξωτερική διάμετρο 26 ίντσες και πλάτος 6,6 ίντσες.

Αποθήκευση. Το όριο ζωής των ελαστικών, εξαρτάται άμεσα από τις συνθήκες αποθήκευσης. Πρέπει να αποθηκεύονται σε χώρους σκοτεινούς, δροσερούς και χωρίς υγρασία. Τα ελαστικά είναι πολύ ευαίσθητα στο ηλιακό φως, στη βροχή, τον αέρα και τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Δεν πρέπει, κατά την αποθήκευση, να έρχονται σε επαφή με λιπαντικά, διαλυτικά, καύσιμα και γενικά με παράγωγα πετρελαίου. Πρέπει να αποθηκεύονται κάθετα και ποτέ σε σωρούς, το ένα επάνω στο άλλο (σχήμα 10.6).

Συντήρηση - Επισκευή Ελαστικών. Τα ελαστικά ελέγχονται πολύ συχνά και όταν απαιτείται επισκευάζονται από το αρμόδιο τεχνικό προσωπικό. Οι βασικές εργασίες συντήρησης και επισκευής ελαστικών περιγράφονται στις εργαστηριακές ασκήσεις.



Σχήμα 10.6

Τρόπος
Αποθήκευσης
Ελαστικών

Περίληψη του 10ου Κεφαλαίου

Οι τροχοί ανήκουν στα στοιχεία του α/φους με τη μέγιστη φόρτιση και καταπόνηση. Κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου και μαγνησίου και είναι τριών τύπων: Ολόσωμοι, διαιρούμενοι και με αποσυναρμολογούμενη στεφάνη. Οι τροχοί, προσαρμόζονται στον άξονα περιστροφής του σκέλους με κωνικούς τριβείς κυλινδρικού τύπου. Το πλάτος του πέλματος των τροχών ποικίλλει, ανάλογα με τις απαιτήσεις καταπόνησης του σκέλους. Οι τροχοί έχουν εύτηκτα πώματα ασφαλείας που απελευθερώνουν τον αέρα των ελαστικών, όταν η θερμοκρασία τους υπερβεί συγκεκριμένες τιμές. Η συντήρηση των τροχών συνίσταται σε καθαρισμό, λίπανση, έλεγχο ρωγμών και έλεγχο διάβρωσης.

Τα ελαστικά των τροχών διακρίνονται σε αυτά με και χωρίς αεροθάλαμο. Τα ελαστικά χωρίς θάλαμο έχουν εσωτερική ελαστική ενίσχυση και το χείλος τους διασφαλίζει στεγανότητα μεταξύ ελαστικού και τροχού. Ανάλογα με τη χρήση τους διακρίνονται σε γενικής χρήσης με άριστη πρόσφυση, αντλιοσθητικοί με ελλειπτικό πέγμα και ελλειπτικοί με ραβδώσεις. Με βάση την οδόντωσή τους διακρίνονται σε ελαστικά με επίπεδη οδόντωση, με ραβδωτή οδόντωση και αντλιοσθητικά. Το όριο ζωής των ελαστικών εξαρτάται από τις συνθήκες αποθήκευσης.

1. Από τι υλικά κατασκευάζονται οι τροχοί των α/φών;
2. Αναφέρατε τους τύπους των τροχών που χρησιμοποιούνται στα α/φη.
3. Ποιος τύπος τροχών έχει την ευρύτερη εφαρμογή στα α/φη;
4. Ποιος τύπος τροχού διασφαλίζει ταχεία αντικατάσταση ελαστικού;
5. Πότε χρησιμοποιούνται τροχοί ολόσωμου τύπου;
6. Ποιος τύπος τριβέων χρησιμοποιείται στους τροχούς των α/φών;
7. Σε τι χρησιμεύουν τα εύτηκτα πώματα ασφαλείας των τροχών;
8. Ποιοι τύποι α/φών έχουν τροχούς με εύτηκτα πώματα ασφαλείας;
9. Σε τι χρησιμεύουν οι οδοντώσεις των ελαστικών;
10. Σε τι διαφέρουν τα ελαστικά με θάλαμο από αυτά χωρίς θάλαμο;
11. Αναφέρατε τους τύπους οδοντώσεων των ελαστικών των α/φών.
12. Ποιες διαστάσεις ελαστικών χρησιμεύουν για το χαρακτηρισμό τους;
13. Αναφέρατε τα χαρακτηριστικά μίας σωστής αποθήκης ελαστικών.
14. Πώς επηρεάζει το ηλιακό φως το όριο ζωής των ελαστικών;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 10ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Επανατοποθέτηση Τροχού στο Α/φος.

Σημείωση: Η διαδικασία επανατοποθέτησης τροχών, γενικά, είναι ίδια σε όλα τα α/φη. Υπάρχουν τροχοί που σφίγγονται με συγκεκριμένη ροπή.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να επανατοποθετεί τον τροχό στο σκέλος του α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος, τροχός και γρύλος.

Εργασίες κατά βήματα

1. Τοποθετούμε τον τροχό στον άξονα.
2. Σφίγγουμε το περικόχλιο στον άξονα, ενώ ταυτόχρονα περιστρέφουμε τον τροχό. Η περιστροφή γίνεται βαθμιαία δύσκολη.
3. Όταν ο τροχός δεν περιστρέφεται πλέον ελεύθερα, χαλαρώνουμε το περικόχλιο περίπου 1 / 6 στροφές. Εάν ο τροχός έχει ρυθμιστεί σωστά, περιστρέφεται ελεύθερα, χωρίς πλευρική εκτροπή.
4. Ασφαλίζουμε το περικόχλιο με την προβλεπόμενη μέθοδο.
5. Τοποθετούμε και ασφαλίζουμε το εξωτερικό καπάκι (τάσι).
6. Σε ορισμένους τύπους τροχών υπάρχουν τριβείς (ρουλεμάν) που δεν αφαιρούνται παρά μόνο σε περίπτωση αντικατάστασής τους.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Καθαρισμός Τροχών.

Σημείωση: Ο καθαρισμός των τροχών είναι απαραίτητος για τον έλεγχο ρωγμών και διαβρώσεων. Απομακρύνει ακαθαρσίες, λάδια και λιπαντικά. Δυστυχώς αποχρωματίζει ορισμένες περιοχές των τροχών.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να χρησιμοποιεί γαλακτώματα και διαλυτικά καθαρισμού και να καθαρίζει τους τροχούς από λάδια και ακαθαρσίες.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Τροχός α/φους και διαλυτικά και γαλακτώματα καθαρισμού.

Εργασίες κατά βήματα

1. Σε ένα δοχείο Α ετοιμάζουμε ένα διάλυμα που αποτελείται από τέσσερα έως εννιά μέρη από διαλύτη καθαρισμού προδιαγραφής P-D-680 και ένα μέρος γαλάκτωμα προδιαγραφής P-C-444.
2. Σε ένα δοχείο Β ετοιμάζουμε διάλυμα που αποτελείται από τέσσερα έως εννιά μέρη νερό και ένα μέρος γαλάκτωμα προδιαγραφής MIL-C-43616.
3. Το διαλυτικό καθαρισμού P-D-680 επηρεάζει την αναπνοή και το δέρμα και απαιτείται εξαερισμός και προστασία με γυαλιά και γάντια.

4. Τοποθετούμε το τμήμα του τροχού που πρόκειται να καθαρίσουμε, πάνω σε σχάρα και το ψεκάζουμε με διαλυτικό καθαρισμού του δοχείου Α. Απομακρύνουμε τα περισσότερα λάδια και τις ακαθαρσίες.
5. Βυθίζουμε το τμήμα του τροχού που ψεκάσαμε και καθαρίσαμε στο δοχείο Α, μέχρι να εμποτιστούν τα υπόλοιπα λάδια και οι ακαθαρσίες για περίπου είκοσι λεπτά της ώρας.
6. Επαναλαμβάνουμε το βήμα τέσσερα σε όλα τα τμήματα του τροχού.
7. Τρίβουμε επιμελώς, με βούρτσα από σκληρές τρίχες, την περιοχή του τροχού κοντά στο χείλος του ελαστικού και απομακρύνουμε τα κατάλοιπα ακαθαρσιών.
8. Στεγνώνουμε τον τροχό με πεπιεσμένο αέρα.
9. Βυθίζουμε ένα τμήμα του τροχού στο δοχείο Β και το αφήνουμε να εμποτιστεί για είκοσι λεπτά της ώρας.
10. Τοποθετούμε τον τροχό σε σκάρα και ψεκάζουμε με διάλυμα από το δοχείο Β το εμποτισμένο τμήμα του.
11. Καθαρίζουμε και απομακρύνουμε με βούρτσα τυχόν υπολείμματα ακαθαρσιών και λαδιών από το τμήμα του τροχού που καθαρίζουμε.
12. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα εννιά έως έντεκα σε όλο τον τροχό.
13. Πλένουμε με άφθονο νερό υψηλής πίεσης τον τροχό.
14. Στεγνώνουμε τον τροχό με πεπιεσμένο αέρα.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Συντήρηση Τριβέων Τροχών.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να επαλείφει γράσο με πίεση ή με το χέρι στους τριβείς των τροχών α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

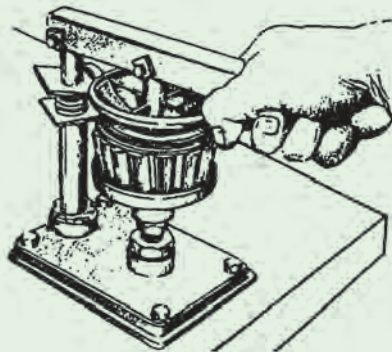
- Τροχός α/φους, συσκευή γρασαρίσματος, γράσο και στουπί.

Εργασίες κατά βήματα

1. Καθαρίζουμε τους τριβείς, τις βάσεις έδρασής τους, τις υποδοχές γράσου, κ.τ.λ. με διαλυτικό προδιαγραφής P-D-680, Τύπου II.

2. Απομακρύνουμε όλα τα υπολείμματα από ακαθαρσίες, λάδια, γράσα και χρώματα.
3. Επαλείφουμε τους τριβείς με γράσο προδιαγραφής MIL-G-81322. Η επάλειψη με άφθονο γράσο μπορεί να γίνει είτε με πίεση είτε με το χέρι, όπως απεικονίζεται στα σχήματα A.10.1 και A.10.2 αντιστοίχως.
4. Προτιμάμε την επάλειψη γράσου με πίεση, διότι είναι απλούστερη, πιο γρήγορη, μειώνει την πιθανότητα μόλυνσης του γράσου και διασφαλίζει καλύτερη κατανομή του γράσου.
5. Επαλείφουμε με γράσο τις βάσεις έδρασης των τριβέων.

Σημείωση: Πριν την επάλειψη με γράσο, ελέγχουμε τη συσκευή γρασαρίσματος για τυχόν μόλυνση του γράσου από ακαθαρσίες ή νερό.



Σχήμα A.10.1

Γρασάρισμα Τριβέων Τροχών Α/φών



Σχήμα A.10.2: Επάλειψη Γράσου σε Τριβείς Τροχών Α/φους

Εργασίες

Συγκεντρώστε από το διαδίκτυο στοιχεία ελαστικών για τις ακόλουθες κατηγορίες α/φων και μάλιστα ξεχωριστά για τα κύρια σκέλη και το ριναίο σκέλος:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| α. Μαχητικά α/φη. | δ. Μεσαία επιβατικά α/φη |
| β. Βομβαρδιστικά α/φη. | ε. Μεγάλα επιβατικά /φη. |
| γ. Ελαφρά επιβατικά α/φη. | |

11.1 Γενικά

Η ατμόσφαιρα αποτελείται κυρίως, από άζωτο σε ποσοστό 78%. Το άζωτο είναι αδρανές και δε συμμετέχει άμεσα στη διαδικασία της ζωής. Το οξυγόνο αποτελεί το 21% του ατμοσφαιρικού αέρα. Χωρίς οξυγόνο δεν υπάρχει ζωή στη μορφή που γνωρίζουμε στον πλανήτη μας. Η υγρασία της ατμόσφαιρας δεν είναι σταθερή και σπανίως υπερβαίνει το 5%. Η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται ραγδαία με αυξανόμενο ύψος από την επιφάνεια θαλάσσης, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 3.3.1. Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας μειώνεται με αυξανόμενο ύψος.

Η μείωση της κανονικής παροχής οξυγόνου στους ιστούς του σώματος παράγει σημαντικές μεταβολές στη λειτουργία του σώματος, τις πνευματικές διεργασίες και το βαθμό συνειδητότητας. Τα συμπτώματα νωθρότητας του μυαλού και του σώματος, που προκαλούνται από μερική έλλειψη οξυγόνου, ονομάζονται υποξυγονία. Οι αιτίες της υποξυγονίας είναι πολλές, πλην όμως αυτή που αφορά τη λειτουργία του α/φους είναι η μείωση της πίεσης του οξυγόνου.

Ο ρυθμός με τον οποίο τα πνευμόνια απορροφούν οξυγόνο, εξαρτάται από τη μερική πίεση του οξυγόνου. Η μερική πίεση του οξυγόνου είναι περίπου 1 / 5 της πίεσης του αέρα στο εκάστοτε ύψος της ατμόσφαιρας. Σε ύψος θαλάσσης η πίεση του οξυγόνου ανέρχεται περίπου σε 3 P.S.I. Όταν η πίεση του οξυγόνου μειώνεται είτε λόγω μεγάλου ύψους πτήσης είτε λόγω έλλειψης, τότε η ποσότητα οξυγόνου που παρέχουν τα πνευμόνια στο αίμα μειώνεται και ο άνθρωπος παθαίνει υποξυγονία.

Η περιεκτικότητα σε οξυγόνο και η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα μέχρι τα 2.400 m (8.000 ft) διασφαλίζουν πλήρη κορεσμό του αίματος σε οξυγόνο και κατά συνέπεια κανονικές σωματικές και πνευματικές λειτουργίες. Σε μεγαλύτερα ύψη το οξυγόνο στο αίμα μειώνεται κάτω από το επίπεδο κορεσμού. Π.χ. στα 8.200 m (25.000 ft) ο κορεσμός είναι 50% και παραμονή πέντε λεπτών της ώρας προκαλεί λιποθυμία.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα α/φη που πετούν σε μεγάλα ύψη, πρέπει να έχουν ένα σύστημα που να αποτρέπει την υποξυγονία. Πρακτικά στα επιβατικά α/φη που μπορεί να μεταφέρουν και επιβάτες με ευαίσθητη υγεία, σε ύψη πτήσης πάνω από 2.400 m (8.000 ft), η μερική πίεση του οξυγόνου πρέπει να

διατηρηθεί στα 3 P.S.I. Στα ύψη αυτά θα πρέπει να δημιουργηθούν στο α/φος οι κατάλληλες συνθήκες πίεσης, θερμοκρασίας και παροχής οξυγόνου.

Η μεγαλύτερη δυσκολία είναι η διατήρηση της σωστής μερικής πίεσης του οξυγόνου του αέρα για την αναπνοή και υπάρχουν οι ακόλουθες τρεις μέθοδοι: α) Παροχή οξυγόνου, β) Συμπίεση του α/φους και γ) Στολές συμπίεσης, όπως στα μαχητικά α/φη.

Η συμπίεση των απαραίτητων χώρων του α/φους είναι η επικρατέστερη μέθοδος προστασίας του πληρώματος και των επιβατών από υποξυγονία. Το σύστημα συμπίεσης του α/φους, για ύψη μεγαλύτερα από 2.400 m (8.000 ft), διασφαλίζει συνθήκες ατμόσφαιρας ύψους 2.400 m (πίεση 0,8 bar). Στις συνθήκες αυτές πτήσεις τόσο το πλήρωμα όσο και οι επιβάτες νιώθουν άνετα για πτήσεις μεγάλης διάρκειας.

11.2 Βασικό Σύστημα Συμπίεσης και Κλιματισμού

Γενικά. Το σύστημα συμπίεσης ρυθμίζει και ελέγχει την παροχή του αέρα, ώστε η πίεση και περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο να είναι σταθερή και ίση με την προβλεπόμενη. Το σύστημα κλιματισμού ρυθμίζει και ελέγχει τη θερμοκρασία των χώρων που κλιματίζει.

Εκτός από τους χώρους των επιβατών και του πληρώματος, το σύστημα συμπίεσης και κλιματισμού κλιματίζει ορισμένους χώρους του α/φους, στους οποίους είναι εγκατεστημένος εξοπλισμός που χρειάζεται κλιματισμό. Ο κλιματισμός των χώρων αυτών διασφαλίζει την αποφυγή υπερθέρμανσης του εξοπλισμού τους.

Βασικές Απαιτήσεις. Οι βασικές απαιτήσεις σε εξοπλισμό για την επιτυχή λειτουργία του συστήματος συμπίεσης και κλιματισμού είναι οι ακόλουθες:

1. Πηγή παροχής συμπιεσμένου αέρα για συμπίεση και εξαερισμό. Μπορεί να είναι συμπιεστές με δικό τους κινητήρα, ανεξάρτητοι υπερσυμπιεστές ή το προωθητικό σύστημα του α/φους.
2. Εξοπλισμός και μέθοδος ελέγχου που θα περιορίζει τη μέγιστη διαφορά πίεσης, μεταξύ της πίεσης στο εσωτερικό συμπιεζόμενο χώρο του α/φους και της εξωτερικής πίεσης της ατμόσφαιρας στο ύψος πτήσης. Η διαφορά αυτή πίεσης είναι γνωστή ως διαφορική και πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ συγκεκριμένων ορίων. Ο περιορισμός της διαφορικής πίεσης επιτυγχάνεται με βαλβίδες ανακούφισης, ταχείας εκκένωσης και βαλβίδες ασφαλείας κενού (αρνητικές).
3. Εξοπλισμός και μέθοδος ελέγχου της ροής αέρα που εξέρχεται από τους συμπιεζόμενους χώρους. Ο εξοπλισμός αυτός ρυθμίζει και ελέγχει την πίεση των συμπιεζόμενων χώρων και είναι ένας ρυθμιστής πίεσης και μία βαλβίδα ροής αέρα εξόδου.

4. Εξοπλισμός και μέθοδος ρύθμισης της θερμοκρασίας του αέρα που διανέμεται στους συμπιεζόμενους χώρους του α/φους. Συνήθως, απαιτείται ψύξη και όχι θέρμανση. Επιτυγχάνεται με το σύστημα ψύξης, βαλβίδες ελέγχου, εναλλάκτες θερμότητας, ηλεκτρικά στοιχεία θέρμανσης και ένα σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας του χώρου επιβατών και πληρώματος.
5. Αντοχή και στεγανότητα των χώρων που συμπιέζονται. Η διαφορική πίεση (διαφορά πίεσης μέσα και έξω) στους συμπιεζόμενους χώρους είναι μεγάλη στα μεγάλα ύψη πτήσης και οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις στη δομή του α/φους σημαντικές.

Εκτός από τον ανωτέρω βασικό εξοπλισμό χρησιμοποιούνται, επιπρόσθετα διάφορες βαλβίδες, ρυθμιστές και βοηθητικές μονάδες. Στα σύγχρονα α/φη, που έχουν συστήματα καθαρισμού της καλύπτρας από τη βροχή, συμπιεζόμενες δεξαμενές καυσίμου και υδραυλικού, απαιτούνται επιπρόσθετες βαλβίδες, ρυθμιστές και μονάδες ελέγχου.

11.3 Σύστημα Συμπίεσης Αέρα

Πηγές Συμπίεσης

Η ενέργεια για τη συμπίεση του αέρα του συστήματος συμπίεσης λαμβάνεται από τον κινητήρα του α/φους. Στα α/φη με εμβολοφόρους κινητήρες η απλούστερη μέθοδος είναι η παροχή αέρα από τους υπερσυμπιεστές των κινητήρων. Οι υπερσυμπιεστές παρέχουν στους κυλίνδρους των εμβολοφόρων κινητήρων συμπιεσμένο αέρα. Όταν ο υπερσυμπιεστής βρίσκεται πριν τον αναμικτήρα (ανάμιξη αέρα και καυσίμου), τότε ο αέρας του υπερσυμπιεστή είναι καθαρός. Ένα ποσοστό του αέρα του υπερσυμπιεστή, με μία πολλαπλή, παρέχεται στο σύστημα συμπίεσης. Στη μεγάλη πλειοψηφία των εμβολοφόρων κινητήρων ο υπερσυμπιεστής βρίσκεται μετά τον αναμικτήρα και κατά συνέπεια δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συμπίεση, διότι δεν είναι καθαρός. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται ειδικοί υπερσυμπιεστές που παίρνουν ενέργεια από τους εμβολοφόρους κινητήρες του α/φους.

Οι ανωτέρω μέθοδοι συμπίεσης έχουν τα εξής μειονεκτήματα:

1. Μόλυνση του αέρα από τις αναθυμιάσεις καυσίμων, λιπαντικών και καυσαερίων.
2. Η συμπίεση του α/φους σε μεγάλα ύψη πτήσης είναι αδύνατη, διότι η πίεση εξόδου του συμπιεστή πλησιάζει την πίεση της ατμόσφαιρας στο ύψος πτήσης.
3. Μείωση των επιδόσεων του α/φους στο μέγιστο ύψος πτήσης.

Η συμπίεση των α/φών με στροβιλοκινητήρες επιτυγχάνεται με αέρα που παρέχει ο συμπιεστής του κινητήρα. Ο αέρας αυτός είναι συνήθως καθαρός. Η μέθοδος αυτή εμφανίζει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

1. Η παροχή του αέρα συμπίεσης εξαρτάται άμεσα από τις επιδόσεις του κινητήρα.
2. Υπάρχει πιθανότητα μόλυνσης του αέρα από λιπαντικά ή καύσιμο, σε περίπτωση διαρροής.

Υπερσυμπιεστές

Επειδή η άμεση παροχή αέρα από τον υπερσυμπιεστή των εμβολοφόρων κινητήρων ή το συμπιεστή των στροβιλοκινητήρων εμφανίζει τα μειονεκτήματα, που αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο, σε πολλά α/φ χρησιμοποιούνται ανεξάρτητοι υπερσυμπιεστές. Παίρνουν κίνηση είτε από το σύστημα μετάδοσης κίνησης των παρελκομένων του εμβολοφόρου κινητήρα είτε από τον αέρα του συμπιεστή του στροβιλοκινητήρα. Οι υπερσυμπιεστές διακρίνονται σε: α) Μη φυγοκεντρικούς και β) Φυγοκεντρικούς.

Μη φυγοκεντρικοί Υπερσυμπιεστές. Είναι οι παλινδρομικοί (με έμβολο), με πτερύγια και συμπιεστές τύπου Roots. Οι δύο πρώτοι δεν είναι κατάλληλοι για συμπίεση των χώρων του α/φους, επειδή ο αέρας που παρέχουν εμπεριέχει μεγάλη ποσότητα λαδιού. Στους συμπιεστές τύπου Roots εισέρχεται ένας προκαθορισμένος όγκος αέρα, ο οποίος συμπιέζεται και παρέχεται στον αγωγό του συστήματος συμπίεσης. Αποτελείται από δύο παράλληλους άξονες με στροφεία, που περιστρέφονται με την ίδια ταχύτητα μέσα σε ένα στεγανό περίβλημα. Ο εισερχόμενος αέρας παγιδεύεται μεταξύ των στροφείων, συμπιέζεται και διοχετεύεται στο σύστημα συμπίεσης.

Φυγοκεντρικοί Υπερσυμπιεστές. Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές αυξάνουν την κινητική και δυναμική ενέργεια του αέρα που διέρχεται από το στροφείο τους. Η φυγοκεντρική δύναμη του στροφείου αυξάνει την ταχύτητα του εισερχόμενου αέρα, αλλά και την πίεσή του.

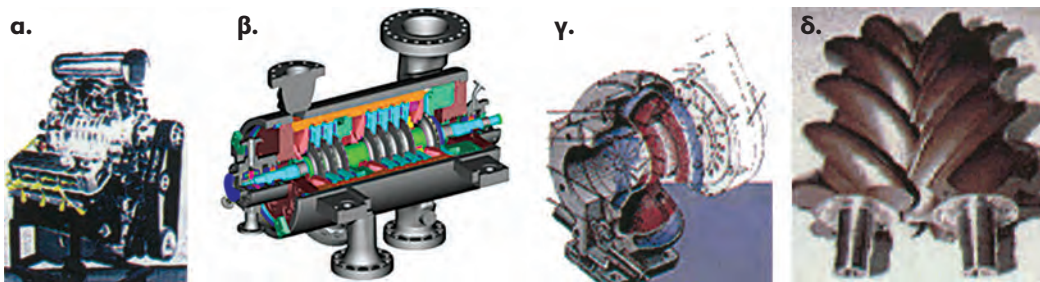
Υπάρχουν οι ακόλουθοι τύποι φυγοκεντρικών συμπιεστών:

- α) Χωρίς πτερύγια και με β) Με οδηγητικά πτερύγια.

Στα α/φ με εμβολοφόρους κινητήρες οι υπερσυμπιεστές είναι εγκατεστημένοι στα ατρακτίδια των κινητήρων. Παίρνουν κίνηση είτε απευθείας από το σύστημα μετάδοσης κίνησης παρελκομένων του κινητήρα είτε συνδέονται με αυτόν με κατάλληλο άξονα μετάδοσης κίνησης.

Στα α/φ με στροβιλοκινητήρα χρησιμοποιούνται υπερσυμπιεστές τύπου στροβιλοσυμπιεστή που κινούνται από τον αέρα του συμπιεστού του στροβιλοκινητήρα του α/φους. Οι στροβιλοσυμπιεστές είναι εγκατεστημένοι είτε στα

ατρακτίδια των στροβιλοκινητήρων του α/φους είτε στην άτρακτο. Αποτελούνται από ένα στρόβιλο που περιστρέφεται από τον αέρα υψηλής πίεσης του στροβιλοκινητήρα του α/φους και με τη σειρά του περιστρέφει το στροφέιο του υπερσυμπιεστή. Ορισμένα μεγάλα α/φη έχουν μέχρι και τέσσερις στροβιλοσυμπιεστές. Στο σχήμα 11.1 απεικονίζονται οι βασικοί τύποι υπερσυμπιεστών.



α) Τύπος Root, β) Φυγοκεντρικός Συμπιεστής, γ) Στροβιλοσυμπιεστής δ) Κοχλιωτού Τύπου

Σχήμα 11.1

Υπερσυμπιεστές

Έλεγχος Υπερσυμπιεστή

Το σύστημα ελέγχου του υπερσυμπιεστή ελέγχει και διατηρεί σταθερή την παροχή αέρα του υπερσυμπιεστή. Στα εμβολοφόρα α/φη αυτό επιτυγχάνεται με μεταβολή της σχέσης μετάδοσης κίνησης από τους κινητήρες στα στροφέια των υπερσυμπιεστών. Ένας μηχανισμός μετράει την παροχή αέρα του υπερσυμπιεστή και ρυθμίζει την ταχύτητα του στροφείου του. Τυχόν υπέρβαση της μέγιστης προβλεπόμενης ταχύτητας περιστροφής του στροφείου μπορεί να έχει πολύ σοβαρές συνέπειες. Στα σύγχρονα α/φη μία βαλβίδα, που λειτουργεί ηλεκτρονικά, μειώνει αυτόματα, σε περίπτωση υπέρβασης της ταχύτητας περιστροφής του στροφείου, την ταχύτητα περιστροφής του. Σε ορισμένα α/φη στην έξοδο του υπερσυμπιεστή υπάρχει βαλβίδα εκκένωσης και αντίθλιψης που μειώνει την πίεση όταν υπερβεί μία προκαθορισμένη τιμή.

Όργανα Υπερσυμπιεστή

Το βασικό όργανο του υπερσυμπιεστή είναι ο ενδείκτης της ροής του αέρα που μετράει τη διαφορά της πίεσης του αέρα στην έξοδο και είσοδο του υπερσυμπιεστή. Ορισμένα όργανα δείχνουν χωριστά τις πιέσεις στην έξοδο και είσοδο του υπερσυμπιεστή. Επιπρόσθετα, στον πίνακα οργάνων του χειριστή υπάρχουν ενδείξεις θερμοκρασίας, ποσότητας και πίεσης λαδιού καθώς και προειδοποιητικά φώτα.

Στους στροβιλοσυμπιεστές η πίεση εξόδου ελέγχεται με μία βαλβίδα ελέγχου, η οποία στέλνει "σήμα" σε ένα σερβομηχανισμό με πτερύγια, που ελέγχει

την παροχή του πεπιεσμένου αέρα στην είσοδο του υπερσυμπιεστή. Η ταχύτητα περιστροφής του στροβιλοσυμπιεστή ρυθμίζεται με την παροχή του αέρα στην είσοδό του. Μία βαλβίδα διακοπής, τοποθετημένη στην είσοδο του αγωγού πεπιεσμένου αέρα του υπερσυμπιεστή, ελέγχει τη λειτουργία του. Σε περίπτωση δυσλειτουργίας, διακόπτει την παροχή αέρα στον υπερσυμπιεστή. Πολλοί υπερσυμπιεστές, έχουν ρυθμιστή υπερτάχυνσης που διακόπτει τη λειτουργία τους, όταν η ταχύτητα περιστροφής τους υπερβεί μία προκαθορισμένη τιμή.

Βαλβίδες Συμπίεσης

Τα συστήματα συμπίεσης έχουν τις εξής τρεις βασικές βαλβίδες:

Βαλβίδα Εξαγωγής. Επιτρέπει τον εξαερισμό του α/φους μέσω οπών στη ρίζα της πτέρυγας ή στην επικάλυψη της ατράκτου. Τα μικρά α/φη, έχουν μία βαλβίδα εξαερισμού, ενώ τα μεγάλα μέχρι τρεις βαλβίδες. Σε πολλά α/φη, παραμένει ανοικτή από ένα διακόπτη που ενεργοποιείται από το σύστημα προσγείωσης. Μετά την απογείωση, καθώς αυξάνεται το ύψος πτήσης, η βαλβίδα κλείνει βαθμιαία και περιορίζει τον εξερχόμενο αέρα. Η βαλβίδα εξαγωγής παίρνει "σήματα" από το ρυθμιστή συμπίεσης και κλείνει ή ανοίγει, ανάλογα με την απαιτούμενη συμπίεση. Υπάρχουν διάφοροι τύποι βαλβίδων εξαγωγής, όπως μία απλή πεταλούδα που ανοίγει και κλείνει με ηλεκτροκινητήρα ή που λειτουργεί με αέρα.

Βαλβίδα Ανακούφισης. Ανοίγει όταν η διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής πίεσης λάβει μία προκαθορισμένη τιμή. Μπορεί να είναι ενσωματωμένη στη βαλβίδα εξαγωγής ή να είναι ανεξάρτητη.

Βαλβίδα αρνητικής Πίεσης. Ανοίγει, όταν η εξωτερική πίεση είναι μεγαλύτερη από την εσωτερική πίεση στο συμπιεζόμενο χώρο του α/φους. Ουσιαστικά είναι μία αρνητική βαλβίδα ανακούφισης. Αποτελεί τμήμα της βαλβίδας εξαγωγής ή είναι ανεξάρτητη. Μία απλή βαλβίδα αρνητικής πίεσης αποτελείται από ένα πετρύγιο στο εσωτερικό τοίχωμα του συμπιεζόμενου χώρου του α/φους που ανοίγει προς τα μέσα, όταν η εξωτερική πίεση γίνει μεγαλύτερη από την εσωτερική.

Μηχανική, χειροκίνητη Βαλβίδα. Είναι μία ανακουφιστική βαλβίδα, που ενεργοποιείται χειροκίνητα σε περίπτωση αστοχίας όλων των άλλων μέσων ρύθμισης της πίεσης στο συμπιεζόμενο χώρο του α/φους. Χρησιμεύει, κυρίως, για την ταχεία αποσυμπίεση σε περίπτωση πυρκαγιάς ή καθόδου ανάγκης.

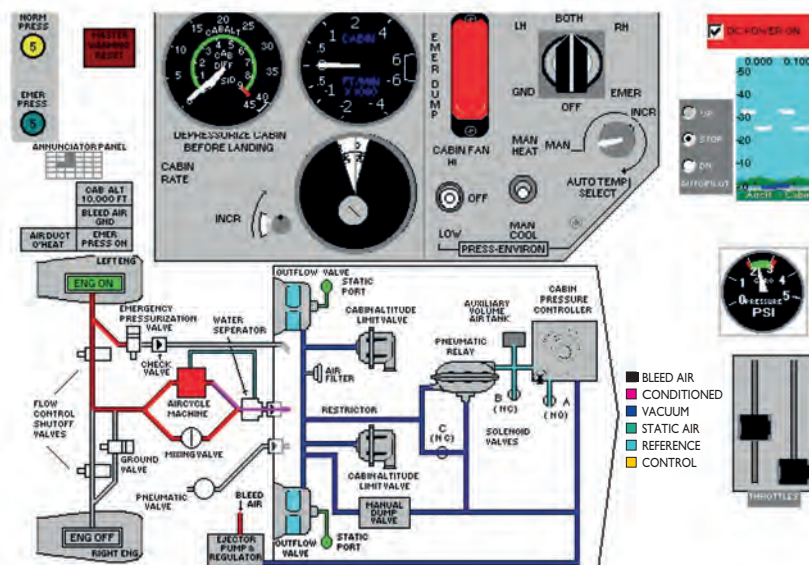
11.4 Σύστημα Ελέγχου Συμπίεσης

Ένα βασικό σύστημα ελέγχου συμπίεσης αποτελείται από:

α) Το ρυθμιστή συμπίεσης, β) Τη βαλβίδα ασφαλείας, γ) Το σύστημα διανομής αέρα. Ο ρυθμιστής πίεσης συνεργάζεται με τη βαλβίδα εξαγωγής, αλλά και επιπρόσθετα στοιχεία, όπως βαλβίδες διαφόρων τύπων και στοιχεία του συστήματος διανομής αέρα.

Ρυθμιστής Συμπίεσης

Ο ρυθμιστής συμπίεσης παρέχει τα απαραίτητα διορθωτικά σήματα για να επιτευχθεί ο επιθυμητός βαθμός συμπίεσης. Οι διαδικασίες λειτουργίας και χρήσης του διαφέρουν στους διάφορους τύπους α/φών. Είναι ένα όργανο παρόμοιο με το υψόμετρο με πολλές ρυθμίσεις. Με έναν επιλογέα ρυθμίζεται η πίεση στο συμπιεζόμενο χώρο του α/φους. Υπάρχει μία ένδειξη της εξωτερικής πίεσης στο εκάστοτε ύψος πτήσης. Ένας επιλογέας ρυθμίζει το ρυθμιστή ανάλογα με τη ρύθμιση του υψομέτρου του α/φους και παρέχει την αντίστοιχη ένδειξη. Υπάρχει και επιλογέας που ρυθμίζει το ρυθμό μεταβολής της πίεσης στο συμπιεζόμενο χώρο του α/φους. Στο σχήμα 9.2, απεικονίζεται το σύστημα συμπίεσης, ο ρυθμιστής συμπίεσης, ο πίνακας με τα όργανα και τους διακόπτες και τις ενδείξεις ελέγχου του συστήματος συμπίεσης ενός σύγχρονου α/φους.



Σχήμα 11.2

Τυπικό Σύστημα Συμπίεσης, Πίνακας Οργάνων, Διακόπτες και Ενδείξεις Ελέγχου Συμπίεσης Σύγχρονου Α/φους

Ο ρυθμιστής συμπίεσης ελέγχει οποιαδήποτε μεταβολή στο σύστημα συμπίεσης, όπως μεταβολή του ύψους πτήσης και επαναρυθμίζει τη βαλβίδα εξαγωγής. Συνεργάζεται με διάφορες βαλβίδες, όπως τη βαλβίδα ρύθμισης πίεσης του

συμπιεζόμενου χώρου του α/φους, τη βαλβίδα εξαγωγής, ανακούφισης και τη βαλβίδα ασφαλείας.

Βαλβίδα Ασφαλείας

Η βαλβίδα ασφαλείας δεν επιτρέπει στην εσωτερική πίεση, να υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή της διαφορικής πίεσης. Δεν επιτρέπει την εσωτερική πίεση να γίνει μικρότερη από την εξωτερική. Μειώνει ραγδαία, σε περίπτωση ανάγκης, την εσωτερική πίεση του α/φους.

Διανομή Αέρα Συστήματος Συμπίεσης

Το σύστημα διανομής αέρα στους συμπιεζόμενους χώρους ενός α/φους, αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά στοιχεία: 1) Συσκευές μέτρησης της παροχής αέρα, 2) Αισθητήρες ελέγχου της παροχής του αέρα, 3) Αγωγούς διανομής αέρα, 4) Διάφορα φίλτρα, 5) Μεταλλάκτες θερμότητας, 6) Βαλβίδες ελέγχου μη επιστροφής, διακοπής, ανακούφισης, κ.τ.λ. 7) Σιγαστήρες και 8) Υγροποιητές.

Οι αγωγοί διανομής αέρα έχουν διάφορες διατομές, όπως κυκλικές ή ορθογώνιες. Είναι κατασκευασμένοι από κράματα αλουμινίου, ανοξείδωτου χάλυβα ή πλαστικό, ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα που διανέμουν. Επειδή η θερμοκρασία τους μεταβάλλεται, διαστέλλονται και συστέλλονται. Πρέπει να έχουν τη δυνατότητα επιμήκυνσης και συστολής χωρίς να χάνουν τη στεγανότητά τους. Ο αέρας καθαρίζεται από φίλτρα αέρα, που είναι εγκατεστημένα στους αγωγούς διανομής αέρα.

11.5 Σύστημα Κλιματισμού Αέρα

Το σύστημα κλιματισμού αποτελείται από το σύστημα θέρμανσης και το σύστημα ψύξης. Κύρια αποστολή του είναι η διασφάλιση μίας άνετης και ομοιόμορφης κατανομής θερμοκρασίας στην άτρακτο του α/φους τόσο στο έδαφος όσο και στην πτήση. Συνήθως μπορεί να διατηρήσει μία θερμοκρασία αέρα από 21° έως 26° C. Επιπρόσθετα, ελέγχει και ρυθμίζει την υγρασία του αέρα, αποτρέπει τη δημιουργία ομίχλης στα παράθυρα και διατηρεί τη θερμοκρασία του δαπέδου και των πλευρικών τοιχωμάτων του χώρου των επιβατών και του πληρώματος σε ανεκτά επίπεδα. Οι κύριες λειτουργίες του συστήματος κλιματισμού είναι η παροχή: α) Θερμού αέρα, β) Ψυχρού αέρα και γ) Αέρα εξαερισμού.

Σύστημα Θέρμανσης

Ο αέρας συμπίεσης υπερκαλύπτει, συνήθως, το μεγαλύτερο ποσοστό των απαιτήσεων θέρμανσης του συμπιεζόμενου χώρου και σε αρκετές περιπτώσεις

απαιτείται ψύξη. Όταν απαιτείται επιπρόσθετη θέρμανση από αυτή που παρέχεται από το σύστημα συμπίεσης, τότε χρησιμοποιούνται οι εξής πηγές παροχής και μέθοδοι θέρμανσης: α) Θερμαντήρες καύσης με βενζίνη, β) Ηλεκτρικοί θερμαντήρες, γ) Επανακυκλοφορία του συμπιεσμένου αέρα του συστήματος συμπίεσης και δ) Εναλλάκτες θερμότητας με τη χρήση των καυσαερίων του κινητήρα.

Ο αέρας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση ή ψύξη, εισέρχεται από αεραγωγούς, εγκατεστημένους στις εμπρόσθιες ή κάτω επιφάνειες του α/φους ή μέσω άλλων ανοιγμάτων εξαερισμού της επικάλυψης.

Η αρχή λειτουργίας των θερμαντήρων είναι παρόμοια με αυτή των στροβιλοκινητήρων. Αέρας από το περιβάλλον εισέρχεται στο θερμαντήρα, αναμιγνύεται με το καύσιμο που ψεκάζεται, αναφλέγεται από σπινθηριστή και ακολουθεί καύση. Ο προς θέρμανση αέρας περνάει εξωτερικά και γύρω από τον καυστήρα, θερμαίνεται, διοχετεύεται και αναμιγνύεται με τον αέρα στους χώρους του α/φους που συμπιέζονται. Τα καυσαέρια του θερμαντήρα εξέρχονται στην ατμόσφαιρα. Η επισφαλής λειτουργία του θερμαντήρα παρεμποδίζεται από ένα αυτόματο σύστημα ελέγχου της λειτουργίας του καυστήρα.

Οι ηλεκτρικοί θερμαντήρες έχουν σχήμα αγωγού ή πλάκας, με ενσωματωμένες ηλεκτρικές αντιστάσεις. Οι αγωγοί έχουν σειρά πηνίων σύρματος. Ο αέρας, διερχόμενος από τους αγωγούς με τις θερμές αντιστάσεις, θερμαίνεται. Οι θερμαντήρες σχήματος πλάκας είναι, συνήθως, επιφάνειες του δαπέδου ή των πλευρικών τοιχωμάτων της ατράκτου και θερμαίνουν με ακτινοβολία.

Σε ορισμένα α/φη με στροβιλοκινητήρα ο θερμός αέρας του συμπιεστή επανασυμπιέζεται για να θερμανθεί επαρκώς. Σε ορισμένα εμβολοφόρα α/φη οι εξαγωγές των καυσαερίων συγκεντρώνονται και ενώνονται σε έναν αγωγό εξαγωγής καυσαερίων μεγάλου μήκους, που λειτουργεί ως εναλλάκτης θερμότητας. Καθαρός αέρας διέρχεται από έναν αγωγό που τον περιβάλλει, θερμαίνεται και διοχετεύεται στο θάλαμο του α/φους για θέρμανση.

Συστήματα Ψύξης

Το σύστημα ψύξης συνεργάζεται, μέσω αυτοματισμού, με το σύστημα θέρμανσης με σκοπό τη διατήρηση της θερμοκρασίας και υγρασίας του θαλάμου σε επιθυμητά επίπεδα. Οι απαιτήσεις αυτές μπορούν να καλυφθούν από διάφορους τύπους συστημάτων. Οι πιο συνήθεις τύποι είναι το σύστημα κύκλου αέρα και κύκλου ατμού.

Σύστημα Ψύξης Κύκλου Αέρα. Ένα βασικό σύστημα ψύξης κύκλου αέρα αποτελείται από: έναν εναλλάκτη θερμότητας, ένα στρόβιλο εκτόνωσης, διάφορες βαλβίδες που ελέγχουν τη ροή αέρα στο σύστημα και αγωγούς διανομής αέρα. Ο συμπιεσμένος αέρας του θαλάμου διέρχεται από τον εναλλάκτη θερμότητας και ψύχεται. Ως μέσον ψύξης στον εναλλάκτη χρησιμοποιείται ο ατμοσφαιρικός αέρας.

Η ελάχιστη θερμοκρασία του συμπιεσμένου αέρα στην έξοδο του εναλλάκτη θερμότητας είναι ίση με αυτήν του εξωτερικού αέρα. Επειδή τόσο το μέσον ψύξης όσο και το ψυκτικό μέσον στον εναλλάκτη είναι αέρας, χαρακτηρίζεται ως εναλλάκτης αέρα - αέρα. Μετά τον εναλλάκτη θερμότητας ο συμπιεσμένος αέρας εισέρχεται σε ένα στρόβιλο εκτόνωσης και περιστρέφει το στροφείο του. Κατά συνέπεια μειώνεται η πίεση, η ταχύτητα και η θερμοκρασία του. Η ενέργεια για τη λειτουργία του συστήματος ψύξης λαμβάνεται από το συμπιεσμένο αέρα θαλάμου. Οι βαλβίδες ελέγχου ροής αέρα ρυθμίζουν και ελέγχουν τη ροή του συμπιεσμένου αέρα, πριν και μετά το στρόβιλο εκτόνωσης.

