



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Σχολή Μηχανικών

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής

Διπλωματική Εργασία

**«ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ
ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΙΠΤΑΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΑ»**

ΚΑΓΚΑ ΜΑΡΙΑ

701252017034

Επιβλέπων καθηγητής:

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΠΑΠΑΚΙΤΣΟΣ

Αθήνα, Αιγάλεω, 2022

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Μηχανικών
Τμήμα Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής

«ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΙΠΤΑΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΑ»

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1) Ε.Χ. ΠΑΠΑΚΙΤΣΟΣ	
2) Θ. ΓΚΑΝΕΤΣΟΣ	
3) Ε.-Ο. ΣΚΛΑΒΟΥΝΟΥ	

ΚΑΓΚΑ ΜΑΡΙΑ
701252017034

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Καγκά Μαρία του Αθανασίου, με αριθμό μητρώου 701252017034, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Καγκά Μαρία

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την περάτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικού Σχεδιασμού και Παραγωγής κ. Ευάγγελο Παπακίτσο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για όλες τις υποδείξεις και συμβουλές του, καθώς για την προθυμία και για τις γνώσεις που αποκόμισα καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ιστορία των μεταφορών είναι συνυφασμένη με την ύπαρξη της ανθρώπινης ζωής [/την εξέλιξη της ανθρωπότητας]. Ο πρωτόγονος άνθρωπος μετακινούνταν βαδίζοντας σε αναζήτηση τροφής ή από περιέργεια να γνωρίσει το περιβάλλον του ή ακόμη και για την προστασία του από διάφορους φυσικούς κινδύνους. Γρήγορα, όμως, αντιλήφθηκε ότι οι αντοχές του για να διανύσει μεγάλες αποστάσεις ήταν περιορισμένες. Οι αδυναμίες αυτές οδήγησαν τον άνθρωπο σε αναζήτηση διαφόρων μέσων μεταφοράς. Στην εποχή μας ο άνθρωπος κατάφερε να αναπτύξει την τεχνολογία και να κατασκευάσει μηχανήματα ικανά να αναπτύσσουν μεγάλη ταχύτητα ή να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες εμπορευμάτων ή μεγάλο αριθμό επιβατών. Μία από τις σημαντικότερες εφευρέσεις του ανθρώπου, αλλά και μία από τις πολυπλοκότερες κατασκευές, είναι το αεροπλάνο. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα μελετήσουμε τα είδη και τις εφαρμογές των αεροσκαφών. Αρχικά, θα γίνει μία εκτενής μελέτη στα είδη των ιπτάμενων οχημάτων και στους κινητήρες αυτών. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο θα ακολουθήσει η μελέτη των κινητήρων εσωτερικής καύσης και οι αρχές λειτουργίας των θερμικών μηχανών. Πιο συγκεκριμένα, θα αναφερθούν τα κύρια μέρη του αεριοστροβίλου και τα βασικά χαρακτηριστικά αυτών. Εν κατακλείδι, γίνεται αναφορά στη λειτουργία και τη χρησιμότητα του αερόστατου, καθώς και στις επιπτώσεις που έχει στο περιβάλλον με βάση τις εφαρμογές του.

Abstract

OVERVIEW OF AIRCRAFT TYPES AND ENGINE CATEGORIES FOR FLYING VEHICLES

The history of transport is intertwined with the existence of human beings [the evolution of mankind]. Primitive man moved from place to place on foot in search of food or out of curiosity about his surroundings or even for protection against natural hazards. However, he soon realized that he lacked the stamina that would enable him to cover long distances. It was this weakness that drove him to seek alternative means of transport. In this day and age man has managed to develop technology and to build vehicles that are capable of reaching a high speed or of transporting large quantities of goods or a large number of people. One of the most important inventions of man, which is also one of the most complex constructions, is the airplane. In this thesis, we will present the types and applications of aircrafts. First, there will be an extensive presentation of the types of flying vehicles and their engines. Next, in the second chapter, we will examine internal combustion engines and the principles of operation of heat engines. More specifically, we will discuss the main components of the gas turbine and their basic characteristics. In conclusion, we will present the operation and utility of the hot air balloon, as well as its environmental impact based on its applications.