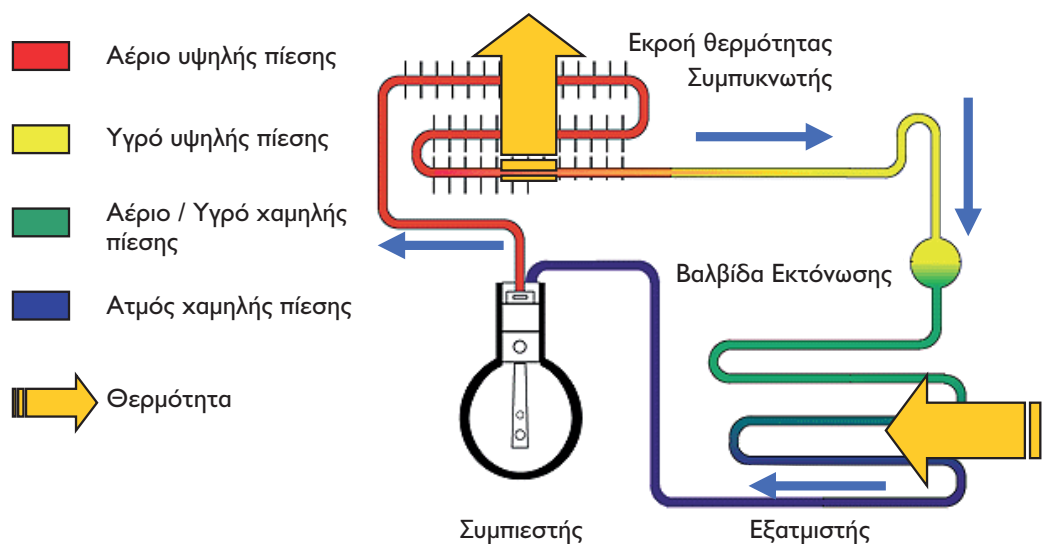
Σύστημα Ψύξης Κύκλου Ατμού. Το σύστημα ψύξης κύκλου ατμού στηρίζεται στο γεγονός ότι η θερμοκρασία εξαέρωσης (βρασμού) ενός υγρού μειώνεται, όταν μειώνεται η πίεσή του. Ο κύκλος λειτουργίας του συστήματος ψύξης κύκλου ατμού είναι ο ακόλουθος: Ένα υγρό που χαρακτηρίζεται ψυκτικό από μία κλειστή δεξαμενή υψηλής πίεσης, ρέει μέσω μίας βαλβίδας εκτόνωσης σε μία συσκευή, όπου εξατμίζεται και χαρακτηρίζεται ως εξατμιστής. Η πίεση στον εξατμιστή είναι τόσο χαμηλή, ώστε η θερμοκρασία εξαερισμού του ψυκτικού υγρού είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία του προς ψύξη αέρα. Καθώς ο προς ψύξη αέρας διέρχεται εξωτερικά του εξατμιστή ψύχεται, ενώ το ψυκτικό υγρό στο εσωτερικό του θερμαίνεται, εξαερώνεται (βράζει) και μετατρέπεται σε ατμό. Ο ψυχρός ατμός του ψυκτικού υγρού εισέρχεται στο συμπιεστή, όπου αυξάνεται η πίεσή του και κατά συνέπεια η θερμοκρασία εξαερισμού του. Μετά το συμπιεστή συγκεντρώνεται σε ένα συμπυκνωτή, όπου ψύχεται, καθώς μεταφέρεται θερμότητα μέσω των τοιχωμάτων του συμπυκνωτή, από το ψυκτικό ατμό στον ατμοσφαιρικό αέρα. Έτσι, ο ψυκτικός ατμός υγροποιείται και ρέει στη δεξαμενή υψηλής πίεσης και ο κύκλος επαναλαμβάνεται για να διατηρηθεί ο συμπιεζόμενος χώρος του α/φους στην επιθυμητή θερμοκρασία. Στο σχήμα 11.3, απεικονίζεται ένας τυπικός κύκλος ψύξης ατμού.

Ως ψυκτικά χρησιμοποιούνται υγρά με πολύ χαμηλή θερμοκρασία βρασμού. Το πιο κατάλληλο ψυκτικό υγρό θεωρείται το Freon που βράζει σε ατμοσφαιρική πίεση στους 4° C.

Το σύστημα ψύξης κύκλου ατμού χρησιμοποιείται σε μεγάλα α/φη, έχει μεγαλύτερη ικανότητα ψύξης και λειτουργεί, όταν το α/φος είναι στο έδαφος χωρίς τους κινητήρες εν λειτουργία.

Ένα βασικό σύστημα ψύξης κύκλου ατμού αποτελείται από:

1. Φυγοκεντρικούς συμπιεστές με αεριοστρόβιλο.
2. Μεταλλάκτες θερμότητας.
3. Μονάδες ψύξεως.
4. Ηλεκτρικούς θερμαντήρες.
5. Βαλβίδες για τον έλεγχο της ροής αέρα.



Σχήμα 11.3
Τυπικός Κύκλος
Ψύξης Ατμού

Περίληψη του 11ου Κεφαλαίου

Τα κύρια στοιχεία του ατμοσφαιρικού αέρα είναι το άζωτο σε ποσοστό 78% και το οξυγόνο σε ποσοστό 21%. Η ατμοσφαιρική πίεση και η θερμοκρασία μειώνονται με αυξανόμενο ύψος από την επιφάνεια θαλάσσης. Όταν η πίεση του οξυγόνου μειώνεται, τότε η ποσότητα οξυγόνου που παρέχουν τα πνευμόνια στο αίμα μειώνεται και ο οργανισμός παθαίνει υποξυγονία. Σε ύψη πάνω από 8.000 m ο άνθρωπος λιποθυμεί μέσα σε πέντε λεπτά της ώρας.

Τα α/φη που πετούν σε ύψη μεγαλύτερα από 2.400 μέτρα, πρέπει να έχουν σύστημα συμπίεσης και κλιματισμού του αέρα στο χώρο επιβατών και πληρώματος.

Για να λειτουργήσει το σύστημα συμπίεσης και κλιματισμού, απαιτούνται τα ακόλουθα: α) πηγή παροχής συμπιεσμένου αέρα, β) εξοπλισμός ελέγχου της διαφορικής πίεσης, της παροχής και της θερμοκρασίας του αέρα και γ) στεγανότητα του χώρου συμπίεσης.

Το σύστημα συμπίεσης παίρνει συνήθως ενέργεια από τους κινητήρες του α/φους, αλλά μπορεί και να έχει ανεξάρτητους κινητήρες.

Το σύστημα ελέγχου διασφαλίζει σταθερή παροχή αέρα. Στον πίνακα οργάνων του χειριστή υπάρχουν διακόπτες και ενδείξεις της θερμοκρασίας, πίεσης και παροχής ροής αέρα του συστήματος συμπίεσης.

Το σύστημα συμπίεσης έχει διάφορους τύπους βαλβίδων, οι βασικοί των οποίων είναι οι βαλβίδες εξαγωγής, ανακούφισης και αρνητικής πίεσης. Ένα βασικό σύστημα ελέγχου συμπίεσης αποτελείται από το ρυθμιστή συμπίεσης, τη βαλβίδα ασφαλείας και το σύστημα διανομής αέρα.

Το σύστημα διανομής αέρα στο θάλαμο του α/φους αποτελείται από συσκευές μέτρησης και αισθητήρες ελέγχου της παροχής αέρα που εισέρχεται στο σύστημα, αγωγούς διανομής αέρα, φίλτρα, εναλλάκτες θερμότητας, διάφορους τύπους βαλβίδων, σιγαστήρες και υγραποποιητές.

Το σύστημα κλιματισμού αποτελείται από το σύστημα θέρμανσης και ψύξης. Κύρια αποστολή του είναι η διασφάλιση μίας άνετης και ομοιόμορφης κατανομής θερμοκρασίας στο θάλαμο του α/φους.

Ο αέρας στο σύστημα θέρμανσης θερμαίνεται με θερμαντήρες καύσης με βενζίνη, ηλεκτρικούς θερμαντήρες, επανακυκλοφορία του συμπιεσμένου αέρα του συστήματος συμπίεσης και εναλλάκτες θερμότητας, με τη χρήση των καυσαερίων του κινητήρα.

Το σύστημα ψύξης συνεργάζεται με το σύστημα θέρμανσης και διατηρεί τη θερμοκρασία και υγρασία του θαλάμου σε επιθυμητά επίπεδα. Οι πιο συνήθεις τύποι συστημάτων ψύξης είναι το σύστημα κύκλου αέρα και κύκλου ατμού.

1. Τι χαρακτηρίζουμε ως υποξυγονία;
2. Ποια είναι τα συμπτώματα της υποξυγονίας;
3. Μετά από ποιο ύψος εμφανίζονται συμπτώματα υποξυγονίας;
4. Μετά από ποιο ύψος πτήσης τα α/φη πρέπει να έχουν σύστημα συμπίεσης και κλιματισμού;
5. Σε τι χρησιμεύει το σύστημα συμπίεσης και κλιματισμού στα α/φη;
6. Ποιοι χώροι συμπίεζονται και κλιματίζονται στα α/φη;
7. Ποια είναι η βασική λειτουργία του συστήματος συμπίεσης στα α/φη;
8. Ποια είναι η βασική λειτουργία του συστήματος κλιματισμού;
9. Τι εννοούμε με τον όρο διαφορική πίεση;
10. Γιατί στα τμήματα του α/φους με συμπίεση η αντοχή της δομής είναι αυξημένη;
11. Ποια είναι η απλούστερη μέθοδος συμπίεσης στα α/φη με εμβολοφόρους κινητήρες;
12. Ποια είναι η απλούστερη μέθοδος συμπίεσης στα α/φη με στροβιλοκινητήρες;
13. Ποιοι τύποι από ανεξάρτητους υπερσυμπιεστές χρησιμοποιούνται στο σύστημα συμπίεσης των α/φών;
14. Ποια είναι η βασική αποστολή του συστήματος ελέγχου του υπερσυμπιεστή του συστήματος συμπίεσης του α/φους;
15. Ποιο είναι το βασικό όργανο του υπερσυμπιεστή του συστήματος συμπίεσης;
16. Σε τι χρησιμεύει η βαλβίδα εξαγωγής του συστήματος συμπίεσης;
17. Σε τι χρησιμεύει η βαλβίδα ανακούφισης του συστήματος συμπίεσης;
18. Πότε ανοίγει η βαλβίδα αρνητικής πίεσης του συστήματος συμπίεσης;
19. Σε τι χρησιμεύει η μηχανική χειροκίνητη βαλβίδα του συστήματος συμπίεσης;
20. Ποια είναι η κύρια αποστολή του ρυθμιστή συμπίεσης του συστήματος ελέγχου συμπίεσης;
21. Με ποιο όργανο του πίνακα οργάνων μοιάζει ο ρυθμιστής συμπίεσης;
22. Ποιες λειτουργίες συνδυάζει η βαλβίδα ασφαλείας πίεσης του συστήματος ελέγχου συμπίεσης;
23. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένοι οι αγωγοί διανομής αέρα του συστήματος συμπίεσης;
24. Από ποια βασικά συστήματα αποτελείται το σύστημα κλιματισμού;
25. Σε τι χρησιμεύει το σύστημα κλιματισμού του α/φους;

26. Πώς θερμαίνεται ο αέρας του συστήματος θέρμανσης σε ορισμένα α/φ με στροβιλοκινητήρα;
27. Πώς θερμαίνεται ο αέρας του συστήματος θέρμανσης σε ορισμένα α/φ με εμβολοφόρους κινητήρες;
28. Πώς θερμαίνεται ο αέρας του συστήματος θέρμανσης στους ηλεκτρικούς θερμαντήρες;
29. Ποιοι είναι οι δύο βασικοί τύποι των συστημάτων ψύξης;
30. Από πού λαμβάνεται η ενέργεια για την ψύξη του αέρα στο σύστημα ψύξης κύκλου αέρα του α/φους;
31. Από ποια στοιχεία αποτελείται το σύστημα ψύξης κύκλου αέρα;
32. Σε ποια α/φ χρησιμοποιείται το σύστημα ψύξης κύκλου ατμού;
33. Από ποια στοιχεία αποτελείται το σύστημα ψύξης κύκλου ατμού;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 11ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Αποσυμπίεση και Εξαερισμός Συστήματος Ψυκτικού Υγρού.

Σημείωση: Κάθε φορά που το σύστημα ψυκτικού υγρού Freon ανοίγεται για συντήρηση, απαιτείται εξαερισμός του.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αποσυμπίεζει το ψυκτικό σύστημα και να το εξαερώνει από παγιδευμένο αέρα.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος.

Εργασίες κατά βήματα.

Σημείωση: Το σύστημα ψυκτικού υγρού του α/φους έχει συνήθως μία βαλβίδα με τρεις εξόδους, δύο διακόπτες και δύο μανόμετρα (σχήμα Α.11.1). Σε περίπτωση που το α/φος δεν έχει την ανωτέρω

βαλβίδα, έχει έναν προσαρμογέα με δύο εξόδους χαμηλής και υψηλής πίεσης, στον οποίο προσαρμόζουμε τη βαλβίδα.

1. Συνδέουμε το ακροσωλήνιο της σωλήνωσης χαμηλής πίεσης του συστήματος ψυκτικού υγρού Freon, με την αντίστοιχη έξοδο χαμηλής πίεσης της βαλβίδας (σχήμα A.11.1).
2. Συνδέουμε το ακροσωλήνιο της σωλήνωσης υψηλής πίεσης του συστήματος ψυκτικού υγρού Freon, με την αντίστοιχη έξοδο υψηλής πίεσης της βαλβίδας.
3. Αφήνουμε τη μεσαία έξοδο της βαλβίδας ελεύθερη και την καλύπτουμε με ένα καθαρό ύφασμα.
4. Ανοίγουμε με αργό ρυθμό τους δύο διακόπτες της βαλβίδας.
5. Ο αέρας αρχίζει και εξέρχεται από τη μεσαία έξοδο της βαλβίδας, ενώ το λάδι παραμένει στο σύστημα του ψυκτικού υγρού.
6. Περιμένουμε μέχρι οι ενδείξεις των μανομέτρων να μηδενισθούν (σχήμα A.11.1).
7. Όταν οι ενδείξεις των μανομέτρων μηδενισθούν, το σύστημα έχει εξαεριστεί πλήρως και έχει απαλλαγεί από τον παγιδευμένο αέρα. Μπορούμε να ανοίξουμε το σύστημα ψυκτικού υγρού για συμπλήρωση ή συντήρηση.



Σχήμα A.11.1

Βαλβίδα Πλήρωσης Συστήματος
Ψυκτικού Υγρού

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Αφαίρεση Μολυσμένου Ψυκτικού Υγρού του Συστήματος Κλιματισμού.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αφαιρεί από το σύστημα το μολυσμένο ψυκτικό υγρό.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και αντλία κενού.

Εργασίες κατά βήματα

Σημείωση: Εάν σχηματισθούν σταγόνες υγρασίας στο σύστημα ψυκτικού υγρού, το σύστημα μολύνεται. Εάν η υγρασία αυτή παγώσει στη βαλβίδα του συστήματος, τότε αυτή τίθεται εκτός λειτουργίας.

Στην περίπτωση αυτή πρέπει να αφαιρέσουμε τις σταγόνες νερού από το σύστημα. Αυτό γίνεται με άδειασμα του συστήματος από το μολυσμένο ψυκτικό υγρό.

1. Συνδέουμε τη μεσαία έξοδο της βαλβίδας με μία αντλία κενού.
2. Οι δύο άλλες εξοδοί της βαλβίδας είναι συνδεδεμένες στο σύστημα ψυκτικού υγρού, όπως αναφέρεται στην προηγούμενη άσκηση.
3. Αποσυμπιέζουμε το σύστημα (προηγούμενη άσκηση).
4. Θέτουμε την αντλία κενού σε λειτουργία.
5. Καθώς η αντλία κενού λειτουργεί, μειώνεται η πίεση στο σύστημα ψυκτικού υγρού. Με τη μείωση της πίεσης τα σταγονίδια υγρασίας ατμοποιούνται και απορροφούνται από την αντλία κενού.

Σημείωση: Μία τυπική αντλία κενού, αντλεί περίπου 0,03 κυβικά μέτρα αέρα ανά λεπτό και μειώνει την πίεση του συστήματος, μέχρι το πλήρες άδειασμα σε $0,1 \cdot 10^{-4}$ bar. Στην πίεση αυτή το νερό βράζει στους 7°C . Η αντλία αυτή αδειάζει το σύστημα περίπου σε μία ώρα.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Αντικατάσταση Ψυκτικού Υγρού του Συστήματος Κλιματισμού.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αφαιρεί και να αντικαθιστά το ψυκτικό υγρό.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος, συσκευή πλήρωσης ψυκτικού υγρού και ψυκτικό υγρό.

Εργασίες κατά βήματα.

1. Αποσυμπιέζουμε το σύστημα (εργαστηριακή άσκηση 1).
2. Αφαιρούμε το ψυκτικό υγρό (εργαστηριακή άσκηση 2).
3. Αμέσως μετά την αφαίρεση του ψυκτικού υγρού κλείνουμε τους διακόπτες της βαλβίδας (σχήμα A.11.1).
4. Αποσυνδέουμε την αντλία κενού από τη μεσαία έξοδο της βαλβίδας.
5. Συνδέουμε τη μεσαία έξοδο της βαλβίδας με μία συσκευή πλήρωσης ψυκτικού υγρού.
6. Χαλαρώνουμε τη σύνδεση της συσκευής πλήρωσης, με την είσοδο υψηλής πίεσης του συστήματος ψυκτικού υγρού του α/φους.

7. Ανοίγουμε το διακόπτη της συσκευής πλήρωσης για ελάχιστα δευτερόλεπτα και τον κλείνουμε. Η διαδικασία αυτή καθαρίζει τη βαλβίδα του συστήματος ψυκτικού υγρού του α/φους.
8. Σφίγγουμε τη σύνδεση που χαλαρώσαμε.
9. Ανοίγουμε το διακόπτη υψηλής πίεσης της βαλβίδας του συστήματος ψυκτικού υγρού του α/φους. Το ψυκτικό υγρό ρέει από τη συσκευή πλήρωσης στο σύστημα ψυκτικού υγρού. Το μανόμετρο χαμηλής πίεσης της βαλβίδας του αρχίζει να μετακινείται από τη αρχική μηδενική ένδειξη.
10. Μόλις αυξηθεί λίγο η πίεση στο μανόμετρο χαμηλής πίεσης, κλείνουμε τους δύο διακόπτες.
11. Θέτουμε σε λειτουργία τον κινητήρα του α/φους και το ρυθμίζουμε περίπου στις 1.250 στροφές ανά λεπτό.
12. Θέτουμε τους διακόπτες ελέγχου του συστήματος κλιματισμού του α/φους σε μέγιστη απόδοση.
13. Ανοίγουμε το διακόπτη χαμηλής πίεσης της βαλβίδας.
14. Ο ατμός του ψυκτικού υγρού εισέρχεται στο σύστημα ψυκτικού υγρού και βαθμιαία το γεμίζει.
15. Αφήνουμε τη βαλβίδα ανοικτή, μέχρι να γεμίσουμε το σύστημα με συγκεκριμένη ποσότητα ψυκτικού υγρού που καθορίζεται στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους.
16. Κλείνουμε όλους τους διακόπτες της συσκευής πλήρωσης ψυκτικού υγρού και της βαλβίδας.
17. Αποσυνδέουμε τη συσκευή πλήρωσης από τη βαλβίδα.
18. Αποσυνδέουμε τη βαλβίδα από το σύστημα.
19. Εκτελούμε τους ελέγχους του συστήματος κλιματισμού που προβλέπονται στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους.

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Έλεγχος και Συμπλήρωση Ψυκτικού Υγρού του Συστήματος Κλιματισμού.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ελέγχει και συμπληρώνει με ψυκτικό υγρό τη δεξαμενή ψυκτικού υγρού του συστήματος κλιματισμού του α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος, ψυκτικό υγρό και λάδι.

Σημείωση: 1. Η στάθμη του Freon, ανεξάρτητα από την ποσότητα στο σύστημα, μπορεί να ποικίλλει, ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού.

2. Ο έλεγχος της στάθμης του Freon γίνεται σε σταθερές και συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού, που διαφέρουν στους διάφορους τύπους α/φών.

Εργασίες κατά βήματα

1. Αφήνουμε το σύστημα κλιματισμού να λειτουργήσει περίπου πέντε λεπτά της ώρας, μέχρι να δημιουργηθούν σταθερές συνθήκες λειτουργίας.
2. Παρατηρούμε τη ροή του Freon στη γυάλινη ένδειξη της εγκατάστασης κλιματισμού.
3. Εάν η ροή του Freon είναι σταθερή, τότε η ποσότητά του είναι ικανοποιητική στο σύστημα κλιματισμού.
4. Εάν εμφανίζονται φυσαλίδες, η ποσότητα του Freon στο σύστημα κλιματισμού είναι λίγη και πρέπει να συμπληρωθεί.
5. Προσθέτουμε Freon, ακολουθώντας κατά βήματα τις εργασίες και οδηγίες που αναφέρονται στα τεχνικά εγχειρίδια του κατασκευαστή.
6. Στα τεχνικά εγχειρίδια περιγράφονται οι εργασίες αποσυμπίεσης του συστήματος και η χρήση των βαλβίδων πολλαπλής του Freon.

Σημείωση: Με την προσθήκη Freon απαιτείται και προσθήκη λαδιού. Η ποσότητα του λαδιού που πρέπει να προστεθεί προσδιορίζεται από:

- α. Την ποσότητα του Freon που πρόκειται να προστεθεί.
- β. Την απαίτηση καθαρισμού, πλήρους κένωσης ή πλήρωσης εκ νέου του συστήματος με Freon.
- γ. Τυχόν αντικατάσταση εξαρτημάτων του συστήματος.

Εργασίες

Εντοπίστε στο διαδίκτυο προγράμματα εξομοίωσης της λειτουργίας του συστήματος συμπίεσης και κλιματισμού των σύγχρονων α/φών. Υπάρχουν πολυάριθμα προγράμματα Η/Υ με επίδειξη των διαδικασιών αναζήτησης εντοπισμού και αποκατάστασης βλαβών του συστήματος συμπίεσης και κλιματισμού.

12.1 Γενικά

Στην εξωτερική επιφάνεια του α/φους, σε ορισμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες, μπορεί να δημιουργηθεί πάγος. Η δημιουργία πάγου σε κρίσιμα μέρη του α/φους, όπως στα χείλη προσβολής των πτερωμάτων, του έλικα, στα αλεξήνεμα, στην είσοδο των κινητήρων, στο σωλήνα Pitot, στις επιφάνειες ελέγχου πτήσης, κ.τ.λ. επηρεάζει τις επιδόσεις του δυσμενώς. Αυξάνει την οπισθέλκουσα και μειώνει την άντωση του α/φους. Μειώνει τις επιδόσεις των κινητήρων. Η δημιουργία πάγου στις επιφάνειες ελέγχου επηρεάζει, δυσμενώς, τον έλεγχό του. Η ανομοιόμορφη κατανομή του πάγου προκαλεί καταστρεπτικές ταλαντώσεις.

Κατά την πτήση δημιουργούνται δύο τύποι πάγου: πάχνη και γυαλιστερός πάγος (σχήμα 12.1). Σε τραχείες επιφάνειες σχηματίζεται πάχνη, επειδή το νερό παγώνει πριν προλάβει να διασκορπιστεί. Όταν η θερμοκρασία είναι λίγο χαμηλότερη από το σημείο παγοποίησης, δημιουργείται γυαλιστερός πάγος. Είναι μία λεία σχετικά μεγάλου πάχους επίστρωση στα χείλη προσβολής των πτερωμάτων του α/φους.



α)Τραχύς Πάγος



β) Γυαλιστερός Πάγος

Σχήμα 12.1

Σχηματισμός
Πάγου στο Χείλος
Προσβολής
Πτέρυγας

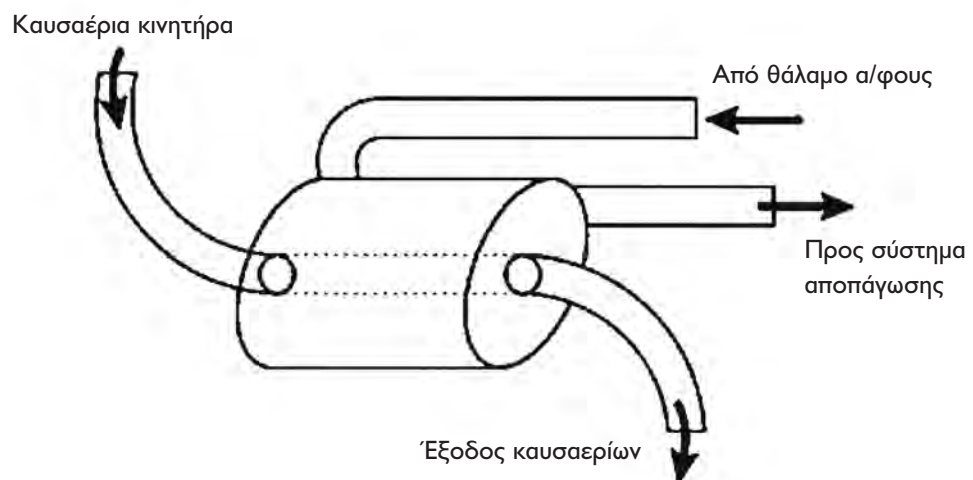
Οι μέθοδοι προστασίας από το φαινόμενο της παγοποίησης είναι: α) Πρόληψη σχηματισμού πάγου γνωστή και ως αντιπαγοποίηση και β) Αφαίρεση πάγου γνωστή ως αποπάγωση. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι παρεμπόδισης ή ελέγχου της παγοποίησης, όπως: α) Θέρμανση των επιφανειών με θερμό αέρα, β) Θέρμανση με ηλεκτρικά στοιχεία, γ) Σπάσιμο του πάγου και δ) Έκχυση οινόπνευματος.

Η πιο ενδεδειγμένη μέθοδος αποπάγωσης του α/φους στο έδαφος είναι να μπει σε θερμαινόμενο υπόστεγο και να λιώσουν τα χιόνια και ο πάγος. Όταν αυτό δεν είναι εφικτό, η αποπάγωση γίνεται με ψεκασμό αποπαγοποιητικού υγρού που περιέχει, συνήθως, αιθυλική αλκοόλη. Ο ψεκασμός πρέπει να γίνει μέσα σε δύο ώρες από την προσγείωση. Γενικά, τα υγρά αποπάγωσης επηρεάζουν δυσμενώς το χρώμα και τα παράθυρα του α/φους. Πρέπει να χρησιμοποιείται το υγρό αποπάγωσης, που προβλέπει ο κατασκευαστής του α/φους και αναφέρεται στα τεχνικά του εγχειρίδια.

Μετά την αποπάγωση απαιτείται έλεγχος για υπολείμματα πάγου ή χιονιού, ειδικά στις περιοχές με διάκενα, στους γυγγλισμούς, στις οπές που είναι εγκατεστημένοι αισθητήρες πίεσης και στις αποστραγγίσεις. Ελέγχονται οι μηχανισμοί κίνησης των επιφανειών ελέγχου, του συστήματος προσγείωσης, οι θυρίδες, το σύστημα πέδησης, ο αεραγωγός και ο συμπιεστής του στροβιλοκινητήρα. Η αποπάγωση του στροβιλοκινητήρα επιτυγχάνεται με παροχή θερμού αέρα.

12.2 Αποπάγωση με Πεπιεσμένο Αέρα

Στα χείλη προσβολής των πτερύγων και του ουραίου πτερώματος, είναι εγκατεστημένα ελαστικά που αποτελούνται από σειρές σωληνώσεων. Τα ελαστικά διαστέλλονται, όταν ο πεπιεσμένος αέρας διέρχεται μέσα από αυτά και επανέρχονται στην αρχική τους θέση, όταν αφαιρείται ο αέρας. Με την περιοδική αυτή κίνηση (διαστολή και συστολή) του ελαστικού, σπάει ο πάγος και παρασύρεται από τον αέρα. Η περιοδικότητα της κίνησης διαστολής - συστολής, ελέγχεται από μία ή πολλές βαλβίδες διανομής. Στα εμβολοφόρα α/φη ο πεπιεσμένος αέρας παρέχεται από μία αντλία που παίρνει κίνηση από τους κινητήρες του α/φους. Στα α/φη με στροβιλοκινητήρα, ο αέρας παρέχεται από το συμπιεστή του κινητήρα του α/φους. Το σύστημα αυτό αποπάγωσης χρησιμοποιείται σήμερα μόνο σε μικρά και μεσαία α/φη (σχήμα 12.2).



Σχήμα 12.2

Θερμαντήρας
Καυσασερίων
Εξαγωγής

Η συντήρηση του συστήματος αποπάγωσης με πεπιεσμένο αέρα, εξαρτάται από τον τύπο του α/φους και αφορά ελέγχους λειτουργίας, ρυθμίσεις, επιθεώρηση και αποκατάσταση παρατηρήσεων. Στην εργαστηριακή άσκηση 1, περιγράφεται ο έλεγχος λειτουργίας του συστήματος αποπάγωσης με πεπιεσμένο αέρα.

12.3 Θερμικά Συστήματα Αντιπάγωσης

Γενικά. Η δημιουργία πάγου μπορεί να αποφευχθεί με θέρμανση των κρίσιμων περιοχών είτε με θερμό αέρα είτε με θερμικά στοιχεία, συνήθως ηλεκτρικά. Οι μέθοδοι παροχής θερμού αέρα εξαρτώνται από τον τύπο των κινητήρων του α/φους. Στα α/φη με στροβιλοκινητήρα, ο αέρας είτε παρέχεται από τον αεριοσυμπιεστή είτε θερμαίνεται με θερμαντήρες. Στα εμβολοφόρα α/φη η αντιπάγωση γίνεται με τα καυσαέρια εξαγωγής των κινητήρων.

Τα μέρη των πτερύγων που προστατεύονται από πάγο έχουν, συνήθως, διπλό τοίχωμα μέσα από το οποίο διέρχεται ο θερμός αέρας. Ο αέρας αυτός βγαίνει στην ατμόσφαιρα στο ακροπερύγιο ή σε σημεία που είναι κρίσιμα για σχηματισμό πάγου, όπως τα χείλη προσβολής των επιφανειών ελέγχου. Στα σύγχρονα α/φη το σύστημα αντιπάγωσης ελέγχει και ρυθμίζει τόσο τη θερμοκρασία του θερμού αέρα όσο και την παροχή του. Επίσης, μπορεί να διακόπτει την παροχή αέρα προς μία περιοχή και να αυξάνει την παροχή σε άλλες πιο κρίσιμες περιοχές. Σε περίπτωση βλάβης ενός κινητήρα προβαίνει σε ανακατανομή του θερμού αέρα που παρέχουν οι υπόλοιποι κινητήρες.

Αντιπάγωση με Θερμαντήρες Καύσης. Οι θερμαντήρες καύσης περιγράφονται στην παράγραφο 11.5. Συνήθως, υπάρχει ξεχωριστό σύστημα με το θερμαντήρα του για κάθε πτέρυγα και το ουραίο πτέρωμα. Η ροή του θερμού αέρα ελέγχεται με βαλβίδες ελέγχου. Το σύστημα αντιπάγωσης ελέγχεται αυτόματα από διακόπτες υπερθέρμανσης, θερμικούς διακόπτες, και διακόπτες ασφαλείας πίεσης αέρα στους αγωγούς.

Αντιπάγωση με Θερμαντήρες Καυσαερίων Εξαγωγής. Στα εμβολοφόρα α/φη η αντιπάγωση στα χείλη προσβολής των πτερύγων και του ουραίου πτερώματος γίνεται με ελεγχόμενη παροχή θερμού αέρα από τα καυσαέρια εξαγωγής των κινητήρων. Τα καυσαέρια των κινητήρων, μέσω μίας πολλαπλής, συγκεντρώνονται σε έναν αγωγό εξαγωγής, στον οποίο αναμιγνύεται και αέρας ψύξης (σχήμα 12.2). Το μίγμα αυτό διοχετεύεται μέσω αγωγών στα κρίσιμα σημεία σχηματισμού πάγου.

Αντιπάγωση με Θερμό Αέρα Συμπιεστή Στροβιλοκινητήρα. Στα α/φη με στροβιλοκινητήρα η πιο ενδεδειγμένη μέθοδος αντιπάγωσης είναι με θερμό αέρα από το συμπιεστή του στροβιλοκινητήρα του α/φους. Το σύστημα έχει

βαλβίδες διακοπής, βαλβίδες ρύθμισης της πίεσης του αέρα στο συμπιεστή, αγωγούς, αισθητήρες θερμοκρασίας, θερμικούς διακόπτες και βαλβίδες ελέγχου ροής. Ελέγχει και ρυθμίζει την παροχή και τη θερμοκρασία του θερμού αέρα, ανάλογα με την απαίτηση για αντιπάγωση στις διάφορες περιοχές του α/φους. Διακόπτει την παροχή, όταν η θερμοκρασία της περιοχής υπερβαίνει μία συγκεκριμένη τιμή και προστατεύει τη δομή του α/φους από υπερθέρμανση.

Αντιπάγωση Αναμικτήρα. Όταν το α/φος εκτελεί πτήση με χιόνι, βροχή ή περνάει μέσα από σύννεφα με θερμοκρασία παγοποίησης, απαιτείται προστασία του αναμικτήρα από σχηματισμό πάγου. Επίσης και οι κινητήρες με ψεκασμό καυσίμου (injection) χρειάζονται προστασία από σχηματισμό πάγου. Εάν σχηματισθεί πάγος στην κύρια είσοδο αέρα του κινητήρα, τότε ο πιλότος ανοίγει μία δεύτερη εναλλακτική είσοδο αέρα στον κινητήρα. Υπάρχουν οι εξής

δύο κύριες μέθοδοι αντιπάγωσης και αποπάγωσης του αναμικτήρα: με θερμαινόμενο αέρα και με ψεκασμό αντιπαγωτικού υγρού, συνήθως αλκοόλης. Το σύστημα αντιπάγωσης και αποπάγωσης με ψεκασμό αλκοόλης του αναμικτήρα είναι κοινό με το αντίστοιχο σύστημα των αλεξηνέμων και περιγράφεται στην παράγραφο 12.4. Στο σχήμα 12.3 απεικονίζεται ο σχηματισμός πάγου σε αναμικτήρα.

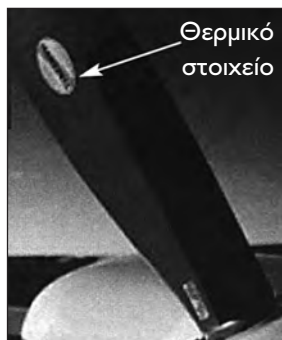


Σχήμα 12.3

Σχηματισμός
Πάγου
σε Αναμικτήρα



α) Αντιπάγωση Έλικας με Ψεκασμό Αλκοόλης



β) Αντιπάγωση Έλικας με
Ηλεκτρικά Θερμικά Στοιχεία

Σχήμα 12.4

Αντιπάγωση Έλικας. Η προστασία από πάγο των πτερυγίων του έλικα, των αγωγών εισόδων των κινητήρων, κ.τ.λ. επιτυγχάνεται, συνήθως με: α) Θερμαντικά στοιχεία, β) Ψεκασμό αντιπαγωτικού υγρού και γ) Συνδυασμό θερμικών στοιχείων και ψεκασμό αλκοόλης. Τα θερμικά στοιχεία είναι ηλεκτρικές αντιστάσεις, συνήθως πλέγματα από νίκελ ή νίκελ - χρώμιο που τοποθετούνται στο χείλος προσβολής του έλικα. Σχηματίζουν κατασκευή σάντουιτς με το προστατευτικό στρώμα εξωτερικά και το μονωτικό εσωτερικά. Το αντιπαγωτικό υγρό ψεκάζεται στην περιοχή της ρίζας του έλικα. Στο σχήμα 12.4α απεικονίζεται αντιπάγωση με ψεκασμό αλκοόλης και στο σχήμα 12.4β με θερμικά στοιχεία.

12.4 Συστήματα Ελέγχου Παγοποίησης και Προστασίας Βροχής Αλεξήνεμου

12.4.1 Συστήματα Αποπάγωσης και Αντιπάγωσης Αλεξηνέμων

Κύρια αποστολή του συστήματος αποπάγωσης και αντιπάγωσης είναι να διατηρήσει τα αλεξήνεμα του α/φους καθαρά από πάγο, χιόνια και υγρασία - ομίχλη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι συστημάτων αποπάγωσης και αντιπάγωσης, οι κυριότεροι των οποίων είναι: α) Υαλοκαθαριστήρες και ψεκασμός αντιπαγωτικού υγρού, β) Αλεξήνεμα διπλού τοιχώματος με κυκλοφορία θερμού αέρα μεταξύ των τοιχωμάτων και γ) Αλεξήνεμα με ενσωματωμένα ηλεκτρικά θερμικά στοιχεία.

Υαλοκαθαριστήρας και Ψεκασμός Αντιπαγωτικού Υγρού. Χρησιμοποιείται σε ορισμένα α/φη, για την αφαίρεση πάγου από τα αλεξήνεμα και τους αναμικτήρες και χρησιμοποιεί αλκοόλη. Ένα τυπικό σύστημα αποτελείται από μία αντλία αποπάγωσης για τα αλεξήνεμα και μία για κάθε αναμικτήρα, μία δεξαμενή αλκοόλης, μία ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και τις σωληνώσεις. Το σύστημα ρυθμίζεται από το χειριστήριο με διακόπτες. Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχει την παροχή της αλκοόλης από τη δεξαμενή. Γενικά, το σύστημα αντιπάγωσης και αποπάγωσης με ψεκασμό αντιπαγωτικού υγρού, χρησιμοποιείται επίσης, στις πτέρυγες, το ουραίο πτέρωμα και τους αναμικτήρες του α/φους.

Αλεξήνεμα με ενσωματωμένα Ηλεκτρικά Θερμικά Στοιχεία. Είναι η κατεξοχήν μέθοδος ελέγχου σχηματισμού πάγου και ομίχλης στα αλεξήνεμα των σύγχρονων α/φών. Τα αλεξήνεμα κατασκευάζονται από πολλά στρώματα, μεταξύ των οποίων υπάρχει το αγωγίμο στρώμα, το οποίο είναι διαφανές. Το αγωγίμο στρώμα είναι, συνήθως, διαφανές οξειδίο του κασσιτέρου που επικαλύπτεται από διαφανές στρώμα πλαστικού από βινύλιο, που το καθιστά άθραυστο. Τα διάφορα στρώματα γυαλιού και πλαστικού είναι κολλημένα με πίεση εν θερμώ. Το αγωγίμο υλικό θερμαίνεται ηλεκτρικά. Το σύστημα αντιπάγωσης και αποπάγωσης ενεργοποιείται από το χειριστή με διακόπτες και έχει τις απαιτούμενες ενδείξεις. Στα σύγχρονα α/φη ενεργοποιείται αυτόματα (χωρίς την επέμβαση του πιλότου), όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι πολύ χαμηλή ή όταν αρχίζει ο σχηματισμός πάγου.

12.4.2 Συστήματα Εξουδετέρωσης Βροχής

Η παρεμπόδιση της επικάθισης βροχής στα αλεξήνεμα επιτυγχάνεται με υαλοκαθαριστήρες, εμφύσηση αέρα και χημικές ουσίες.

α. Υαλοκαθαριστήρες. Οι υαλοκαθαριστήρες λειτουργούν είτε με ηλεκτροκινητήρα, όπως στα αυτοκίνητα είτε με υδραυλικό κύλινδρο ενέργειας. Τα συστή-

ματα ηλεκτρικών υαλοκαθαριστήρων έχουν έναν ή περισσότερους ηλεκτροκινητήρες και σε ορισμένα είναι ανεξάρτητοι. Η ταχύτητα του υαλοκαθαριστήρα ελέγχεται από το χειριστήριο.

Το σύστημα των υδραυλικών υαλοκαθαριστήρων είναι συνδεδεμένο με το κύριο υδραυλικό σύστημα του α/φους. Αποτελείται από κυλίνδρους ενέργειας, βαλβίδα ελέγχου ταχύτητας, μονάδα ελέγχου και σωληνώσεις. Το σύστημα ενεργοποιείται από το χειριστή του α/φους. Η βαλβίδα ελέγχου, ελέγχει και ρυθμίζει την ταχύτητα λειτουργίας των υαλοκαθαριστήρων και εκκινεί και διακόπτει τη λειτουργία τους.

β. Εμφύσηση Αέρα. Η αύξηση της ταχύτητας πτήσης των α/φών με στροβιλοκινητήρα οδήγησε στην εξέλιξη του συστήματος παρεμπόδισης επικάθισης της



βροχής με εμφύσηση αέρα. Το σύστημα αυτό παραλαμβάνει αέρα υψηλής πίεσης και αυξημένης θερμοκρασίας από το συμπιεστή του στροβιλοκινητήρα και τον εμφυσάει, κατά μήκος του αλεξηνέμου από κάτω προς τα πάνω (σχήμα 12.5). Ο αέρας δημιουργεί ένα προστατευτικό υπόστρωμα που δεν επιτρέπει στις σταγόνες της βροχής να επικαθίσουν πάνω στην επιφάνεια του αλεξηνέμου.

Σχήμα 12.5

Αντιπάγωση και
Αποπάγωση
Αλεξηνέμου
με Εμφύσηση Αέρα
Α/φους F-14

γ. Χημικές Ουσίες. Όταν το γυαλί επικαλυφθεί με διαφανές χημικό επίστρωμα, το νερό δεν επικάθεται πλέον αλλά συμπεριφέρεται, όπως ο υδράργυρος. Συγκεντρώνεται σε σφαιρίδια που καλύπτουν τμήμα του γυαλιού, ενώ η υπόλοιπη επιφάνειά του παραμένει στεγνή. Τα σφαιρίδια αυτά απομακρύνονται πολύ εύκολα από τον αέρα, όταν το γυαλί κινείται. Το σύστημα απώθησης βροχής αποτελείται από τη δεξαμενή του υγρού, μία αντλία, μία βαλβίδα και σωλήνωση. Ενεργοποιείται από το χειριστήριο. Το υγρό ψεκάζεται στην επιφάνεια των αλεξηνέμων, όπως στο αντίστοιχο σύστημα των αυτοκινήτων, με υαλοκαθαριστήρα. Ο ψεκασμός των αλεξηνέμων πρέπει να γίνεται πριν από κάθε πτήση, διότι η δραστηριότητα του υγρού μειώνεται με τη βροχή.

12.4.3 Συντήρηση Συστημάτων Αντιπάγωσης, Αποπάγωσης και Προστασίας Βροχής

α. Σύστημα Αποπάγωσης

Η συντήρησή του συνίσταται σε ελέγχους λειτουργίας, ρυθμίσεις, διερεύνηση βλαβών και επιθεώρηση.

1. Έλεγχος Συστήματος Αποπάγωσης. Στην εργαστηριακή άσκηση 1 περί-

γράφονται κατά βήματα οι λειτουργικοί έλεγχοι του συστήματος αποπάγωσης ενός α/φους.

- 2. Ρυθμίσεις Συστήματος Αποπάγωσης.** Στην εργαστηριακή άσκηση 2 αναφέρονται παραδείγματα ρυθμίσεων του συστήματος αποπάγωσης.
- 3. Διερεύνηση Βλαβών.** Οι βλάβες δεν αποκαθίστανται με ρυθμίσεις, αλλά με αντικατάσταση, επισκευή στοιχείων του συστήματος ή με σφίξιμο κάποιων συνδέσμων.
- 4. Επιθεώρηση.** Σε κάθε προπτήσεως επιθεώρηση ελέγχονται τα ελαστικά αποπάγωσης για σχισμές, φθορές, εγκοπές, κ.τ.λ. Στις περιοδικές επιθεωρήσεις ελέγχονται τα κύρια στοιχεία του συστήματος και οι σωληνώσεις για ρωγμές.
- 5. Συντήρηση Ελαστικών Αποπάγωσης.** Το όριο ζωής των ελαστικών αντιπάγωσης αυξάνεται, όταν:
 - 1) Δεν έρχονται σε επαφή με εργαλεία και αντικείμενα κατά τη συντήρηση και εξυπηρέτηση του α/φους.
 - 2) Διατηρούνται καθαρά από καύσιμα, λιπαντικά και ακαθαρσίες.
 - 3) Επισκευάζονται μετά τον εντοπισμό κάποιας βλάβης ή φθοράς.
 - 4) Αποθηκεύονται σε κατάλληλους χώρους με περιτύλιξη σε χαρτί ή πανί.

β. Σύστημα Αντιπάγωσης

Οι αγωγοί του συστήματος διανομής αέρα ελέγχονται και επιθεωρούνται τακτικά για τυχόν διαρροές. Ιδιαίτερα, τα μονωτικά περιβλήματά τους πρέπει να είναι καθαρά και απαλλαγμένα από υγρά, όπως λιπαντικά και υδραυλικά υγρά.