Πίνακας περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1. Ιστορική αναδρομή	7
1.2. Σύγχρονες εξελίξεις	11
1.2.1. Άτρακτος	12
1.2.2. Πτέρυγες	13
1.2.3. Προσγείωση - Χειρισμός	15
1.2.4. Πρόωση	16
1.2.5. Θερμικές μηχανές	17
2. ΕΙΔΗ ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	20
2.1. Αεροπλάνα	20
2.1.1. Κινητήρες έλικα	20
2.1.2. Κινητήρες τζετ	21
2.1.3. Ηλεκτρικοί κινητήρες	22
2.1.4. Κινητήρες πυραύλων	22
2.1.5. Κινητήρες ράμτζετ και σκράμτζετ	22
2.2. Ελικόπτερο	23
2.2.1. Κινητήρες Ελικοπτέρων	23
2.3. Μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα	24
2.3.1. Βασικοί Τύποι Drones – Πολυκοπτέρων σύμφωνα με τη διάταξη των κινητήρων τους	24
2.4. Διαστημόπλοια	27
2.4.1. Κινητήρες Διαστημοπλοίων	27
2.5. Μεταφορές κι Επικοινωνίες Αερόστατου	27
2.5.1. Το Αερόστατο	28
2.5.2. Τα Μέρη του Αερόστατου	28
2.5.3. Λειτουργία του Αερόστατου	33
2.5.4. Χρησιμότητα του αερόστατου για τον άνθρωπο και την κοινωνία	34
2.5.5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	34
2.5.6. Εφαρμογές του αερόστατου	34
2.6. Αερόπλοια	36
2.6.1. Γενικά χαρακτηριστικά του Zeppelin LZ1	37
2.6.2. Τα μέρη και η χρήση του αερόπλοιου	37
2.6.3. Τύποι αερόπλοιων	38
2.6.4. Εφαρμογές αερόπλοιων	38
3. ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ	39
3.1. Εμβολοφόροι κινητήρες	40
3.2. Αεριοστρόβιλοι κινητήρες	41
3.2.1. Αρχή λειτουργίας	41
3.2.2. Κύρια μέρη αεριοστρόβιλου	42
3.2.3. Ταξινόμηση αεριοστρόβιλων και βασικά χαρακτηριστικά	46
3.2.4. Στροβιλοαντιδραστήρας	46
3.2.5. Ελικοστρόβιλος	47
3.2.6. Αξονοστρόβιλος	48
3.2.7. Στροβιλοανεμιστήρας	48
3.2.8. Στροβιλο-αθόδυλος	49
3.2.9. Πυραυλοστρόβιλος	50
4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ	52

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αυτή αποτελεί μια εκτενή αναφορά στα ιπτάμενα οχήματα και στους κινητήρες αυτών.

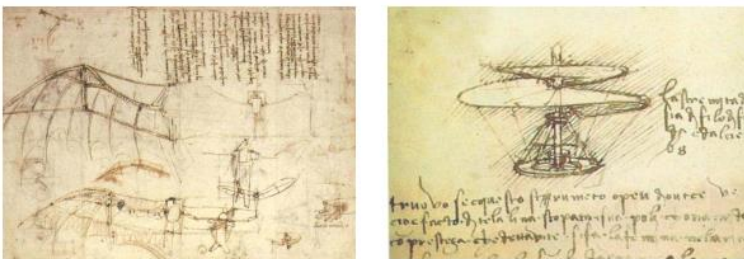
Το αεροπλάνο είναι μία από τις μεγαλύτερες εφευρέσεις του ανθρώπου αλλά και μια από τις πολυπλοκότερες κατασκευές. Με την αεροδιαστημική, η αεροπορική βιομηχανία είναι πάντα στην κορυφή της τεχνολογίας και από την άποψη των υλικών αλλά και από τις τεχνικές που αναπτύχθηκαν αρχικά για τα αεροσκάφη κι εν τέλη εφαρμόστηκαν και σε κατασκευές και προϊόντα όλων των άλλων βιομηχανιών.