γ. Σύστημα Εξουδετέρωσης Βροχής

- 1. Σύστημα Υαλοκαθαριστήρων Αλεξηγνέμων.** Η συντήρησή του συνίσταται σε έλεγχους λειτουργίας, ρυθμίσεις, διερεύνηση βλαβών και επιθεώρηση. Οι έλεγχοι λειτουργίας εκτελούνται είτε με το σύστημα εγκατεστημένο στο α/φος είτε μετά την αφαίρεση απ' αυτό. Οι ρυθμίσεις περιγράφονται στην εργαστηριακή άσκηση 3. Η διερεύνηση βλαβών και η επιθεώρηση αναφέρονται στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους.
- 2. Σύστημα με Εμφύσηση Αέρα.** Η συντήρησή του περιλαμβάνει αντικατάσταση εξαρτημάτων που έχουν βλάβη ή φθορά, έλεγχο διαρροής των συνδέσμων των αγωγών και λειτουργικό έλεγχο. Στα σύγχρονα α/φη παρέχονται στον πιλότο πολυάριθμες πληροφορίες με οπτικές απεικονίσεις του συστήματος αντιπάγωσης και αποπάγωσης του α/φους.

Περίληψη του 12ου Κεφαλαίου

Η δημιουργία πάγου σε διάφορα κρίσιμα μέρη του α/φους επηρεάζει δυσμενώς τόσο τις επιδόσεις του όσο και τον έλεγχό του και προκαλεί καταστρεπτικές ταλαντώσεις. Κατά την πτήση δημιουργούνται δύο τύποι πάγου: πάχνη και γυαλιστερός πάγος. Η πρόληψη σχηματισμού πάγου χαρακτηρίζεται αντιπάγωση και η αφαίρεση πάγου αποπάγωση. Η αντιπάγωση και αποπάγωση των α/φών επιτυγχάνεται με: θέρμανση των επιφανειών με θερμό αέρα, θέρμανση με ηλεκτρικά στοιχεία, σπάσιμο του πάγου και έκχυση οινόπνευματος.

Η αποπάγωση των α/φών στο έδαφος γίνεται είτε με είσοδο και παραμονή τους σε θερμαινόμενο υπόστεγο είτε με ψεκασμό αποπαγοποιητικού υγρού. Η αποπάγωση των πτερύγων και του ουραίου πτερώματος γίνεται στα μικρά και μεσαία α/φη με ελαστικά που τοποθετούνται στα χείλη προσβολής. Τα ελαστικά αυτά διαστέλλονται, όταν διέρχεται μέσα από αυτά αέρας με πίεση και επανέρχονται στην αρχική τους θέση, όταν αφαιρείται ο αέρας. Με την περιοδική διαστολή και συστολή του ελαστικού, σπάει ο πάγος και παρασύρεται από τον αέρα. Τα κύρια στοιχεία ενός βασικού συστήματος αποπάγωσης με πεπιεσμένο αέρα είναι: τα ελαστικά, η πηγή του πεπιεσμένου αέρα, διαχωριστήρες λαδιού, βαλβίδες διαφόρων τύπων και ο χρονιστής διόγκωσης.

Η αντιπάγωση στα θερμικά συστήματα γίνεται με θέρμανση των κρίσιμων περιοχών είτε με θερμό αέρα είτε με ηλεκτρικά θερμικά στοιχεία. Ο θερμός αέρας παρέχεται από ανεξάρτητους θερμαντήρες καύσης, από θερμαντήρες εξαγωγής καυσαερίων (εμβολοφόρα α/φη) και από το συμπιεστή (α/φη με στροβιλοκινητήρα). Η αντιπάγωση και αποπάγωση των αναμικτήρων γίνεται με θερμαινόμενο αέρα και με ψεκασμό αντιπαγωτικού υγρού (αλκοόλης).

Η προστασία από πάγο των πτερυγίων του έλικα, των αγωγών εισόδων των κινητήρων, κ.τ.λ. γίνεται με: ηλεκτρικά θερμαντικά στοιχεία, ψεκασμό αντιπαγωτικού υγρού και συνδυασμό θερμικών στοιχείων και ψεκασμό αλκοόλης.

Η κύρια αποστολή του συστήματος αποπάγωσης και αντιπάγωσης των αλεξήνεμων είναι να διατηρήσει τα αλεξήνεμα του α/φους καθαρά από πάγο, χιόνια και υγρασία - ομίχλη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι, οι κυριότεροι των οποίων είναι: υαλοκαθαριστήρες και ψεκασμός αντιπαγωτικού υγρού, αλεξήνεμα διπλού τοιχώματος με κυκλοφορία θερμού αέρα μεταξύ των τοιχωμάτων και αλεξήνεμα με ενσωματωμένα ηλεκτρικά θερμικά στοιχεία.

Η παρεμπόδιση επικάθισης της βροχής στα αλεξήνεμα επιτυγχάνεται με υαλοκαθαριστήρες, εμφύσηση αέρα και χημικές ουσίες. Οι υαλοκαθαριστήρες λειτουργούν ηλεκτρικά ή υδραυλικά. Ο θερμός πεπιεσμένος αέρας που εμψύσεται στα αλεξήνεμα, δημιουργεί προστατευτικό υπόστρωμα και δεν

επιτρέπει τις σταγόνες της βροχής να πέσουν πάνω στην επιφάνεια του αλεξήνεμου. Όταν τα αλεξήνεμα επαλείφονται με ορισμένες χημικές ουσίες, το νερό της βροχής δεν επικάθεται σε αυτά.

Η συντήρηση των συστημάτων αντιπάγωσης, αποπάγωσης και εξουδετέρωσης βροχής, συνίσταται από ελέγχους λειτουργίας, ρυθμίσεις, διερεύνηση βλαβών και επιθεωρήσεις.

1. Σε ποιες περιοχές του α/φους σχηματίζεται συνήθως πάγος;
2. Ποια είδη πάγου δημιουργούνται στα α/φη;
3. Αναφέρατε τις μεθόδους προστασίας α/φών από σχηματισμό πάγου.
4. Αναφέρατε τις βασικές μεθόδους αντιπάγωσης.
5. Ποια είναι η ενδεδειγμένη μέθοδος αποπάγωσης α/φών στο έδαφος;
6. Αναφέρατε τους ελέγχους που απαιτούνται μετά την αποπάγωση των α/φών στο έδαφος.
7. Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας αποπάγωσης με ελαστικά.
8. Σε ποιες περιοχές του α/φους χρησιμοποιούνται ελαστικά αποπάγωσης;
9. Από ποια πηγή του α/φους παρέχεται η ενέργεια για την παροχή πεπιεσμένου αέρα στα ελαστικά αποπάγωσης;
10. Αναφέρατε τα κύρια στοιχεία ενός βασικού συστήματος αποπάγωσης με ελαστικά.
11. Αναφέρατε τις πηγές θέρμανσης του αέρα παροχής του συστήματος αντιπάγωσης των α/φών.
12. Ποιες περιοχές του α/φους προστατεύονται από δημιουργία πάγου με θερμό αέρα που παρέχεται από θερμαντήρες καυσαερίων εξαγωγής;
13. Αναφέρατε τις μεθόδους αντιπάγωσης και αποπάγωσης του αναμιγκτήρα.
14. Αναφέρατε τις μεθόδους αντιπάγωσης και αποπάγωσης του έλικα.
15. Ποια είναι η κύρια αποστολή του συστήματος αντιπάγωσης και αποπάγωσης των αλεξηνέμων;
16. Αναφέρατε τις μεθόδους αντιπάγωσης και αποπάγωσης αλεξηνέμων.

17. Περιγράψτε την κατεξοχήν μέθοδο αντιπάγωσης και αποπάγωσης των αλεξηνέμων των σύγχρονων α/φών.
18. Αναφέρατε τις μεθόδους προστασίας επικάθισης της βροχής στα αλεξήνεμα των α/φών.
19. Περιγράψτε τη μέθοδο παρεμπόδισης επικάθισης βροχής με εμφύσηση αέρα.

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 12ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Έλεγχος Λειτουργίας Συστήματος Αποπάγωσης με Ελαστικά.

- Σημείωση:**
1. Ο έλεγχος λειτουργίας του συστήματος εκτελείται είτε με τους κινητήρες του α/φους σε λειτουργία είτε με παροχή αέρα από εξωτερική πηγή. Το σύστημα αποπάγωσης των περισσότερων α/φών, έχει υποδοχή για παροχή αέρα από εξωτερική πηγή για τον έλεγχο του συστήματος χωρίς τους κινητήρες του α/φους σε λειτουργία.
 2. Ο έλεγχος εκτελείται από δύο άτομα, ένα στο α/φος και ένα εκτός α/φους.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ελέγχει τη λειτουργία του συστήματος αποπάγωσης με ελαστικά και να προβαίνει σε διορθωτικές ενέργειες, όταν απαιτείται.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και μονάδα παροχής αέρα.

Εργασίες κατά βήματα

1. Συνδέουμε την μονάδα εξωτερικής παροχής αέρα με το α/φος.
2. Με το σύστημα αποπάγωσης κλειστό, ρυθμίζουμε την πίεση του αέρα στη μονάδα εξωτερικής παροχής αέρα στην τιμή που προβλέπεται στα εγχειρίδια του α/φους.

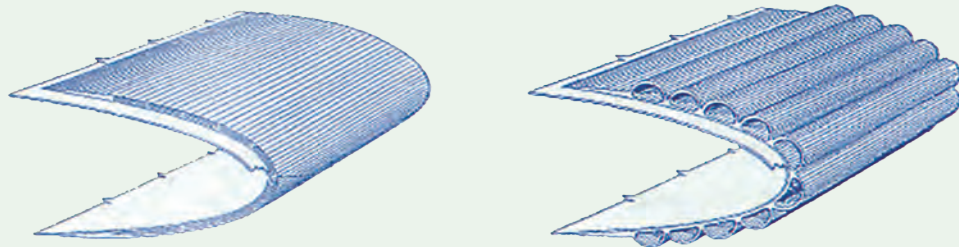
3. Με το σύστημα αποπάγωσης κλειστό παρατηρούμε τα όργανα ένδειξης στον πίνακα οργάνων του χώρου διακυβέρνησης.
4. Εάν κάποιο από τα όργανα λειτουργεί, σημαίνει ότι μία ή περισσότερες βαλβίδες μη επιστροφής του συστήματος δε λειτουργούν, με συνέπεια ο αέρας του συστήματος να επιστρέφει στα όργανα ένδειξης. Στην περίπτωση αυτή προβαίνουμε σε εντοπισμό και αποκατάσταση της βλάβης, πριν τη δοκιμή και τον έλεγχο του συστήματος.
5. Εάν δεν διαπιστώσουμε μετακίνηση των οργάνων ένδειξης του συστήματος, ενεργοποιούμε το σύστημα αποπάγωσης.
6. Θέτουμε τα χειριστήρια του συστήματος αποπάγωσης στο χώρο διακυβέρνησης του α/φους στις κατάλληλες θέσεις και ελέγχουμε τις ενδείξεις των οργάνων αποσυμπίεσης και συμπίεσης. Ορισμένα α/φη δε διαθέτουν όργανο ένδειξης αποσυμπίεσης.
7. Παρατηρούμε ότι η ένδειξη του οργάνου συμπίεσης δεν είναι σταθερή, αλλά αυξομειώνεται και ταλαντεύεται, σε αντίθεση προς την ένδειξη του οργάνου αποσυμπίεσης, που διατηρείται σχετικά σταθερή.
8. Στην περίπτωση που οι ενδείξεις των οργάνων είναι ικανοποιητικές, ελέγχουμε εάν τα ελαστικά διαστέλλονται και συστέλλονται.
9. Με τον παρατηρητή εκτός του α/φους ελέγχουμε αν η σειρά - αλληλουχία ενεργοποίησης των ελαστικών (διαστολή) είναι σύμφωνη με αυτήν που καθορίζεται στα τεχνικά εγχειρίδια συντήρησης του α/φους.
10. Ελέγχουμε το χρονισμό του συστήματος για αρκετούς κύκλους λειτουργίας του. Δηλαδή, ελέγχουμε το χρόνο που απαιτείται για πλήρη διαστολή και συστολή των ελαστικών.
11. Εάν διαπιστώσουμε μεταβολή χρονισμού μεγαλύτερη από την επιτρεπόμενη στα τεχνικά εγχειρίδια συντήρησης, προβαίνουμε σε αποκατάσταση της βλάβης. Η επιλογή της διαστολής και συστολής των στοιχείων του συστήματος πρέπει να είναι ταχεία για να είναι αποτελεσματική.
12. Η συστολή των ελαστικών πρέπει να είναι πλήρης, πριν την έναρξη του επόμενου κύκλου λειτουργίας.

Στο σχήμα Α.12.1 απεικονίζονται οι πίνακες οργάνων ελέγχου και ενδείξεων του συστήματος αντιπάγωσης και αποπάγωσης δύο α/φών της πολιτικής αεροπορίας. Στο σχήμα Α.12.2 απεικονίζονται τυπικά ελαστικά αποπάγωσης του χείλους προσβολής της πτέρυγας και του ουραίου πτερώματος.



Σχήμα Α.12.1

Πίνακας Οργάνων Ελέγχου - Ενδείξεων Συστήματος Αντιπάγωσης –
Αποπάγωσης Σύγχρονων Επιβατικών Α/φών



Σχήμα Α.12.2

Ελαστικά Αποπάγωσης Χείλους Προσβολής Πτέρυγας και Ουραίου Πτερώματος

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Ρυθμίσεις Βαλβίδων Συστήματος Αποπάγωσης με Ελαστικά.

Σημείωση: Μία συνήθης εργασία συντήρησης του συστήματος αποπάγωσης με ελαστικά, είναι η ρύθμιση των βαλβίδων ανακούφισης συμπίεσης και κενού. Ο έλεγχος εκτελείται από δύο άτομα, ένα στο α/φος και ένα εκτός α/φους.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να διαβάζει και να συγκρίνει τις ενδείξεις των οργάνων του συστήματος με αυτές των τεχνικών εγχειριδίων του α/φους.

- Να ρυθμίζει τις βαλβίδες ανακούφισης πίεσης και κενού του συστήματος.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος.

Εργασίες κατά βήματα

α. Βαλβίδα Ανακούφισης

1. Εντοπίζουμε, στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους, τις ρυθμίσεις του συστήματος αποπάγωσης με ελαστικά. Σημειώνουμε την πίεση λειτουργίας της βαλβίδας ανακούφισης του συστήματος.
1. Ανοίγουμε τις προβλεπόμενες θυρίδες προσιτότητας και εντοπίζουμε στο σύστημα τη βαλβίδα ανακούφισης.
2. Ένας μαθητής στο χώρο διακυβέρνησης του α/φους θέτει σε λειτουργία τους κινητήρες του α/φους.
3. Ο μαθητής αυτός παρατηρεί ότι η ένδειξη του οργάνου συμπίεσης στον πίνακα οργάνων του συστήματος, δεν είναι η προβλεπόμενη στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους, την οποία σημείωσε στο βήμα 1.
4. Ο μαθητής, από το χώρο διακυβέρνησης του α/φους, ενημερώνει το μαθητή που είναι κοντά στη βαλβίδα ανακούφισης του συστήματος ότι απαιτείται αύξηση ή μείωση της πίεσης της βαλβίδας ανακούφισης.
5. Ο μαθητής ρυθμίζει την πίεση της βαλβίδας ανακούφισης, έως ότου η ένδειξη του οργάνου συμπίεσης να είναι ίση με την προβλεπόμενη.

Σημείωση: Η βαλβίδα ανακούφισης ενεργοποιείται σε περίπτωση βλάβης ή δυσλειτουργίας του ρυθμιστή πίεσης του συστήματος.

β. Βαλβίδα Αποσυμπίεσης (Κενού)

Εκτελούμε τις εργασίες της προηγούμενης άσκησης, με τη διαφορά ότι δεν αφορούν τη βαλβίδα ανακούφισης αλλά τη βαλβίδα κενού του συστήματος αποπάγωσης.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Ρυθμίσεις Υαλοκαθαριστήρων Αλεξηγέμων.

Σημείωση: Οι ρυθμίσεις αφορούν την ένταση και τη θέση στάσης του στελέχους και τη γωνία με την οποία το στέλεχος σαρώνει το αλεξήνεμο.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ρυθμίζει τους υαλοκαθαριστήρες αλεξηγέμων του α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και εντασιόμετρο.

Εργασίες κατά βήματα

α. Ρύθμιση Μήκους Ανασταλτικού Βραχίονα.

Σημείωση: Ο βραχίονας συνδέει το στέλεχος του υαλοκαθαριστήρα με τον άξονα κίνησης. Η συνδεσμολογία τους διασφαλίζει την παράλληλη κίνηση του υαλοκαθαριστήρα από την αρχική στην τελική θέση. Με τη ρύθμιση του μήκους του ανασταλτικού βραχίονα μεταβάλλεται η γωνία σάρωσης του υαλοκαθαριστήρα (σχήμα Α.12.3).



1. Απορυθμίζουμε το μήκος του ανασταλτικού βραχίονα.
2. Στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους, καθορίζονται τα σημεία ρύθμισης του υαλοκαθαριστήρα πάνω στα αλεξήνεμα.
3. Ρυθμίζουμε το μήκος του ανασταλτικού βραχίονα, έτσι ώστε να πετύχουμε τη βέλτιστη γωνία σάρωσης.

Σχήμα Α.12.3: Ρύθμιση Υαλοκαθαριστήρα

β. Ρύθμιση Θέσης Στάσεως Στελέχους.

Η θέση στάσης των υαλοκαθαριστήρων, όταν δε λειτουργούν, δεν πρέπει να εμποδίζει την ορατότητα των πιλότων. Η θέση των υαλοκαθαριστήρων ρυθμίζεται από το έκκεντρο του μετατροπέα που ενεργοποιεί το διακόπτη.

1. Απορυθμίζουμε το έκκεντρο του μετατροπέα.
2. Ρυθμίζουμε εκ νέου το μετατροπέα, μέχρι να πετύχουμε τη θέση στάσης των υαλοκαθαριστήρων με τη βέλτιστη ορατότητα στους πιλότους.

γ. Ένταση Ελατηρίου Στελέχους.

1. Στο σημείο σύνδεσης του βραχίονα κίνησης και του στελέχους του υαλοκαθαριστήρα, τοποθετούμε ένα εντασιόμετρο με γωνία 90 μοίρες στη διεύθυνση κίνησης.
2. Αυξάνουμε βαθμιαία τη δύναμη έλξεως στο εντασιόμετρο, μέχρι το στέλεχος να αρχίσει να χάνει την επαφή με το αλεξήνεμο.
3. Η ένδειξη του εντασιομέτρου πρέπει να είναι από 5 έως 6 lbs.

4. Εάν η ένδειξη δεν είναι μεταξύ των ανωτέρω τιμών, σφίγγουμε ή χαλαρώνουμε το ρυθμιστικό κοχλία.
5. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση της δύναμης με το εντασιόμετρο και τη ρύθμιση του ρυθμιστικού κοχλία, έως ότου η ένδειξη του εντασιόμετρου είναι η προβλεπόμενη.

Εργασίες

1. Συγκεντρώστε από το διαδίκτυο στοιχεία για τα συστήματα αντιπάγωσης και αποπάγωσης των σύγχρονων επιβατικών και μαχητικών α/φών.
2. Ενημερωθείτε για τα συστήματα προστασίας από βροχή του α/φους F -16 και Mirage 2000 που διαθέτει η Πολεμική μας Αεροπορία. Τα συστήματα αυτά περιγράφονται λεπτομερώς στα τεχνικά εγχειρίδια των ανωτέρω α/φών.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

419

13.1 Γενικά

Ορισμένες περιοχές, τμήματα ή συγκροτήματα των α/φών, όπως π.χ. οι κινητήρες, έχουν αυξημένη πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς και προστατεύονται από μόνιμο σύστημα πυρόσβεσης. Οι περιοχές αυτές, χαρακτηρίζονται ως «ζώνες πυρκαγιάς» και έχουν αυξημένη προστασία και αντίσταση σε πυρκαγιά.

Οι πυρκαγιές διακρίνονται σε κατηγορίες με βάση τα υλικά καύσης και σε κάθε κατηγορία χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα υλικά κατάσβεσης, όπως συνοπτικά περιγράφονται στον πίνακα 13.1.

Πίνακας 13.1 Είδη Φωτιάς και Υλικά Πυρόσβεσης		
Κατηγορία	Υλικά που καίγονται	Πυροσβεστικό Υλικό
A	Κοινά στερεά υλικά (ξύλα, χαρτιά, στουπιά, λάστιχα, πλαστικά)	Νερό, αφρός, σκόνη Ρα και CO ₂
B	Υγρά καύσιμα (μαζούτ, πετρέλαιο, βενζίνη, λάδι, λίπη, χρώματα, διαλύτες)	Αφρός, νέφος νερού, σκόνη Ρα- Ρ και CO ₂
C	Αέρια καύσιμα (προπάνιο, ασετυλίνη, υδρογόνο, μεθάνιο, κ.τ.λ.)	CO ₂ και σκόνη Ρα- Ρ
D	Ορισμένα μέταλλα σε ρινίσματα, κόκκους ή σε συμπαγή μορφή (μαγνήσιο, τιτάνιο, νάτριο, κάλλιο, αλουμίνιο)	Ειδικές σκόνες
E	Όλα τα υλικά των κατηγοριών A,B,C,D αλλά κοντά ή επάνω σε εγκαταστάσεις με ηλεκτρικό ρεύμα	CO ₂ και σκόνη Ρα - Ρ

Ένα πλήρες σύστημα πυρασφάλειας αποτελείται από ένα σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς και ένα κατάσβεσης πυρκαγιάς ή σύστημα πυρόσβεσης. Τα κύρια χαρακτηριστικά του συστήματος πυρασφάλειας των α/φών είναι τα εξής:

1. Ελαχιστοποίηση λανθασμένων ενδείξεων προειδοποίησης, σε οποιοσδήποτε συνθήκες πτήσης ή λειτουργίας στο έδαφος.
2. Ταχεία ένδειξη της θέσης εκδήλωσης καπνού ή πυρκαγιάς.
3. Ακριβή ένδειξη κατάσβεσης της πυρκαγιάς.
4. Ένδειξη της πυρκαγιάς σε περίπτωση επανεκδήλωσης.
5. Συνεχή ένδειξη όσο υπάρχει πυρκαγιά.
6. Δυνατότητα δοκιμής του συστήματος ανίχνευσης από το χώρο διακυβέρνησης.
7. Αξιόπιστη ανίχνευση, ανεξάρτητη από νερά λάδια, ακαθαρσίες, κραδασμούς και μεγάλες θερμοκρασίες.
8. Ελάχιστο βάρος εγκατάστασης και ελάχιστη απαίτηση ηλεκτρικής ισχύος.
9. Ανεξάρτητο σύστημα ανίχνευσης για κάθε κινητήρα.

Στο σχήμα 13.1 απεικονίζονται οι διάφορες "ζώνες πυρκαγιάς" ενός α/φους της πολιτικής αεροπορίας.



13.2 Συστήματα Ανίχνευσης Πυρκαγιάς και Καπνού

Γενικά

Η ανίχνευση της πυρκαγιάς στα α/φη επιτυγχάνεται με:

1. Ανιχνευτές ρυθμού ανόδου της θερμοκρασίας.
2. Ανιχνευτές υπερθέρμανσης.
3. Ανιχνευτές φλόγας.
4. Πλήρωμα του α/φους.

Υπάρχουν και άλλοι τύποι ανιχνευτών στα συστήματα πυρασφάλειας των α/φών, κυρίως για την ανίχνευση καπνού. Οι ανιχνευτές καπνού σπάνια χρησιμοποιούνται στους κινητήρες. Είναι πιο κατάλληλοι για την ανίχνευση καπνού από υλικά που καίγονται αργά. Υπάρχουν, επίσης, ανιχνευτές μονοξειδίου του άνθρακα και χημικοί ανιχνευτές.

Συστήματα Ανίχνευσης Πυρκαγιάς

Γενικά. Σκοπός του συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς είναι η προειδοποίηση σε περίπτωση εκδήλωσής της σε κάποιο σημείο του α/φους. Το σύστημα ανίχνευσης αποτελείται από ανιχνευτές πυρκαγιάς, που είναι τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία του α/φους με αυξημένη πιθανότητα πυρκαγιάς, ενδείκτες εκδήλωσης πυρκαγιάς, διακόπτες δοκιμής και ελέγχου στο χώρο διακυβέρνησης του α/φους και ένα ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχουν πολλά συστήματα ανίχνευσης πυρκαγιάς στα α/φη, αλλά τη μεγαλύτερη εφαρμογή έχουν τα ακόλουθα: σύστημα θερμικών διακοπών, σύστημα θερμοηλεκτρικών ζευγών και σύστημα ανίχνευσης συνεχούς κυκλώματος.

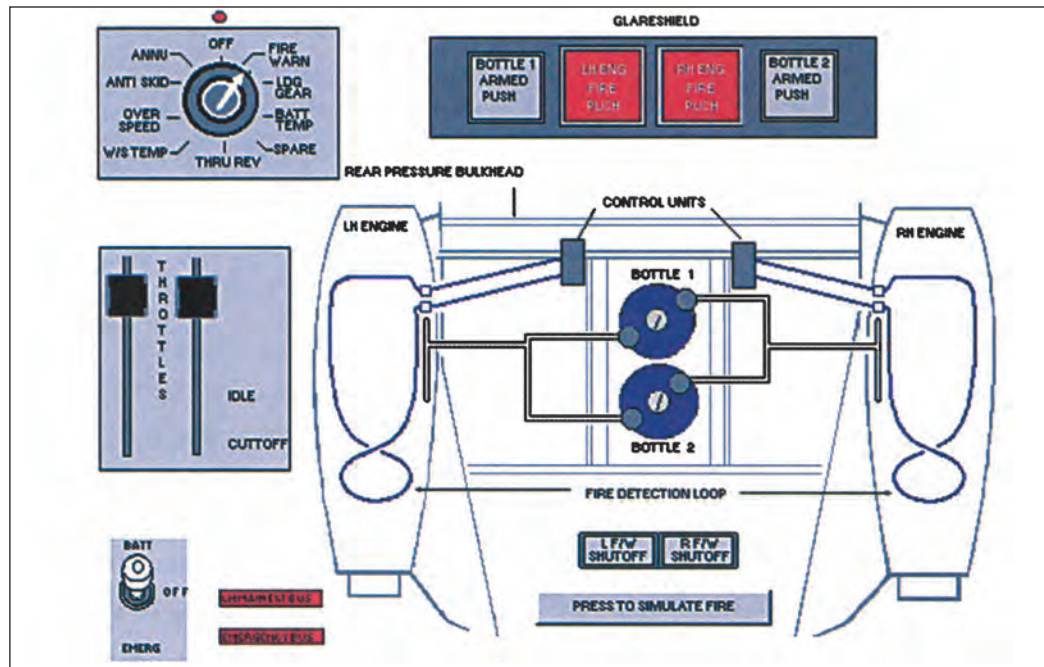
Σύστημα Θερμικών Διακοπών. Αποτελείται από ενδεικτικούς λαμπτήρες και θερμικούς διακόπτες, παράλληλα συνδεδεμένους στο ηλεκτρικό κύκλωμα του α/φους. Οι θερμικοί διακόπτες είναι ευαίσθητοι στη θερμοκρασία. Όταν η θερμοκρασία ανέβει πάνω από μία προκαθορισμένη τιμή, ο θερμικός διακόπτης κλείνει και ενεργοποιείται το ενδεικτικό σύστημα των λαμπτήρων.

Σύστημα Θερμοηλεκτρικών Ζευγών. Αποτελείται από κιβώτιο τηλεδιακοπών, προειδοποιητικά φώτα και θερμοηλεκτρικά ζεύγη. Το θερμοηλεκτρικό ζεύγος ενεργοποιείται, όταν ο ρυθμός ανόδου της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερος από μία προκαθορισμένη τιμή. Π.χ. δεν ενεργοποιείται, όταν ένας κινητήρας υπερθερμαίνεται αργά ή σε περίπτωση βραχυκυκλώματος. Οι τηλεδιακόπτες ελέγχουν τα προειδοποιητικά φώτα.

Σύστημα Ανίχνευσης Συνεχούς Κυκλώματος. Παρέχει μεγαλύτερη κάλυψη της περιοχής, που είναι επικίνδυνη για εκδήλωση πυρκαγιάς από τα άλλα συστήματα. Το "καλώδιο" μεταφοράς σημάτων είναι αισθητήρας θερμοκρασίας. Παρέχει στοιχεία θερμοκρασίας σε όλα τα σημεία που διέρχεται, καθώς και στοιχεία μέσης θερμοκρασίας. Τέλος, ορισμένα α/φη έχουν συστήματα προειδοποίησης υπερθέρμανσης, κυρίως στους κινητήρες και τα ατρακτίδια κινητήρων. Στο σχήμα 13.2 απεικονίζεται ένα σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς ενός σύγχρονου α/φους με τις σχετικές ενδείξεις και διακόπτες ενεργοποίησης.

Σύστημα Ανίχνευσης Καπνού

Γενικά. Ανιχνεύει την ύπαρξη καπνού στους χώρους μεταφοράς επιβατών και αποσκευών. Ενεργοποιείται πριν από το σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς. Διακρί-



Σχήμα 13.2

Σύστημα
Πυρασφάλειας και
Ενδείξεων Α/φους

νονται, με βάση την αρχή λειτουργίας τους, σε ανιχνευτές καπνού μέτρησης του μονοξειδίου του άνθρακα, φωτοηλεκτρικούς και οπτικούς.

Ανιχνευτές Μονοξειδίου του Άνθρακα. Χρησιμοποιούνται στο χώρο διακυβέρνησης και επιβατών. Απορροφούν άνθρακα και ενεργοποιούνται, όταν η περιεκτικότητα του αέρα σε μονοξείδιο του άνθρακα υπερβεί μία προκαθορισμένη τιμή.

Φωτοηλεκτρικοί Ανιχνευτές. Το φωτοηλεκτρικό στοιχείο παράγει ρεύμα, όταν η συγκέντρωση καπνού στον αέρα υπερβεί μία προκαθορισμένη τιμή π.χ. 10% και ενεργοποιεί το σύστημα προειδοποίησης.

Οπτικοί Ανιχνευτές. Χρησιμοποιούνται ευρέως στα α/φ. Ο καπνός απορροφάται και παρέχεται, μέσω σωληνώσεων, στον ανιχνευτή, όπου το φως ενός λαμπτήρα διαθλάται στον καπνό και ενεργοποιείται ο ενδείκτης του ανιχνευτή. Στο σχήμα 13.3 απεικονίζεται ένας τυπικός ανιχνευτής πυρκαγιάς και καπνού.



α) Πυρκαγιάς



β) Καπνού

Σχήμα 13.3

Ανιχνευτές
α) Πυρκαγιάς
β) Καπνού

13.3 Συστήματα Πυρόσβεσης

Υλικά Κατάσβεσης Πυρκαγιάς

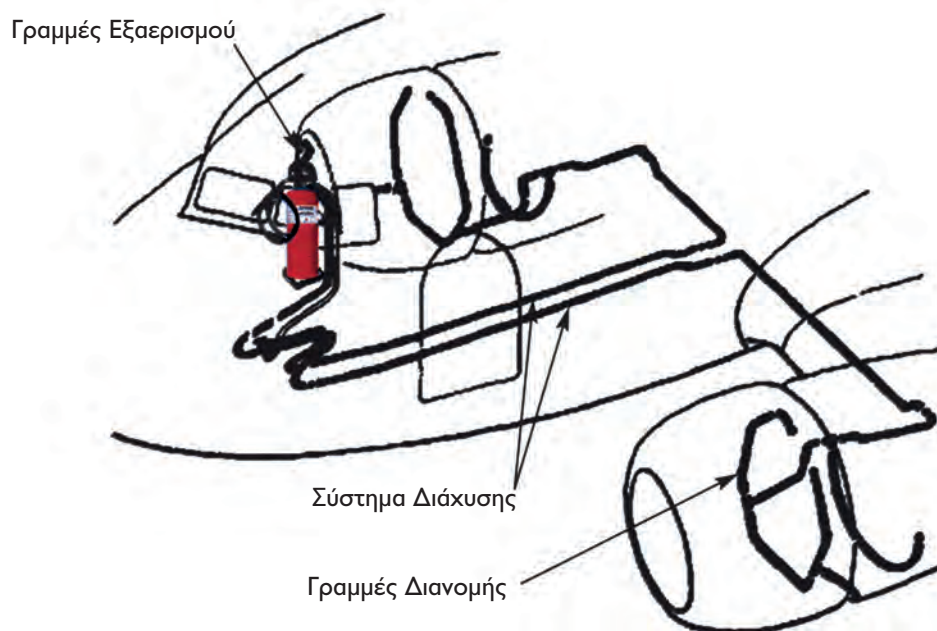
Τα μόνιμα συστήματα πυρόσβεσης διαχέουν στο περιβάλλον ένα ουδέτερο υλικό που δε βοηθάει την καύση. Κύρια απαίτηση του συστήματος πυρόσβεσης είναι η ελαχιστοποίηση του χρόνου διάχυσης του υλικού κατάσβεσης. Στα παλαιότερα συστήματα ο χρόνος αυτός είναι της τάξεως των δύο λεπτών της ώρας, ενώ στα νεότερα ένα έως δύο δευτερολέπτων.

Τα υλικά κατάσβεσης πυρκαγιάς στα α/φη είναι τα ακόλουθα:

1. Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2).
2. Μεθυλικό βρωμίδιο.
3. Χλωροβρωμιομεθάνιο.
4. Διβρωμοδιφθορομεθάνιο.
5. Τριβρωμοφθορομεθάνιο.

Σύστημα Πυρόσβεσης με (CO_2)

Το σύστημα πυρόσβεσης με (CO_2) χρησιμοποιείται κυρίως, στα μεταφορικά α/φη. Αποτελείται από μία φιάλη πεπιεσμένου CO_2 , με μία βαλβίδα λειτουργίας, ένα σύστημα σωληνώσεων που συνδέει τη φιάλη με τη βαλβίδα ελέγχου στο χώρο διακυβέρνησης και με τους κινητήρες του α/φους και διάταξη διάχυσης CO_2 περιμετρικά στον κινητήρα. Στο σχήμα 13.4 απεικονίζεται ένα τυπικό σύ-



Σχήμα 13.4

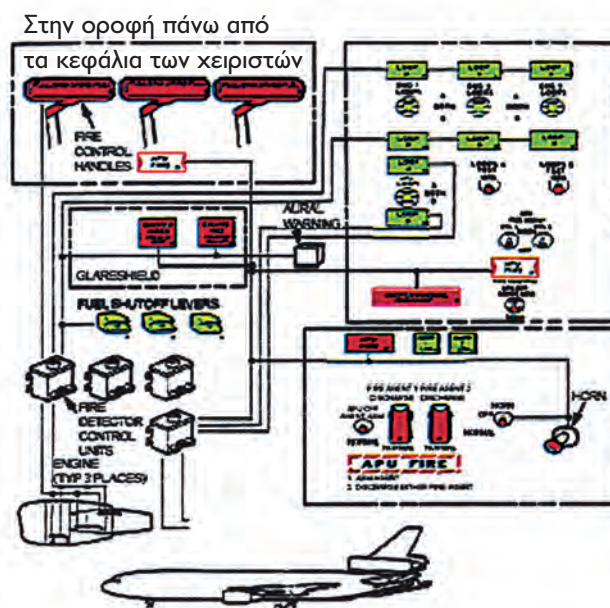
Τυπικό Σύστημα
Πυρόσβεσης με (CO_2)
Δικινητήριου
Μεταφορικού
Α/φους

Τα δύο αυτά υποσυστήματα διασφαλίζουν την πυρασφάλεια τόσο στους στροβιλοκινητήρες και τα ατρακτιδιά τους όσο και στους χώρους επιβατών και αποσκευών καθώς και στις φωλιές των τροχών. Το σύστημα πυρασφάλειας έχει ενσωματωμένο σύστημα δοκιμής της λειτουργίας του.

Σύστημα Ανίχνευσης Πυρκαγιάς – Προειδοποίησης Υπερθέρμανσης

Κάθε στροβιλοκινητήρας που είναι τοποθετημένος σε ατρακτίδιο, έχει αυτόματο κύκλωμα ανίχνευσης, που αποτελείται από αισθητήρα θερμοκρασίας, μονάδα ελέγχου, τηλεδιακόπτη και μηχανισμό προειδοποίησης. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας είναι τοποθετημένοι περιμετρικά στους θαλάμους καύσης, στον αγωγό εξόδου καυσαερίων (ακροφύσιο) και σε ορισμένα α/φη και σε άλλες κρίσιμες περιοχές του κινητήρα, όπως στο συμπιεστή. Οι ενδείξεις προειδοποίησης πυρκαγιάς στο χώρο διακυβέρνησης του α/φους είναι τόσο οπτικές (π.χ. φωτάκια) όσο και ηχητικές.

Πολλά α/φη έχουν επιπρόσθετο σύστημα προειδοποίησης υπερθέρμανσης των στροβιλοκινητήρων. Στο σχήμα 13.6 απεικονίζεται το σύστημα ενδείξεων και οι διακόπτες χειρισμού του συστήματος πυρασφάλειας ενός μεγάλου επιβατικού α/φους.



Σχήμα 13.6

Σύστημα Ενδείξεων
και Διακόπτες
Χειρισμού
Συστήματος
Πυρασφάλειας
Μεγάλου
Μεταφορικού Α/φους

Σύστημα Πυρόσβεσης

Ένα βασικό σύστημα πυρόσβεσης αποτελείται από φιάλες πυροσβεστικού υλικού, σωληνώσεις, βαλβίδες εκτόνωσης, σύστημα ενδείξεων και μηχανισμό ενεργοποίησης του συστήματος από το χώρο διακυβέρνησης. Κάθε κρίσιμη περιοχή, όπως το ατρακτίδιο του κινητήρα έχει τη δική του φιάλη πυροσβεστικού υγρού, πλην όμως το σύστημα διανομής του πυροσβεστικού υγρού είναι διασταυρούμενο. Δηλ., επιτρέπει την εκκένωση μίας δεύτερης φιάλης σε έναν κινητήρα, μετά την εκκένωση της φιάλης που είναι εγκατεστημένη στο ατρακτίδιο του. Ορισμένα τετρακινητήρια α/φη έχουν δύο ανεξάρτητα συστήματα πυρόσβεσης. Οι δύο κινητήρες κάθε πτέρυγας έχουν ένα σύστημα πυρόσβεσης, με τις δύο φιάλες τοποθετημένες στον εσωτερικό φορέα.

Συντήρηση Συστήματος Ανίχνευσης Πυρκαγιάς και Πυρόσβεσης

Το σύστημα ανίχνευσης είναι πιο ευαίσθητο από το σύστημα πυρόσβεσης και ελέγχεται πιο συχνά.

Σύστημα Ανίχνευσης. Η συντήρηση του συστήματος ανίχνευσης περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

1. Διεξοδικούς οπτικούς ελέγχους. Οι έλεγχοι περιγράφονται στα τεχνικά εγχειρίδια των α/φών, αλλά υπάρχουν και γενικοί κανόνες ελέγχου. Στην εργαστηριακή άσκηση 1 περιγράφονται οι οπτικοί έλεγχοι των ανιχνευτών κλειστών κυκλωμάτων ανίχνευσης.
2. Διερεύνηση βλαβών. Στην εργαστηριακή άσκηση 2 περιγράφονται οι πιο συνηθισμένες βλάβες και οι διορθωτικές ενέργειες αποκατάστασής τους.
3. Έλεγχος δοκιμής λειτουργίας από το χώρο διακυβέρνησης. Θέτοντας το διακόπτη του ηλεκτρικού κυκλώματος στη θέση «ΟΝ» και το διακόπτη δοκιμής του συστήματος στη θέση "TEST", ελέγχουμε τη λειτουργία του συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς. Πρέπει να ανάψει το κόκκινο ενδεικτικό φωτάκι και σε ορισμένα α/φη υπάρχει και ηχητική ένδειξη.

Σύστημα Πυρόσβεσης. Η συντήρηση του συστήματος πυρόσβεσης περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

1. Περιοδικό έλεγχο πίεσης φιαλών. Η πίεση της φιάλης πρέπει να είναι μεταξύ της μέγιστης και ελάχιστης που απεικονίζεται παραστατικά με χρώματα στο πιεσόμετρο της. Εξαρτάται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
2. Αφαίρεση, έλεγχο και επανατοποθέτηση των φυσιγγίων και βαλβίδων εκτόνωσης. Το όριο ζωής των φυσιγγίων αναγράφεται στο πίσω μέρος αυτών και συνεπώς απαιτείται αφαίρεσή τους.
3. Έλεγχο των σωληνώσεων για διαρροές.
4. Έλεγχο των καλωδιώσεων του ηλεκτρικού κυκλώματος.

Περίληψη του 13ου Κεφαλαίου

Οι περιοχές ενός α/φους, ανάλογα με την πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς, ταξινομούνται σε κατηγορίες «ζωνών πυρκαγιάς».

Ένα πλήρες σύστημα πυρασφάλειας αποτελείται από ένα σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς και ένα σύστημα πυρόσβεσης. Η πυρκαγιά ανιχνεύε-

ται με ανιχνευτές ρυθμού ανόδου της θερμοκρασίας, ανιχνευτές υπερθέρμανσης, ανιχνευτές φλόγας και από το πλήρωμα του α/φους.

Το σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς αποτελείται από ανιχνευτές και ενδείκτες εκδήλωσης πυρκαγιάς, διακόπτες δοκιμής και ελέγχου στο χώρο διακυβέρνησης και ηλεκτρικό σύστημα. Το σύστημα ανίχνευσης καπνού ανιχνεύει την ύπαρξη καπνού στους χώρους μεταφοράς επιβατών και αποσκευών. Τα α/φη έχουν μόνιμα συστήματα πυρόσβεσης που διαχέουν στο περιβάλλον ένα ουδέτερο υλικό που δε βοηθάει την καύση.

Το σύστημα πυρασφάλειας στα α/φη με στροβιλοκινητήρα διασφαλίζει την πυρασφάλεια τόσο στους στροβιλοκινητήρες και τα ατρακτίδιά τους όσο και στους χώρους επιβατών και αποσκευών. Το σύστημα πυρασφάλειας έχει ενσωματωμένο σύστημα δοκιμής της λειτουργίας του.

Κάθε στροβιλοκινητήρας, που είναι τοποθετημένος σε ατρακτίδιο, έχει αυτόματο κύκλωμα ανίχνευσης.

Η συντήρηση του συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς και πυρόσβεσης γίνεται με οπτικούς ελέγχους και επιθεωρήσεις, διερεύνηση βλαβών και έλεγχο δοκιμής λειτουργίας από το χώρο διακυβέρνησης.

1. Τι εννοούμε με τον όρο "ζώνη πυρκαγιάς" σ' ένα α/φος;
2. Αναφέρατε τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος πυρασφάλειας του α/φους.
3. Από ποια επιμέρους συστήματα αποτελείται το σύστημα πυρασφάλειας του α/φους;
4. Πώς ανιχνεύεται η πυρκαγιά στα α/φη;
5. Αναφέρατε το σκοπό του συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς των α/φών.
6. Ποια συστήματα ανίχνευσης έχουν ευρεία εφαρμογή στα α/φη;
7. Από τι ενεργοποιούνται οι ακόλουθοι ανιχνευτές πυρκαγιάς;
α) Οι θερμικοί διακόπτες, β) Τα θερμοηλεκτρικά ζεύγη.
8. Σε ποιες περιοχές του α/φους τοποθετούνται ανιχνευτές καπνού;
9. Πότε ενεργοποιούνται οι ανιχνευτές μονοξειδίου του άνθρακα;
10. Πότε ενεργοποιούνται οι φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές;

11. Ποιας τάξεως είναι ο χρόνος διάχυσης του πυροσβεστικού υγρού στα συστήματα πυρόσβεσης α/φών;
12. Ποια υλικά κατάσβεσης πυρκαγιάς χρησιμοποιούνται στα α/φη;
13. Σε ποια α/φη χρησιμοποιείται το σύστημα πυρόσβεσης με CO_2 ;
14. Ποιες εργασίες περιλαμβάνει η συντήρηση του συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς ενός α/φους;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 13ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Επιθεώρηση Αισθητήρων Κυκλώματος Κλειστών Ανιχνευτών

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να επιθεωρεί τους αισθητήρες του κυκλώματος κλειστών ανιχνευτών πυρκαγιάς του α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

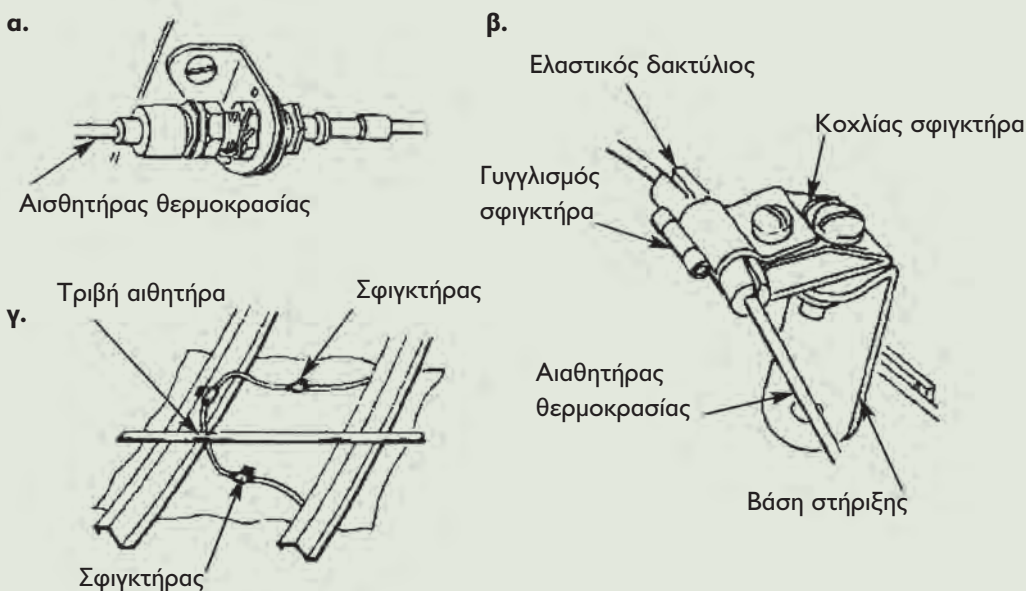
- Α/φος με κύκλωμα κλειστών ανιχνευτών πυρκαγιάς.