Αεροσκάφη είναι οι συσκευές που ισορροπούν στον αέρα πετώντας είτε με τη βοήθεια της δύναμης της άνωσης (αερόστατα), ή με την αεροδυναμική επενέργεια του αέρα πάνω στις πτέρυγές τους (αερόδυνα). Τα αερόστατα, τα οποία χωρίζονται σε ελεύθερα, δέσμια και πηδαλιουχούμενα, είναι ελαφρύτερα από τον αέρα και η λειτουργία τους στηρίζεται στην Αρχή του Αρχιμήδη. Τα αερόδυνα από την άλλη είναι σκάφη βαρύτερα από τον αέρα, πετούν υπό την επίδραση της αεροδυναμικής άντωσης και χωρίζονται σε σταθερόπτερα ή αερόπτερα (αεροπλάνα, υδροπλάνα, αμφίβια), ελικόπτερα, αυτόγυρα, ορνιθόπτερα και ολισθητήρες ή αλλιώς αετοί.

Η πτήση ήταν πάντα μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για τον άνθρωπο. Οι εκατοντάδες δραματικές προσπάθειες που είχε καταβάλει η ανθρωπότητα είχε δημιουργήσει απογοήτευση αιώνων. Η προέλευση των πρώτων ιπτάμενων αντικειμένων που έχουν σχεδιαστεί είναι από την Κίνα.

1.1. Ιστορική αναδρομή

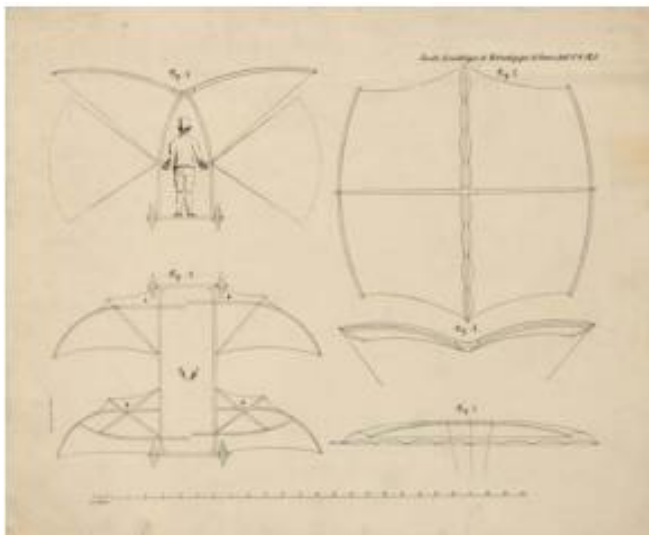
Σε νεότερα χρόνια και πιο συγκεκριμένα το 1490 ο Leonardo Da Vinci δημιούργησε την ελικοειδή αερο-βίδα. Ο Ponton d'Amécourt, το 1863, ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε τη λέξη «ελικόπτερο». Η προέλευση της λέξης προκύπτει από δύο άλλες ελληνικές λέξεις, την Έλιξ και το Πτερόν, δηλαδή βίδα και φτερό. Επιπλέον, περιέγραψε κι ένα ελικόπτερο ομοαξονικό και τους διάφορους τρόπους για το πώς θα το κατευθύνουν. Έτσι στην πορεία, το 1877 ο Forlanini δημιούργησε ένα μοντέλο αρκετά πρωτοποριακό. Συγκεκριμένα, ένα ατμοκίνητο μοντέλο που μπορούσε να πετάξει στα 12 μέτρα για 20 δευτερόλεπτα [8].



Σκίτσα του Leonardo Da Vinci [8]

Ο Sir George Cayley ασχολήθηκε με τα ζητήματα της πτήσης, με διάφορα εργαλεία του για την παρατήρηση των πουλιών, όπως και τη συστηματική διεξαγωγή πειραμάτων αλλά και τους μαθηματικούς υπολογισμούς. Χρησιμοποίησε μια συσκευή γνωστή ως «περιστρεφόμενο βραχίονα», για να δοκιμάσει την άντωση που δημιουργείται από διαφορετικές αεροτομές ή φτερά, σε διαφορετικές γωνίες και ταχύτητες. Τα έτη 1804-1809 έκανε σημαντικές μελέτες πάνω στις ιδιότητες των αεροτομών.

Ο Cayley διεξήγαγε τις πρώτες ολοκληρωμένες αεροδυναμικές δοκιμές μικρών αποστάσεων στο κτήμα του με το μοντέλο του ανεμόπτερου που σχεδίασε και κατασκεύασε το 1804. Αυτή θα μπορούσε να θεωρηθεί η πρώτη επαρκής κατασκευή αεροπλάνου. Το φτερό ήταν τοποθετημένο μπροστά, ενώ στο πίσω μέρος υπήρχε μια ουρά με οριζόντιες και κατακόρυφες επιφάνειες σε διάταξη σταυρού πάνω σε ένα εύκαμπτο σύρμα. Η πτώση όταν απελευθερώθηκε από την κορυφή ενός απότομου λόφου τον ενέπνευσε για επιπλέον μελέτη, δίνοντας έμφαση στη σταθερότητα και τον έλεγχο.