Εργασίες κατά βήματα

Η επιθεώρηση των αισθητήρων αποσκοπεί στον εντοπισμό των ακόλουθων ευρημάτων:

1. Θραύση ή ρωγμή από κτυπήματα ή κακή εγκατάσταση.
2. Φθορά από τριβή με γειτνιάζοντα στοιχεία.
3. Επαφή των ακροδεκτών με μεταλλικά υλικά, που μπορεί να προκαλέσουν βραχυκύκλωμα.
4. Κάμψη ή συστροφή των ανιχνευτών.
5. Χαλαρά περικόχλια ή σπασμένο σύρμα ασφαλείας στο άκρο του αισθητήρα (σχήμα Α.13.1α).
6. Παραμορφωμένοι ή σπασμένοι εύκαμπτοι ακροδέκτες.

7. Τριβή του αισθητήρα στην επικάλυψη του α/φους.
8. Απόσταση και στερέωση σφιγκτήρων αισθητήρων (σχήμα A.13.1β). Η απόσταση των σφιγκτήρων πρέπει να είναι από 20 έως 25 cm. Οι σφιγκτήρες πρέπει να απέχουν από τα άκρα 10 έως 15 cm.
9. Σωστή τοποθέτηση των ελαστικών δακτύλιων και τυχόν αλλοίωσή τους. Οι ελαστικοί δακτύλιοι και οι σφιγκτήρες πρέπει να συγκρατούν σταθερό τον αισθητήρα (σχήμα A.13.1γ).

**Σχήμα A.13.1**

α) Τοποθέτηση Αισθητήρα, β) Απόσταση Σφιγκτήρων,
γ) Στερέωση Αισθητήρα Θερμοκρασίας

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Διερεύνηση Βλαβών Συστήματος Ανίχνευσης Πυρκαγιάς.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να διερευνάει, εντοπίζει και αποκαθιστά βλάβες του συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς του α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και μονάδα παροχής αέρα.

Εργασίες κατά βήματα.

Οι πιο συνήθεις βλάβες του συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς του α/φους είναι οι ακόλουθες:

1. Συγκεχυμένες και τυχαίες ενδείξεις. Είναι η πιο συνήθης βλάβη και οφείλεται σε βραχυκύκλωμα της καλωδίωσης του αισθητήρα θερμοκρασίας. Το καλώδιο είναι χαλαρό και έρχεται σε επαφή με τον ακροδέκτη, τρίβεται στο α/φος ή σε κάποιο εξάρτημά του. Επίσης, μπορεί κάποιος αισθητήρας να έχει φθορά, η οποία δημιουργεί βραχυκύκλωμα.
2. Ενεργοποίηση του συστήματος προειδοποίησης πυρκαγιάς, χωρίς να υπάρχουν συνθήκες υπερθέρμανσης ή πυρκαγιάς.
 - α. Απομονώνουμε το κύκλωμα ανίχνευσης του α/φους.
 - β. Εάν η προειδοποίηση σταματήσει, τότε η βλάβη βρίσκεται στο κύκλωμα ανίχνευσης που απομονώσαμε και μάλιστα στην περιοχή των θερμών τμημάτων του κινητήρα. Εάν η καλωδίωση στις περιοχές αυτές, είναι σε καλή κατάσταση, τότε απομονώνουμε και επανασυνδέουμε κάθε έναν αισθητήρα χωριστά μέχρι να εντοπίσουμε τον αισθητήρα που προκάλεσε το βραχυκύκλωμα.
 - γ. Εάν η βλάβη συνεχίζεται, τότε πρέπει να βρίσκεται μεταξύ των συνδέσμων του κυκλώματος και της μονάδας ελέγχου.
 - δ. Εάν εξακολουθεί να υπάρχει εσφαλμένη προειδοποίηση, τότε η βλάβη οφείλεται σε βραχυκύκλωμα από υγρασία. Η βλάβη αποκαθίσταται με απομάκρυνση της υγρασίας με κατάλληλη θέρμανση.
3. Διακόπτης δοκιμής. Εάν με το διακόπτη δοκιμής δεν παρέχεται ένδειξη προειδοποίησης, τότε η βλάβη μπορεί να οφείλεται:

α. Στο διακόπτη.	β. Στη μονάδα ελέγχου.
γ. Στην έλλειψη ηλεκτρικής ισχύος.	δ. Σε καμένη λάμπα.
4. Για τον εντοπισμό πιθανής ασυνέχειας του κυκλώματος αποσυνδέουμε το κύκλωμα στο ένα άκρο και μετράμε την αντίστασή του.

Εργασίες

Συγκεντρώστε, από το διαδίκτυο ή από τα τεχνικά εγχειρίδια που διαθέτει η Πολεμική Αεροπορία, στοιχεία για το σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς και καπνού και το σύστημα πυρόσβεσης του μεταγωγικού α/φους C - 130.

14.1 Γενικά

Η κύρια αποστολή του συστήματος καυσίμου είναι η αποθήκευση και παροχή της απαραίτητης ποσότητας καυσίμου, με την προβλεπόμενη πίεση στον κινητήρα ή στους κινητήρες του α/φους. Η ποσότητα καυσίμου που μεταφέρει ένα α/φος είναι πολύ μεγάλη και μπορεί να φθάσει ακόμη και το 50% του βάρους απογείωσης στα επιβατικά α/φη.

Οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτει το σύστημα καυσίμου του α/φους είναι οι ακόλουθες:

1. Αξιόπιστη ροή καυσίμου σε όλα τα ύψη και τις φάσεις πτήσης και όλες τις καιρικές συνθήκες.
2. Αξιόπιστο και πλήρες σύστημα οργάνων και ενδείξεων της εκάστοτε ποσότητας καυσίμου των δεξαμενών και της ροής καυσίμου, καθώς και τα απαραίτητα προειδοποιητικά σήματα λειτουργίας του συστήματος καυσίμου.

Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στα α/φη με εμβολόφο κινητήρα είναι βενζίνη 115/45, 100/130 και 91/96 οκτανίων, στα μαχητικά α/φη με στροβιλοκινητήρα είναι κηροζίνη τύπου JP - 4 και 8 και στα α/φη της πολιτικής αεροπορίας JET A1 και JET A. Τα καύσιμα αυτά χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις επιδόσεις των κινητήρων.

Τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος καυσίμου είναι: δεξαμενές, αντλίες, βαλβίδες, φίλτρα, σωληνώσεις και ενδείκτες.

Τα κύρια υποσυστήματα του συστήματος καυσίμου είναι το σύστημα πλήρωσης με καύσιμο στο έδαφος και σε ορισμένα α/φη εν πτήσει, σύστημα τροφοδοσίας για τη μεταφορά καυσίμου μεταξύ των δεξαμενών και από αυτές στον κινητήρα, σύστημα προειδοποιητικών ενδείξεων και δοκιμής λειτουργίας και σύστημα εκκένωσης για απόρριψη καυσίμου.

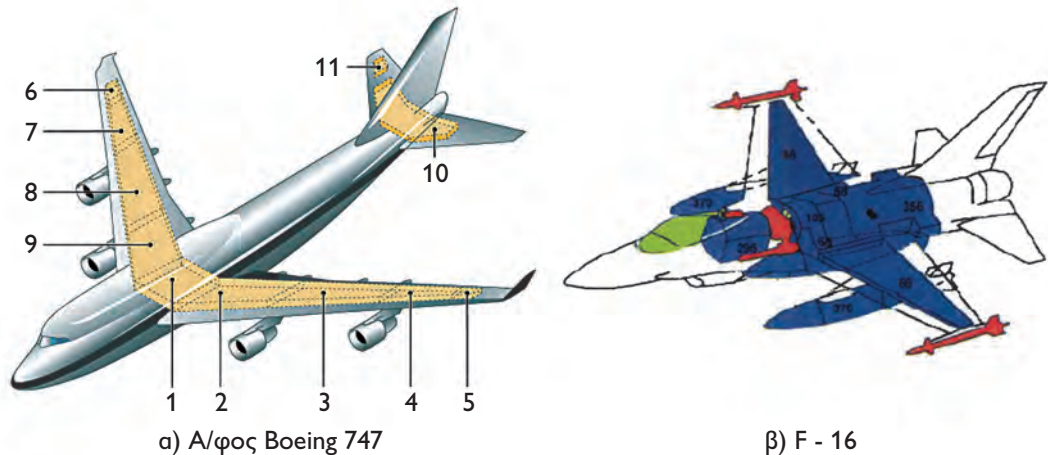
14.2 Στοιχεία Συστημάτων Καυσίμων

Δεξαμενές Καυσίμου

Γενικά. Οι δεξαμενές καυσίμου μπορεί να είναι εσωτερικές ή εξωτερικές, μεταλλικές ή ελαστικές και αυτοστεγανοποιούμενες. Η θέση, το μέγεθος, το

σχήμα και η κατασκευή των δεξαμενών καυσίμου εξαρτάται από το χώρο που διατίθεται στις πτέρυγες ή στην άτρακτο (σχήμα 14.1). Τα υλικά κατασκευής τους δεν αντιδρούν χημικά με τα χρησιμοποιούμενα καύσιμα, όπως π.χ. κράματα αλουμινίου.

Σημείωση: 1 έως 11: Δεξαμενές Καυσίμου Α/φους B 747



Σχήμα 14.1

Δεξαμενές Καυσίμου

α) Α/φος Boeing 747

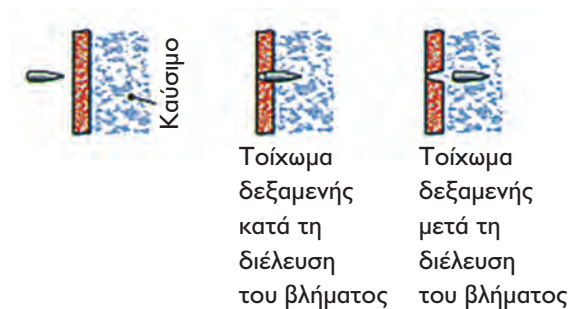
β) F - 16

Ενσωματωμένες Δεξαμενές. Σε ορισμένα, κυρίως μεταφορικά α/φη, η πτέρυγα μπορεί να κατασκευασθεί έτσι, ώστε η ίδια η δομή της να σχηματίζει δεξαμενή καυσίμου. Η δεξαμενή αποτελεί μέρος της δομής της πτέρυγας και βρίσκεται μεταξύ δοκών, εγκάρσιων νευρώσεων και επικαλύψεων, που η σύνδεσή τους διασφαλίζει πλήρη στεγανότητα. Στην επάνω επικάλυψη έχουν θυρίδα προσιτότητας. Ο τύπος αυτός πτέρυγας είναι γνωστός ως "υγρή" πτέρυγα.

Μεταλλικές και μη Κοινές Δεξαμενές. Οι μεταλλικές δεξαμενές κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου, ενώ οι κοινές μη μεταλλικές δεξαμενές κατασκευάζονται από ελαστικό ή νάιλον. Οι κοινές μη μεταλλικές δεξαμενές δεν είναι αυτοστεγανοποιούμενες και χρησιμοποιούνται, επειδή έχουν μικρότερο βάρος από τις αυτοστεγανοποιούμενες καθώς και από τις μεταλλικές δεξαμενές.

Αυτοστεγανοποιούμενες Δεξαμενές. Στεγανοποιούν αυτόματα τις οπές ή τις βλάβες από σφαίρες ή κτυπήματα. Χρησιμοποιούνται στα μαχητικά α/φη για

να μην έχουμε απώλεια καυσίμου και κίνδυνο πυρκαγιάς. Καθώς ένα αντικείμενο περνά από το τοίχωμα της δεξαμενής, το στεγανοποιητικό υλικό της αντιδρά με το καύσιμο και κλείνει την οπή (σχήμα 14.2). Η δεξαμενή μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα χρειάζεται επισκευή. Συγκριτικά



Σχήμα 14.2

Αυτοστεγανοποιούμενη
Δεξαμενή Καυσίμου

Τοίχωμα
δεξαμενής
κατά τη
διέλευση
του βλήματος

Τοίχωμα
δεξαμενής
μετά τη
διέλευση
του βλήματος

με τις μηχανικές ή ελαστικές δεξαμενές του ιδίου όγκου έχουν μεγαλύτερο βάρος, απαιτούν περισσότερη συντήρηση και παίρνουν λιγότερο καύσιμο.

Αλεξίσφαιρες Δεξαμενές. Έχουν αντικαταστήσει τις αυτοστεγανοποιούμενες δεξαμενές στα σύγχρονα α/φη.

Εξωτερικές Δεξαμενές. Κατασκευάζονται από συγκολλησίμα κράματα αλουμινίου και είναι, συνήθως, απορριπτόμενες. Έχουν αεροδυναμικό σχήμα και χρησιμοποιούνται, κατά κανόνα, στα μαχητικά α/φη (σχήμα 14.3). Πεπιεσμένος αέρας από το συμπιεστή του στροβιλοκινητήρα του α/φους, εισέρχεται με μία σωλήνωση στη δεξαμενή και ωθεί το καύσιμο, μέσω μίας δεύτερης σωλήνωσης, στο σύστημα καυσίμου του α/φους. Για την αποκατάσταση της ατμοσφαιρικής πίεσης στη δεξαμενή, μετά την εκκένωσή της, υπάρχουν βαλβίδες αποκατάστασης πίεσης και ανακούφισης κενού.



Σχήμα 14.3

Εξωτερικές
Απορριπτόμενες
Δεξαμενές Καυσίμου

Βασικά Εξαρτήματα. Τα βασικά εξαρτήματα μίας δεξαμενής είναι η κυστίδα με τη βαλβίδα αποστράγγισης στο κατώτερο σημείο της δεξαμενής και οι σωληνώσεις ατμοσφαιρικής αποκατάστασης στο επάνω μέρος. Οι βαλβίδες αποκατάστασης πίεσης διατηρούν την εσωτερική πίεση της δεξαμενής ίση με την εξωτερική πίεση στο εκάστοτε ύψος πτήσης. Εσωτερικά υπάρχουν διαφράγματα για να εμποδίσουν τη μετακίνηση καυσίμου με την αλλαγή της στάσης του α/φους. Μπορεί να έχει πώμα πλήρωσης, σωλήνα υπερχειλίσσης, φίλτρο και βαλβίδες εκκένωσης. Οι βαλβίδες εκκένωσης ενεργοποιούνται από το χειριστή για απόρριψη καυσίμου σε περίπτωση αναγκαστικής προσγείωσης, για μείωση του βάρους του α/φους κάτω από το επιτρεπόμενο βάρος προσγείωσης ή για να γίνει πιο ευέλικτο.

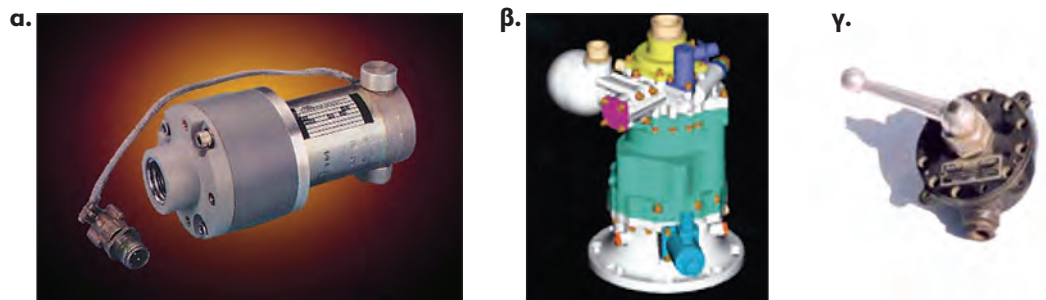
Αντλίες

Οι αντλίες ενός βασικού συστήματος καυσίμου είναι η μηχανοκίνητη, η ενισχυτική και η χειροκίνητη αντλία.

Μηχανοκίνητη Αντλία. Σκοπός της είναι να παρέχει συνεχή ροή καυσίμου με κανονική πίεση στον κινητήρα (σχήμα 14.4α). Συνήθως είναι τοποθετημένη στα παρελκόμενα του κινητήρα και παίρνει κίνηση από αυτόν, μέσω συστήματος οδοντωτών τροχών. Επειδή η μηχανοκίνητη αντλία παρέχει περισσότερη ροή καυσίμου από αυτήν που χρειάζεται ο κινητήρας, η ροή ανακουφίζεται πριν εισέλθει στον αναμικτήρα από μία βαλβίδα ανακούφισης.

Ενισχυτική Αντλία. Παρέχει καύσιμο με πίεση στη μηχανοκίνητη αντλία, μεταφέρει καύσιμο από μία δεξαμενή σε άλλη και στέλνει καύσιμο με πίεση για την εκκίνηση. Συνήθως είναι φυγοκεντρικού τύπου, ηλεκτρική και προσαρμόζεται στην έξοδο της δεξαμενής καυσίμου (σχήμα 14.4β). Η μεγάλη ταχύτητα περιστροφής της αντλίας έχει ως συνέπεια το διαχωρισμό του αέρα και των ατμών από το καύσιμο, πριν αυτό μπει στις σωληνώσεις προς τον αναμικτήρα. Ο αέρας και ο ατμός ανεβαίνουν, μέσα από το καύσιμο, στο επάνω τμήμα της δεξαμενής και εξέρχονται στην ατμόσφαιρα από τη βαλβίδα ατμοσφαιρικής αποκατάστασης. Η ενισχυτική αντλία αντικαθιστά τη μηχανοκίνητη αντλία σε περίπτωση βλάβης της. Για το λόγο αυτό είναι δύο ταχυτήτων ή έχει μεταβλητό αριθμό στροφών.

Χειροκίνητη Αντλία. Χρησιμοποιείται σε αρκετά α/φ και ενεργοποιείται από τη θέση χειριστού με χειριστήρια (σχήμα 14.4γ).



Σχήμα 14.4

α) Μηχανοκίνητη Αντλία Στροβιλοκίνητη, β) Φυγοκεντρική Ενισχυτική Αντλία και γ) Χειροκίνητη Αντλία

Βαλβίδες

Κάθε σύστημα καυσίμου έχει απαραίτητα δύο είδη βαλβίδων: διαλογής και διακοπής.

Βαλβίδα Διαλογής. Διακόπτει τη ροή καυσίμου από τη δεξαμενή στον κινητήρα και στέλνει καύσιμο από μία δεξαμενή σε άλλη. Επίσης, σε σύστημα καυσίμου με διασταυρωτική τροφοδότηση, στέλνει καύσιμο από μία δεξαμενή σε άλλες δεξαμενές (σχήμα 14.5α). Έχει πολλά στόμια, ο αριθμός των οποίων εξαρτάται από την πολυπλοκότητα του συστήματος καυσίμου. Λειτουργεί μηχανικά ή ηλεκτρικά. Η μηχανοκίνητη βαλβίδα ενεργοποιείται από το χειριστή με μηχανική συνδεσμολογία και ηλεκτρικά με διακόπτες. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι βαλβίδων διαλογής : τύπου παπαρούνας, κωνική και δίσκου.

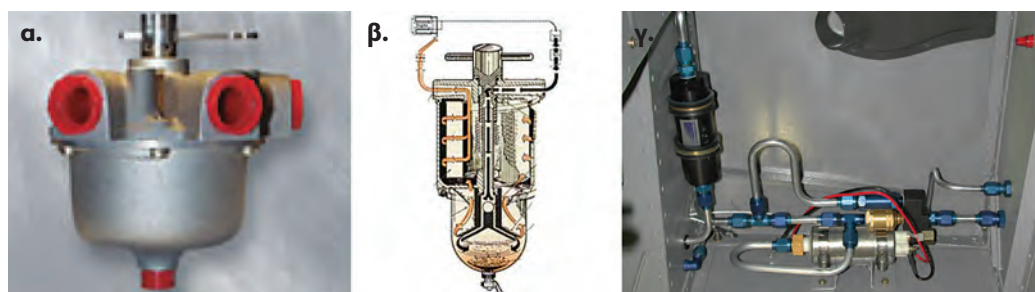
Βαλβίδα Διακοπής. Είναι δύο θέσεων: ανοικτή και κλειστή. Εμποδίζει την απώλεια καυσίμου, όταν ένα εξάρτημα αφαιρείται από το σύστημα καυσίμου ή όταν ένα εξάρτημα έχει βλάβη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον έλεγχο της μεταφοράς καυσίμου από μία δεξαμενή σε μία άλλη. Λειτουργεί μηχανικά ή ηλεκτρικά.

Φίλτρα

Τα φίλτρα είναι εγκατεστημένα σε διάφορα σημεία του συστήματος καυσίμου, όπως στα στόμια πλήρωσης των δεξαμενών, στις εξόδους τους καθώς και στις εισόδους των αναμικτήρων. Κάθε σύστημα έχει ένα κύριο φίλτρο, που είναι τοποθετημένο στο χαμηλότερο σημείο του συστήματος. Το φίλτρο αυτό αφενός συγκρατεί τα ξένα σώματα και αφετέρου παγιδεύει κάθε μικρή ποσότητα νερού που υπάρχει στο σύστημα. Συνήθως σε κάθε ατρακτίδιο κινητήρα ενός πολυκινητήριου α/φους, είναι τοποθετημένο ένα κύριο φίλτρο. Στα μονοκινητήρια α/φη υπάρχει συνήθως ένα κύριο φίλτρο. Τα φίλτρα είναι κατασκευασμένα από συρμάτινα πλέγματα τοποθετημένα σε κατάλληλα διαμορφωμένα μεταλλικά περιβλήματα με στρόφιγγα αποστράγγισης (σχήμα 14.5β). Τα φίλτρα αποστραγγίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα και το πλέγμα αφαιρείται και καθαρίζεται.

Σωληνώσεις και Προσαρμογείς Καυσίμου

Τα διάφορα στοιχεία του συστήματος καυσίμου συνδέονται με μεταλλικές σωληνώσεις καυσίμου και όπου απαιτείται ευκαμψία με εύκαμπτες σωληνώσεις (σχήμα 14.5γ). Οι μεταλλικές σωληνώσεις είναι κατασκευασμένες από κράματα αλουμινίου και οι εύκαμπτες από συνθετικό ελαστικό ή τεφλόν και αναγνωρίζονται από έγχρωμες κωδικοποιημένες ταινίες, τοποθετημένες στα άκρα τους. Οι σωληνώσεις είναι στερεωμένες στη δομή του α/φους με κολάρα. Οι εύκαμπτοι σωλήνες, που είναι εγκατεστημένοι σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες, όπως μπροστά από το διάφραγμα, είναι αντιπυρικοί. Οι μεταλλικές σωληνώσεις συνδέονται μεταξύ τους με διάφορους τύπους προσαρμογέων που περιγράφονται στο κεφάλαιο 1.6.



α) Βαλβίδα Διαλογής, β) Αρχή Λειτουργίας Φίλτρου Καυσίμου και
γ) Σύνδεση Στοιχείων Συστήματος Καυσίμου μέσα σε Δεξαμενή Καυσίμου

Σχήμα 14.5

Ενδείκτες Συστήματος Καυσίμου

Το σύστημα καυσίμου έχει ενδείκτες (όργανα), όπως ποσότητας, ροής, πίεσης και θερμοκρασίας του καυσίμου.

Ενδείκτες Ποσότητας Καυσίμου. Δείχνουν την ποσότητα καυσίμου που υπάρχει στις δεξαμενές. Είναι ηλεκτρικοί και ηλεκτρονικοί. Κύριο πλεονέκτημα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων ένδειξης ποσότητας καυσίμου είναι ότι αφενός δεν επηρεάζονται οι ενδείξεις από την απόσταση μεταξύ οργάνου ενδείξεων και δεξαμενής καυσίμου και αφετέρου επιτρέπουν την ένδειξη της ποσότητας καυσίμου πολλών δεξαμενών στο ίδιο όργανο. Το κύκλωμα ηλεκτρικής ένδειξης της ποσότητας καυσίμου αποτελείται από το όργανο ενδείξεων στο χώρο διακυβέρνησης, μία ηλεκτρική καλωδίωση και έναν πλωτήρα στη δεξαμενή. Καθώς η στάθμη του καυσίμου αλλάζει ο πλωτήρας κινείται και μεταβάλλει το ηλεκτρικό σήμα που στέλνει στο όργανο.

Ο ηλεκτρονικός ενδείκτης έχει μεγάλη ακρίβεια και αξιοπιστία και δεν έχει κινητά μέρη. Ο μεταβιβαστής είναι ουσιαστικά ένας απλός κυλινδρικός πυκνωτής, η χωρητικότητα του οποίου εξαρτάται από την αναλογία καυσίμου και αέρα ή ατμού της δεξαμενής.

Στα ελαφρά και μικρά α/φη χρησιμοποιούνται και απλά μηχανικά συστήματα ένδειξης της ποσότητας καυσίμου.

Ενδείκτης ή Μετρητής Ροής. Δείχνει το ποσό της ροής καυσίμου στον κινητήρα ανά μονάδα χρόνου (lbs/h). Είναι ηλεκτρονικού τύπου. Χρησιμοποιείται ευρέως σε πολυκινητήρια α/φη. Το σύστημα αποτελείται από ένα μεταβιβαστή, μία ηλεκτρική καλωδίωση και το όργανο ένδειξης. Ο μεταβιβαστής είναι τοποθετημένος στην είσοδο καυσίμου του κινητήρα και μετράει την ποσότητα της ροής του καυσίμου.

Ενδείκτης Πίεσης Καυσίμου. Δείχνει την πίεση καυσίμου στην είσοδο του αναμικτήρα. Τα μικρά α/φη έχουν ένα όργανο που δείχνει την πίεση του καυσίμου και του λαδιού και τη θερμοκρασία λαδιού και ονομάζεται όργανο λειτουργίας του κινητήρα. Τα σύγχρονα α/φη έχουν χωριστά όργανα για τις διάφορες ενδείξεις. Ο ενδείκτης πίεσης καυσίμου είναι ένα μανόμετρο διαφορικής πίεσης και δείχνει τη διαφορά μεταξύ της πίεσης του καυσίμου που μπαίνει στον αναμικτήρα και της πίεσης του αέρα στην είσοδο του αναμικτήρα.

Ενδείκτης Θερμοκρασίας Καυσίμου. Δείχνει τη θερμοκρασία του καυσίμου στις δεξαμενές και στην είσοδο του κινητήρα. Χρησιμοποιείται ευρέως στα α/φη με στροβιλοκινητήρα. Το σύστημα αποτελείται από ένα διμεταλλικό θερμομέτρο, μία καλωδίωση και τον ενδείκτη. Ο χειριστής του α/φους ελέγχει με τον ενδείκτη αυτόν, τη θερμοκρασία του καυσίμου των δεξαμενών σε συνθήκες υπερβολικού ψύχους, όπως σε πτήσεις σε μεγάλα ύψη, όπου υπάρχει κίνδυνος σχηματισμού κρυστάλλων πάγου στο καύσιμο.

14.3 Προειδοποιητικά Συστήματα

Τα σύγχρονα α/φη έχουν προειδοποιητικά συστήματα ενδείξεων της λειτουργίας του συστήματος καυσίμου. Τα προειδοποιητικά σήματα, συνήθως υπό μορφή φωτεινών ή και ηλεκτρονικών ενδείξεων, αφορούν την αστοχία στοιχείων του συστήματος καυσίμου (αντλίες, βαλβίδες, άδειασμα δεξαμενών, κ.τ.λ.). Στα α/φη με πολλές δεξαμενές και πολύπλοκο σύστημα καυσίμου, η πιθανότητα αστοχίας κάποιου στοιχείου του συστήματος, π.χ. μίας βαλβίδας διαλογής, είναι αυξημένη.

14.4 Τύποι Συστημάτων Καυσίμου

Το σύστημα καυσίμου αποτελείται από τρία επιμέρους συστήματα: το σύστημα πλήρωσης στο έδαφος, το σύστημα πλήρωσης εν πτήση και το σύστημα τροφοδοσίας. Στα περισσότερα α/φη τα δύο πρώτα συστήματα συνδυάζονται σε ένα ενιαίο σύστημα, με συνέπεια τη μείωση του συνολικού βάρους του συστήματος.

Σύστημα Πλήρωσης Καυσίμου

Υπάρχουν δύο είδη συστημάτων πλήρωσης: το σύστημα πλήρωσης από ένα σημείο και το σύστημα πλήρωσης κάθε δεξαμενής χωριστά.

Σύστημα Πλήρωσης από ένα Σημείο. Η πλήρωση με καύσιμο των σύγχρονων α/φών γίνεται από ένα σημείο με πίεση. Στο σημείο πλήρωσης του α/φους υπάρχει ένας διακόπτης αποσύνδεσης. Καθώς το καύσιμο από το σύστημα εξωτερικής παροχής καυσίμου π.χ. κηροζινοφόρο όχημα εισέρχεται, μέσω των βαλβίδων εισόδου καυσίμου, στις δεξαμενές καυσίμου του α/φους, αυξάνεται η πίεση του αέρα σε αυτές. Με αυξανόμενη πίεση του αέρα κλείνουν βαθμιαία οι βαλβίδες εισόδου καυσίμου. Η αυξημένη πίεση του αέρα των δεξαμενών καυσίμου ενεργοποιεί το διακόπτη αποσύνδεσης, ο οποίος αυτόματα αποσυνδέει το σωλήνα πλήρωσης του α/φους. Έτσι, αποφεύγονται τυχόν ζημιές του συστήματος πλήρωσης από υπερβολική αύξηση της πίεσης, όταν κλείνουν οι βαλβίδες εισόδου των δεξαμενών καυσίμου. Επιπρόσθετα, για λόγους ασφαλείας, η πίεση της παροχής καυσίμου από το κηροζινοφόρο όχημα, ρυθμίζεται σε χαμηλές τιμές, συνήθως, μικρότερες από 500 P.S.I.

Το σύστημα πλήρωσης, εκτός από τις βαλβίδες εισόδου καυσίμου στις δεξαμενές, που ονομάζονται πρωτεύουσες, έχει και βαλβίδες στο σύστημα διανομής καυσίμου στις δεξαμενές, που ονομάζονται δευτερεύουσες. Οι πρωτεύουσες κλείνουν, όταν οι δεξαμενές γεμίζουν κατά βάρος και οι δευτερεύουσες κατά όγκο. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται ζημιές στο σύστημα πλήρωσης, όταν το καύσιμο έχει, σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας περιβάλλοντος, πολύ χαμηλή ή υψηλή πυκνότητα.

Στα περισσότερα μαχητικά α/φ υπάρχουν δύο σημεία πλήρωσης με καύσιμο. Το ένα σημείο για την πλήρωση στο έδαφος και το άλλο εν πτήση. Στο χώρο διακυβέρνησης, υπάρχουν οι αντίστοιχοι διακόπτες ενεργοποίησης του συστήματος πλήρωσης (σχήμα 14.6).



Σχήμα 14.6

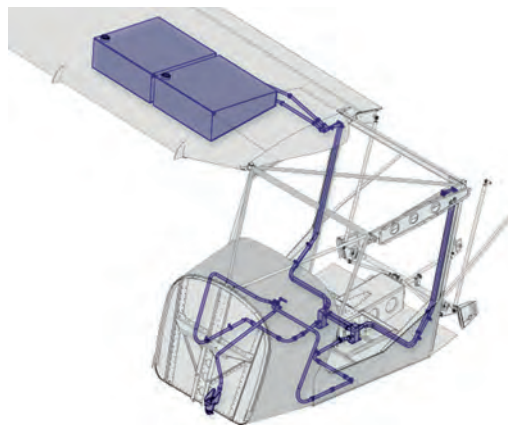
Διακόπτης
Ενεργοποίησης
Συστήματος
Πλήρωσης Καυσίμου
εν Πτήση
Α/φους F-16

Σύστημα Πλήρωσης κάθε Δεξαμενής Χωριστά. Σε όλα τα α/φ, υπάρχει σύστημα πλήρωσης κάθε δεξαμενής χωριστά. Η πλήρωση στο σύστημα αυτό είναι ανάλογη των αυτοκινήτων.

Σύστημα Τροφοδοσίας

Υπάρχουν διάφορα συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου, που εξαρτώνται από την κατηγορία του α/φους και περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω.

Σύστημα Τροφοδοσίας με Βαρύτητα. Είναι το απλούστερο σύστημα τροφοδοσίας και χρησιμοποιείται σε μικρά α/φ. Στο σύστημα αυτό οι δεξαμενές τοποθετούνται ψηλά από τον αναμικτήρα. Η δύναμη που ωθεί το καύσιμο να ρέει από τις δεξαμενές στον κινητήρα, είναι η δύναμη της βαρύτητας. Το σύστημα αποτελείται από ένα φίλτρο με αποστράγγιση, μία αντλία προέκχυσης, ένα διακόπτη διαλογής και τις σωληνώσεις. Το φίλτρο καυσίμου καθαρίζει το νερό από



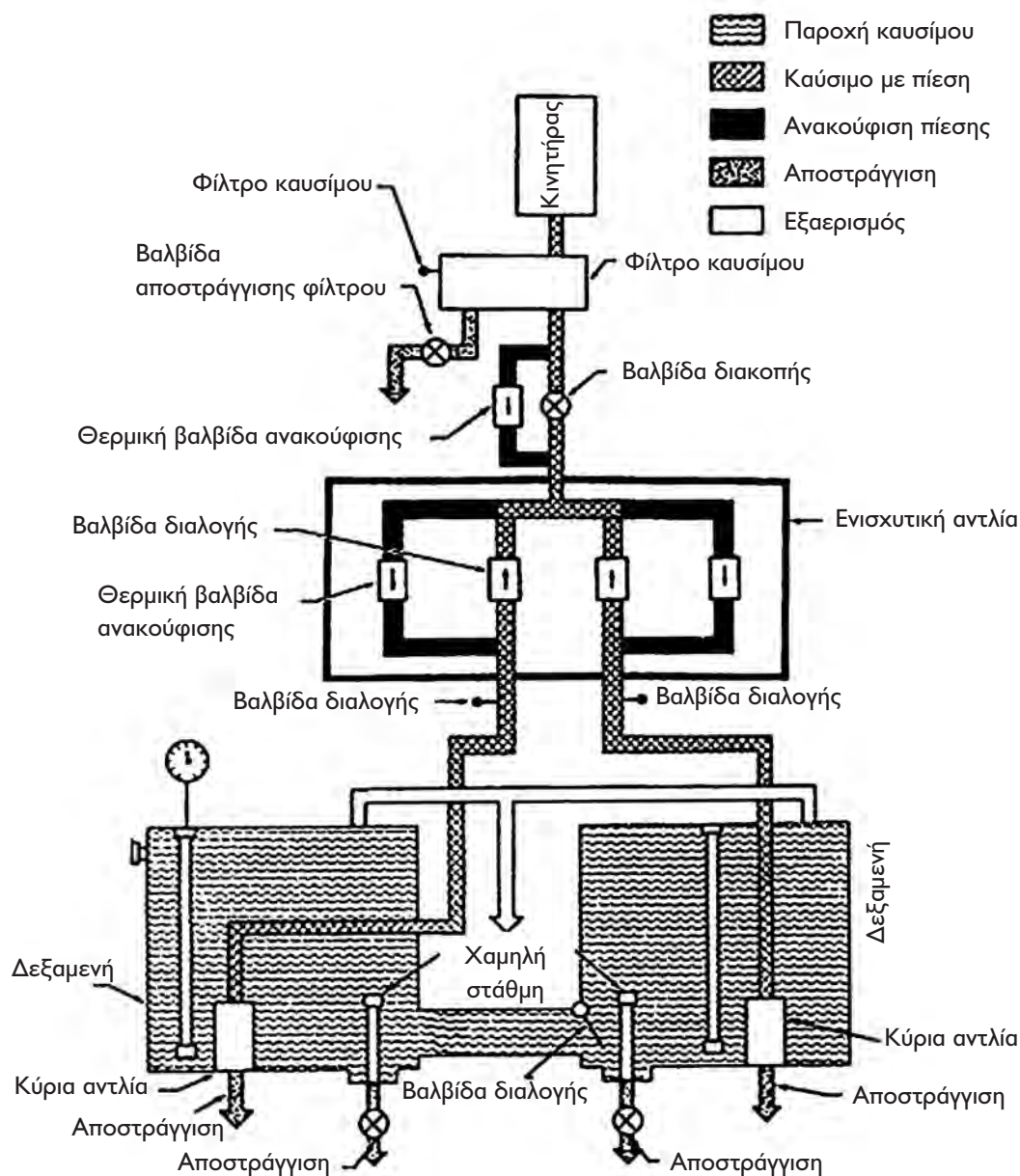
Σχήμα 14.7

Σύστημα
Τροφοδοσίας
Καυσίμου
με Βαρύτητα
Ελαφρού Α/φους

ξένα σώματα και σκουπίδια και στην αποστράγγιση αφαιρούνται το νερό και τα κατακάθια που συγκρατούνται στο φίλτρο. Η αντλία προέκχυσης παρέχει επιπρόσθετο καύσιμο κατά την εκκίνηση του κινητήρα. Η βαλβίδα διαλογής χρησιμεύει για διακοπή της ροής καυσίμου ή επιλογή δεξαμενής καυσίμου. Στο σχήμα 14.7 απεικονίζεται το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου με βαρύτητα.

Σύστημα Τροφοδοσίας Ελαφρών Μονοκινητήριων Α/φών. Το σύστημα τροφοδοσίας των σύγχρονων μεσαίων και μεγάλων α/φών είναι αρκετά πολύπλοκο και για το λόγο αυτό εξετάζεται αρχικά ένα βασικό σύστημα τροφοδοσίας ενός μονοκινητήριου α/φους, που απεικονίζεται παραστατικά στο σχήμα 14.8.

Αποτελείται από δύο δεξαμενές καυσίμου, που κάθε μία έχει τη δική της αντλία καυσίμου, σύστημα αποστράγγισης και όργανο μέτρησης της ποσότητας καυσίμου. Η αντλία καυσίμου κάθε δεξαμενής στέλνει το καύσιμο στην αντίστοιχη ενισχυτική αντλία. Το καύσιμο διέρχεται από τη βαλβίδα διαλογής του συστήματος, περνάει από τη βαλβίδα διακοπής, φιλτράρεται στο κύριο φίλτρο του συστήματος και παρέχεται στον κινητήρα.

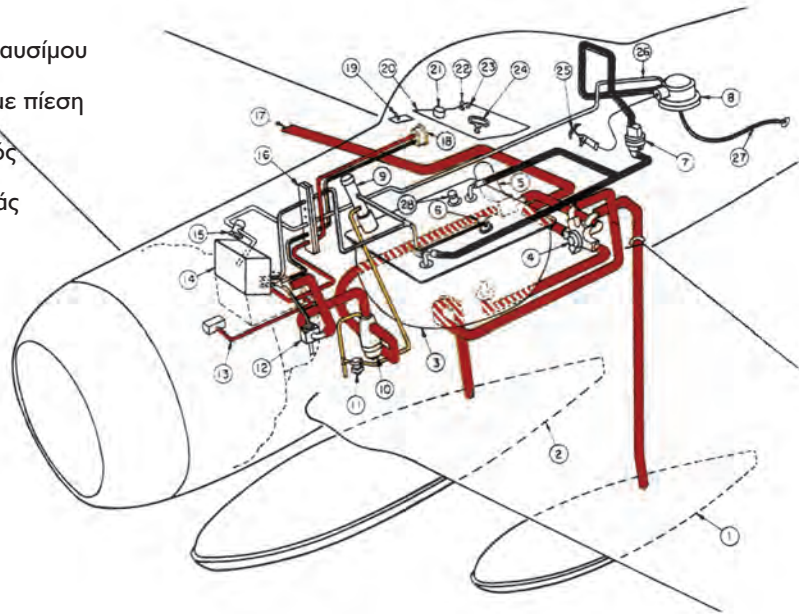


Σχήμα 14.8

Σύστημα
Τροφοδοσίας
Καυσίμου Ελαφρού
Μονοκινητήριου
Α/φους

Τα μαχητικά α/φη αλλά και ορισμένα μεταφορικά έχουν σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου για απορριπτόμενες εξωτερικές δεξαμενές. Το σύστημα αυτό είναι ανάλογο του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου των μη απορριπτόμενων δεξαμενών καυσίμου και απεικονίζεται στο σχήμα 14.9 για ένα μονοκινητήριο α/φος με τέσσερις εξωτερικές δεξαμενές καυσίμου.

- Παροχή καυσίμου
- - - Καύσιμο με πίεση
- Εξαερισμός
- Μεταφοράς



Σχήμα 14.9

Σύστημα
Τροφοδοσίας
Καυσίμου Εξωτερικών
Απορριπτόμενων
Δεξαμενών
Μονοκινητήριου
Α/φους

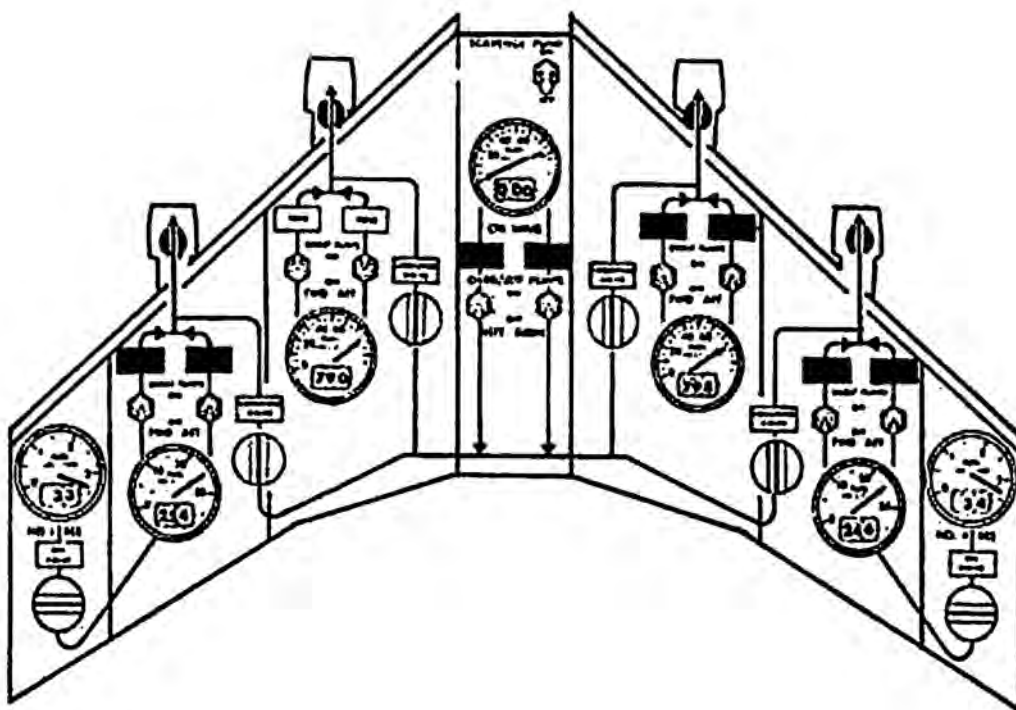
Σύστημα Τροφοδοσίας Πολυκινητήριων Α/φών. Σε ένα πολυκινητήριο α/φος, δηλ. α/φος με δύο ή περισσότερους κινητήρες, ο αριθμός των δεξαμενών καυσίμου είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των δεξαμενών ενός μονοκινητήριου α/φους. Επιπρόσθετα, οι δεξαμενές καυσίμου είναι απομακρυσμένες μεταξύ τους τόσο στις πτέρυγες όσο και στην άτρακτο. Το σύστημα τροφοδοσίας παρέχει καύσιμο από οποιαδήποτε δεξαμενή καυσίμου, σε κάθε κινητήρα του α/φους. Έτσι σε περίπτωση βλάβης ενός κινητήρα, το καύσιμο που δεν παρέχεται στον κινητήρα εκτός λειτουργίας, διατίθεται στους άλλους κινητήρες.

Οι βασικότεροι τρόποι διανομής του καυσίμου από τις δεξαμενές προς τους κινητήρες, για να διασφαλισθούν τα ανωτέρω, είναι με σύστημα διασταυρωτικής τροφοδότησης και σύστημα πολλαπλής.

Στο σύστημα της διασταυρωτικής τροφοδότησης οι βαλβίδες διαλογής των δεξαμενών παρέχουν καύσιμο από τις κύριες δεξαμενές στους κινητήρες. Μπορούν όμως κατόπιν επιλογής να παίρνουν καύσιμο και από τις βοηθητικές δεξαμενές. Μία βαλβίδα διασταύρωσης μπορεί, με επιλογή του χειριστού, να δώσει καύσιμο από τη δεξαμενή της άτρακτου προς τον έναν ή και τους δύο κινητήρες σε διασταυρωτική τροφοδότηση.

Το σύστημα τροφοδότησης με πολλαπλή, χρησιμοποιείται κυρίως στα α/φη με τέσσερις κινητήρες και είναι μία παραλλαγή του συστήματος διασταυρωτικής τροφοδότησης. Σε κανονική λειτουργία οι βαλβίδες διαλογής του συστήματος παρέχουν καύσιμο από τις τέσσερις κύριες δεξαμενές καυσίμου απευθείας στους τέσσερις κινητήρες του α/φους. Ο χειριστής του α/φους μπορεί να επιλέξει οι βαλβίδες διαλογής, να παρέχουν καύσιμο από όλες τις δεξαμενές καυσίμου σε μία σωλήνωση, που χαρακτηρίζεται πολλαπλή και κάθε κινητήρας να τροφοδοτείται από αυτήν. Σε περίπτωση βλάβης ενός κινητήρα το καύσιμο διατίθεται στους υπόλοιπους τρεις κινητήρες και σε περίπτωση βλάβης μίας δεξαμενής καυσίμου ο αντίστοιχος κινητήρας τροφοδοτείται από το σύστημα της πολλαπλής (σχήμα 14.10).

Το σύστημα τροφοδότησης με πολλαπλή επιτρέπει την πλήρωση ενός α/φους με καύσιμο από ένα σημείο. Μειώνει σημαντικά το χρόνο πλήρωσης, επειδή επιτρέπει την παροχή καυσίμου με μεγάλη πίεση.



Σχήμα 14.10

Τυπικό Σύστημα
Πολλαπλής
Διασταυρωτικής
Τροφοδότησης

Σύστημα Εκκένωσης Καυσίμου

Για κάθε α/φος υπάρχει ένα μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος προσγείωσης, δηλ. ένα μέγιστο βάρος φορτίου και καυσίμου με το οποίο επιτρέπεται η προσγείωσή του. Συνήθως, το βάρος απογείωσης των α/φών είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος προσγείωσης. Το σύστημα εκκένωσης επιτρέπει στο χειριστή, σε περίπτωση ανάγκης, την απόρριψη εν πτήση ποσότητας καυσίμου,

ώστε το α/φος να μπορεί να προσγειωθεί με βάρος μικρότερο ή ίσο με το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος προσγείωσης. Συνήθως, κάθε πτέρυγα φέρει το δικό της σύστημα εκκένωσης, για να διατηρηθεί η εγκάρσια ευστάθεια του α/φους στη φάση εκκένωσης, απορρίπτοντας περισσότερο καύσιμο από τη βαρύτερη πτέρυγα. Το σύστημα αποτελείται από σωληνώσεις, βαλβίδες και προεκτάσεις εκκένωσης. Κάθε πτέρυγα έχει μία σταθερή ή εκτεινόμενη προέκταση, η οποία διασφαλίζει την εκκένωση του καυσίμου μακριά από την πτέρυγα.

14.5 Μέτρα Ασφαλείας

Τα χαρακτηριστικά της κηροζίνης που χρησιμοποιείται στα α/φη με στροβιλοκινητήρα, διαφέρουν από αυτά της κοινής βενζίνης. Ο ρυθμός διάδοσης της φλόγας και ο ρυθμός καύσης της κηροζίνης είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο της κοινής βενζίνης και κατά συνέπεια η κηροζίνη είναι λιγότερο επικίνδυνη, σε περίπτωση που χύνεται στο έδαφος ή σε περίπτωση επίγειου ατυχήματος. Αντιθέτως, αναφλέγεται πολύ γρήγορα, όταν ατμοποιείται ή όταν μέσω μίας διαρροής της μάνικας ψεκάζεται στο περιβάλλον. Εξατμίζεται με πολύ αργό ρυθμό, όταν χυθεί, με συνέπεια να απαιτείται επιμελής καθαρισμός της περιοχής με απορρυπαντικά και χημικά υλικά, που την απορροφούν και με άφθονο νερό.

Επίσης, το ηλεκτροστατικό φορτίο που δημιουργείται στις σωληνώσεις μεταφοράς κηροζίνης, είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της κοινής βενζίνης για τις ίδιες συνθήκες μεταφοράς.

Γενικά, τα μέτρα ασφαλείας που αφορούν την εξυπηρέτηση του α/φους με κηροζίνη, είναι πολύ αυστηρά και το τεχνικό προσωπικό είναι κατάλληλα ενημερωμένο και εκπαιδευμένο στην τήρησή τους.

Περίληψη του 14ου Κεφαλαίου

Η κύρια αποστολή του συστήματος καυσίμου είναι η αποθήκευση και παροχή της απαραίτητης ποσότητας καυσίμου, με την προβλεπόμενη πίεση στους κινητήρες του α/φους.

Τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος καυσίμου είναι δεξαμενές, αντλίες, βαλβίδες, φίλτρα, σωληνώσεις και ενδείκτες. Τα κύρια υποσυστήματα του συστήματος καυσίμου είναι το σύστημα πλήρωσης με καύσιμο στο έδαφος και σε ορισμένα α/φη εν πτήση, σύστημα τροφοδοσίας για τη μεταφορά καυσίμου μεταξύ των δεξαμενών και από αυτές στον κινητήρα, σύστημα

προειδοποιητικών ενδείξεων και δοκιμής λειτουργίας και σύστημα εκκένωσης για την απόρριψη καυσίμου.

Οι δεξαμενές καυσίμου μπορεί να είναι εσωτερικές ή εξωτερικές, μεταλλικές ή ελαστικές και αυτοστεγανοποιούμενες. Είναι εγκατεστημένες τόσο στις πτέρυγες όσο και στην άτρακτο του α/φους. Σε ορισμένα α/φη η πτέρυγα μπορεί να κατασκευασθεί έτσι, ώστε η ίδια η δομή της να σχηματίζει δεξαμενή καυσίμου και ονομάζεται "υγρή".

Τα βασικά εξαρτήματα μίας δεξαμενής είναι η κυστίδα με τη βαλβίδα αποστράγγισης και οι σωληνώσεις ατμοσφαιρικής αποκατάστασης. Μπορεί να έχει πώμα πλήρωσης, σωλήνα υπερχειλίσσης, φίλτρο και βαλβίδες εκκένωσης. Οι αντλίες ενός βασικού συστήματος καυσίμου είναι η μηχανοκίνητη, η ενισχυτική και η χειροκίνητη αντλία.

Κάθε σύστημα καυσίμου έχει βαλβίδες διαλογής και διακοπής. Οι βαλβίδες διαλογής διακόπτουν τη ροή καυσίμου από τη δεξαμενή στον κινητήρα και στέλνουν καύσιμο από μία δεξαμενή σε άλλη. Οι βαλβίδες διακοπής εμποδίζουν την απώλεια καυσίμου, όταν ένα εξάρτημα αφαιρείται από το σύστημα καυσίμου ή όταν ένα εξάρτημα έχει βλάβη.

Τα φίλτρα είναι εγκατεστημένα συνήθως στα στόμια πλήρωσης των δεξαμενών και στις εξόδους και εισόδους των αναμικτήρων. Κάθε σύστημα έχει ένα κύριο φίλτρο στο χαμηλότερο σημείο του συστήματος.

Τα στοιχεία του συστήματος καυσίμου συνδέονται με μεταλλικές ή εύκαμπτες σωληνώσεις. Οι βασικοί ενδείκτες του συστήματος καυσίμου είναι της ποσότητας, ροής, πίεσης και θερμοκρασίας του καυσίμου.

Το σύστημα καυσίμου αποτελείται από το σύστημα πλήρωσης στο έδαφος ή και εν πτήση και το σύστημα τροφοδοσίας. Στα περισσότερα α/φη τα δύο πρώτα συστήματα συνδυάζονται σε ένα ενιαίο σύστημα.

Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων πλήρωσης: το σύστημα πλήρωσης από ένα σημείο και το σύστημα πλήρωσης κάθε δεξαμενής χωριστά. Η πλήρωση των σύγχρονων α/φών γίνεται από ένα σημείο με πίεση. Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου εξαρτάται από την κατηγορία του α/φους και τον αριθμό των κινητήρων. Το απλούστερο σύστημα τροφοδοσίας είναι με βαρύτητα, στο οποίο οι δεξαμενές τοποθετούνται πιο ψηλά από τον αναμικτήρα.

Το σύστημα τροφοδοσίας των ελαφρών μονοκινητήριων α/φών αποτελείται από δύο δεξαμενές καυσίμου, σύστημα αποστράγγισης και όργανο μέτρησης της ποσότητας καυσίμου. Το σύστημα τροφοδοσίας σε ένα πολυκινητήριο α/φος παρέχει καύσιμο από οποιαδήποτε δεξαμενή καυσίμου σε κάθε κινητήρα. Οι βασικότεροι τρόποι διανομής του καυσίμου από τις δεξαμενές προς τους κινητήρες είναι με σύστημα διασταυρωτικής τροφοδότησης και σύστημα πολλαπλής.

Τα α/φη έχουν σύστημα εκκένωσης καυσίμου, που επιτρέπει στο χειριστή, σε περίπτωση ανάγκης, την απόρριψη ποσότητας καυσίμου.

Η κηροζίνη έχει μικρότερη ταχύτητα καύσης και μικρότερο ρυθμό εξάτμισης από την κοινή βενζίνη. Το ηλεκτροστατικό φορτίο που δημιουργείται στις σωληνώσεις μεταφοράς κηροζίνης, είναι μεγαλύτερο από αυτό της βενζίνης για τις ίδιες συνθήκες μεταφοράς.

1. Αναφέρατε την κύρια αποστολή του συστήματος καυσίμου α/φών.
2. Ποια καύσιμα χρησιμοποιούνται στα α/φη με εμβολοφόρο κινητήρα;
3. Ποια καύσιμα χρησιμοποιούνται στα πολιτικά α/φη με στροβιλοκινητήρα;
4. Ποια καύσιμα χρησιμοποιούνται στα μαχητικά α/φη;
5. Αναφέρατε τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος καυσίμου.
6. Αναφέρατε τα είδη δεξαμενών καυσίμου των α/φών.
7. Τι εννοούμε με τον όρο "υγρή" πτέρυγα;
8. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένες οι μεταλλικές και οι κοινές μη μεταλλικές δεξαμενές καυσίμου των α/φών;
9. Πώς αυτοστεγανοποιούνται οι αυτοστεγανοποιούμενες δεξαμενές;
10. Σε ποια α/φη χρησιμοποιούνται οι αυτοστεγανοποιούμενες δεξαμενές;
11. Πώς λειτουργούν οι εξωτερικές δεξαμενές καυσίμου των α/φών;
12. Αναφέρατε τα βασικά εξαρτήματα μίας δεξαμενής καυσίμου.
13. Ποια είναι η αποστολή των βαλβίδων αποκατάστασης πίεσης;
14. Ποια είδη αντλιών χρησιμοποιούνται στα συστήματα καυσίμου των α/φών;
15. Σε τι χρησιμεύει η μηχανοκίνητη αντλία και σε τι η ενισχυτική;
16. Ποια είδη βαλβίδων χρησιμοποιούνται στα συστήματα καυσίμου των α/φών;
17. Σε τι χρησιμεύει η βαλβίδα διαλογής του συστήματος καυσίμου;
18. Γιατί η βαλβίδα διαλογής έχει πολλά στόμια;
19. Σε ποια σημεία του συστήματος καυσίμου τοποθετούνται τα φίλτρα;
20. Σε τι χρησιμεύουν τα φίλτρα του συστήματος καυσίμου;
21. Ποια α/φη έχουν ενδείκτη θερμοκρασίας καυσίμου και γιατί;

22. Αναφέρατε τα είδη των συστημάτων πλήρωσης καυσίμου των α/φών.
23. Πότε κλείνουν οι πρωτεύουσες και πότε οι δευτερεύουσες βαλβίδες του συστήματος πλήρωσης καυσίμου των α/φών;
24. Σε τι χρησιμεύει η αντλία προέκχυσης στο σύστημα τροφοδοσίας με βαρύτητα των α/φών;
25. Μπορεί ένα α/φος με σύστημα τροφοδοσίας με βαρύτητα να εκτελέσει ανάστροφη πτήση και γιατί;
26. Με ποιους τρόπους επιτυγχάνεται η παροχή καυσίμου από κάθε δεξαμενή σε κάθε κινητήρα σε ένα πολυκινητήριο α/φος;
27. Σε ποια α/φη χρησιμοποιείται συνήθως το σύστημα τροφοδότησης καυσίμου με πολλαπλή;
28. Γιατί τα α/φη έχουν σύστημα εκκένωσης καυσίμου;
29. Σε τι είναι πιο επικίνδυνη η κηροζίνη από την κοινή βενζίνη;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 14ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Διερεύνηση και Αποκατάσταση Βλάβης Συστήματος Καυσίμου σε Περίπτωση που δεν υπάρχουν Ενδείξεις Πίεσης Καυσίμου.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να διερευνά και αποκαθιστά τη βλάβη του συστήματος καυσίμου, σε περίπτωση που το όργανο ένδειξης πίεσης καυσίμου δεν έχει ενδείξεις.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και πολύμετρο.

Εργασίες κατά βήματα

1. Ελέγχουμε με πολύμετρο, το όργανο μεταβίβασης των σημάτων πίεσης καυσίμου και σε περίπτωση βλάβης το αντικαθιστούμε.
2. Ελέγχουμε με το πολύμετρο την ενισχυτική αντλία καυσίμου και σε περίπτωση διαπίστωσης βλάβης την αντικαθιστούμε.

3. Ελέγχουμε με το πολύμετρο το όργανο ένδειξης πίεσης καυσίμου και σε περίπτωση διαπίστωσης βλάβης το αντικαθιστούμε.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Διερεύνηση και Αποκατάσταση Βλάβης Συστήματος Καυσίμου σε Περίπτωση που δεν υπάρχουν Ενδείξεις Ροής Καυσίμου.

Επιδιώκομενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να διερευνά και αποκαθιστά τη βλάβη του συστήματος καυσίμου σε περίπτωση που το όργανο ένδειξης ροής καυσίμου δεν έχει ενδείξεις.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και πολύμετρο.

Εργασίες κατά βήματα

1. Ελέγχουμε με πολύμετρο το όργανο μεταβίβασης των σημάτων ροής καυσίμου και σε περίπτωση βλάβης το αντικαθιστούμε.
2. Ελέγχουμε με πολύμετρο την ενισχυτική αντλία καυσίμου του συστήματος και σε περίπτωση διαπίστωσης βλάβης την αντικαθιστούμε.
3. Ελέγχουμε με το πολύμετρο το όργανο ένδειξης ροής καυσίμου και σε περίπτωση διαπίστωσης βλάβης το αντικαθιστούμε.

ΑΣΚΗΣΗ 3η

Διερεύνηση και Αποκατάσταση Βλάβης Συστήματος Καυσίμου σε Περίπτωση που η Φωτεινή Ένδειξη Ροής Καυσίμου και από τις δύο κύριες Δεξαμενές της Πτέρυγας ανάβει συνεχώς.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αποκαθιστά τη βλάβη του συστήματος καυσίμου, σε περίπτωση που ανάβει συνεχώς το φωτάκι ένδειξης της ροής καυσίμου, από τις κύριες δεξαμενές καυσίμου της πτέρυγας.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και πολύμετρο.

Εργασίες κατά βήματα

1. Ελέγχουμε με το πολύμετρο για τυχόν βλάβη την κύρια αντλία καυσίμου και την αντικαθιστούμε σε περίπτωση διαπίστωσης βλάβης.
2. Ελέγχουμε με το πολύμετρο για τυχόν βλάβη το διακόπτη μεταφοράς σημάτων πίεσης καυσίμου από την κύρια αντλία και σε περίπτωση διαπίστωσης βλάβης τον αντικαθιστούμε.

ΑΣΚΗΣΗ 4η

Διερεύνηση και Αποκατάσταση Βλάβης Συστήματος Καυσίμου σε Περίπτωση λανθασμένης Ένδειξης Ποσότητας Καυσίμου Δεξαμενών.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να αποκαθιστά τη βλάβη του συστήματος καυσίμου σε περίπτωση λανθασμένης ένδειξης της ποσότητας καυσίμου των δεξαμενών.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και πολύμετρο.

Εργασίες κατά βήματα

1. Ελέγχουμε με το πολύμετρο για τυχόν λανθασμένη τάση το όργανο μεταβίβασης των σημάτων ποσότητας καυσίμου στη δεξαμενή. Η τάση στο όργανο μεταβίβασης σημάτων στη δεξαμενή καυσίμου πρέπει να είναι 28 Volt DC. Ορισμένες φορές η ένδειξη των οργάνων είναι λανθασμένη όταν λειτουργούν με μπαταρία. Εάν η τάση είναι σωστή, αντικαθιστούμε το μεταβιβαστή σημάτων.
2. Ελέγχουμε με το πολύμετρο για τυχόν βλάβη το όργανο μέτρησης της στάθμης καυσίμου στη δεξαμενή καυσίμου και σε περίπτωση διαπίστωσης βλάβης το αντικαθιστούμε.
3. Ελέγχουμε με το πολύμετρο για τυχόν βλάβη ή απορρύθμιση της βαθμονόμησης το ποτενσιόμετρο και σε περίπτωση διαπίστωσης βλάβης, το αντικαθιστούμε ή, εάν είναι εφικτό, το ρυθμίζουμε.
4. Ελέγχουμε τις ηλεκτρικές συνδέσεις για τυχόν αποσύνδεση ή βραχυκύκλωμα και αποκαθιστούμε τυχόν ευρήματα.

ΑΣΚΗΣΗ 5η

Έλεγχος Στατικής Διαρροής Καυσίμου Μη Ενσωματωμένων στη Δομή του Α/φους Δεξαμενών.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να εκτελεί στατικό έλεγχο διαρροής καυσίμου των δεξαμενών.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος και χρωστική ουσία της προδιαγραφής MIL - D - 81298.

Εργασίες κατά βήματα

1. Ετοιμάζουμε επαρκή ποσότητα χρωστικής ουσίας για τον εντοπισμό της διαρροής. Η χρωστική ουσία είναι ένα διάλυμα από κόκκινη ή κίτρινη χρωστική ουσία της προδιαγραφής MIL - D - 81298 και JP - 4 σε αναλογία δύο ounces χρωστικής ουσίας σε εκατό gallons καυσίμου.
2. Ελέγχουμε όλες τις επιμέρους μικρές δεξαμενές, τις οποίες χαρακτηρίζουμε περαιτέρω ως "στοιχεία δεξαμενής", κάθε μία χωριστά.
3. Σε ένα σκαρίφημα σχεδιάζουμε και αριθμούμε όλα τα "στοιχεία" των δεξαμενών καυσίμου του α/φους.
4. Επιλέγουμε ένα "στοιχείο" δεξαμενής. Αδειάζουμε το καύσιμο από το "στοιχείο" δεξαμενής ή το μεταφέρουμε σε άλλο στοιχείο της δεξαμενής.
5. Χύνουμε επαρκή ποσότητα του χρωστικού διαλύματος στο "στοιχείο" δεξαμενής και εν συνεχεία το γεμίζουμε, μέχρι το 1/3 της χωρητικότητας του με καύσιμο JP-4.
6. Αφήνουμε τη χρωστική ουσία για έξι ώρες, μέχρι να εμποτίσει τα τοιχώματα του "στοιχείου" της δεξαμενής ή μέχρι να αρχίσει να διαρρέει από κάποια σημεία του α/φους.
7. Εάν δεν υπάρξει διαρροή, επαναλαμβάνουμε το βήμα 6 γεμίζοντας το "στοιχείο" δεξαμενής μέχρι τα 2/ 3 και αφήνοντας τη χρωστική ουσία να εμποτίσει τα τοιχώματα για εννιά ώρες.
8. Εάν δεν υπάρξει διαρροή, επαναλαμβάνουμε το βήμα 7 γεμίζοντας το "στοιχείο" δεξαμενής πλήρως και αφήνοντας τη χρωστική ουσία να εμποτίσει τα τοιχώματα για δώδεκα ώρες.
9. Εάν σε κάποιο από τα βήματα 6 έως 8 εντοπισθεί διαρροή της χρωστικής ουσίας, τότε εκκενώνουμε το "στοιχείο" δεξαμενής από το καύσιμο και τη χρωστική ουσία, τα οποία συλλέγουμε σε ένα δοχείο.

10. Καθαρίζουμε επιμελώς τα τοιχώματα του "στοιχείου" της δεξαμενής από υπολείμματα καυσίμου και χρωστικής ουσίας με πανιά.
11. Στεγνώνουμε το "στοιχείο" δεξαμενής και απομακρύνουμε τις αναθυμιάσεις και τους ατμούς με κατάλληλο ανεμιστήρα, που δεν εγκυμονεί κίνδυνο ανάφλεξης.
12. Αποσυνδέουμε τα εξαρτήματα και τις σωληνώσεις του συστήματος καυσίμου στο "στοιχείο" δεξαμενής, αφαιρούμε από το α/φος το "στοιχείο" δεξαμενής και εντοπίζουμε στην εξωτερική πλευρά των τοιχωμάτων του τα σημεία διαρροής.
13. Κατά κανόνα, οι διαρροές οφείλονται σε χαλασμένα στεγανοποιητικά παρεμβάσματα ή χαλαρές συνδέσεις των "στοιχείων" του συστήματος καυσίμου στη δεξαμενή.
14. Ελέγχουμε τη δεξαμενή, σύμφωνα με τις οδηγίες των τεχνικών εγχειριδίων για βλάβες στα τοιχώματά της και τις αποκαθιστούμε.
15. Επανατοποθετούμε τη δεξαμενή στο α/φος, τοποθετούμε καινούργια στεγανοποιητικά παρεμβάσματα και συνδέουμε τα εξαρτήματα και τις σωληνώσεις με τις προβλεπόμενες ροπές σύσφιξης.
16. Επαναλαμβάνουμε τους ελέγχους διαρροής που περιγράφονται στα βήματα 6 έως 8 για τυχόν διαρροή του "στοιχείου" της δεξαμενής.

Εργασίες

Το σύστημα καυσίμου των σύγχρονων α/φών είναι ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα συστήματά τους. Μελετήστε και περιγράψτε συνοπτικά το σύστημα καυσίμου ενός μαχητικού α/φους της Πολεμικής μας Αεροπορίας, π.χ. του α/φους F-16. Το σύστημα καυσίμου περιγράφεται πολύ αναλυτικά με σχετικά διαγράμματα και σχήματα στα τεχνικά εγχειρίδια των α/φών.

15.1 Γενικά

Στην παράγραφο 11.1.4, περιγράφεται διεξοδικά η επίδραση της πίεσης του οξυγόνου της ατμόσφαιρας στον ανθρώπινο οργανισμό. Το σύστημα συμπίεσης θαλάμου στα σύγχρονα μεταφορικά α/φη, ανεξάρτητα από το ύψος πτήσης, διασφαλίζει τις απαραίτητες συνθήκες παραμονής στο α/φος, χωρίς την επιπρόσθετη παροχή οξυγόνου. Τα α/φη έχουν εκτός από το σύστημα συμπίεσης και κλιματισμού και σύστημα οξυγόνου. Κύρια αποστολή του συστήματος οξυγόνου είναι να παρέχει το απαιτούμενο οξυγόνο στους επιβάτες και το πλήρωμα σε περίπτωση βλάβης του συστήματος συμπίεσης. Ουσιαστικά είναι ένα εφεδρικό σύστημα. Τα συστήματα οξυγόνου των α/φών είναι σχεδιασμένα να παρέχουν την απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου για την κανονική λειτουργία των πνευμόνων μέχρι ύψος πτήσης της τάξης των 13.120 m (40.000 ft).

Τα σύγχρονα α/φη, που πετούν σε μεγάλα σχετικά ύψη, έχουν μόνιμη εγκατάσταση συστήματος οξυγόνου, καθώς και φορητό εξοπλισμό για περιπτώσεις πρώτης ανάγκης. Τα μικρά και μεσαία α/φη, που πετούν σε σχετικά μικρά ύψη, δεν έχουν μόνιμη εγκατάσταση συστήματος οξυγόνου, αλλά μόνο φορητό εξοπλισμό.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι συστημάτων οξυγόνου, που εξαρτώνται κυρίως από την κατηγορία του α/φους, τις λειτουργικές απαιτήσεις και το σύστημα συμπίεσής του. Στα μεταφορικά α/φη, χρησιμοποιείται αέριο οξυγόνο ενώ στα μαχητικά α/φη υγρό. Οι κυριότεροι τύποι συστημάτων αερίου οξυγόνου είναι σύστημα με συνεχή ροή οξυγόνου για το πλήρωμα και τους επιβάτες και σύστημα με ρυθμιζόμενη πίεση, που χρησιμοποιείται σε μεγάλα επιβατικά α/φη και αφορά το πλήρωμα του α/φους. Ορισμένα μεταφορικά α/φη έχουν σύστημα που συνδυάζει τα ανωτέρω δύο συστήματα. Πολλά α/φη, ανεξάρτητα από το εάν διαθέτουν ή όχι μόνιμη εγκατάσταση συστήματος οξυγόνου, έχουν και φορητό εξοπλισμό οξυγόνου.

15.2 Σύστημα Αερίου Οξυγόνου

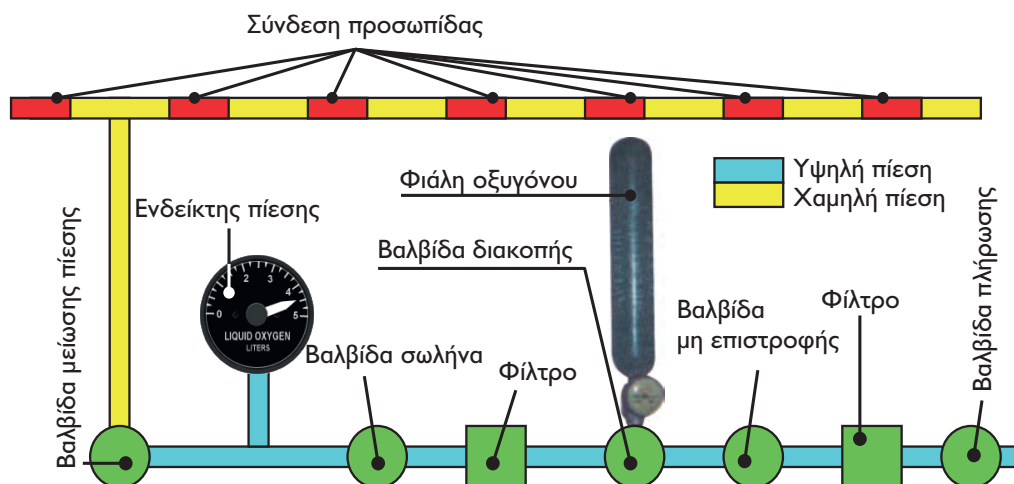
Ένα βασικό σύστημα αερίου οξυγόνου συνεχούς ροής αποτελείται από τη φιάλη οξυγόνου (κύλινδρο), σωληνώσεις οξυγόνου, φίλτρα, βαλβίδες μείωσης πίεσης, βαλβίδες διακοπής, βαλβίδες μη επιστροφής, βαλβίδες πλήρωσης, εν-

δείκτη πίεσης και μάσκες οξυγόνου. Στο σχήμα 15.1, απεικονίζεται ένα βασικό σύστημα οξυγόνου συνεχούς ροής. Στο σύστημα συνεχούς ροής το οξυγόνο ρέει με υψηλή πίεση από τη δεξαμενή οξυγόνου, μέσω των σωληνώσεων υψηλής πίεσης, μέχρι τη βαλβίδα μείωσης πίεσης. Η βαλβίδα αυτή περιορίζει, όσο απαιτείται, την πίεση της συνεχούς ροής στη μάσκα οξυγόνου.

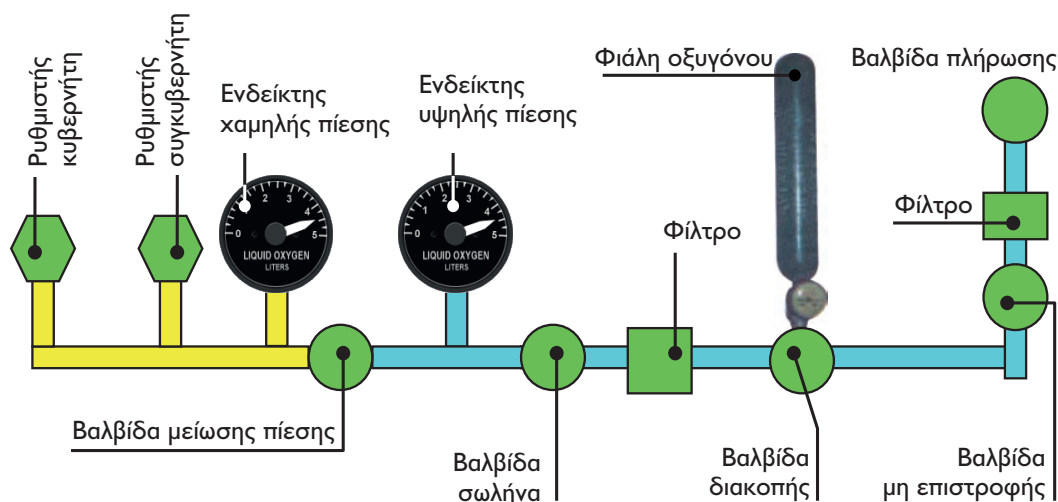
Οι σωληνώσεις διανομής οξυγόνου διέρχονται είτε από το επάνω τμήμα της ατράκτου είτε από τα πλευρικά τοιχώματά της. Όταν διέρχονται από το επάνω τμήμα της ατράκτου, οι μάσκες είναι αναρτημένες στην οροφή της ατράκτου και, όταν χρειασθεί, παρουσιάζονται μεμονωμένα σε κάθε επιβάτη.

Η βασική διαφορά του συστήματος ρυθμιζόμενης πίεσης από το σύστημα συνεχούς ροής είναι ότι κάθε μέλος του πληρώματος μπορεί να ρυθμίζει το ρυθμιστή σύμφωνα με τις απαιτήσεις του. Στο σχήμα 15.2, απεικονίζεται ένα σύστημα αερίου οξυγόνου με ρυθμιζόμενη πίεση.

Σχήμα 15.1
Σύστημα Συνεχούς
Ροής Αερίου
Οξυγόνου



Σχήμα 15.2
Σύστημα Αερίου
Οξυγόνου
Ρυθμιζόμενης Πίεσης



Φορητός Εξοπλισμός Οξυγόνου

Ο ατομικός φορητός εξοπλισμός οξυγόνου αποτελείται από ένα χαλύβδινο κύλινδρο οξυγόνου ελαφρού βάρους, που έχει μία βαλβίδα ελέγχου και έναν ενδείκτη πίεσης (σχήμα 15.3). Επιπρόσθετα, συνοδεύεται από μία μάσκα με εύκαμπτο σωλήνα σύνδεσης και ένα σάκο μεταφοράς με τους απαραίτητους ιμάντες προσαρμογής. Η πίεση του κυλίνδρου είναι συνήθως 1.800 P.S.I. Το μέγεθος του κυλίνδρου ποικίλλει και ο κοινός κύλινδρος φορητού εξοπλισμού είναι 120 λίτρων. Η παροχή της ροής ποικίλει από δύο σκάλες έως τρεις, π.χ. κανονικής, υψηλής και ανάγκης, που αντιστοιχούν σε δύο, τέσσερα και δέκα λίτρα ανά λεπτό της ώρας. Με τους ρυθμούς αυτούς ένας κοινός κύλινδρος οξυγόνου 120 λίτρων παρέχει οξυγόνο για χρονικό διάστημα εξήντα, τριάντα και δώδεκα λεπτών της ώρας αντίστοιχα.



Σχήμα 15.3

Φορητός Εξοπλισμός Οξυγόνου

Φιάλες Αποθήκευσης Οξυγόνου

Οι φιάλες αποθήκευσης οξυγόνου είναι χαμηλής ή υψηλής πίεσης. Οι φιάλες υψηλής πίεσης κατασκευάζονται από χαλυβοκράματα μεγάλης αντοχής. Το μέγεθος των φιαλών ποικίλλει και η μέγιστη πίεση πλήρωσής τους ανέρχεται σε 2.000 P.S.I. Οι φιάλες χαμηλής πίεσης είναι δύο ειδών: αυτές που αντέχουν σε συντριβή και αυτές που δεν αντέχουν. Έχουν διάφορα μεγέθη και το χρώμα τους είναι ανοικτό κίτρινο. Η μέγιστη πίεση πλήρωσής τους είναι 450 P.S.I.

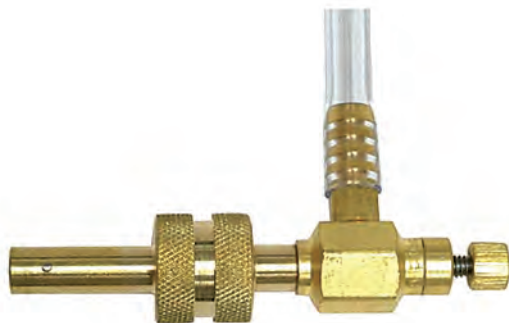
Οι φιάλες έχουν μία βαλβίδα εγκατεστημένη στο στόμιό τους. Μπορεί να είναι αυτόματης λειτουργίας, δηλ. να ανοίγει αυτόματα, όταν συνδεθεί στη σωλήνωση οξυγόνου ή να είναι μηχανικού τύπου με στρόφιγγα, η οποία μετά την τοποθέτηση της φιάλης στο α/φος, ασφαλίζεται με σύρμα σε ανοικτή θέση. Όταν αντικαθίστανται εξαρτήματα του συστήματος οξυγόνου ή όταν αφαιρείται η φιάλη οξυγόνου, η βαλβίδα της φιάλης πρέπει να είναι σε κλειστή θέση. Όλες οι φιάλες έχουν δίσκο ασφάλειας ο οποίος σπάει, όταν η πίεση υπερβεί μία ορισμένη τιμή. Συνήθως, ο δίσκος αυτός είναι προσαρμοσμένος στη βαλβίδα της φιάλης.

Σωληνώσεις Μεταφοράς

Η σύνδεση των στοιχείων του συστήματος οξυγόνου καθώς και η διανομή του οξυγόνου, γίνεται με μεταλλικές σωληνώσεις, που συνδέονται με προσαρμογείς. Όταν απαιτείται ευκαμψία, χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι σωλήνες. Στα συστήματα αερίου οξυγόνου χαμηλής πίεσης χρησιμοποιούνται σωλήνες από κράματα αλουμινίου, ενώ στα υψηλής πίεσης από κράματα χαλκού.

Οι σωλήνες αναγνωρίζονται από ταινίες με κωδικοποιημένο χρώμα, που είναι τοποθετημένες στα άκρα τους και σε καθορισμένα διαστήματα κατά μήκος τους. Η ταινία είναι μία πράσινη λωρίδα με τυπωμένες τις λέξεις "BREATHING OXYGEN" (ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΟΞΥΓΟΝΟ) και ένα μαύρο ορθογώνιο πλαίσιο τυπωμένο σε λευκό φόντο.

Οι σωλήνες, συνδέονται μεταξύ τους ή με τα στοιχεία του συστήματος με προσαρμογείς. Οι προσαρμογείς είναι κατασκευασμένοι από κράμα αλουμινίου, χάλυβα ή μπρούντζο (σχήμα 15.4). Είναι δύο τύπων: για σύνδεση σωληνών με και χωρίς εκκύλωση. Η κοπή και διαμόρφωση των σωληνώσεων οξυγόνου είναι ίδια με αυτή των σωληνώσεων υγρού, που



Σχήμα 15.4

Συνδέσεις
Σωληνώσεων
Αερίου Οξυγόνου

περιγράφεται στο κεφάλαιο 1.6. Κατά κανόνα οι σωλήνες οξυγόνου έχουν διπλή εκκύλωση. Οι σωληνώσεις οξυγόνου πρέπει να έχουν ελάχιστη απόσταση ασφαλείας τόσο μεταξύ τους όσο και από τα γειτνιάζοντα εξαρτήματα της τάξεως των δύο ίντσών. Η επιθυμητή απόσταση από τα ηλεκτρικά καλώδια, είναι έξι ίντσες και η ελάχιστη δύο ίντσες.

Βαλβίδες

Στα συστήματα αερίου οξυγόνου υψηλής πίεσης, χρησιμοποιούνται, συνήθως, οι εξής πέντε τύποι βαλβίδων: πλήρωσης, μη επιστροφής, διακοπής, μείωσης πίεσης και ανακούφισης πίεσης. Στα συστήματα χαμηλής πίεσης χρησιμοποιούνται βαλβίδες πλήρωσης και μη επιστροφής.

Βαλβίδες Πλήρωσης. Είναι εγκατεστημένες σε σημείο του α/φους προσιτό για πλήρωση από την επίγεια μονάδα εξυπηρέτησης οξυγόνου α/φών, π.χ. κοντά σε θυρίδα προσιτότητας ή πίσω από κάλυμμα επικάλυψης. Στα συστήματα χαμηλής πίεσης χρησιμοποιείται βαλβίδα πλήρωσης χαμηλής πίεσης. Κατά την πλήρωση ενός α/φους με σύστημα οξυγόνου χαμηλής πίεσης ο προσαρμογέας του σωλήνα να πλήρωσης της επίγειας μονάδας εξυπηρέτησης (π.χ. αμαξίδιο), τοποθετείται

μέσα στο σώμα της βαλβίδας πλήρωσης. Η βαλβίδα συγκρατεί τον προσαρμογέα μέχρι την απελευθέρωσή του. Όταν αφαιρεθεί ο προσαρμογέας, η βαλβίδα πλήρωσης δεν επιτρέπει τη ροή του οξυγόνου προς τα έξω, επειδή έχει ενσωματωμένη βαλβίδα μη επιστροφής. Το στόμιο πλήρωσης, προστατεύεται με κάλυμμα από τυχόν μόλυνση.

Η βαλβίδα πλήρωσης υψηλής πίεσης έχει μία χειροκίνητη βαλβίδα για τον έλεγχο της ροής οξυγόνου. Κατά την πλήρωση ενός α/φους με σύστημα οξυγόνου υψηλής πίεσης ο προσαρμογέας του σωλήνα πλήρωσης της επίγειας μονάδας εξυπηρέτησης βιδώνεται στη βαλβίδα πλήρωσης του α/φους. Στη βαλβίδα πλήρωσης, μετά την πλήρωση, βιδώνεται ένα πώμα για προστασία από τυχόν μόλυνση.

Βαλβίδες μη Επιστροφής. Χρησιμοποιούνται σε συστήματα αερίου οξυγόνου με δύο ή περισσότερες φιάλες αποθήκευσης οξυγόνου. Δεν επιτρέπουν την αντιστροφή της ροής και προστατεύουν το σύστημα από απώλεια οξυγόνου, λόγω διαρροής σε μία από τις φιάλες. Χρησιμοποιούνται δύο βασικοί τύποι βαλβίδων μη επιστροφής. Ο ένας τύπος έχει ελατήριο με σφαίρα. Η πίεση του οξυγόνου ασκεί μία δύναμη στη σφαίρα, η οποία πιέζει το ελατήριο και επιτρέπει τη ροή του οξυγόνου. Μόλις η πίεση του οξυγόνου μειωθεί, το ελατήριο μετακινεί τη σφαίρα, η οποία φράζει το στόμιο της ροής οξυγόνου. Ο άλλος τύπος έχει έναν κοίλο κύλινδρο με κωνικό στόμιο και μία σφαίρα. Η πίεση του οξυγόνου μετακινεί τη σφαίρα στο κωνικό στόμιο και επιτρέπει τη ροή οξυγόνου. Η αντίθετη ροή οξυγόνου μετακινεί τη σφαίρα στην αντίθετη διεύθυνση και η σφαίρα φράζει το κωνικό στόμιο του κυλίνδρου.

Βαλβίδες Διακοπής. Στην έξοδο της φιάλης αποθήκευσης οξυγόνου ή στην έξοδο της συστοιχίας φιαλών οξυγόνου υπάρχει μία χειροκίνητη βαλβίδα διακοπής δύο θέσεων (ON, OFF). Σε κανονική λειτουργία του συστήματος, είναι ασφαλισμένη σε θέση ON. Κατά τη συντήρηση του συστήματος οξυγόνου του α/φους η βαλβίδα διακοπής κλείνει.

Βαλβίδες μείωσης Πίεσης. Χρησιμοποιούνται στα συστήματα αερίου οξυγόνου υψηλής πίεσης και είναι τοποθετημένες στη κεντρική σωλήνωση, μεταξύ των φιαλών αποθήκευσης οξυγόνου και της πολλαπλής του θαλάμου ή του πιλοτηρίου. Μειώνουν την υψηλή πίεση παροχής οξυγόνου των φιαλών, περίπου σε 300 έως 400 P.S.I., δηλ. σε όση απαιτείται στο τμήμα χαμηλής πίεσης.

Βαλβίδες Ανακούφισης. Χρησιμοποιούνται στα συστήματα αερίου οξυγόνου υψηλής πίεσης και είναι τοποθετημένες μετά τις βαλβίδες μείωσης πίεσης. Δεν επιτρέπουν την είσοδο οξυγόνου υψηλής πίεσης στο τμήμα χαμηλής πίεσης, σε περίπτωση αστοχίας της βαλβίδας μείωσης πίεσης. Εκτονώνουν το οξυγόνο μέσω σωλήνωσης στο περιβάλλον.

Ρυθμιστές

Ρυθμιστές Διαλύτη κατά Απαίτηση. Παρέχει οξυγόνο στους πνεύμονες, ανάλογα με την απαίτηση της αναπνοής. Το οξυγόνο διαλύεται αυτόματα στο ρυθμιστή, με ανάλογη ποσότητα ατμοσφαιρικού αέρα και έτσι αυξάνεται η διάρκεια παροχής οξυγόνου. Η διάλυση του οξυγόνου με τον ατμοσφαιρικό αέρα γίνεται σε ύψη πτήσης κάτω από 10.360 μέτρα (34.000 πόδια). Ο ρυθμιστής διαλύτη έχει μία βαλβίδα με διάφραγμα, που ονομάζεται βαλβίδα απαίτησης, η οποία ανοίγει κατά την εισπνοή και κλείνει κατά την εκπνοή (σχήμα 15.5). Η πίεση του οξυγόνου, πριν την είσοδο στο ρυθμιστή διαλύτη, ελέγχεται από μία βαλβίδα μείωσης πίεσης. Στη θέση λειτουργίας "κανονικό οξυγόνο" (normal oxygen), η βαλβίδα διαλύτη παρέχει ατμοσφαιρικό αέρα επιπέδου εδάφους με ελάχιστη προσθήκη οξυγόνου. Καθώς αυξάνεται το ύψος πτήσης, κλείνει βαθμιαία η είσοδος του αέρα και αυξάνεται η παροχή οξυγόνου, δηλ. αυξάνεται η αναλογία οξυγόνου προς αέρα. Αυτό συμβαίνει μέχρι τα 10.360 μέτρα, όπου

κλείνει τελείως η είσοδος του αέρα. Σε μεγαλύτερα ύψη ο ρυθμιστής παρέχει οξυγόνο 100%. Κατά την κάθοδο του α/φους η διαδικασία είναι αντίστροφη. Ο ρυθμιστής διαλύτη μπορεί να ρυθμισθεί να παρέχει 100% οξυγόνο σε οποιοδήποτε ύψος πτήσης. Οι ρυθμιστές διαλύτη ελέγχονται τακτικά για καλή λειτουργία. Στην εργαστηριακή άσκηση 1 περιγράφεται η διαδικασία ελέγχου του ρυθμιστή διαλύτη.