Μελέτη για το ανεμόπτερο του Cayley [8].

Το 1849 κατασκεύασε ένα τριπλάνο, το οποίο δοκίμασε σε δύο μικρές πτήσεις, αλλά σύντομα επέστρεψε στο αρχικό του πλάνο που ήταν η σχεδίαση μονοπλάνων. Το 1853 κατασκεύασε το γνωστό του ανεμόπτερο, με το οποίο ένας συνεργάτης του πέταξε σε ένα μικρό ξέφωτο. Οι δημοσιευμένες εργασίες του, με γνωστότερη την “On Aerial Navigation”, είναι αξιοσημείωτες, διότι πρότεινε τα κυρτά φτερά τα οποία είναι απαραίτητα για την άντωση, αλλά και την κλίση στο κεντρικό φτερό, το οποίο είναι απαραίτητο για την πλευρική σταθερότητα. Εισηγάγε τις έννοιες της άντωσης και της οπισθέλκουσας και θεωρείται ο πατέρας της αεροναυπηγικής, διότι οι μελέτες, τα μοντέλα, οι χαρταετοί και οι δημοσιεύσεις του επηρέασαν αργότερα πολλούς συνεχιστές του, όπως τους Chanute, Ader και τους Άγγλους Stringfellow και Henson.

Μια νέα πραγματικότητα στην έρευνα για τις πτήσεις έδωσε κοντά στο 1840 η επιτυχημένη χρήση της ατμομηχανής στα μέσα μεταφοράς, όπως τα ατμόπλοια και τα ατμοκίνητα τρένα. Με κίνητρο τα παραπάνω, ο Άγγλος εφευρέτης και

σημαντικότερος συνεχιστής του Cayley, William Samuel Henson, κατοχύρωσε πατέντα το 1843 με έναν “ατμοκίνητο εναέριο μεταφορέα για τη μεταφορά επιστολών, αγαθών κι επιβατών”. Παρόλο που δεν κατασκευάστηκε ποτέ, περιελάμβανε πολλά στοιχεία τα οποία θα χαρακτηριζόντουσαν προφητικά:

- Ενισχυμένες πτέρυγες μονοπλάνου με άνοιγμα 45,7μ. για μεγαλύτερη άντωση.
- Διπλές προωθητικές έλικες έξι λεπίδων.
- Κλειστή καμπίνα.
- Πηδάλιο και ουρά αεροπλάνου για έλεγχο.
- Τρίκυκλο σύστημα προσγείωσης.

Αν υπήρχαν ελαφριές μηχανές τότε, ίσως το μοντέλο αυτό να μπορούσε να πετάξει.

Ο Felix du Temple, Γάλλος αξιωματικός του Ναυτικού, σχεδίασε το 1857 ένα ελικοφόρο μονοπλάνο βασισμένο σε γεωμετρικές αρχές, στο οποίο τοποθέτησε πιο μετά μια μικρή ατμομηχανή. Δοκιμάστηκε το 1874 και ήταν η πρώτη κατασκευή βαρύτερη από τον αέρα η οποία άντεξε σε ελεύθερη πτήση.

Το πρώτο αεροπλάνο με μηχανισμό από λάστιχο πέταξε από τον Γάλλο Alphonse Penaud το 1871. Επιπλέον, σχεδίασε και απογείωσε επιτυχώς μοντέλα ορنيθοπτέρων κι ελικοπτέρων, επίσης με μηχανισμούς λαστιχένιου ιμάντα. Το τελευταίο του επιχείρημα ήταν ένα αμφίβιο αεροπλάνο με κλειστό cockpít, ανασυρόμενο μηχανισμό προσγείωσης τριών τροχών, πηδάλιο ανόδου-καθόδου και πηδάλιο τα οποία ήταν τοποθετημένα στο πίσω μέρος, κυρτές πτέρυγες διπλής όψεως, έλικες μεταβλητού βήματος και κεντρικό πηδάλιο ελέγχου. Δυστυχώς όμως δεν έζησε για να προλάβει να το απογειώσει. Σημείωσε πάντως αρκετή πρόοδο στη σχεδίαση της ουράς αλλά και των φτερών.

Το 1881, ο Louis P. Mouillard εξέδωσε το βιβλίο “L’ Empire de L’ Air” με αναλυτικούς πίνακες με βάρη πουλιών και φορτία φτερών. Την ίδια χρονιά έκανε 2 δοκιμαστικές πτήσεις με το δεκαπεντόκιλο ανεμόπτερό του, διανύοντας 42m περίπου. Το 1897 κατοχύρωσε πατέντα στις ΗΠΑ με τα πτερύγια κλίσεως για πλευρικό έλεγχο. Η πατέντα αυτή περιέγραφε “μια ανυψωτική μηχανή αποτελούμενη από δύο φτερά με τις πίσω πλευρές εκτός πλαισίου και στις οποίες ήταν τοποθετημένα σχοινιά για να τις τραβούν προς τα κάτω”, ενώ περιελάμβανε επιπλέον κινούμενα πτερύγια είτε μπροστά είτε πίσω, για ισορροπία σε διάφορες φάσεις της πτήσης. Η πρακτικότητα του σχεδίου του δεν είναι καθόλου σίγουρη, καθώς δεν είναι γνωστό αν είχε υλοποιηθεί και δοκιμαστεί η κατασκευή που περιέγραψε ο Mouillard. Παρόλα αυτά, τα πτερύγια κλίσης όπως και τα κινούμενα πτερύγια εμφανίζονται σήμερα σε στρατιωτικά αεροσκάφη, όπως το F-14 Tomcat, το F-111 Tactical Fighter και το European Panavia Tornado.

Το 1884 ο Ρώσος Aleksander Mozhaiskii δοκίμασε το δικινητήριο μονοπλάνο του κοντά στην Αγία Πετρούπολη, καταφέρνοντας μόνο μια άτσαλη και μικρή αναπήδηση. Ο John J. Montgomery ήταν πρωτοπόρος εφευρέτης της αεροπλοΐας και καθηγητής στο Santa Clara College. Το 1883 έκανε τις πρώτες ελεγχόμενες και

με πιλότο πτήσεις στις ΗΠΑ, με αεροσκάφος βαρύτερο από τον αέρα. Το 1905, ο πιλότος του Montgomery, Daniel Maloney, έκανε αξιοσημείωτες πτήσεις χρησιμοποιώντας ανεμοπλάνο Montgomery πτερύγων εν σειρά που προέρχονταν από τα αερόστατα. Οι πτήσεις αυτές ανέδειξαν τα σχέδια του Montgomery ως πρακτικά κι επιπλέον ήταν μέχρι εκείνη τη στιγμή οι ψηλότερες πτήσεις που έγιναν από άνθρωπο.

Ο Γάλλος Clement Ader ήταν ο πρώτος που ξεπέρασε το επίπεδο του εδάφους με αεροσκάφος το οποίο διέθετε κινητήρα. Κατάφερε να κάνει μία μικρή πτήση σε ύψος 20εκ. και απόσταση 50μ. με το Éole, μία ατμοκίνητη κατασκευή με φτερά τύπου νυχτερίδας, τα οποία είχαν άνοιγμα 49ft, δηλαδή 15 μ., και ημίκλειστο cockpit. Το επίτευγμά του δεν μπορεί να θεωρηθεί ελεγχόμενη συνεχής πτήση, αλλά ήταν μια καλή αρχή. Εξάλλου κέρδισε το ενδιαφέρον του γαλλικού Υπουργείου Αμύνης και πήρε την πρώτη στρατιωτική επιχορήγηση γι' αεροσκάφος, με την οποία κατασκεύασε το Avion III, το οποίο δεν απογειώθηκε τελικά τον Οκτώβρη του 1897 στη δοκιμαστική του πτήση.