Σχήμα 15.5

Ρυθμιστής Διαλύτη
κατά Απαίτηση

Ρυθμιστές Συνεχούς Ροής. Χρησιμοποιούνται για το πλήρωμα και τους επιβάτες. Ρυθμίζονται αυτόματα ή χειροκίνητα. Το σύστημα με χειροκίνητη ρύθμιση έχει συνήθως έναν ενδείκτη πίεσης και ροής και ένα ρυθμιστικό κουμπί για τη ρύθμιση της παροχής ροής οξυγόνου. Ο χρήστης ρυθμίζει με το κουμπί την παροχή οξυγόνου, έως ότου το ύψος του ενδείκτη ροής, εξισωθεί με την ένδειξη του υψομέτρου του θαλάμου του α/φους. Ο αυτόματος ρυθμιστής συνεχούς ροής χρησιμοποιείται στα μεταφορικά α/φη και παρέχει αυτόματα οξυγόνο σε κάθε επιβάτη, όταν η πίεση του θαλάμου ισοδυναμεί με ύψος 4.920 μέτρα (15.000 πόδια). Το σύστημα ενεργοποιείται αυτόματα, ηλεκτρικά και σε περίπτωση βλάβης του αυτόματου ρυθμιστή ενεργοποιείται μηχανικά.

Ενδείκτες Ροής και Πίεσης Οξυγόνου

Ενδείκτες Ροής Οξυγόνου. Παρέχουν οπτικές ενδείξεις, όταν μέσω του ρυθμιστή, ρέει οξυγόνο. Δεν δείχνουν ποσότητα ή επάρκεια της παροχής οξυγόνου.

Στον τυπικό ενδείκτη ροής οξυγόνου ένα μάτι ανοίγει και κλείνει κάθε φορά που ο χρήστης εισπνέει και εκπνέει.

Ενδείκτες Πίεσης. Δείχνουν την πίεση της φιάλης με τη μέγιστη πίεση. Μετά την πλήρωση του α/φους με οξυγόνο συγκρίνονται οι ενδείξεις πίεσης των οργάνων του α/φους με αυτές της μονάδας εξυπηρέτησής του. Η μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 35 P.S.I. στα συστήματα χαμηλής πίεσης (425 P.S.I.) και τα 100 P.S.I. στα συστήματα υψηλής πίεσης (1.850 P.S.I.).

Μάσκες Οξυγόνου

Υπάρχουν πολλοί τύποι προσωπίδων οξυγόνου, που διαφέρουν κυρίως στην εμφάνιση. Οι μάσκες των επιβατών είναι απλές, καλύπτουν το στόμα και τη μύτη, είναι ελαστικές και προσαρμόζονται σε όλα τα πρόσωπα (σχήμα 15.6). Συγκρατούνται στο πρόσωπο είτε από το χρήστη είτε με ένα λάστιχο στο κεφάλι. Στα μεγάλα επιβατικά α/φη υπάρχουν συνήθως μάσκες καπνού στη θέση κάθε πληρώματος. Χρησιμοποιούνται σε καταστάσεις ανάγκης.



Σχήμα 15.6

Προσωπίδες
Οξυγόνου Επιβατών
Μεταφορικού Αίφους

Ο εξοπλισμός της μάσκας καπνού αποτελείται από τη μάσκα καπνού, έναν εύκαμπτο σωλήνα αναπνοής και μία σύζευξη για σύνδεση με το ρυθμιστή διαλύτη κατά απαίτηση. Η μάσκα έχει πάντοτε μικρόφωνο. Οι μάσκες πρέπει να καθαρίζονται, να απολυμαίνονται και να διατηρούνται καθαρές.

Εξυπηρέτηση Συστημάτων Αερίου Οξυγόνου

Οι διαδικασίες εξυπηρέτησης του συστήματος αερίου οξυγόνου εξαρτώνται από τον τύπο του συστήματος και την κατηγορία του α/φους. Περιγράφονται στα τεχνικά εγχειρίδια των α/φών και τηρούνται με κάθε λεπτομέρεια λόγω των κινδύνων που εγκυμονεί το αέριο οξυγόνο. Τα επίγεια μέσα εξυπηρέτησης των α/φών με αέριο οξυγόνο περιγράφονται στην παράγραφο 2.7. Δίπλα στη βαλβίδα πλήρωσης του α/φους με αέριο οξυγόνο αναγράφεται, σε διάγραμμα, η μέγιστη ασφαλής πίεση πλήρωσης για τη θερμοκρασία περιβάλλοντος που επικρατεί.

Το σύστημα αερίου οξυγόνου ελέγχεται για τυχόν διαρροές, σε χρονικά διαστήματα που καθορίζονται στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους. Στην εργαστηριακή άσκηση 2 περιγράφεται ένας τυπικός έλεγχος διαρροής του συστήματος αερίου οξυγόνου. Το σύστημα αερίου οξυγόνου μολύνεται συνήθως από

υγρασία. Στα τεχνικά εγχειρίδια των α/φών περιγράφονται οι εργασίες αποστράγγισης και καθαρισμού του.

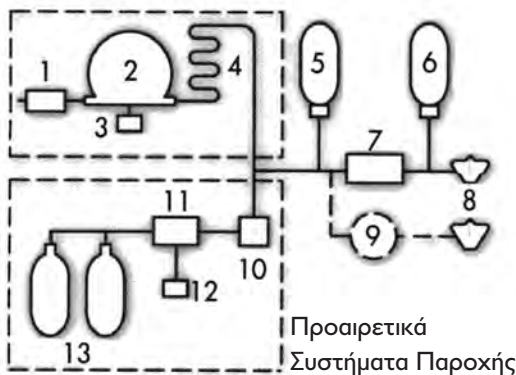
Μέτρα Ασφαλείας

Πολλά υλικά, όπως λάδια, γράσα και μη μεταλλικά υλικά, αναφλέγονται, όταν το οξυγόνο πέφτει με πίεση πάνω τους. Όλος ο εξοπλισμός του συστήματος αερίου οξυγόνου πρέπει να είναι καθαρός και απαλλαγμένος από λάδια και γράσα. Όταν εκτελούνται εργασίες στο σύστημα οξυγόνου, πρέπει να τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας, που αναφέρονται στα τεχνικά εγχειρίδια του α/φους. Τα γενικά μέτρα ασφαλείας, πριν την έναρξη των εργασιών συντήρησης του συστήματος οξυγόνου, είναι τα ακόλουθα:

1. Ύπαρξη επαρκούς εξοπλισμού καταπολέμησης πυρκαγιάς.
2. Τοποθέτηση πινακίδων με την ένδειξη "ΜΗ ΚΑΠΝΙΖΕΤΕ"
3. Διακοπή τυχόν εργασιών και ελέγχων του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού συστήματος του α/φους.
4. Τα εργαλεία και ο εξοπλισμός πλήρωσης οξυγόνου να είναι απαλλαγμένα από λάδια και γράσα.

15.3 Σύστημα Υγρού Οξυγόνου

Χρησιμοποιείται συνήθως στα μαχητικά α/φη. Το σύστημα υγρού οξυγόνου αποθηκεύει και μετατρέπει το υγρό οξυγόνο σε αέριο και εφοδιάζει το πλήρωμα του α/φους με αέριο οξυγόνο με βάση την εκάστοτε απαίτηση. Ο αυτόματος ρυθμιστής διαλύτη κατά απαίτηση παρέχει στη μάσκα του χειριστού ρυθμισμένη παροχή αερίου οξυγόνου. Αναμιγνύει το οξυγόνο με τον αέρα από το περιβάλλον στην κατάλληλη αναλογία, που εξαρτάται από το ύψος πτήσης και αυξάνει τη διάρκεια παροχής. Στον πίνακα ενδείξεων του συστήματος οξυγόνου στο



Σχήμα 15.7
Σύστημα Υγρού
Οξυγόνου

Σημείωση: 1. Βαλβίδα πλήρωσης, 2. Μετατροπέας, 3. Βαλβίδα ανακούφισης, 4. Εναλλάκτης θερμότητας, 5. Εφεδρικό σύστημα, 6. Σύστημα ανάγκης, 7. Πίνακας ρυθμίσεων, 8. Προσωπίδες πληρώματος, 9. Ρυθμιστής, 10. Βαλβίδα μείωσης πίεσης και ανακούφισης, 11. Πολλαπλή και βαλβίδα ελέγχου, 12. Βαλβίδα ενεργοποίησης, 13. Φιάλες οξυγόνου.

χώρο διακυβέρνησης υπάρχουν οι απαραίτητες ενδείξεις λειτουργίας, αποθέματος και ρύθμισης της παροχής οξυγόνου του συστήματος.

Το σύστημα υγρού οξυγόνου είναι παρόμοιο με το σύστημα αερίου οξυγόνου με τη βασική διαφορά, ότι έχει επιπρόσθετα και εναλλάκτη θερμότητας για τη μετατροπή του υγρού σε αέριο οξυγόνο. Αποτελείται, δηλ. από τη φιάλη αποθήκευσης υγρού οξυγόνου, το μετατροπέα, τον εναλλάκτη θερμότητας, τους ρυθμιστές διαλύτη κατά απαίτηση, τις σωληνώσεις παροχής οξυγόνου και εξαερισμού, τη βαλβίδα ανακούφισης, τον προσαρμογέα της παροχής ανάγκης οξυγόνου, τους ενδείκτες παροχής, τα προειδοποιητικά φώτα και το διακόπτη ελέγχου του συστήματος. Στο σχήμα 15.7, απεικονίζεται το σύστημα υγρού οξυγόνου ενός διθέσιου μαχητικού α/φους.

Περιγραφή Κύριων Στοιχείων Συστήματος

Μετατροπέας. Είναι μία ανεξάρτητη μονάδα που αποθηκεύει και μετατρέπει το υγρό οξυγόνο σε αέριο αναπνευστικό οξυγόνο, διατηρώντας την πίεση του συστήματος. Αφαιρείται και επανατοποθετείται εύκολα με ταχυσυνδέσμους και γεμίζει και αδειάζει γρήγορα.

Φιάλη Υγρού Οξυγόνου. Είναι συνήθως σφαιρική, με διπλά τοιχώματα και με ενδιάμεσο κενό για μόνωση. Έχει χειρολαβή και αφαιρείται και τοποθετείται εύκολα και γρήγορα.

Βαλβίδα Πλήρωσης και Εξαερισμού. Κατά την πλήρωση η βαλβίδα εξαερισμού επιτρέπει στο αέριο οξυγόνο να διαφύγει στο περιβάλλον και το υγρό οξυγόνο μεταφέρεται με σωληνώσεις στο μετατροπέα. Η βαλβίδα πλήρωσης προστατεύεται από μόλυνση με ένα πώμα, το οποίο ξεβιδώνεται πριν την πλήρωση και βιδώνεται μετά την πλήρωση.

Βαλβίδα Ρύθμισης Πίεσης. Είναι ενσωματωμένη στο μετατροπέα, είναι ανοικτή σε κανονική λειτουργία και κλείνει, όταν η πίεση υπερβεί μία προκαθορισμένη τιμή. Ελέγχει τη ροή στο πηνίο εξαέρωσης.

Πηνίο Εξαέρωσης. Θερμαίνει το υγρό οξυγόνο, το οποίο μετατρέπεται σε αέριο με μεγάλη πίεση.

Βαλβίδα Ανακούφισης Φιάλης και Συστήματος. Είναι κλειστές σε κανονική λειτουργία και ανοίγουν, όταν η πίεση του συστήματος υπερβεί μία προκαθορισμένη τιμή.

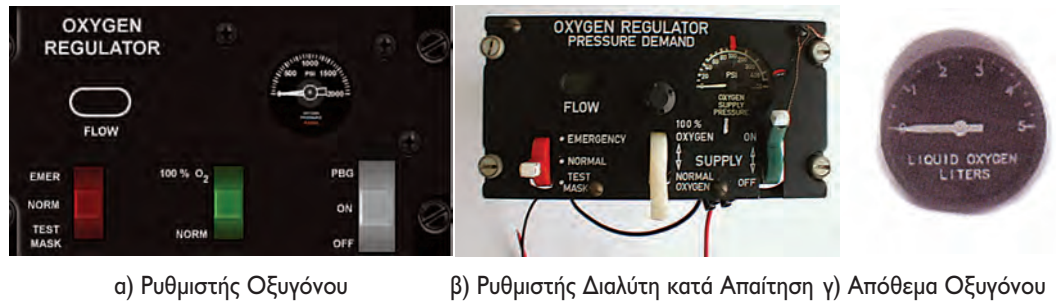
Εναλλάκτης Θερμότητας. Θερμαίνει το κρύο αέριο οξυγόνο, που εξέρχεται από το μετατροπέα, σε θερμοκρασία κατάλληλη για αναπνοή.

Ρυθμιστές Διαλύτη κατά Απαίτηση. Εξετάσθηκαν λεπτομερώς στην παράγραφο 15.5.6.

Ενδείκτες Παροχής Οξυγόνου, Προειδοποιητικά Φώτα και Διακόπτες Ρύθμισης. Στο χώρο διακυβέρνησης του α/φους υπάρχει πίνακας με ένδειξη παροχής οξυγόνου, προειδοποιητικά φώτα ελάχιστης ποσότητας οξυγόνου και διακόπτης ρύθμισης της παροχής οξυγόνου (σχήμα 15.8).

Σχήμα 15.8

Ενδείξεις και
Διακόπτες Ρύθμισης
Συστήματος Οξυγόνου
Μαχητικού Α/φους



α) Ρυθμιστής Οξυγόνου

β) Ρυθμιστής Διαλύτη κατά Απαίτηση

γ) Απόθεμα Οξυγόνου

Μάσκες Οξυγόνου (Προσωπίδες). Είναι ένα βασικό στοιχείο του συστήματος υγρού οξυγόνου. Υπάρχουν δύο βασικά είδη: μάσκες για ρυθμιστές συνεχούς ροής και μάσκες πίεσης. Φέρουν μικρόφωνα, ρυθμιστές, ενισχυτές, κ.τ.λ. ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις. Επιπρόσθετα, προστατεύουν το πρόσωπο από πυρκαγιά. Στο σχήμα 15.9 απεικονίζεται μία τυπική μάσκα χειριστή μαχητικού α/φους.



Σχήμα 15.9

Τυπική Μάσκα
(Μάσκα) Χειριστή
Μαχητικού Α/φους



Περίληψη του 15ου Κεφαλαίου

Κύρια αποστολή του συστήματος οξυγόνου είναι η παροχή του απαιτούμενου οξυγόνου στους επιβάτες και το πλήρωμα του α/φους, σε περίπτωση βλάβης του συστήματος συμπίεσης. Τα α/φη που πετούν σε μεγάλα σχετικά ύψη έχουν μόνιμη εγκατάσταση συστήματος οξυγόνου και φορητό εξοπλισμό για περιπτώσεις πρώτης ανάγκης. Τα μικρά και μεσαία α/φη, που πετούν σε σχετικά μικρά ύψη, δεν έχουν μόνιμη εγκατάσταση συστήματος οξυγόνου, αλλά μόνο φορητό εξοπλισμό.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι συστημάτων οξυγόνου, που εξαρτώνται από την κατηγορία του α/φους, τις λειτουργικές απαιτήσεις και το σύστημα συμπίεσής του. Στα μεταφορικά α/φη χρησιμοποιείται αέριο οξυγόνο ενώ στα μαχητικά α/φη υγρό. Οι κυριότεροι τύποι συστημάτων αερίου οξυγόνου είναι σύστημα με συνεχή ροή οξυγόνου για το πλήρωμα και τους επιβάτες και σύστημα με ρυθμιζόμενη πίεση.

Ο ατομικός φορητός εξοπλισμός οξυγόνου αποτελείται από έναν κύλινδρο οξυγόνου και έναν ενδείκτη πίεσης. Επιπρόσθετα, συνοδεύεται από μία μάσκα με εύκαμπτο σωλήνα σύνδεσης και ένα σάκο μεταφοράς με τους απαραίτητους ιμάντες προσαρμογής. Η πίεση του κυλίνδρου, είναι συνήθως 1.800 P.S.I. Το μέγεθος του κυλίνδρου ποικίλλει και ο κοινός κύλινδρος φορητού εξοπλισμού είναι 120 λίτρων.

Οι φιάλες αποθήκευσης οξυγόνου είναι χαμηλής πίεσης με μέγιστη πίεση 450 P.S.I ή υψηλής πίεσης με μέγιστη πίεση 2.000 P.S.I. Έχουν ένα δίσκο ασφάλειας, ο οποίος σπάει, όταν η πίεση υπερβεί μία ορισμένη τιμή και μία βαλβίδα πλήρωσης η οποία ταυτόχρονα, είναι και βαλβίδα ελέγχου παροχής της ροής.

Η σύνδεση των στοιχείων του συστήματος οξυγόνου γίνεται με μεταλλικές σωληνώσεις, που συνδέονται με προσαρμογείς. Ελαστικοί σωλήνες χρησιμοποιούνται, όταν απαιτείται ευκαμψία. Οι σωλήνες αναγνωρίζονται από ταινίες με κωδικοποιημένο χρώμα στα άκρα τους. Οι ρυθμιστές του συστήματος οξυγόνου είναι δύο τύπων: ρυθμιστές διαλύτη κατά απαίτηση και ρυθμιστές συνεχούς ροής.

Το σύστημα οξυγόνου έχει ενδείκτες ροής και πίεσης οξυγόνου. Οι μάσκες που χρησιμοποιούνται στα α/φη είναι πολλών ειδών.

Οι διαδικασίες εξυπηρέτησης του συστήματος αερίου οξυγόνου εξαρτώνται από τον τύπο του συστήματος και την κατηγορία του α/φους. Περιγράφονται λεπτομερώς στα τεχνικά εγχειρίδια των α/φών και τηρούνται με λεπτομέρεια. Τα μέτρα ασφαλείας κατά τη διάρκεια πλήρωσης του α/φους με αέριο οξυγόνο και κατά τη διάρκεια των εργασιών συντήρησης του συστήματος οξυγόνου είναι πολύ αυστηρά.

Στα μαχητικά α/φη χρησιμοποιούνται συστήματα υγρού οξυγόνου. Το σύστημα υγρού οξυγόνου, αποθηκεύει και μετατρέπει το υγρό οξυγόνο σε αέριο και εφοδιάζει το πλήρωμα του α/φους με αέριο οξυγόνο με βάση την εκάστοτε απαίτηση.

1. Ποιο σύστημα του α/φους, παρέχει το απαιτούμενο οξυγόνο στο πλήρωμα και τους επιβάτες σε κανονική πτήση;
2. Ποια είναι η αποστολή του συστήματος οξυγόνου στα α/φη;
3. Σε ποια α/φη χρησιμοποιούνται συστήματα αερίου οξυγόνου και σε ποια υγρού οξυγόνου;
4. Ποια α/φη έχουν μόνιμη εγκατάσταση συστήματος αερίου οξυγόνου;
5. Ποια α/φη έχουν μόνο φορητό εξοπλισμό οξυγόνου;
6. Σε ποια α/φη χρησιμοποιείται το σύστημα συνεχούς ροής οξυγόνου και σε ποια το σύστημα με ρυθμιζόμενη πίεση;
7. Από ποια βασικά στοιχεία αποτελείται ένα σύστημα αερίου οξυγόνου;
8. Ποια είναι η βασική διαφορά του συστήματος συνεχούς ροής αερίου οξυγόνου από το σύστημα με ρυθμιζόμενη πίεση;
9. Από ποια στοιχεία αποτελείται ο φορητός εξοπλισμός οξυγόνου;
10. Πόση είναι η μέγιστη πίεση της φιάλης οξυγόνου υψηλής πίεσης;
11. Πόση είναι η μέγιστη πίεση της φιάλης οξυγόνου χαμηλής πίεσης;
12. Πώς προστατεύονται από τυχόν έκρηξη οι φιάλες αποθήκευσης οξυγόνου σε περίπτωση υπερβολικής αύξησης της πίεσης;
13. Από τι υλικά κατασκευάζονται οι φιάλες αποθήκευσης οξυγόνου;
14. Από τι υλικά είναι κατασκευασμένες οι σωληνώσεις του συστήματος οξυγόνου χαμηλής πίεσης;
15. Πώς αναγνωρίζονται οι σωληνώσεις οξυγόνου των α/φών;
16. Πόση είναι η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας μεταξύ των σωληνώσεων οξυγόνου;
17. Το σύστημα αερίου οξυγόνου ενός α/φους έχει μία φιάλη αποθήκευσης οξυγόνου. Το σύστημα οξυγόνου του α/φους έχει ή δεν έχει βαλβίδα επιστροφής και γιατί;
18. Ένα α/φος έχει σύστημα αερίου οξυγόνου υψηλής πίεσης. Το σύστημα οξυγόνου του α/φους έχει ή δεν έχει βαλβίδα μείωσης πίεσης και γιατί;
19. Σε τι χρησιμεύει η βαλβίδα ανακούφισης στο σύστημα αερίου οξυγόνου ενός α/φους;
20. Ένα α/φος έχει σύστημα αερίου οξυγόνου χαμηλής πίεσης. Το σύστημα οξυγόνου του α/φους έχει ή δεν έχει βαλβίδα ανακούφισης και γιατί;

21. Σε τι χρησιμεύει ο ρυθμιστής διαλύτη κατά απαίτηση του συστήματος οξυγόνου;
22. Από τι μολύνεται συνήθως το σύστημα οξυγόνου του α/φους;
23. Γιατί τα λάδια και τα γράσα δεν επιτρέπονται στα στοιχεία του συστήματος οξυγόνου των α/φών;
24. Σε τι χρησιμεύει ο μετατροπέας στο σύστημα υγρού οξυγόνου;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 15ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

Έλεγχος Λειτουργίας Ρυθμιστή Διαλύτη κατά Απαίτηση.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ελέγχει τον ενδείκτη πίεσης και τη λειτουργία του ρυθμιστή διαλύτη κατά απαίτηση, του συστήματος οξυγόνου του α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος.

Εργασίες κατά βήματα

1. Ελέγχουμε τον ενδείκτη πίεσης του συστήματος οξυγόνου του α/φους. Η ένδειξη πρέπει να είναι μεταξύ 425 και 450 P.S.I. Εάν η ένδειξη είναι σωστή, τότε ελέγχουμε το σύστημα ως ακολούθως.
2. Σε κάθε ρυθμιστή διαλύτη συνδέουμε μία μάσκα.
3. Στρέφουμε το μοχλό αυτόματης ανάμιξης (auto-mix) του ρυθμιστή διαλύτη, στη θέση 100% οξυγόνο και ελέγχουμε για τυχόν διαρροή οξυγόνου.
4. Εισπνέουμε κανονικά από τη μάσκα και παρατηρούμε τον ενδείκτη ροής οξυγόνου, ο οποίος σε κάθε εισπνοή - εκπνοή πρέπει να ανοιγοκλείνει μία φορά.
5. Φυσάμε ελαφρά στο ανοικτό άκρο του εύκαμπτου σωλήνα της μάσκας προς το ρυθμιστή. Θα πρέπει να παρατηρήσουμε μία θετική και συνεχή αντίσταση. Σε διαφορετική περίπτωση υπάρχει κάποια διαρροή στο διάφραγμα του ρυθμιστή ή σε κάποιο τμήμα του. Δεν επιτρέπεται να φυσάμε δυνατά και έντονα, διότι η ανακουφιστική βαλβίδα του ρυθμιστή θα κάνει εξαέρωση.

6. Στρέφουμε το μοχλό αυτόματης ανάμιξης (auto-mix) του ρυθμιστή διαλύτη, στη θέση "κανονικό οξυγόνο" (normal oxygen).
7. Ενεργοποιούμε για μερικά δευτερόλεπτα τη βαλβίδα ανάγκης του ρυθμιστή διαλύτη κατά απαίτηση. Η ροή οξυγόνου πρέπει να είναι σταθερή και να διακόπτεται, μόνο όταν απενεργοποιείται η βαλβίδα ανάγκης.
8. Ασφαλίζουμε τη βαλβίδα ανάγκης στη θέση "OFF" με σύρμα ασφαλείας προδιαγραφής QQ-W-341 ή αντίστοιχο σύρμα χαλκού διαμέτρου 0,0179 ίντσες.

ΑΣΚΗΣΗ 2η

Έλεγχος Διαρροής Συστημάτων Αερίου Οξυγόνου.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να προβαίνει μόνος του σε έλεγχο διαρροής του συστήματος αερίου οξυγόνου του α/φους.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Α/φος.

Εργασίες κατά βήματα

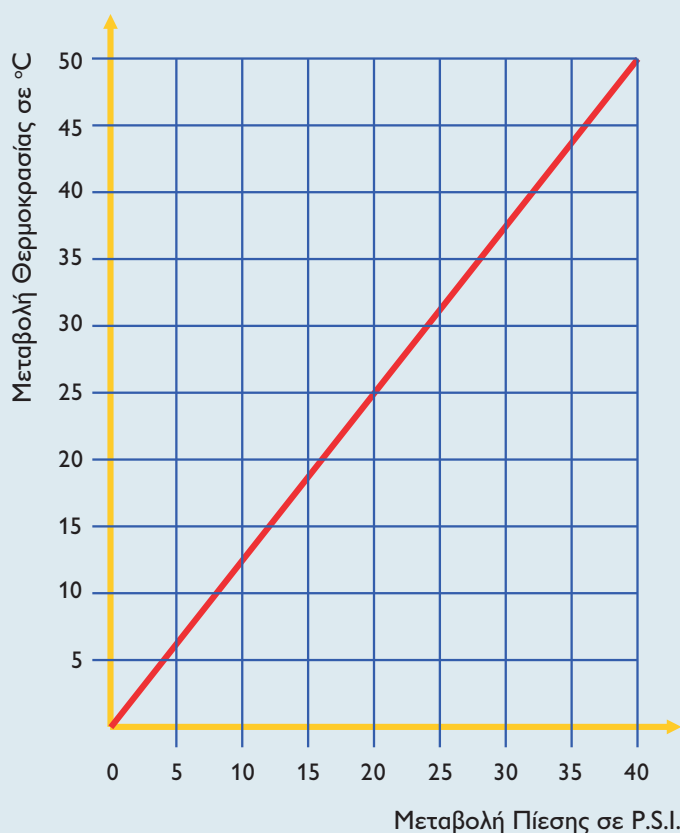
Σημείωση: Οι ακριβείς διαδικασίες ελέγχου του συστήματος αερίου οξυγόνου περιγράφονται διεξοδικά στα τεχνικά εγχειρίδια των α/φών.

Σε ένα σύστημα αερίου οξυγόνου χαμηλής πίεσης εκτελούνται οι ακόλουθες εργασίες:

1. Πληρώνουμε το σύστημα αερίου οξυγόνου του α/φους με οξυγόνο.
2. Αφήνουμε το σύστημα να ψυχθεί μία περίπου ώρα.
3. Μετράμε την πίεση και θερμοκρασία του συστήματος.
4. Μετράμε την πίεση και θερμοκρασία του συστήματος, μετά παρέλευση έξι ωρών από την χρονική στιγμή πλήρωσης με οξυγόνο.
5. Εντοπίζουμε στο τεχνικό εγχειρίδιο του α/φους το διάγραμμα διόρθωσης των μεταβολών της πίεσης και θερμοκρασίας. Στο σχήμα A.15.1, απεικονίζεται ένα διάγραμμα τυπικής μεταβολής της πίεσης και της θερμοκρασίας του συστήματος οξυγόνου.
6. Από το διάγραμμα διόρθωσης των μεταβολών της πίεσης και θερμοκρασίας του σχήματος A.15.1, με βάση τη μεταβολή της θερμοκρασίας

ας του οξυγόνου, προσδιορίζουμε τη μεταβολή που έπρεπε να είχε η πίεση του οξυγόνου και κατά συνέπεια, την πίεση του οξυγόνου στη δεύτερη μέτρηση, δηλ την τιμή της πίεσης του ενδείκτη.

7. Εάν το σύστημα έχει διαρροή οξυγόνου, τότε ο ενδείκτης πίεσης θα δείχνει μικρότερη πίεση από αυτήν που προκύπτει από τη διόρθωση με το διάγραμμα του σχήματος Α. 15.1.
8. Κατά τη διαφυγή του οξυγόνου παράγεται ένα ελαφρύ σφύριγμα. Εστιάζουμε την ακοή μας και εντοπίζουμε τυχόν σφύριγμα.
9. Εάν δεν είναι εφικτός ο προσδιορισμός του σημείου διαρροής με σφύριγμα, τότε πρέπει το σημείο διαρροής να εντοπισθεί με έλεγχο όλων των σωληνώσεων και συνδέσεων του συστήματος οξυγόνου.
10. Επαλείφουμε τις σωληνώσεις και συνδέσεις του συστήματος οξυγόνου, με διάλυμα σαπουνιού από ελαιόλαδο και νερό.
11. Εστιάζουμε την προσοχή μας στον εντοπισμό φυσαλίδων. Στο σημείο διαρροής θα πρέπει να εντοπίζουμε φυσαλίδες σαπουνιού.
12. Το διάλυμα σαπουνιού πρέπει να είναι αρκετά παχύρρευστο για να επικαθίσει στις καμπυλότητες των υποδοχών και συνδέσμων.



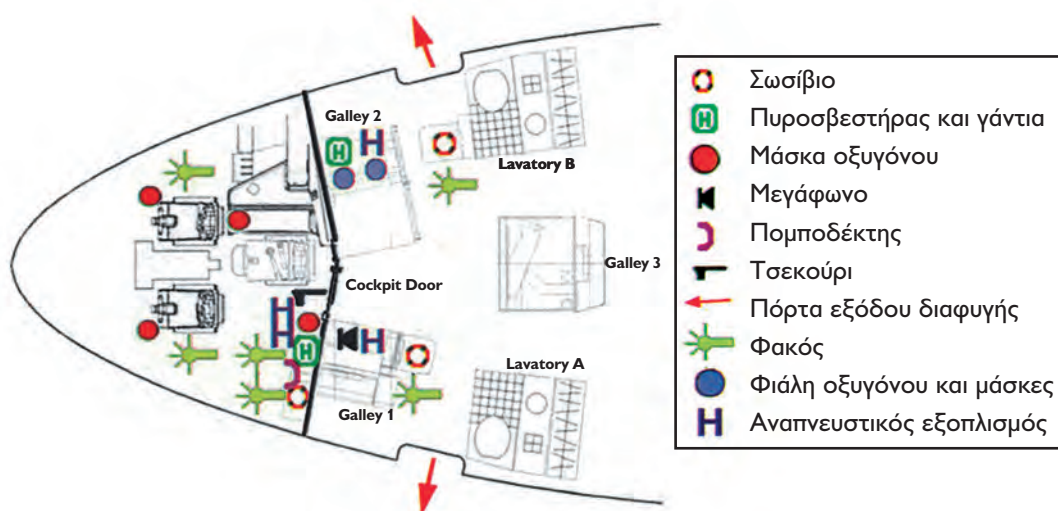
Σχήμα Α.15.1
Διάγραμμα Διόρθωσης
της Θερμοκρασίας
του Οξυγόνου
Συναρτήσει της Πίεσης

Εργασίες

Εντοπίστε στο διαδίκτυο ή στην Πολεμική Αεροπορία το τεχνικό εγχειρίδιο συντήρησης του συστήματος υγρού οξυγόνου ενός μαχητικού α/φους. Στα τεχνικά εγχειρίδια συντήρησης, δηλ. Τ.Ο της σειράς - 2, π.χ. 1F - 4 (R) E - 2 -7, περιγράφεται λεπτομερώς το σύστημα υγρού οξυγόνου του α/φους. Καταγράψτε τις εργασίες επιθεώρησης και ελέγχου του συστήματος.

16.1 Γενικά περί Σωστικών Μέσων

Διάσωση - Επιβίωση. Τόσο στα μαχητικά α/φη όσο και στα πολιτικά μπορούν να εμφανισθούν καταστάσεις ανάγκης, όπως αναγκαστική προσθαλάσσωση ή ανώμαλη προσγείωση. Για τη διάσωση των επιβατών και του πληρώματος σε παρόμοιες περιπτώσεις έχουν προβλεφθεί οι απαραίτητες διατάξεις διαφυγής και επιβίωσης. Τα πολιτικά α/φη έχουν πόρτες διαφυγής ανάγκης, φουσκωτές "τσουλήθρες" και ατομικά σωσίβια για τους επιβάτες και το πλήρωμα. Στα μαχητικά α/φη η διαφυγή του πιλότου γίνεται με εκτινασσόμενο κάθισμα. Στο σχήμα 16.1, απεικονίζονται τα μέσα, που διαθέτει ένα πολιτικό α/φος, σε περίπτωση ανάγκης, για τη διάσωση και επιβίωση του πληρώματος και των επιβατών.

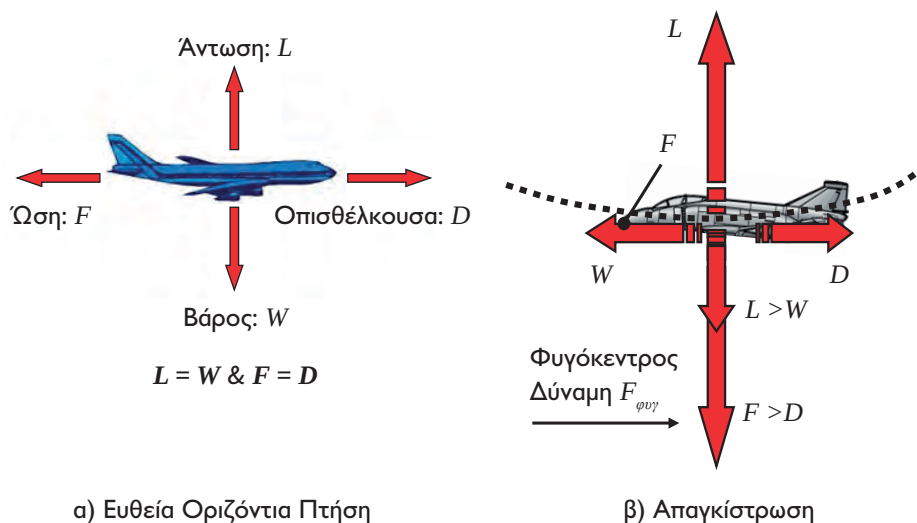


Σχήμα 16.1

Βασικός Εξοπλισμός
Διάσωσης και
Επιβίωσης Επιβατών
και Πληρώματος
Πολιτικού Α/φους

Είδη Επιταχύνσεων. Όταν ένα α/φος εκτελεί οριζόντια πτήση με σταθερή ταχύτητα, οι δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό είναι ίσες κατά ζεύγη (σχήμα 16.2α). Η άντωση είναι ίση με το βάρος του α/φους και η οπισθέλκουσα είναι ίση με την ώση του κινητήρα. Όταν η ταχύτητα του α/φους δεν είναι σταθερή, δηλ. μεταβάλλεται το μέτρο, η διεύθυνσή της ή και τα δύο, τότε αναπτύσσονται σε αυτό επιταχύνσεις. Συνεπώς, ένα α/φος μπορεί να έχει επιταχύνσεις και στους τρεις άξονές του, δηλ. διαμήκεις, εγκάρσιες και κατακόρυφες. Π.χ. σε ένα μαχητικό α/φος που εξέρχεται από βύθιση σε βομβαρδισμό, αναπτύσσεται φυγόκεντρος

δύναμη που δημιουργεί κατακόρυφη επιτάχυνση (σχήμα 16.2β). Σημασία για το α/φος και το χειριστή έχουν οι κατακόρυφες επιταχύνσεις. Οι επιταχύνσεις αυτές ορίζονται σε πολλαπλάσια της επιτάχυνσης της βαρύτητας και χαρακτηρίζονται g . Με απλά λόγια, τα g είναι οι επιταχύνσεις που έχουν διεύθυνση από το κεφάλι προς τα πόδια του χειριστή και αντιστρόφως. Έτσι, όταν λέμε ότι ένα α/φος "έπιασε" 5 g , εννοούμε ότι το βάρος του έγινε στιγμιαία πενταπλάσιο του κανονικού βάρους. Κατά συνέπεια, το βάρος κάθε εξαρτήματος του α/φους και το βάρος των επιβατών και του πληρώματος γίνεται πενταπλάσιο. Στις πτήσεις των επιβατικών α/φών εμφανίζονται, πολύ σπάνια, ακραίες επιταχύνσεις σε περιπτώσεις έντονων αναταράξεων του αέρα, που χαρακτηρίζονται ως ριπές.



Σχήμα 16.2

Δυνάμεις σε Α/φος

α) Ευθεία Οριζόντια Πτήση

β) Απαγκίστρωση

Επίδραση των Επιταχύνσεων στον Ανθρώπινο Οργανισμό. Στα μαχητικά α/φη οι πτήσεις με 4 g έως και 7 g είναι καθημερινή ρουτίνα στη διάρκεια των αερομαχιών. Γενικά, τα μαχητικά α/φη έχουν μεγάλες επιδόσεις και πετούν σε οριακές συνθήκες πτήσης για τον ανθρώπινο οργανισμό. Όταν π.χ. ένα α/φος σε απαγκίστρωση (σχήμα 16.2β) πιάνει 5 g , το βάρος του πιλότου και, κατά συνέπεια, το βάρος όλων των επιμέρους τμημάτων του σώματός του, εξωτερικών και εσωτερικών (χέρια, πόδια, καρδιά, νεφρά, κ.τ.λ.), πενταπλασιάζεται. Όταν οι δυνάμεις αυτές ασκούνται για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του ενός δευτερολέπτου, καταπονούν το χειριστή. Αισθάνεται το σώμα του σα μολύβι. Δυσκολεύεται να σηκώσει τα χέρια του που έχουν πενταπλάσιο βάρος. Δυσχεραίνεται η λειτουργία των οργάνων στην κοιλιακή και θωρακική χώρα. Η σημαντικότερη επίδραση των επιταχύνσεων είναι στο κυκλοφοριακό σύστημα. Καθώς το βάρος του αίματος στις αρτηρίες μεταξύ καρδιάς και κεφαλής αυξάνεται, η καρδιά πρέπει να αυξήσει την πίεση του αίματος στις αρτηρίες, για να επιτευχθεί επαρκής τροφοδότηση της κεφαλής με αίμα. Ταυτόχρονα, αυξάνεται η πίεση του αίμα-

τος στο κάτω μέρος του σώματος και πρέπει με κάποιο τρόπο να αποκατασταθεί. Η αποκατάσταση αυτή επιτυγχάνεται με τη φόρμα αντί g.

16.2 Ατομικός Εξοπλισμός Χειριστού

Ο ατομικός εξοπλισμός του χειριστή ενός μαχητικού α/φους πρέπει αφενός να του διασφαλίζει τις απαραίτητες συνθήκες για το χειρισμό του α/φους και αφετέρου τη διαφυγή του από αυτό και εν συνεχεία επιβίωση σε περίπτωση εγκατάλειψης. Στο σχήμα 16.3 απεικονίζεται ο πλήρης ατομικός εξοπλισμός του χειριστή ενός μαχητικού α/φους, με βάση τις Αμερικάνικες προδιαγραφές. Αποτελείται πολύ συνοπτικά από τα ακόλουθα:

Φόρμα "αντί – G". Είναι μία φόρμα με διπλά αεροστεγή τοιχώματα, που φουσκώνει και ξεφουσκώνει ανάλογα με τα εκάστοτε g και "σφίγγει" το κάτω τμήμα του σώματος του πιλότου. Με τη συμπίεση της κοιλιάς και των ποδιών αποφεύγεται η συγκέντρωση του αίματος σε αυτά και το αίμα αναγκάζεται και ανεβαίνει προς τα πάνω. Γενικά, αυξάνει την κυκλοφορία του αίματος στο κεφάλι του χειριστή. Η αντί g φόρμα αυξάνει το μέσον όρο της αντοχής του πιλότου κατά 3 g, συγκριτικά με αυτήν χωρίς φόρμα.

Ο μέσος χειριστής αντέχει χωρίς φόρμα 4,5 έως 5,5 g, μέχρι να χάσει στιγμιαία την όρασή του, ενώ με τη φόρμα φθάνει τα 7,5 έως 8 g. Στο σχήμα 16.4 απεικονίζονται τυπικές αντί g φόρμες.

Στολή με Ιμάντες Κορμού (Torso Harness). Είναι ένα σύστημα ιμάντων ολοκληρωμένου τύπου. Ενσωματώνει τους ιμάντες του αλεξιπτώτου, τους ιμάντες που συγκρατούν το χειριστή στο κάθισμα (ιμάντες κοιλιάς) και τους ιμάντες ώμου. Ο πιο συνήθης τύπος ιμάντων κορμού είναι αυτός που απεικονίζεται στο σχήμα 16.5α και χρησιμοποιείται στη μεγάλη πλειοψηφία των Αμερικάνικων α/φών και στο σχήμα 16.5β αυτός που χρησιμοποιείται στο α/φος F - 16.



Σχήμα 16.3

Ατομικός Εξοπλισμός
Χειριστή Μαχητικού
Α/φους



Σχήμα 16.4

Τυπική Φόρμα Αντί g



α) Συνήθης Τύπος



β) Α/φους F - 16

Σχήμα 16.5

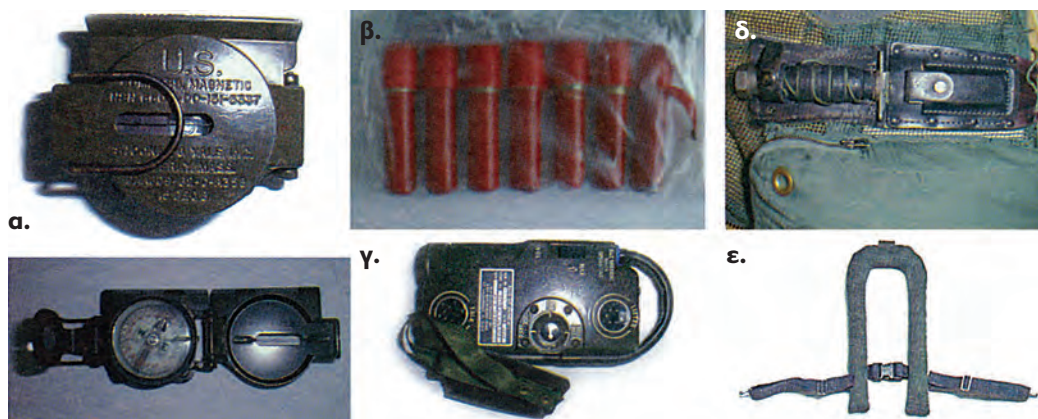
Ιμάντες Ατομικού
Εξοπλισμού Χειριστή
Μαχητικού Α/φους

Κάσκες και Μάσκες. Υπάρχουν διάφοροι τύποι. Η κύρια αποστολή της κάσκα, είναι να παρέχει προστασία στην κεφαλή του χειριστή από τυχόν προσκρούσεις, καλή ορατότητα και επικοινωνία με κέντρα εκτός του α/φους. Είναι κατασκευασμένη από σύνθετα υλικά μεγάλης αντοχής σε κρούση, με αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες. Η κύρια αποστολή της μάσκας είναι η παροχή ρυθμιζόμενης ροής οξυγόνου στο χειριστή και έχει μικροφωνική εγκατάσταση. Η μάσκα και η κάσκα, σχεδιάζονται να προσαρμόζονται η μία στη άλλη, όπως παραστατικά απεικονίζεται στο σχήμα 16.6.

Λοιπά Εξαρτήματα Ατομικού Εξοπλισμού. Ο ατομικός εξοπλισμός του χειριστή έχει διάφορα μέσα, που αφορούν την επιβίωσή του, μετά την ασφαλή εγκατάλειψη του α/φους. Τα βασικότερα από αυτά είναι: σωσίβιο για επιβίωση σε λίμνη ή θάλασσα, ασύρματος επιβίωσης, φωτοβολίδες, πιστόλι με φυσίγγια, πυξίδα, υλικά για ψάρεμα, ειδικός αναπτήρας, διατροφή, φακός, μαχαίρι, σφυρίχτρα, κ.τ.λ. (σχήμα 16.7). Τα σύγχρονα σωσίβια ανοίγουν αυτόματα, μετά την επαφή του χειριστού με το νερό.

**Σχήμα 16.6**

Κάσκες και
Μάσκες Χειριστών
Μαχητικών Α/φών



α) Πυξίδα, β) Φωτοβολίδες, γ) Ασύρματος Διάσωσης, δ) Μαχαίρι και ε) Σωσίβιο

Σχήμα 16.7

16.3 Αλεξίπτωτα

Τα αλεξίπτωτα χρησιμοποιήθηκαν ευρέως κατά τη διάρκεια του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου τόσο για ρίψη αλεξιπτωτιστών όσο και για την εγκατάλειψη του α/φους από τους χειριστές. Τα αλεξίπτωτα διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους, με βάση την πορεία που διαγράφουν, σε πλήρη νηνεμία ή τις δυνάμεις που αναπτύσσονται σε αυτά. Η πρώτη κατηγορία αφορά τα αλεξίπτωτα, που σε πλήρη νηνεμία πέφτουν κατακόρυφα, διότι αναπτύσσεται σε αυτά μόνο οπισθέλκουσα, δηλ. μία αεροδύναμη στη διεύθυνση κίνησης με αντίθετη φορά. Τα αλεξίπτωτα αυτά είναι ημισφαιρικά. Η δεύτερη κατηγορία αφορά τα αλεξίπτωτα, στα οποία αναπτύσσεται τόσο οπισθέλκουσα όσο και άντωση. Έχουν, συνήθως, σχήμα πτέρυγας α/φους. Τα αλεξίπτωτα αυτά, σε περίπτωση πλήρους νηνεμίας, δεν πέφτουν κατακόρυφα (σχήμα 16.8α).

Το σχήμα του αλεξιπτώτου εξαρτάται και από την ταχύτητα στην οποία ανοίγει. Υπάρχουν αλεξίπτωτα με δύο θόλους. Πρώτα ανοίγει το αλεξίπτωτο υψηλής ταχύτητας, που επιβραδύνει το σώμα και εν συνεχεία το δεύτερο χαμηλής ταχύτητας. Τα αλεξίπτωτα ανάγκης είναι αλεξίπτωτα οπισθέλκουσας, συνήθως, χωρίς δυνατότητα αλλαγής πορείας. Ορισμένοι τύποι αλεξιπτώτων που χρησιμοποιούνται στο στρατό, έχουν δυνατότητα αλλαγής πορείας.

Υπάρχουν αλεξίπτωτα με δύο στρώματα υφάσματος, μεταξύ των οποίων διέρχεται ο αέρας και αναπτύσσεται άντωση. Διακρίνονται σε αλεξίπτωτα μεγάλης και μικρής ταχύτητας.

Τα αλεξίπτωτα έχουν κατά κανόνα και εφεδρικό αλεξίπτωτο που λειτουργεί αυτόματα, σε περίπτωση αστοχίας του κυρίου αλεξιπτώτου.

Ο μηχανισμός αυτόματης ανέωσης του αλεξιπτώτου λειτουργεί είτε με χρονομετρητή (ρολόι) είτε με την πίεση του αέρα. Όταν λειτουργεί με χρονομε-

τηρή η διάρκεια της πτώσης, σε κλειστή θέση, είναι προκαθορισμένη. Όταν λειτουργεί με πίεση, έχει ένα μανόμετρο που μετράει την πίεση του αέρα, η οποία αυξάνεται καθώς πέφτει ο αλεξιπτωτιστής και στην προκαθορισμένη πίεση αέρα, ανοίγει το αλεξίπτωτο.

Στα μαχητικά α/φη χρησιμοποιούνται δύο είδη αλεξιπτώτων: τα αλεξίπτωτα χειριστών και τα αλεξίπτωτα επιβράδυνσης α/φους. Τα αλεξίπτωτα επιβράδυνσης του α/φους είναι αλεξίπτωτα οπισθέλκουσας και μειώνουν τη διαδρομή προσγείωσης. Χρησιμοποιούνται, όταν απαιτείται η προσγείωση των α/φών σε μικρούς σχετικά διαδρόμους. Είναι εγκατεστημένα στο οπίσθιο τμήμα της ατράκτου και ενεργοποιούνται από το χειριστή. Τα αλεξίπτωτα, που χρησιμοποιούνται σήμερα, από τους χειριστές των σύγχρονων α/φών είναι αυτόματα. Μετά την εκτίναξη του καθίσματος και τον αποχωρισμό του χειριστή από το κάθισμα ανοίγουν αυτόματα. Στο σχήμα 16.8β, απεικονίζεται ένα τυπικό αλεξίπτωτο χειριστή και στο σχήμα 16.8γ ένα αλεξίπτωτο επιβράδυνσης α/φους.



Σχήμα 16.8
Αλεξίπτωτα

- α) Πηδاليουχούμενο
- β) Χειριστή Α/φους
- γ) Επιβράδυνσης Α/φους

16.4 Συστήματα Εγκατάλειψης Χειριστών

Το κύριο πρόβλημα των χειριστών στα μαχητικά α/φη, κατά τη διάρκεια εγκατάλειψης στο Β΄ παγκόσμιο πόλεμο, ήταν η δυσκολία να ανοίξουν την "καλύπτρα" του α/φους με το χέρι και να πηδήξουν από το α/φος, χωρίς να πέσουν στο ουραίο πτέρωμα. Τα δύο βασικά προβλήματα που απασχολούσαν τους μηχανικούς ήταν η εξεύρεση απλού, αξιόπιστου και γρήγορου τρόπου ανοίγματος της καλύπτρας και εκτίναξης του καθίσματος. Σε ταχύτητες εγκατάλειψης της τάξης των 300 Km/h και άνω ήταν πολύ δύσκολο στο χειριστή να ανοίξει την καλύπτρα, που είχαν τα α/φη της τότε εποχής. Καθώς η ταχύτητα πτήσης των α/φών αυξανόταν, η επίλυση των δύο ανωτέρω προβλημάτων γινόταν ακόμη πιο δύσκολη.

Καλύπτρες και Εκτινασσόμενα Καθίσματα. Η δυσκολία να ανοίγει ο χειριστής με το χέρι την καλύπτρα οδήγησε στην κατασκευή της καλύπτρας, που

άνοιγε ή εκτινασσόταν με πεπιεσμένο αέρα. Το μεγάλο βάρος της όλης εγκατάστασης ανάγκαζε τους μηχανικούς να βρουν άλλους τρόπους. Η πρώτη ικανοποιητική λύση ήταν η θραύση του αλεξήνεμου της καλύπτρας μηχανικά με "μαχαίρια" στο άνω μέρος του καθίσματος. Τα μαχαίρια αυτά ήταν σταθερά τοποθετημένα ή άνοιγαν κατά την εγκατάλειψη (σχήμα 16.9α και β). Καθώς, η ταχύτητα και οι επιδόσεις των α/φών αυξανόταν, αυξανόταν και το πάχος και η αντοχή του αλεξήνεμου για να αντέξει σε πρόσκρουση πτηνών. Η μηχανική θραύση του αλεξήνεμου δεν ήταν πλέον εφικτή με τον προηγούμενο τρόπο. Σε ορισμένα α/φη εφαρμόστηκε η εκτίναξη του καθίσματος προς τα κάτω, χωρίς να επηρεάζεται η καλύπτρα. Η βέλτιστη λύση, επιτεύχθηκε με τη χρήση εκρηκτικών υλών, που τοποθετήθηκαν περιμετρικά του αλεξήνεμου ή σε διάφορα σημεία αυτού (σχήμα 16.10). Με την ανάφλεξη της εκρηκτικής ύλης θρυμματίζεται το αλεξήνεμο και το κάθισμα μαζί με το χειριστή διέρχεται μέσα από αυτό. Σε ορισμένα α/φη, όπως το F-16 και F-18, για να μειωθεί ο χρόνος απομάκρυνσης του αλεξήνεμου, έχουν τοποθετηθεί στο εμπρόσθιο χείλος του αλεξήνεμου μικροί πυραυλοκινητήρες, που το απομακρύνουν από την πορεία που θα διαγράψει το εκτινασσόμενο κάθισμα με το χειριστή.

Τα εκτινασσόμενα καθίσματα ολισθαίνουν σε δύο σταθερές ράγες του α/φους. Τα πρώτα εκτινασσόμενα καθίσματα, κατασκευάστηκαν από τους Γερμανούς με ώθηση πεπιεσμένου αέρα. Μετά το Β΄ παγκόσμιο πόλεμο η Αγγλική εταιρία Martin & Baker κατασκεύασε εκτινασσόμενα καθίσματα με πυραυλοκινητήρα. Η εταιρία αυτή προέβη, διαχρονικά, σε ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των εκτινασσόμενων καθισμάτων και θεωρείται πρωτοπόρος στον τομέα αυτόν.

Τα περισσότερα σύγχρονα α/φη είναι εφοδιασμένα με καθίσματα Martin & Baker. Τα σύγχρονα εκτινασσόμενα καθίσματα καλύπτουν όλες τις φάσεις πτήσης των σύγχρονων α/φών. Έχουν αισθητήρες ύψους, στάσης, ταχύτητας

α.



β.

**Σχήμα 16.9**

Εκτινασσόμενα
Καθίσματα
με "Μαχαίρια":
α) Σταθερά
β) Πτυσσόμενα

**Σχήμα 16.10**

Καλύπτρα Α/φους
Α/V-8 Harrier
Θρυμματιζόμενη
με Εκρηκτική Υλη

και έντασης των ζωνών που συγκρατούν το χειριστή στο κάθισμα, πτυσσόμενα αεροδυναμικά καλύμματα για την προστασία του χειριστή, αεροδυναμικούς σταθεροποιητές και πυραυλοκινητήρες για έλεγχο της πορείας του καθίσματος. Έχουν χρονομετρητές, που ελέγχουν με ακρίβεια τους διάφορους μηχανισμούς, ώστε το κάθισμα να λάβει στον ελάχιστο χρόνο τη σωστή θέση και στάση και να ανοίξει το αλεξίπτωτό του. Έχουν τη δυνατότητα εκτίναξης σε μηδενικό



α) Σύγχρονο Εκτινασσόμενο Κάθισμα.

β) Τροχιά Εκτινασσόμενου Καθίσματος σε Δοκιμαστήριο σε Εκτίναξη προς τα κάτω.

Σχήμα 16.11

ύψος πτήσης, καθώς και σε ανάστροφη πτήση, εφόσον το επιτρέπουν οι συνθήκες. Στο σχήμα 16.11α, απεικονίζεται ένα σύγχρονο εκτινασσόμενο κάθισμα και στο σχήμα 16.11β η τροχιά ενός εκτινασσόμενου καθίσματος σε εκτίναξη σε ανάστροφη πτήση στο δοκιμαστήριο. Στην παρούσα φάση δοκιμάζονται τα εκτινασσόμενα καθίσματα που εκτινάσσονται την έσχατη στιγμή, ανεξάρτητα από τη βούληση του χειριστή.

Αλεξίπτωτο Καθίσματος. Τα πρώτα αλεξίπτωτα των εκτινασσόμενων καθισμάτων, όπως και τα αλεξίπτωτα του χειριστή, άνοιγαν μετά την εγκατάλειψη του α/φους από το χειριστή. Μετά την αύξηση της επιτάχυνσης των εκτινασσόμενων καθισμάτων με πυραυλοκινητήρες, τα αλεξίπτωτά τους ανοίγουν αυτόματα. Επίσης, ο διαχωρισμός καθίσματος - χειριστή είναι αυτόματος. Το αυτόματο άνοιγμα του αλεξίπτωτου και ο αυτόματος διαχωρισμός καθίσματος - χειριστή, αφενός διασφαλίζει την αποφυγή εσφαλμένων ενεργειών του χειριστή και αφετέρου καλύπτει την περίπτωση αδυναμίας εκτέλεσης αυτών από το χειριστή, όπως π.χ. σε περίπτωση λιποθυμίας ή τραυματισμού του.

Το αλεξίπτωτο του χειριστή και του καθίσματος, το εκτινασσόμενο κάθισμα και ο χειριστής, μετά την εγκατάλειψη, αποτελούν ένα ενιαίο συγκρότημα. Η χρονική σειρά ενεργοποίησης του κάθε μηχανισμού έχει επιπτώσεις στο χειριστή. Π.χ. σε περίπτωση εγκατάλειψης σε μεγάλα ύψη, όπου το οξυγόνο είναι μειωμένο, το άνοιγμα του αλεξίπτωτου του καθίσματος, αμέσως μετά την εγκατάλειψη, θα ήταν καταστροφικό, εάν κατά την εγκατάλειψη έχει υποστεί ζημιές η μάσκα του χειριστή.

Γενικά, το σύστημα εγκατάλειψης των χειριστών, στα σύγχρονα α/φ, είναι ένα πολύπλοκο σύστημα, που απαιτεί μεγάλη ακρίβεια στη χρονική σειρά των διαφόρων διαδικασιών ενεργοποίησης.

Περίληψη του 16ου Κεφαλαίου

Για τη διάσωση των επιβατών και του πληρώματος σε περιπτώσεις ανάγκης, έχουν προβλεφθεί διατάξεις διαφυγής και επιβίωσης. Τα πολιτικά α/φη έχουν εξόδους διαφυγής και ατομικά σωσίβια.

Στα α/φη και ιδιαίτερα στα μαχητικά αναπτύσσονται, κατά τη διάρκεια ελιγμών, πολύ μεγάλες επιταχύνσεις κυρίως στον κατακόρυφο άξονα. Οι επιταχύνσεις αυτές είναι πολλαπλάσιες της επιτάχυνσης της βαρύτητας g, εκφράζονται με το συντελεστή φόρτου και καταπονούν το χειριστή. Το βάρος των εξωτερικών και εσωτερικών μερών του σώματός του αυξάνεται ανάλογα με τα g. Η σημαντικότερη επίδραση των επιταχύνσεων είναι στο κυκλοφοριακό σύστημα.

Η φόρμα "αντί – g" είναι μία φόρμα με διπλά αεροστεγή τοιχώματα που "σφίγγει" το κάτω τμήμα του σώματος του πιλότου. Μειώνει τη συγκέντρωση του αίματος στην κοιλιά και τα πόδια και αναγκάζει το αίμα να ανέβει προς τα επάνω. Αυξάνει κατά μέσον όρο την αντοχή του πιλότου κατά 3 g συγκριτικά με αυτήν χωρίς φόρμα. Ο χειριστής συγκρατείται στο κάθισμα με ζώνες, με συνδυασμό ζωνών και ιμάντων ώμου, με το σύστημα ολοκληρωμένου τύπου και με ζώνες στους βραχίονες και στα πόδια. Οι χειριστές των μαχητικών α/φών φορούν κάσκες και μάσκες. Ο ατομικός εξοπλισμός του χειριστή, έχει διάφορα είδη επιβίωσης, όπως σωσίβιο, ασύρματο, φωτοβολίδες, πιστόλι, κ.τ.λ.

Τα αλεξίπτωτα διακρίνονται σε δύο τύπους, με βάση την πορεία που διαγράφουν σε πλήρη νηνεμία. Ο ένας τύπος πέφτει κατακόρυφα, διότι αναπτύσσεται σε αυτόν μόνο οπισθέλκουσα ενώ ο άλλος όχι, διότι αναπτύσσεται σε αυτόν, εκτός από την οπισθέλκουσα και άντωση. Το σχήμα του αλεξίπτωτου εξαρτάται, από την ταχύτητα στην οποία ανοίγει και από την αποστολή του. Τα αλεξίπτωτα έχουν εφεδρικό αλεξίπτωτο, που λειτουργεί αυτόματα σε περίπτωση αστοχίας του κυρίου αλεξίπτωτου. Ο μηχανισμός αυτόματης ανέωσης του αλεξίπτωτου, λειτουργεί είτε με χρονομετρητή (ρολόι) είτε με την πίεση του αέρα. Στα μαχητικά α/φη, χρησιμοποιούνται δύο είδη αλεξίπτωτων: τα αλεξίπτωτα χειριστών και τα αλεξίπτωτα επιβράδυνσης α/φους.

Τα εκτινασσόμενα καθίσματα ολισθαίνουν σε δύο σταθερές ράγες του α/φους και επιταχύνονται από πυραυλοκινητήρες. Η εταιρία Martin & Baker υπήρξε και παραμένει η πρωτοπόρος στην κατασκευή εκτινασσόμενων καθισμάτων. Τα καθίσματα των σύγχρονων α/φών καλύπτουν όλες τις φάσεις πτήσης. Τα αλεξίπτωτα των εκτινασσόμενων καθισμάτων ανοίγουν αυτόματα στο κατάλληλο ύψος. Επίσης, ο διαχωρισμός καθίσματος - χειριστή είναι αυτόματος.

1. Αναφέρατε τα κύρια μέσα διαφυγής και διάσωσης στα πολιτικά α/φη.
2. Τι εκφράζει ο συντελεστής φόρτου g ;
3. Πόσα είναι τα g ενός α/φους σε ευθεία οριζόντια πτήση;
4. Ένας χειριστής βάρους 800 N σε απαγκίστρωση πιάνει 8 g . Πόσο είναι το βάρος του χειριστή στη διάρκεια της απαγκίστρωσης;
5. Πώς επιδρούν τα g στην κυκλοφορία του αίματος του χειριστή;
6. Σε τι χρησιμεύει ο ατομικός εξοπλισμός του χειριστή ενός μαχητικού α/φους;
7. Σε τι χρησιμεύει η φόρμα αντί g του χειριστή στα μαχητικά α/φη;
8. Ποια σημεία του σώματος προστατεύει η φόρμα αντί g ;
9. Ένας χειριστής χωρίς φόρμα αντί g , αντέχει 5 g . Πόσα g αντέχει με τη φόρμα αντί g ;
10. Γιατί η φόρμα αντί g έχει εσωτερικό τοίχωμα και γιατί συνδέεται με σύστημα πεπιεσμένου αέρα του α/φους;
11. Με τι μέσα συγκρατείται ο χειριστής ενός μαχητικού α/φους στο εκτινασσόμενο κάθισμα;
12. Σε τι χρησιμεύει η μάσκα στο χειριστή ενός μαχητικού α/φους;
13. Γιατί οι χειριστές των πολιτικών α/φών δεν έχουν φόρμα αντί g ;
14. Γιατί οι χειριστές των πολιτικών α/φών δεν έχουν μάσκα;
15. Τι σχήμα έχουν συνήθως τα αλεξίπτωτα οπισθέλκουσας;
16. Σε τι χρησιμεύουν τα αλεξίπτωτα επιβράδυνσης των α/φών;
17. Σε ποιες ταχύτητες είναι αποτελεσματικά τα αλεξίπτωτα επιβράδυνσης α/φών;
18. Με ποιο τρόπο θρυμματίζεται το αλεξήνεμο της καλύπτρας των σύγχρονων μαχητικών α/φών;
19. Με ποιο τρόπο επιταχύνονται τα εκτινασσόμενα καθίσματα στα μαχητικά α/φη;
20. Ποια εταιρία θεωρείται πρωτοπόρος στην κατασκευή εκτινασσόμενων καθισμάτων;

Εργαστηριακές Ασκήσεις του 16ου Κεφαλαίου

ΑΣΚΗΣΗ 1η

477

Έλεγχος Στολής Ιμάντων (Torso Harness) Τύπου MA -2.

Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Στη διάρκεια της άσκησης ο μαθητής πρέπει να μάθει τα ακόλουθα:

- Να ελέγχει τους ιμάντες της στολής Torso Harness MA - 2.

Απαιτούμενα Εργαλεία και Εξαρτήματα

- Ιμάντες στολής Torso Harness τύπου MA - 2.

Εργασίες κατά βήματα.

Σημείωση: Η στολή Torso Harness MA - 2, χρησιμοποιείται στη μεγάλη πλειοψηφία των σύγχρονων α/φών. Επιθεωρείται τόσο από το ιπτάμενο προσωπικό πριν από την πτήση όσο και σε τακτά χρονικά διαστήματα από το αρμόδιο τεχνικό προσωπικό.

Οι εργασίες επιθεώρησης από το αρμόδιο τεχνικό προσωπικό κατά βήματα είναι οι ακόλουθες (σχήμα A.16.1):

1. Ελέγχουμε το όριο ζωής. Οι ιμάντες και οι ζώνες έχουν όριο ζωής, δηλ. έχουν όριο λήξης. Η ημερομηνία κατασκευής αναγράφεται στην οπίσθια πλευρά της ζώνης συγκράτησης του δεξιού ποδιού. Η διάρκεια ζωής της "στολής" torso harness είναι δώδεκα χρόνια από την ημερομηνία αρχικής χρήσης ή δέκα πέντε χρόνια από την ημερομηνία κατασκευής. Η ημερομηνία αρχικής χρήσης αναγράφεται ανεξίτηλα στην μπροστινή πλευρά της ζώνης συγκράτησης. Εάν έχει συμπληρωθεί ένας από τους περιορισμούς αυτούς η στολή torso harness αποσύρεται από χρήση, σε διαφορετική περίπτωση εκτελούνται οι ακόλουθοι έλεγχοι:
2. Ελέγχουμε τους προσαρμογείς των ιμάντων του θώρακα για τυχόν διάβρωση, παραμόρφωση, ρωγμές και κακή ασφάλιση.
3. Ελέγχουμε τους προσαρμογείς των ιμάντων απελευθέρωσης του αλεξίπτωτου για τυχόν διάβρωση, παραμόρφωση και αιχμηρές ακμές. Ελέγχουμε, εάν έχουν τη σωστή δρομολόγηση και εάν είναι ασφαλισμένος ο πείρος ασφάλισης.
4. Ελέγχουμε τον προσαρμογέα κοιλιάς, που είναι ταχείας αποσύνδεσης για διάβρωση, παραμόρφωση, ρωγμές και κακή ασφάλιση.
5. Ελέγχουμε όλες τις συνδέσεις που βρίσκονται εσωτερικά της στολής στο οπίσθιο τμήμα, για τυχόν διάβρωση, παραμόρφωση, ρωγμές και αιχμηρές ακμές. Ελέγχουμε τη σωστή δρομολόγησή τους.

6. Ελέγχουμε το άγκιστρο ανάρτησης για τυχόν διάβρωση, παραμόρφωση, αιχμηρές ακμές και ρωγμές.
7. Ελέγχουμε όλους τους κρίκους και γάντζους για τυχόν ρωγμές, παραμόρφωση και ασφαλή σύνδεση.
8. Ελέγχουμε τους δακτυλίους σύνδεσης στο ώμο για τυχόν διάβρωση, παραμόρφωση, ρωγμές και κακή ασφάλιση.
9. Ελέγχουμε τις ζώνες του σωσιβίου διάσωσης για τυχόν σχισμές, κομμένα νήματα, ξηλωμένες ραφές, κ.τ.λ.
10. Ελέγχουμε όλα τα υφασμάτινα μέρη για τυχόν σχισμές, τρύπες, ξεφτίσματα, ξηλωμένες ραφές και φθορές.
11. Ελέγχουμε τις συνδέσεις των υφασμάτων τμημάτων με τα μεταλλικά τμήματα (κρίνοι, γάντζοι, άγκιστρα, κ.τ.λ.).
12. Επιδιορθώνουμε τις διάφορες ατέλειες σύμφωνα με το τεχνικό εγχειρίδιο NAVAIR 13-1-6.2 του καθίσματος MA - 2.

Άσκηση

Προβείτε στον έλεγχο των ιμάντων μίας στολής Torso Harness τύπου MA - 2 σύμφωνα με τα ανωτέρω.



Σχήμα Α.16.1

*Ιμάντες Κορμού (Torso Harness)
Τύπου MA -2*

Εργασίες

Εντοπίστε στο διαδίκτυο ή στην Πολεμική Αεροπορία το τεχνικό εγχειρίδιο των διαδικασιών ανάγκης. Στα τεχνικά εγχειρίδια συντήρησης δηλ. Τ.Ο της σειράς - 2 ,π.χ. 1F - 4 (R) E - 2 -2 περιγράφονται λεπτομερώς τα διάφορα επιμέρους συστήματα καθώς και οι διαδικασίες εγκατάλειψης. Καταγράψτε τα υποσυστήματα που ενεργοποιούνται με φυσίγγια.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

479

Πίνακας Α1

Αντιστοιχίες Μονάδων Μέτρησης Μήκους

Μήκος	ft	m	Naut.Miles	Status Miles
ft	1	0.3048	1.646×10^{-4}	1.894
m	3.281	1	0.540	0.6214
Naut. Miles	6076	1852	1	0.868976
Stat. Miles	1.609	1609.34	0.868976	1
Σημείωση: 1 ft = 12 inch, 1 μm = 10^{-6} m, 1mm = 10^3 μm				

Αντιστοιχίες Μονάδων Μέτρησης Δύναμης

	N	kp	lb	ounces
N	1	0.101972	0,2248	3.597
Kp	9.8066	1	2,20458	35.28
lb	4,4484	0,4536	1	16
ounce	0.2785	0.0284	0.0625	1

Αντιστοιχίες Μονάδων Μέτρησης Πίεσης

Πίεση	bar	Kp/cm ² = at	atm	PSI
1 bar	1	1.01972	0.986924	14,503
at	0.980665	1	0.967842	14,222
1atm	1,01325	1.03323	1	14,6953
PSI	$6,895 \times 10^{-2}$	$7,031 \times 10^{-2}$	$6,8049 \times 10^{-2}$	1
Σημείωση: 1 bar = 10^5 Pa = 10^5 N/m ² , 1atm = 760 Torr				

Πίνακας Α2

Τυποποιημένοι Αριθμοί Τρυπανιών Διάνοιξης Αρχικής Οπής

inch	Αρ	inch	Αρ	inch	Αρ	inch	Αρ	inch
.0039		.0689		.1570	22	2.677		.4219
.0059		.0700	50	.1575		.2716		.4330
.0079		.0709		.1590	21	.2720	I	.4375
.0098		.0728		.1610	20	.2756		.4528
.0118		.0730	49	.1614		.2770	J	.4531
.0135	80	.0748		.1654		.2795		.4687
.0138		.0760	48	.1660	19	.2811	K	.4724
.0145	79	.0767		.1673		.2812		.4843
.0156		.0781		.1693		.2835		.4921
.0157		.0785	47	.1695	18	.2854		.5000
.0160	78	.0787		.1719		.2874		.5118
.0177		.0807		.1730	17	.2900	L	.5156
.0180	77	.0810	46	.1732		.2913		.5312
.0197		.0820	45	.1770	16	.2950	M	.5315
.0200	76	.0827		.1771		.2953		.5469
.0210	75	.0846		.1800	15	.2968		.5512
.0217		.0860	44	.1811		.2992		.5625
.0225	74	.0866		.1820	14	.3020	N	.5709
.0236		.0885		.1850	13	.3031		.5781
.0240	73	.0890	43	.1870		.3051		.5906
.0250	72	.0905		.1875		.3071		.5937
.0256		.0925		.1890	12	.3110		.6094
.0260	71	.0935	42	.1910	11	.3125		.6102
.0280	70	.0937		.1929		.3150		.6250
.0276		.0945		.1935	10	.3160	O	.6299
.0292	69	.0960	41	.1960	9	.3189		.6406
.0295		.0964		.1968		.3228		.6496
.0310	68	.0980	40	.1990	8	.3230	P	.6562
.0312		.0984		.2008		.3248		.6693
.0315		.0995	39	.2010	7	.3268		.6719
.0320	67	.1015	38	.2031		.3281		.6875

inch	Ap	inch	Ap	inch	Ap	inch	Ap	inch
.0330	66	.1024		.2040	6	.3307		.6890
.0335		.1040	37	.2047		.3320	Q	.7031
.0350	65	.1063		.2055	5	.3346		.7087
.0354		.1065	36	.2067		.3386		.7187
.0360	64	.1082		.2086		.3390	R	.7283
.0370	63	.1094		.2090	4	.3425		.7344
.0374		.1100	35	.2126		.3437		.7480
.0380	62	.1102		.2130	3	.3445		.7500
.0390	61	.1110	34	.2165		.3465		.7656
.0394		.1130	33	.2187		.3180	S	.7677
.0400	60	.1141		.2205		.3504		.7812
.0410	59	.1160	32	.2210	2	.3543		.7874
.0413		.1181		.2244		.3580	T	.7969
.0420	58	.1200	31	.2263		.3583		.8071
.0430	57	.1220		.2280	1	.3594		.8125
.0433		.1250		.2283		.3622		.8268
.0452		.1260		.233		.3641		.8281
.0465	56	.1279		.2340	A	.3661		.8437
.0469		.1285	30	.2344		.3680	U	.8465
.0472		.1299		.2362		.3701		.8594
.0492		.1338		.2380	B	.3740		.8661
.0512		.1360	29	.2401		.3750		.8750
.0520	55	.1378		.2420	C	.3770	V	.8858
.0531		.1405	28	.2441		.3780		.8906
.0550	54	.1406		.2460	D	.3819		.9055
.0551		.1417		.2480		.3838		.9062
.0570		.1440	27	.2500	E	.3858		.9219
.0591		.1457		.2520		.3860	W	.9252
.0595	53	.1470	26	.2559		.3898		.9375
.0610		.1476		.2570	F	.3906		.9449
.0625		.1495	25	.2598		.3937		.9531
.0629		.1496		.2610	G	.3970	X	.9646
.0635	52	.1520	24	.2638		.4040	Y	.9687
.0649		.1535		.2657		.4062		.9843
.0669		.1540	23	.2657		.4130	Z	.9844
.0670	51	.1562		.2660	H	.4134		1.0000

Πίνακας Α3

Ταχύτητες Τρυπανιών

d	A 3.000	B 200	Γ 140	Δ 100	E 90	ΣΤ 80	Z 60	H 40
1/16	18320	12217	8554	6111	5500	4889	3667	2445
3/32	12212	8142	5702	4071	3666	3258	2442	1649
1/8	9160	6112	4278	3056	2750	2445	1833	1222
5/32	7328	4888	3420	2444	2198	1954	1465	977
3/16	6106	4075	2852	2037	1833	1630	1222	815
7/32	5234	3490	2444	1745	1575	1396	1047	698
1/4	4575	3055	2139	1527	1375	1222	917	611
9/32	4071	2712	1900	1356	1222	1084	514	542
9/16	3660	2445	1711	1222	1100	987	733	489
11/32	3330	2220	1554	1110	1000	888	666	444
3/8	3050	2037	1426	1018	917	815	611	407
13/32	2818	1878	1316	939	846	752	563	376
7/16	2614	1746	1222	873	786	698	524	349
15/32	2442	1628	1140	814	732	652	488	326
1/2	2287	1528	1070	764	688	611	458	306
9/16	2035	1357	950	678	611	543	407	271
3/8	1830	1222	856	611	550	489	367	244
11/16	1665	1110	777	555	500	444	333	222
3/4	1525	1018	713	509	458	407	306	204

Σημείωση: **A:** Μαλακά Υλικά, **B:** Πλαστικά και Σκληρά Ελαστικά, **Γ:** Χυτοσίδηρος Ανοπτημένος, **Δ:** Μαλακός Χάλυβας, **E:** Ελάσιμος Χυτοσίδηρος, **ΣΤ:** Σκληρός Χυτοσίδηρος, **Z:** Χάλυβας Εργαλείων ή Σκληρός Χάλυβας, **H:** Χαλυβοκράματα, ή Χυτός Χάλυβας, Οι αριθμοί δηλώνουν στροφές ανά λεπτό.
d: Διάμετρος Τρυπανιού σε ίντσες

Πίνακας Α4

Τιμές Ροπών Σύσφιξης Περικοχλίων σε Inch - Pounds

483

Μεγέθη Βλήτρων και Κοχλίων σε ίντσες		Ροπές Σύσφιξης Περικοχλίων σε Inch - Pounds			
			Τάση Θραύσης 125 KSI 140KSI	Τάση Θραύσης από 140KSI έως 160KSI	Τάση Θραύσης μεγαλύτερη από 160KSI
		A	B	Γ	Δ
8-32	8-36	7-9	12-15	14-17	15-18
10-24	10-32	12-15	20-25	23-30	23-35
1/4-20		25-30	40-50	45-49	50-68
	1 / 4-28	30-40	50-70	60-80	70-90
5/16-18		48-55	80-90	85-117	90-144
	5/16-24	60-85	100-140	120-172	140-203
3/8-16		95-110	160-185	173-217	185-248
	3/8-24	95-110	160-190	175-271	190-351
7/16-14		140-155	235-255	245-342	255-428
	7/16-20	270-300	450-500	475-628	500-758
1/2-13		240-290	400-480	440-636	480-792
	1/2-20	290-410	480-690	585-840	690-990
9/16-12		300-420	500-700	600-845	700-990
	9/16-18	480-600	800-1000	900-1220	1000-1440
5/8-11		420-540	700-900	800-1125	900-1350
	5/8-18	660-780	1100-1300	1200-1730	1300-2160
1/4-10		700-950	1150-1600	1380-1925	1600-2250
	3/4-16	1300-1500	2300-2500	2400-3500	2500-4500
7/8-9		1300-1800	2200-3000	2600-3570	3000-4140
	1/8-14	1500-1800	2500-3000	2750-4650	3000-6300
1 -8		2200-3000	3700-5000	4350-5920	500-6840
	1-14	2200-3000	3700-5500	4600-7250	5500-9000
11/8-8		3300-4000	5500-6500	6000-8650	6500-10800
	11/8-12	3000-4200	5000-7000	6000-10250	7000-13500
11/4-8		4000-5000	6500-8000	7250-11000	8000-14000
	11/4-12	5400-6600	9000-11000	10000-16750	11000-22500
Σημείωση: A: Περικόχλια Διάτμησης AN 320, AN564 ή ισοδύναμα, B: Εξαρτήματα με Σπειρώμα και Περικόχλια Εφελκίσεως (AN310, AN365) ή ισοδύναμα, Γ: Όλα τα Περικόχλια εκτός Διατμήσεως, Δ: Όλα τα Περικόχλια εκτός Διατμήσεως, 1 KSI = 1000 PSI					

Πίνακας Α5

Μηχανικές Ιδιότητες Αντοχής και Σκληρότητα Αεροπορικών Κραμάτων Αλουμινίου

484

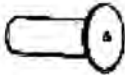
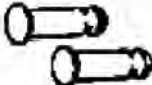
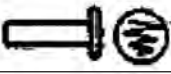
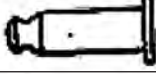
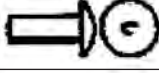
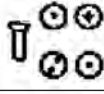
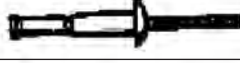
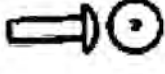
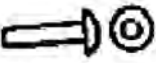
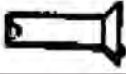
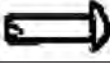
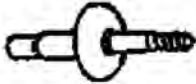
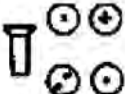
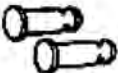
Κράμα Αλουμινίου	Τάση Θραύσης σε PSI	Τάση Διαρροής (0,2%) PSI	Σκληρότητα Brinell 500Kg Φορτίο 10 mm ball	Αντοχή σε Διάτμηση PSI
1100-0	13.000	8.000	23	9.000
1100-H12	16.000	15.000	28	10.000
1100-H14	18.000	17.000	32	11.000
1100-H16	21.000	20.000	38	12.000
1100-H18	24.000	22.000	44	13.000
3003-0	16.000	6.000	28	11.000
3003-H12	19.000	18.000	35	12.000
3003-H14	22.000	21.000	40	14.000
3003-H16	26.000	25.000	47	15.000
3003-H18	29.000	27.000	55	16.000
3004-0	26.000	10.000	45	16.000
3004-H32	31.000	25.000	52	17.000
3004-H34	35.000	29.000	63	18.000
3004-H36	38.000	33.000	70	20.000
3004-H38	41.000	36.000	77	21.000
Alclad 2014-0	25.000	10.000	-	18.000
Alclad 2014-T3	63.000	40.000	-	37.000
Alclad 2014-T4	61.000	37.000	-	37.000
Alclad 2014-T6	68.000	60.000	-	41.000
2024-0	27.000	11.000	47	18.000
2024-T3	70.000	50.000	120	41.000
2024-T36	72.000	57.000	130	42.000
2024-T4	88.000	47.000	120	41.000
Alclad 2024-0	26.000	11.000	-	18.000
Alclad 2024-T3	65.000	45.000	-	40.000
Alclad 2024-T36	67.000	53.000	-	41.000
Alclad 2024-T4	64.000	42.000	-	40.000
Alclad 2024-T81	65.000	60.000	-	40.000
Alclad 2024-T86	70.000	66.000	-	42.000
5005-0	18.000	6.000	28	11.000

Κράμα Αλουμινίου	Τάση Θραύσης σε PSI	Τάση Διαρροής (0,2%) PSI	Σκληρότητα Brinell 500Kg Φορτίο 10 mm ball	Αντοχή σε Διάτμηση PSI
5005-H32	20.000	17.000	36	14.000
5005-H34	23.000	20.000	41	14.000
5005-H36	26.000	24.000	46	15.000
5005-H38	29.000	27.000	51	16.000
5050-0	21.000	6.000	36	15.000
5050-H32	25.000	21.000	46	17.000
5050-H34	28.000	24.000	53	18.000
5050-H36	30.000	26.000	58	19.000
5050-H38	32.000	29.000	63	20.000
5052-0	28.000	13.000	47	18.000
5052-H32	33.000	28.000	60	20.000
5052-H34	38.000	31.000	68	21.000
5052-H36	40.000	35.000	73	23.000
5052-H38	42.000	37.000	77	24.000
5154-0	35.000	17.000	58	22.000
5154-H112	35.000	17.000	63	-
5154-H32	39.000	30.000	67	22.000
5154-H34	42.000	33.000	78	24.000
5154-H36	45.000	36.000	83	26.000
5154-H38	48.000	39.000	87	28.000
5357-0	19.000	7.000	32	12.000
5357-H32	22.000	19.000	40	13.000
5357-H34	25.000	22.000	45	15.000
5357-H36	28.000	26.000	51	17.000
5357-H38	32.000	30.000	55	18.000
6061-0	18.000	8.000	30	12.000
6061-T4	35.000	21.000	65	24.000
6061-T6	45.000	35.000	95	30.000
7075-0	33.000	15.000	60	22.000
7075-T6	83.000	73.000	150	48.000
Alclad 7075-0	32.000	14.000	-	22.000
Alclad 7075-T6	76.000	67.000	-	46.000
Alclad 7079-T6	70.000	60.000		
7178-0	40.000	21.000		
7178-T6	83.000	72.000		
7979-T6	72.000	62.000		

Πίνακας Α6

Βασικά Είδη Αεροπορικών Ήλων

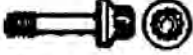
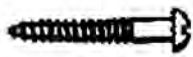
486

Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού
AN 427 	NAS 1906 - 1916 	NAS 1738 -1739 	NAS 454 - 455 
AN 430 	AN 124951 - 125550 	MS20427 	NAS 508 
AN 441 	AN 125551 - 1255700 	MS 20470 	NAS 1054 
AN 456 	AN 425-20426 	MS 20600 	NAS 1055 
AN 123151-123750 	AN 470 MS 20470 	MS 20601 	NAS 1097 
NAS 1200 	MS 9319 	MS 20602-03 	NAS 1198 
NAS 1241 	MS 9403 	MS 20604-05 	NAS 1199 
NAS 1242 	MS 16535 	MS 20613-15 	
NAS 1398 	MS 16536 	NAS 452-453 	
NAS 1399 	MS 20426 	NAS 1806-1816 	

Πίνακας Α7

Βασικά Είδη Αεροπορικών Κοχλιών

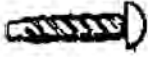
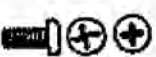
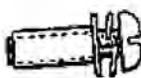
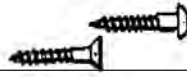
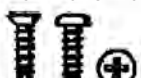
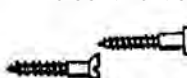
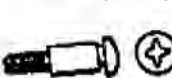
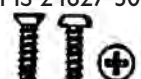
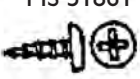
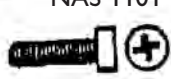
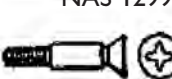
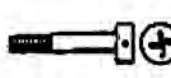
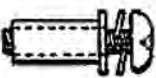
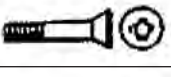
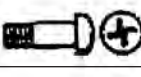
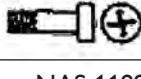
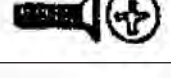
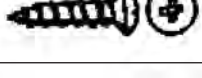
487

Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού
AN 255 	AN 530 	MS9177& 78 	MS 16995 
AN 500&1 	AN 531 	MS 9183-86 	MS 16996 
AN 502& 3 	AN 535 	MS9187& 88 	MS 16997 
AN 504 	AN 545 	MS9189-9192 	MS 16998 
AN 505 	AN 550 	MS9206-9214 	MS18063-68 
AN 506 	AN 565 	MS9215-9223 	MS18211 
AN 507 	AN 115401-115600 	MS9281-9291 	MS 18212 
AN 508 	AN115601-800 	MS9292-9302 	MS 21090 
AN 509 	AN115801-116150 	MS9316-9317 	MS 21207 
AN 510 	AN116901-117080 	MS9438-9439 	MS 21262 
AN515&520 	MS 9016 	MS9631-9639 	MS21277-85 
AN 525 	MS 9017 	MS 16198 	MS 21286-94 

Πίνακας Α7

Βασικά Είδη Αεροπορικών Κοχλιών (Συνέχεια)

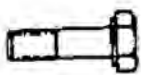
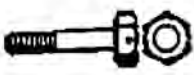
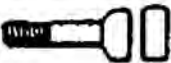
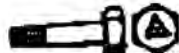
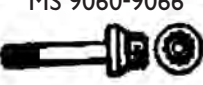
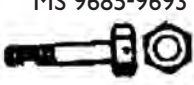
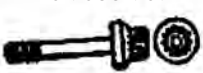
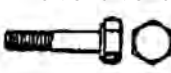
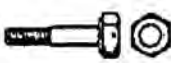
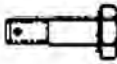
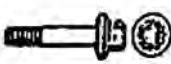
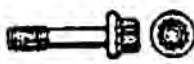
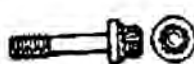
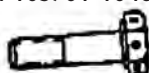
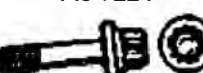
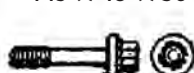
488

Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού
MS 21318 	MS 35206-234 	NAS 387& 88 	NAS 1191 
MS 21342 	MS 35239-243 	NAS 608 & 9 	NAS 1216 
MS 24615-18 	MS 35239-278 	NAS 720 	NAS 1217 
MS 24619-22 	MS 35492&93 	NAS 1096 	NAS 1219 
MS 24623-26 	MS 35494& 95 	NAS 1100 	NAS 1298 
MS 24627-30 	MS 51861 	NAS 1101 	NAS 1299 
MS 24667-71 	MS 51862 	NAS 1102 	NAS 1300 
MS 24673-78 	MS 51957 & 8 	NAS 1121-1128 	NAS 1301 
MS 24693 	MS 51959 &60 	NAS 1131-1138 	NAS 1351 & 52 
MS 24694 	MS 51975 	NAS 1171-1178 	NAS 5900-5903 
MS 27039 	NAS 220-237 	NAS 1181-1188 	NAS 6100-6130 
MS 35190-203 	NAS384 & 85 	NAS 1189 	NAS 6900-6904 

Πίνακας Α8

Βασικά Είδη Αεροπορικών Βλήτρων

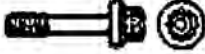
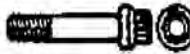
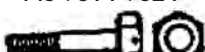
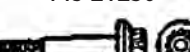
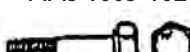
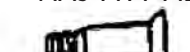
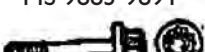
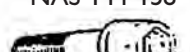
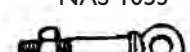
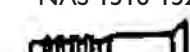
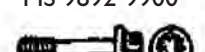
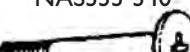
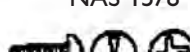
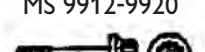
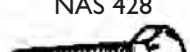
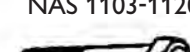
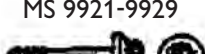
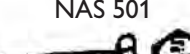
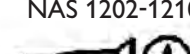
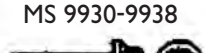
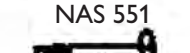
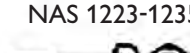
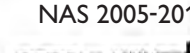
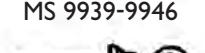
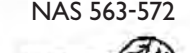
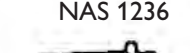
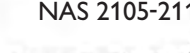
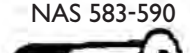
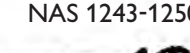
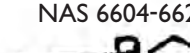
489

Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού
AN 3-20 	AN 104601-105500 	MS 9397-9402 	MS 9622-9630 
AN 21-49 	AN 105501-106400 	MS 9432-9437 	MS 9641-9648 
AN 42-49 	AN 106401-107300 	MS 9440-9448 	MS 9649-9652 
AN 73-81 	AN 107301-108200 	MS 9449-9459 	MS 9676-9679 
AN 173-186 	MS 9033-9039 	MS 9487-9497 	MS 9680-9683 
AN 774 	MS 9060-9066 	MS 9408-9508 	MS 9685-9693 
AN 775 	MS 9088-9094 	MS 9516-9526 	MS 9694-9702 
AN 145551-149350 	MS 9110-9113 	MS 9527-9537 	MS 9703-9711 
AN 101001-101900 	MS 9146-9152 	MS 9554-9562 	MS 9712-9720 
AN 101901-102800 	MS 9157-9163 	MS 9563-9571 	MS 9730-9738 
AN 102801-103700 	MS 9169-9175 	MS 9572-9580 	MS 9739-9747 
AN 103701-104600 	MS 9224 	MS 9583-9591 	MS 9748-9756 

Πίνακας Α8

Βασικά Είδη Αεροπορικών Βλήτρων (Συνέχεια)

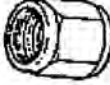
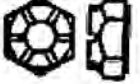
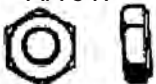
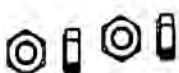
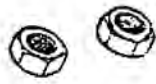
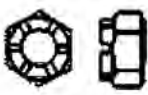
490

Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού
MS 9757-9765 	MS 21091-21093 	NAS 624-644 	NAS 1261-1270 
MS 9781-9791 	MS 21094-21095 	NAS 653-658 	NAS 1271-1280 
MS 9792-9802 	MS 21096-21097 	NAS 663-668 	NAS 1297 
MS 9803-9813 	MS 21098-21099 	NAS 673-678 	NAS 1303-1320 
MS 9814-9824 	MS 21250 	NAS 1003-1020 	NAS 1414-1422 
MS 9883-9891 	NAS 144-158 	NAS 1053 	NAS 1516-1522 
MS 9892-9900 	NAS333-340 	NAS 1083 	NAS 1578 
MS 9912-9920 	NAS 428 	NAS 1103-1120 	NAS 1586 
MS 9921-9929 	NAS 501 	NAS 1202-1210 	NAS 1588 
MS 9930-9938 	NAS 551 	NAS 1223-1235 	NAS 2005-2012 
MS 9939-9946 	NAS 563-572 	NAS 1236 	NAS 2105-2112 
MS 20004-20024 	NAS 583-590 	NAS 1243-1250 	NAS 6604-6620 

Πίνακας Α9

Βασικά Είδη Αεροπορικών Περικοχλιών

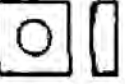
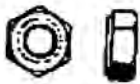
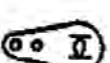
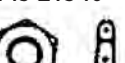
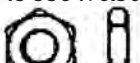
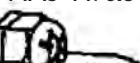
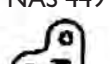
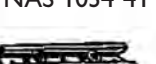
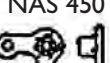
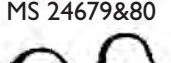
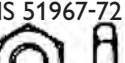
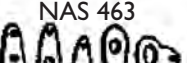
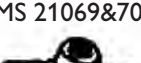
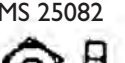
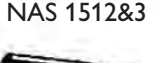
491

Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού
AN 256 	AN 355 	AN 805 	MS 9197-9199 	MS 9882 
AN310 	AN 356 	AN 817 	MS 9200-9201 	MS 9951 
AN315 	AN 360 	AN 818 	MS 9356-9357 	MS 16203 
AN 316 	AN 361 	AN 924 	MS 9358-9359 	MS 17825-17826 
AN320 	AN 362 	AN 3054 	MS 9360 	MS 17828 
AN 335 	AN 363 	AN 3066 	MS 9361-9362 	MS 17829&30 
AN 340 	AN 364 	AN 6289 	MS 9363-9364 	MS 19067&68 
AN 341 	AN 365 	AN 121501-550 	MS 9553 	MS 20341 
AN 345 	AN 366 	AN 121551-121600 	MS 9766-9767 	MS 20364 
AN 350 	AN 373 	MS 9099-9100 	MS 9881 	MS 20365 

Πίνακας Α9

Βασικά Είδη Αεροπορικών Περικοχλιών (Συνέχεια)

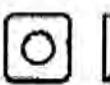
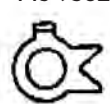
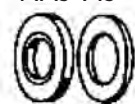
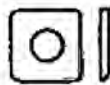
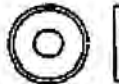
492

Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού
MS 20501 	MS 2107&72 	MS 27040 	MS 172236-270 	NAS 500 
MS 21025 	MS 21073&74 	MS 27128 	MS 172321-370 	NAS 577&8 
MS 21047&48 	MS 2108 	MS 27130&31 	NAS 395&6 	NAS 688-695 
MS 21049&50 	MS 21080 	MS 27151 	NAS 443 	NAS 696 
MS 21051&52 	MS 21081 	MS 27955 	NAS 444&5 	NAS 1021&2 
MS 21053&54 	MS 21083 	MS 35425&26 	NAS 446 	NAS 1031 
MS 21055&56 	MS 21340 	MS 35649&50 	NAS 447&8 	NAS 1032 
MS 21057&58 	MS 21917 	MS 35690&91 	NAS 449 	NAS 1034-41 
MS 21059&60 	MS 21921 	MS 35692 	NAS 450 	NAS 1067 
MS 21061&62 	MS 24679&80 	MS 51967-72 	NAS 463 	NAS 1330 
MS 21069&70 	MS 25082 	MS 90415 	NAS 487 	NAS 1512&3 

Πίνακας Α10

Βασικά Είδη Αεροπορικών Παράκυκλων

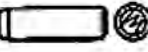
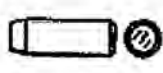
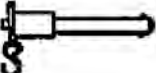
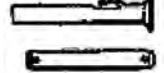
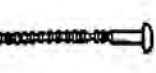
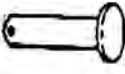
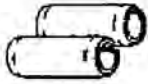
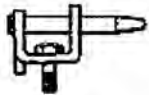
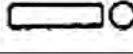
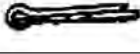
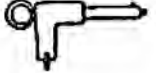
493

Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού
AN 935 	MS 9276 	MS 15795 	MS 28777 	NAS 620 
AN 936 	MS 93207&21 	MS 17811 	MS 35333&4 	NAS 1061 
AN 950-955 	MS 9482 	MS 19069&70 	MS 35335&6 	NAS 1099 
AN 960 	MS 9549 	MS 20002 	MS 35790 	NAS 1169 
AN 961 	MS 9581 	MSS 21258 	NAS 70 	NAS 1197 
AN 970 	MS 9582 	MS 25081 	NAS 143 	NAS 1252 
AN 975 	MS 9684 	MS 27051 	NAS 390&391 	NAS 1401 
AN 8013 	MS 9768 	MS 27111 	NAS 460 	NAS 1515 
AN 9081 	MS 9880 	MS 27129 	NAS 513 	NAS 1587 
MS 9274 	MS 9952 	MS 27183 	NAS 549 	NAS 1640 

Πίνακας Α11

Βασικά Είδη Αεροπορικών Πείρων

494

Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού	Αρ. Υλικού
AN 253 	MS 9047 	MS 16555 	MS 1923 	NAS1353-1366 
AN 380&381 	MS 9048 	MS 16556 	MS 51987 	NAS 1407 
AN 385 	MS 9106 	MS 16562 	MS 17401-171900 	NAS 1436-1442 
AN 386 	MS 9164 	MS 17984-17990 	NAS 427 	NAS 1446-1462 
AN 392-406 	MS 9245 	MS 20253 	NAS 561 	NAS 1486-1492 
AN 415 	MS 9389 	MS 20392 	NAS 574 	NAS 1496-1502 
AN 416 	MS 9390 	MS 24665 	NAS 607 	NAS 1535-1542 
AN 122676-121775 	MS 9462-9468 	MS 35671-35679 	NAS 1292-1296 	NAS 1546-1552 
AN 121601-121925 	MS 9436 	MS 35810 	NAS 1322 	NAS 1584 
AN 150201-150400 	MS 9842-9848 	MS 39086 	NAS 1322-1346 	NAS 1584 

Πίνακας Α12
Θερμοκρασίες Ανόπτωσης και Επαναφοράς
για Αύξηση Αντοχής

Θερμοκρασία Επαναφοράς για Επίτευξη Αντοχής σε [KSI]												
A/A	Κράμα	Ανοπ [°F]	Μέσον Βαφής	90-125	125-150	150-170	160-180	180-200	200 - 220	220 - 240	260-300	
1	1025	1625	Νερό	700	-		-	-	-	-	-	-
2	1035	1600	Νερό ή Λάδι	850 -700	-		-	-	-	-	-	-
3	1045	1575	Νερό ή Λάδι	1050- 1000	900 -800		700	-	-	-	-	-
4	1095	1500	Λάδι	1250	1150	1000	900	800	700	-	-	-
5	3140	1500	Λάδι	1250	1100	975	875	800	-	-	-	-
6	4130	1550	Νερό ή Λάδι	1200-1250	1050-1100	925 -975	800- 875	-700	-	-	-	-
7	4135	1550	Λάδι	1250	1125	1025	900	800	-	-	-	-
8	4140	1550	Λάδι	1300	1175	1075	950	850	725	-	-	-
9	4150	1525	Λάδι	-	1200	1100	975	800	-	-	-	-
10	4330	1575	Λάδι	-	-	-	-	1000	800	500	-	-
11	4335	1550	Λάδι	-	-	-	-	1000	800	-	-	-
12	4340	1550	Λάδι	-	1200	1100	1025	925	825	-	425/500	-
13	4640	1550	Λάδι	1200	1100	1000	900	750	-	-	-	-
14	6150	1550	Λάδι	-	1200	1100	1000	925	825	-	-	-
15	8630	1550	Νερό ή Λάδι	122-1200	1025-1025	925-950	825-825	700-700	-	-	-	-
16	8735	1550	Λάδι	1200	1125	1025	800	775	-	-	-	-
17	8740	1550	Λάδι	1275	1175	1075	975	850	725	-	-	-

Πίνακας A13

Θερμοκρασία και Χρόνος Παραμονής στον Κλίβανο για Βαφή και Τεχνητή Γήρανση Κραμάτων Αλουμινίου

Κράμα	Θερμοκρασία Βαφής [0° C]	Μέσον Ψύξης	Θερμοκρασία Γήρανσης [0° C]	Χρόνος Παραμονής
2014T	499 - 510	Ζεστό νερό	168 -174	10 Ωρες
2017T	499 - 510	Κρύο νερό	Περιβάλλον	96 Ωρες
2117T	499 - 510	Κρύο νερό	Περιβάλλον	96 Ωρες
2024T	488 - 499	Κρύο νερό	Περιβάλλον	96 Ωρες
5053T	515 - 527	Νερό	155-163	18 Ωρες
6061T	515 - 527	Νερό	157-163	18 Ωρες
7075T	460 - 499	Κρύο νερό	174-179	6-10 Ωρες

Πίνακας A14

Αναγνώριση Πρώτης Ύλης Μεταλλικών Σωλήνων

Πρώτη Ύλη	Δοκιμή με Μαγνητισμό	Δοκιμή με Νιτρικό Οξύ
Ανθρακούχος χάλυβας	Μαγνητίζεται έντονα	Μικρή χημική αντίδραση με καστανό χρωματισμό
18-8	Δεν μαγνητίζεται	Καμία αντίδραση
Καθαρό Νικέλιο	Μαγνητίζεται έντονα	Μικρή χημική αντίδραση με ελαφρό πράσινο χρωματισμό
Μονέλ	Μαγνητίζεται ασθενώς	Ταχεία αντίδραση με πράσινο - μπλε χρωματισμό
Νικελιούχος χάλυβας	Δεν μαγνητίζεται	Ταχεία αντίδραση με πράσινο - μπλε χρωματισμό

Πίνακας Α15

Αποτελέσματα Επαφής Ανομοίων Μετάλλων

Συνδυασμός Μετάλλων	Κράμα Αλουμινίου	Επίστρωση Καδμίου	Επίστρωση Ψευδαργύρου	Άνθρακας και Χαλυβοκράματα	Μόλυβδος	Επικασσιτέρωση	Χαλκός και Κράματα Χαλκού	Νικέλιο και Κράματα Νικελίου	Τιτάνιο και Κράματα Τιτανίου	Αντιδιαβρωτικός	Κράματα Μαγνησίου
Κράμα Αλουμινίου											
Επίστρωση Καδμίου											
Επίστρωση Ψευδαργύρου											
Άνθρακας και Χαλυβοκράματα											
Μόλυβδος											
Επικασσιτέρωση											
Χαλκός και Κράματα Χαλκού											
Νικέλιο και Κράματα Νικελίου											
Τιτάνιο και Κράματα Τιτανίου											

Σημείωση: Με μπλε χρώμα σημειώνονται οι συνδυασμοί μετάλλων στους οποίους εμφανίζεται ηλεκτροχημική διάβρωση.

Πίνακας A16

Ροπές Σύσφιξης Περικοχλίων και Ακτίνες Καμπυλότητας για Διάφορες Διαμέτρους και Πρώτες Υλές Κατασκευής Σωλήνων Σωληνώσεων με Εκχύλωση

$D_{\text{ΕΞ}}$	Αριθ.	Αριθ. Ροπή Σύσφιξης inch-lbs		Σωλήνες, Περικόχλια		Ελάχιστη Ακτίνα Κάμψης σε inch	
		Κράμα Αλουμινίου	Χαλυβόκραμα	Μέγ.	Ελάχ.	Κράμα Αλουμ.	Χαλυβόκραμα
1/8	-2	20-30				3/8	
3/16	-3	30-40	90-100	70	120	7/16	21/32
1/4	-4	40-65	135-150	100	250	9/16	7/8
5/16	-5	60-85	180-200	210	420	3/4	1 1/8
3/8	-6	75-125	270-300	300	480	15/16	1 5/16
1/2	-8	150-250	450-500	500	850	1 1/4	1 3/4
5/8	-10	200-350	650-700	700	1150	1 1/2	2 3/16
3/4	-12	300-500	900-1000			1 3/4	2 5/8
7/8	-14	500-600	1000-1100				
1	-16	500-700	1200-1400			3	3 1/2
1 -1/4	-20	600-900	1200-1400			3 3/4	4 3/8
1 1/2	-24	600-900	1500-1800			5	5 1/4
1 -3/4	-28	850-1050				7	6 1/8
2	-32	950-1150				8	7

Σημείωση: $D_{\text{ΕΞ}}$ είναι η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα σε inch, **Αριθμ.:** δηλώνει το μέγεθος του προσαρμογέα, κοχλία ή περικοχλίου, **Κράμα αλουμινίου:** 1110 - H 14 και 5052- O, **MS 28740*:** αφορά προσαρμογείς και ακροσωλήνια

Πίνακας Α17

Ροπές Σύσφιξης Περικοχλίων και Πρώτες Υλεις Κατασκευής Σωλήνων Σωληνώσεων Χωρίς Εκχύλωση

499

D inches	t inches	M inch-lbs	D inches	t inches	M inch-lbs
Χαλυβδοσωλήνας: 304 1 / 8 H			Χαλυβδοσωλήνας: 304 1A ή 347 1A		
3/16	0.016	90 - 110	3 / 8	0,042	145 -175
3/16	0.020	90 - 110	1 / 2	0,028	300 - 400
1/4	0.016	110 - 140	1 / 2	0,049	500 - 600
1/4	0.020	110 - 140	1	0,035	750 - 900
5/16	0.020	100 - 120	Σωλήνας Κράματος Αλουμινίου 6061 -T6 ή T4		
3/8	0.020	170 - 230	1 / 4	0.035	110-140
3/8	0.028	200 - 250	3/8	0.035	145/175
1/2	0.020	300 - 400	1/2	0.035	270 - 330
1/2	0.035	500 - 600	5/8	0.035	360 - 440
5/8	0.20	300 - 400	5/8	0.049	425 - 525
5/8	0.035	600 - 700	3/4	0.035	380 - 470
5/8	0.042	700 - 850	1	0.035	750 - 900
3/4	0.028	650 - 800	1 1/4	0.035	900 - 1100
3/4	0.049	800 - 960	Σημείωση: D: είναι η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα, t: είναι το πάχος τοιχώματος σωλήνα και M: είναι η Ροπή σύσφιξης inch-lbs		
1	0.020	800 - 950			
1	0.065	1600- 1750			

Πίνακας A18

Μέγ. Αποστάσεις Στήριξης Μεταλλικών Σωληνώσεων

500

d	Κράμα Αλουμινίου	Χάλυβας
1/8	9 1/2	11 1/2
3/16	12	14
1/4	13 1/2	16
3/8	16 1/2	20
1/2	19	23
5/8	22	25 1/2
3/4	21	27 1/2
1	26 1/2	30
Σημείωση: d: Εξωτερική Διάμετρος Σωλήνα σε inches		

Πίνακας Γ1

Στοιχεία Τυποποιημένης Ατμόσφαιρας ICAO

Ύψος	Θερμοκρασία	Πίεση	Πυκνότητα	Ταχύτητα Ήχου
Km	°K	N/ m ²	Kg / m ³	m /s
0.0	288.16	101325	1.225	340.3
0.5	284.91	95461	1.1673	338.4
1.0	281.66	89876	1.1117	336.4
1.5	278.41	84560	1.0581	334.5
2.0	275.16	79501	1.0066	332.5
2.5	271.92	74692	0.95696	330.6
3.0	268.67	70121	0.90926	328.6
3.5	265.42	65780	0.86341	326.6
4.0	262.18	61660	0.81935	324.6
4.5	258.93	57752	0.77704	322.6
5.0	255.93	54048	0.73643	320.5
5.5	255.69	50539	0.69747	318.51
6.0	252.44	47217	0.66011	316.5
6.5	249.2	44075	0.62431	314.4
7.0	245.95	41105	0.59002	312.3
7.5	242.71	38299	0.55719	310.2
8.0	239.47	35651	0.52578	308.1

Ύψος	Θερμοκρασία	Πίεση	Πυκνότητα	Ταχύτητα Ήχου
Km	°K	N/ m ²	Kg / m ³	m /s
8.5	236.23	33154	0.49575	306.0
9.0	232.98	30800	0.46706	303.9
9.5	229.74	28584	0.43966	301.7
10.0	226.5	26500	0.41351	299.6
10.5	223.26	24540	0.38857	297.4
11	220.02	22700	0.3648	295.2
11.5	216.78	20985	0.33743	295.1
12	216.66	19399	0.31194	295.1
12.5	216.66	17934	0.28837	295.1
13	216.66	16579	0.26659	295.1
13.5	216.66	15.327	0.24646	295.1
14	216.66	14170	0.22785	295.1
14.5	216.66	13101	0.21065	295.1
15	216.66	12112	0.19475	295.1
16	216.66	10353	0.16647	295.1
17	216.66	8849.6	0.1423	295.1
18	216.66	7565.2	0.12165	295.1
19	216.66	6467.4	0.10399	295.1
20	216.66	5528.3	0.08891	295.1
21	216.66	4728.9	0.07572	295.1

A

Absorption : Απορρόφηση
Aircraft : Αεροσκάφος
Absorber : Αποσβεστήρας
Airfield : Αεροδρόμιο
Accelerometer : Επιταχυνσιόμετρο
Airfoil : Αεροτομή
Access door : Θυρίδα προσιτότητας
Airframe : Σκάφος
Accumulator : Συσσωρευτής
Alignment : Ευθυγράμμιση
Acetone : Ακετόνη
Alternator : Εναλλάκτης
Acid : Οξύ
Altimeter : Ενδείκτης ύψους
Actuator : Κύλινδρος ενέργειας
Angle of attack : Γωνία προσβολής
Adapter : Προσαρμογέας
Annealing : Ανόπτηση
Adjustable link : Ρυθμιζόμενος σύνδεσμος
Anodizing : Ανοδίωση
Aerodynamic : Αεροδυναμική
Anti g suit : Φόρμα αντί g
Aerofoil : Αεροτομή
APU (auxiliary power unit): Βοηθητική πηγή ισχύος
Aeroplane : Αεροπλάνο
Artificial aging : Τεχνηκή γήρανση
Aging : Γήρανση

Assemble : Συναρμολογώ
Aileron : Πηδάλιο κλίσεως
Attack aircraft : Α/φος προσβολής
Air : Αέρας
Attitude : Στάση α/φους
Airbrake : Αερόφρενο
Avgas : Αεροπορικό καύσιμο

B

Balance : Ζυγοστάθμιση
Box : Κιβώτιο
Band saw : Πριονοκορδέλα
Bracket : Στήριγμα
Beam : Δοκός, ακτίνα, δέσμη
Brake : Φρένο
Bearing : Έδρανο, τριβέας
Brake disk : Δίσκος φρένου
Bead : Διόγκωση
Brake drum : Ταμπούρο
Belt : Ζώνη
Brass : Ορείχαλκος
Bench : Πάγκος εργασίας
Brazier head rivet : Ήλος με λεπτή απλωμένη κεφαλή
Bending : Κάμψη
Breather : Αναπνευστήρας
Blade : Πτερύγιο, λεπίδα

Bronze : Μπρούντζος
Bolt : Βλήτρο
Brush : Βούρτσα
Boom : Δομικό στοιχείο υποστήριξης
Bulkhead : Διάφραγμα
Booster pump : Ενισχυτική αντλία
Bushing : Τριβέας, έδρανο

Check valve : Βαλβίδα ελέγχου
Cowling : Αεροδυναμικό κάλυμμα κινητήρα
Cherry rivet : Τυφλό πριτσίνι
Cross chisel : Σταυροκόπιδο
Chemical attack : Χημική προσβολή
Cut off : Διακοπή
Chisel : Κοπίδι
Cutter : Κόφτης

C

Cabin : Θάλαμος επιβατών, καμπίνα
Chute : Αλεξίπτωτο
Caliper : Διαβήτης
Clamp : Σφικτήρας
Canards : Εμπρόσθιες επιφάνειες ελέγχου
Clecos : Κοκοράκια
Canopy : Καλύπτρα
Clevis bolt : Βλητροκοχλίας
Carbonitriding : Ενανθρακω-εναζώτωση
Climp : Αναρριχώμαι, άνοδος
Carbonize : Ανθρακώνω
Chromizing : Επιχρωμίσωση
Carburetor : Αναμικτήρας
Close tolerance : Μικρής ανοχής
Carburizing : Ενανθράκωση
Cold working : Ψυχρή κατεργασία
Case hardening : Επιφανειακή σκλήρυνση
Compressor : Συμπιεστής
Charge valve : Βαλβίδα πλήρωσης
Corrosion : Διάβρωση
Check : Έλεγχος
Cotter pin : Κοπίλια
Check point : Σημείο ελέγχου
Cowl flap : Πτερύγιο αεροδυναμικού καλύμματος κινητήρα

D

Deicing system : Σύστημα αποπάγωσης
Dorsal fin : Κατακόρυφο πτερύγιο ράχης
Demand oxygenregulator :
 Ρυθμιστής οξυγόνου κατά απαίτηση
Double shut - off valve :
 Διπλή βαλβίδα διακοπής
Demand valve : Βαλβίδα κατά απαίτηση παροχής
Double way valve : Βαλβίδα διπλής ενέργειας
Depressurization : Αποσυμπίεση
Downstream : Κατώρευμα
Dies : Βιδολόγος ή φιλιέρα
Downwash : Κατώρευμα
Differential ailerons : Διαφορικά πηδάλια κλίσεως
Dragshute : Αλεξίπτωτο οπισθέλκουσας
Dikes : Κόπτης συρμάτων
Drain cap : Πώμα αποστράγγισης
Directional control : Πορείακός έλεγχος
Drain cock : Βαλβίδα αποστράγγισης,
Disc brake : Δισκόφρενα
Drill : τριπάνι
Discharge valve : Βαλβίδα εκροής
Drive screws : Κοχλίες καρφιά
Dive brake : Αερόφρενα

E

Droop flap : Πτερύγιο καμπυλότητ.

Dive flap : Πτερύγιο καμπυλότητας βύθισης

Drop forging : Σφυρηλασία με ελεύθερη πτώση

Elevator : Πηδάλιο ανόδου - καθόδου

Engine pod : Ατρακτίδιο κινητήρα

Elevator trim tab: Αντισταθμιστικό πτερύγιο
ανόδου - καθόδου

Engine stand : Κλίνη κινητήρα

Elevon : Μικτό πηδάλιο ανόδου-καθόδου / κλίσης

Exchanger : Εναλλάκτης

Empennage : Ουραίο συγκρότημα

Exhaust nozzle : Ακροφύσιο εξαγωγής
καυσαερίων

Engine driven pump : Μηχανοκίνητη αντλία

Explosive bolt : Εκρηκτικό πριτσίνι

Engine cowling : Αεροδυναμικό κάλυμμα
κινητήρα

Explosive rivet : Εκρηκτικό βλήτρο

Engine mount : Σημείο στήριξης κινητήρα

Extension flap : Εκτεινόμενο πτερύγιο
καμπυλότητας

Engine nacelle : Ατρακτίδιο κινητήρα

Eyebolt : Οφθαλμοκοκλίας

Flare : Εκκυλάνω

Fatigue corrosion : Διάβρωση από κόπωση

Flared : Εκχειλωμένος

Feed pump : Αντλία τροφοδότησης

Flat head rivet : Ήλος επίπεδης κεφαλής

Female adapter : Θηλυκός προσαρμογέας

Flow meter : Μετρητής ροής

Fighter aircraft : Μαχητικό

Foot pedal : Ποδωστήριο

Filler cap : Πώμα πλήρωσης

Foot pump : Ποδοκίνητη αντλία

Filter : Φίλτρο

Former : Εγκάρσια νεύρωση ατράκτου

Fire bottle : Πυροσβεστήρας

Frame : Πλαίσιο

Fire control system : Σύστημα ελέγχου
πυρκαγιάς

Framework : Δικτύωμα

Fire detection system : Σύστημα ανίχνευσης
πυρκαγιάς

Fretting corrosion : Διάβρωση τριβής

Fire wall : Αντιπυρικό κάλυμμα

Fuel system : Σύστημα καυσίμου

Flame annealing : Ανόπτηση σε φλόγα

Fuel tank : Δεξαμενή καυσίμου

Flap aileron : Πηδάλιο κλίσεως

Fuselage : Ατρακτος

F

Factor of safety : Συντελεστής ασφαλείας

Flaperon : Συνδυασμός πτερυγίων
καμπυλότητας / πηδαλίου κλίσεως

Fairing : Αεροδυναμικό κάλυμμα

G

Gage pressure : Πίεση οργάνου

Go, no-go gauge : Ελεγκτήρας περνάει –
δεν περνάει

Gasket : Σταθερά παρεμβάσματα

Grommet : Ροδέλα

General - Purpose bolt : Βλήτρο γενικής χρήσης

Guard pin : Πείρος ασφαλείας

H

Hacksaws : Σιδηροπρίονα

Hardness : Σκληρότητα

Hammer : Σφυρί

Harness : Εξάρτηση

Hand forging : Χειροσφυρηλασία

Heading indicator : Ενδείκτης πορείας

Hand pump : Χειροκίνητη αντλία

Heat Treatment : Θερμική κατεργασία

Hand riveter : Πιρτσινადόρος χειρός

Helmet : Κάσκα, κράνος

Hand snips : Ψαλίδια χειρός κοπής μετάλλων

Honeycomb : Κυψελοειδής

Hardening : Σκλήρυνση

Horizontal Stabilizer : Οριζόντιο σταθερό

I

Induced drag : Επαγωγική οπισθέλκουσα

Intergranular Corrosion :

Ενδοκρυσταλλική (εσωτερική) Διάβρωση

Internal wrenching bolt :

Βλήτρο με εσωτερική εγκοπή

J

Jack : Γρύλος

K

Keelson : Διαμήκης δοκός (ατράκτου)

L

Laminar boundary layer : Στρωτό οριακό στρώμα

Load factor : Συντελεστής φόρου

Landing gear : Σύστημα προσγείωσης

Lock bolt : Βλήτρο ασφάλισης

Lateral axis : Εγκάρσιος άξονας

Lock nut : Ασφαλιστικό περικόχλιο

Lateral control : Εγκάρσιος έλεγχος

Lock pin : Ασφαλιστικός πείρος

Leading edge : Χείλος προσβολής

Lock ring : Ασφαλιστικός δακτύλιος

Leaking test : Δοκιμή διαρροής

Lock washer : Ασφαλιστικός παράκυκλος

Leak detector : Ανιχνευτής διαρροής

Lockwire : Σύρμα ασφαλείας

Lift : Άντωση

Longeron : Διαμήκης δοκός

Linkage : Σύνδεση, συνδεσμολογία

Longitudinal control : Διαμήκης έλεγχος

M

Machine screws : Μηχανικοί κοχλίες

Metering valve : Βαλβίδα ρύθμισης

Main gear : Κύριο σκέλος

Micrometer : Μικρόμετρο

Male adapter : Αρσενικός προσαρμογέας

Mid wing : Μεσοπτέρυγο αεροπλάνο

Manifold : Πολλαπλή

Monocoque fuselage :

ολοφέρουσα ή καθαρή κελυφοειδής άτρακτος

Master control : Κεντρικός έλεγχος

Monospar wing : Πτέρυγα με μία δοκό

N

Nacelle : Ατρακτίδιο Κινητήρων

Normalizing : Εξομάλυνση

Natural Aging : Φυσική Γήρανση

Nose gear : Ριναίο Σκέλος

Nitrocellulose : Νιτροκυτταρίνη

Nozzle : Ακροφύσιο

Non - ferrous : Μη σιδηρούχο

Nut : Περικόχλιο

O

Oil control valve : Βαλβίδα ελέγχου ελαίου

Outlet valve : Βαλβίδα εξαγωγής

Oil pump : Αντλία ελαίου

Overbalance : Υπερζυγοστάθμιση

Oil type paints : Ελαιοχρώματα

Overhaul manual : Εγχειρίδιο γενικής επισκευής

One way valve : Βαλβίδα μίας κατεύθυνσης

Oxygen filler valve : Βαλβίδα πλήρωσης οξυγόνου

Open end wrench : Γερμανικό κλειδί

Oxygen regulator : Ρυθμιστής οξυγόνου

Oxygen shut - off valve : Βαλβίδα διακοπής οξυγόνου

Oxygen shut - off valve : Βαλβίδα διακοπής οξυγόνου

P

Packings : Κινητά παρεμβάσματα

Pneumatic drill : Αεροδράπανο

Packing nut : Περικόχλιο στεγανότητας

Pod : Ατρακτίδιο

Packing washer : Ροδέλα στεγανότητας

Popet valve : Βαλβίδα τύπου παπαρούνας

Parachute : Αλεξίπτωτο

Power brake : Σερβόφρενα

Parasite drag : Παράσιτη οπισθέλκουσα

Power plant : Προωθητικό σύστημα

Pin : Πείρος, ακροδέκτης καλωδίου

Power pump : Μηχανική αντλία

Pin rivet : Πριτσίνι τύπου πείρου

Pressure pump : Αντλία πίεσης

Pipeline : Σωλήνωση

Pressure regulator : Ρυθμιστής πίεσης

Pitch : Βήμα, προνεύω, πρόνευση

Profile drag : Οπισθέλκουσα μορφής

Pitch - up : Ανόρθωση κεφαλής

Propeller : Έλικα

Plain flap : Απλό πτερύγιο καμπυλότ.

Pull - push : Ελξης - ώθησης

Plasticizers : Πλαστικοποιητές

Punch : Ζουμπάς

Pliers : Πένσα

Pylon : Εξωτερικός φορέας

Q

Quench aging : Γήρανση βαφής

Quench hardening : Σκλήρυνση με βαφή

Quench annealing : Ανόπτηση βαφής

Quenching : Βαφή

R

Reamers : Ρήμες

Rib : Εγκάρσια νεύρωση

Reducers : μειωτές

Ring : Δακτύλιος

Regulator Diluter Demand :
Ρυθμιστής διαλύτη κατά απαίτηση

Rivet : Πριτσίνι

Reduction valve : Βαλβίδα μείωσης

Riveting hammer : πριτσινόσφυρο

Regulating valve : Ρυθμιστική βαλβίδα

Round nose pliers : Μυτοσίμπιδο

Relief valve : Βαλβίδα ανακούφισης

Round head rivet : Ήλος με στρογγυλή κεφαλή

Restrictor valve : Περιοριστική βαλβίδα

Rudder : Πηδάλιο διεύθυνσης

Retractable aileron : Ανασυρόμενο πηδάλιο κλίσης

Rudder control tab : Αντισταθμιστικό πηδαλίου διεύθυνσης

Retractable landing gear :
Ανασυρόμενο σύστημα προσγείωσης

Rudder pedals : Ποδωστήρια πηδαλίου διεύθυνσης

Return valve : Βαλβίδα επιστροφής

Rudder elevator (rudder elevator):
Πηδάλιο διεύθυνσης / ανόδου – καθόδου

S

Safety valve : Ασφαλιστική βαλβίδα

Spar : Δοκός

Screw pitch gage : Σπειρόμετρο

Split flap : Διαχωριζόμενο περύγιο καμπυλότητας

Screwdriver : Κατσαβίδι

Spoiler : Καταστροφέας άντωσης

Scriber : Χαράκτης

Stall speed : Ταχύτητα απώλειας στήριξης

Selector valve : Βαλβίδα επιλογής

Stiffeners : Υποστηρίγματα επικάλυψης

Self locking nut : Αυτασφαλιζόμενο περικόχλιο

Stress : Τάση

Self-tapping screw : Λαμαρινόβιδα

Stress relieving : Ανακούφιση Τάσεων

Shear : Διάτμηση

Stress relief annealing : Αποτακική Ανόπτηση

Shut-off valve : Βαλβίδα διακοπής

Stringers : Δοκίδες επικάλυψης

Skin : Επικάλυψη

Structural screws : Κοχλίες δομής

Slotted flap : Πτερύγιο καμπυλότητας με σχισμή

Struts : Στυλίδια

Stress corrosion : Διάβρωση τάσεων

Surface corrosion : Επιφανειακή Διάβρωση

T

Tab : Πτερυγίδιο

Trim tab : Πτερυγίδιο αντιστάθμισης

Tail : Ουραίο

Triplane : Τριπλάνο

Tail boom : Δοκός ουράς

Tube beading : Διόγκωση σωλήνα

Take off : Απογείωση

Tube bending : Κάμψη σωλήνα

Taps : Κολαούζα

Tube cutter : Σωληνοκόπτης

Technikal Order : Τεχνικό εγχειρίδιο

Tube flaring : Εκκύλωση σωλήνα

Tempering : Επαναφορά

Turbofan : Στροβιλοκινητήρας διπλής ροής

Tension : Εφελκυσμός

Turbojet : Αμιγής στροβιλοκινητήρας

Thinner : Αραιωτικό

Turbopro : Ελικοστροβιλοκινητήρας

Thread gauge : Σπειρόμετρο

Turboshaft engine : Στροβιλοκινητήρας

Tip tank : Δεξαμενή ακροπτερυγίου

Turnlock fasteners : Κοχλίες μισής στροφής

Torque wrench : Ροπόκλειδο

Twist Drills : Τρυπάνια

Torsion : Στρέψη

Two way valve : Βαλβίδα δύο διευθύνσεων

V

Vacuum pump : Αντλία κενού

Ventral fin : Πτερύγιο κοιλιάς ατράκτου

Vane : Πτερυγίδιο (σταθερό)

Vertical fin : Κατακόρυφο σταθερό

Ventilation system : Σύστημα εξαερισμού

Vertical Stabilizer : Κάθετο σταθερό

W

Wake : Απόρευμα

Wing : Πτέρυγα

Wash primers : Κοινά αστάρια

Wipers : Καθαριστήρες

Washer : Παράκυκλος, ροδέλα

Wrenches : Κλειδιά

Wheel well : Φωλιά τροχού

U

Universal rivet : Ήλος κοινής κεφαλής

Y

Jaw : Εκτροπή

α : Γωνία προσβολής	M : Ροπή
$\alpha_{\text{Επαγ}}$: Επαγόμενη γωνία	ν : Διέδρος γωνία
Λ : Λόγος διατάμματος	ρ : Πυκνότητα
λ : Λόγος εκλέπτυνσης	ρ_{00} : Πυκνότητα ελεύθερης ροής
μ : Ιξώδες	σ : Ορθή τάση
M_x : Ροπή Διατοίχισμού	τ : Διατμητική τάση
M_y : Ροπή Πρόνευσης	T : Θερμοκρασία
M_z : Ροπή Εκτροπής	φ : Γωνία βέλους
b : Εκπέτασμα	m : Μάζα
c : Μήκος χορδής	q : Δυναμική πίεση
c_L : Συντελεστής άντωσης	p : Πίεση
C_D : Συντελεστής οπισθέλκουσας	$p_{\text{ολικ}}$: Ολική πίεση
d : Διάμετρος	p_{00} : Πίεση ελεύθερης ροής
D : Οπισθέλκουσα	R : Αεροδύναμη
F : Δύναμη	S : Εμβαδόν, πτερυγική επιφάνεια
f : Καμπυλότητα	t : Πάχος
g : Επιτάχυνση βαρύτητας	U : Ογκος
h : Ύψος	V : Ταχύτητα
L : Άντωση	V_{00} : Ταχύτητα ελεύθερης ροής

Α/φος	:	Αεροσκάφος.
Ε/Π/	:	Ελικόπτερο.
Ε.Ο.Π.	:	Ευθεία οριζόντια πτήση.
Κ.Β.	:	Κέντρο βάρους.
STOL	:	Short take off and landing (Βραχεία απο - και προσγείωση).
VTOL	:	Vertical take off and landing (Κατακόρυφη από/ προσγείωση).
F.S.	:	Fuselage Station (Σταθμός ατράκτου).
BL	:	Butt Line (Εγκάρσια γραμμή).
WL	:	Water line (Γραμμή νερού).
W.S.	:	Wing Staition (Σταθμοί πτέρυγας).
FL.S.	:	Flap Staition (Σταθμός πτερυγίου).
P/N	:	Part Number Αριθμός υλικού ή αριθμός ονομαστικού.
N.S.N.	:	National Stock Number.
F.S.N.	:	Federal Stock Number.
ΜΕΚ	:	Μεθυλοαιθυλοκετόνη.
ΣΕΠ	:	Σύστημα Ελέγχου Πτήσης.
Σ/Π	:	Σύστημα Προσγείωσης.

1. AC 65-9A : *Airframe und Power plant Mechanics, General Handbook*, 3/3/99, U.S. Department of Transportation, FAA
2. AC 65-15A : *Airframe und Powerplant, Mechanics, Airframe Handbook* 3/3/99 U.S. Department of Transportation, FAA.
3. AC 65-12 : *Airframe und Powerplant Mechanics, PowerPlant Handbook*, U.S. Department of Transportation, FAA.
4. AC 61-23 C : *Pilot 's Handbook of Aeronautical Knowledge*, U.S. Department of Transportation, FAA
5. AC 43.13-1B: *Advisory Circular, Acceptable methods, Techniques, and Practices - Aircraft Inspection and Repair*, September 8, 1998 , U.S. Department of Transportation, FAA
6. Michael J. Kroes, William A.Watkins, Frank Delp *Aircraft Maintenance & Repair*, Sixth Edition, Glencoe Macmillan /Me Graw - Hill, ISBN 0 - 07 - 112991 -X
7. Michael J.Kroes & Rardon, *Aircraft Basic Science*, Glencoe Aviation Technology Series, Macmillan/ Me Graw -Hill, ISBN 0- 02-801814-1.
8. Technical Manual, Aviation Unit Maintenance (AVUM) and Aviation Intermediate Maintenance (AVIM) *Manual for General Aircraft Maintenance -General Maintenance and Practices, Volume I to Volume JO*, TM 1 - 1500 - 204 -23 - 1 to TM 1- 1500 - 204 - 23 - 10 , Headquarters Department of the Army 31 July 1992.
9. *Technical Manual, General Aircraft Maintenance Manual*, TM 55 - 1500 - 204 - 25/1, Headquarters Department of the Army 31 July 92
10. T.O. 00-150E-9 : *Technical Manual, Aircraft Emergency Rescue Information (Fire Protection)*. Published under authority of the Secretary of the Air Force. Revision 3/ 15 January 2001.
11. *Αεροδυναμική Ι*, Γ. Γεωργαντόπουλος , ISBN 960-7888-00-6
12. *Αεροδυναμική ΙΙ*, Γ. Γεωργαντόπουλος , ISBN 960-7888-01-4
13. *Μηχανική Πτήσης Ι*, Γ. Γεωργαντόπουλος, ISBN 960-7888-13- 8
14. *Μηχανική Πτήσης ΙΙ*, Γ. Γεωργαντόπουλος, ISBN 960-7888-14-6
15. *Βασικές Αρχές Υπολογισμού και Κατασκευής Αεροπλάνων*, Ι. Γ. Κούλλιας, Εκδόσεις Συμεόν.
16. *Τεχνολογία Αεροσκαφών, Τόμος Α, Β και Γ*, Εκδόσεις "Αλφα", 1978, (Μετάφραση από το αντίστοιχο βιβλίο του F.A.A.)
17. *Τεχνολογία Μηχανολογικών Κατασκευών*, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.
18. Διαδίκτυο.

Πηγές Προέλευσης Φωτογραφιών - Εικόνων

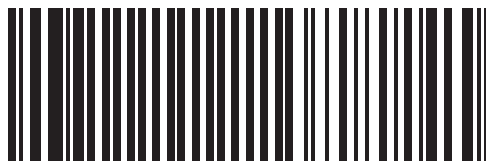
1. Προσωπικό αρχείο του συγγραφέα.
2. Από τα ακόλουθα βιβλία:
Υπολογισμός Σχεδίαση και Κατασκευή Α/φών Γ. Καρακιάζογλου.
Βλητική, Γ. Καρακιάζογλου.
Βασικές Αρχές Υπολογισμού και Κατασκευής Αεροπλάνων, Ιωάννη Κούλλια.
3. Φωτογραφίες ελεύθερου copyright από ηλεκτρονικά αρχεία κυρίως διαφημιστικά.

A/A	Αριθμός Σελίδας	Σειρά (Σ) Σχήμα (Σχ.) Πίνακας (Π)	Λάθος	Σωστό
1	5	Σ6	..στη χώρας μας.	..στη χώρα μας.
2	7	Σ24	..της Διάβρωση	..της Διάβρωσης
3	42	Σχ Α.1.1.11 Λεζάντα	..Κομπάρσων.. ..Κομπάρσου	..Κομπάσων.. ..Κομπάσου
4	56	Σ3 από το τέλος. Η εσφαλμένη γραφή της λέξης «Εκχείλωση» συναντάται και σε άλλα σημεία του βιβλίου	Β. Διάνοιξη - Εκκύλωση..	Β. Διάνοιξη - Εκχείλωση..
5	65	Σ10	Υπάρχουν εξής δύο τύποι:	Υπάρχουν οι εξής δύο τύποι:
6	103	Σ8 από το τέλος	..είναι ανισσότροπα..	..είναι ανισότροπα..
7	131	Σ4	..ειδών εκκυλώσεων..	..ειδών εκχειλώσεις..
8	166	Σ19	III. Ελαιοχρώματα, (και η συνέχεια της αρίθμησης)	IV. Ελαιοχρώματα
9	167	Σ16	..στο μητρώου..	..στο μητρώο..
10	208	Σ5 από το τέλος	.. $\mu_0 = 1,7932 \{N s/m^2\}$	.. $\mu_0 = 1,7932/Ns/m^2$
11	267	Σ2	..αντιδονιστικών..	..αντιδονητικών..
12	267	Σ7	..από συγκολλημένες..	..από συγκολλημένους..
13	338	Σ3	10. Επαναελέγχουμε..	10. Επανελέγχουμε..
14	385	Σ11,12	..υποξυγονία.	..υποξυγοναιμία.
15	385	Σ15	..τα πνευμόνια..	..οι πνεύμονες..

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

Κωδικός βιβλίου: 0-24-0080
ISBN 978-960-06-2867-8



(01) 000000 0 24 0080 8