Τα επόμενα χρόνια και άλλοι, όπως ο Dr. Samuel Pierpont Langley, ο Hiram Maxim και ο Octave Chanute, επιχειρούσαν την εξέλιξη στο κομμάτι της δημιουργίας αεριωθούμενου οχήματος. Η μεγαλύτερη εξέλιξη βεβαίως ήρθε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Το 1900 ο Πωλ Κορνύ πραγματοποίησε την πρώτη ανύψωση ελικοπτέρου και το 1907 ο καθηγητής Ρισέ και ο Λουδοβίκος Μπρεγκέ κατασκεύασαν το πρώτο ελικόπτερο που ήταν ένα τεράστιο τύπου Quadrotor με δύο επίπεδα ελίκων και χωρίς κανένα επίπεδο ελέγχου. Από την άλλη μεριά του Ατλαντικού, οι αδελφοί Ράιτ, το 1903, κατασκεύασαν το πρώτο επιτυχημένο αεροπλάνο στον κόσμο, το διπλάνο Φλάιερ με το οποίο κατάφεραν να πραγματοποιήσουν την πρώτη πτήση. Η απόσταση που κατάφεραν να διασχίσουν με το «αεροπλάνο» αυτό ήταν 260 μέτρα [4].

Η Ιστορική πτήση των αδερφών Ράιτ [4]



Μερικά χρόνια μετά, ο Δρ. Κούπερ και ο Elmer Sperry εφεύραν ένα αυτόματο γυροσκοπικό σταθεροποιητή που βοηθά τα αεροσκάφη να πετάνε ευθεία κι επίπεδα, το γνωστό γυροσκόπιο. Αυτή η κατασκευή χρησιμοποιήθηκε για τη μετατροπή του αμερικάνικου εκπαιδευτικού Navy Cruise N-9 στο πρώτο τηλεκατευθυνόμενο μη επανδρωμένο όχημα. Ουσιαστικά το πρώτο μη επανδρωμένο όχημα ήταν η

κατασκευή του Forlanini το 1877, το οποίο δεν ήταν ευσταθές και δεν υπήρχε η δυνατότητα να πηδαλιουχηθεί. Η αιτία για λεπτομερέστερη μελέτη αυτών ήταν οι Δύο Παγκόσμιοι Πόλεμοι [4, 8].

1.2. Σύγχρονες εξελίξεις

Εν έτη 2021, τα κυρίως ιπτάμενα οχήματα, τα οποία είναι ευρέως διαδεδομένα, είναι τα αεροπλάνα, τα αερόπλοια, τα ελικόπτερα, οι δορυφόροι, οι πύραυλοι και τα drones (μη επανδρωμένα οχήματα).

Γενικά, τα ιπτάμενα οχήματα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες: Στα «ελαφρύτερα από τον αέρα» (Lighter than Air - LTA) και τα «βαρύτερα από τον αέρα» (Heavier than Air - HTA). Η διαφοροποίησή τους γίνεται με βάση την αρχή πτήσης και τη μέθοδο πρόωσης.

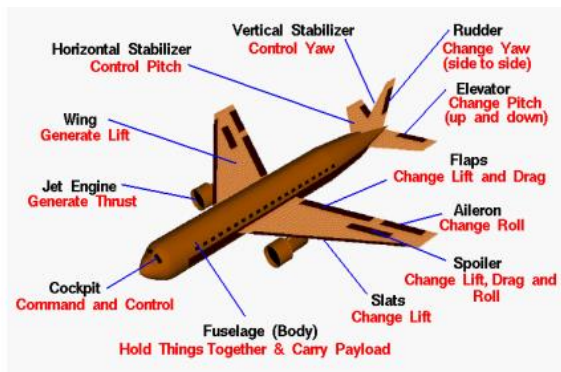
Επιπλέον, μια άλλη κατηγοριοποίηση των αεροπλάνων ανάλογα με το σκοπό χρήσης τους, είναι τα στρατιωτικά και τα πολιτικά. Ακόμα, ανάλογα με το είδος της προσγείωσης τους διακρίνονται σε υδροπλάνα και αεροπλάνα. Ένας άλλος διαχωρισμός γίνεται ανάλογα με τη μορφή προωθητικού συστήματος, δηλαδή είναι τα ελικοφόρα και τα αεριοθούμενα. Για τα αεριοθούμενα θα μιλήσουμε εκτενέστερα στη συνέχεια. Τέλος, άλλη μια κατηγοριοποίηση, η οποία προέρχεται αναλόγως της χρήσης του αεροπλάνου, τα διακρίνει σε εκπαιδευτικά, ψεκαστικά, μαχητικά, πυροσβεστικά, περιπολικά κλπ.



Μαχητικό και πολιτικό αεροσκάφος [10]

Τα βασικά μέρη ενός αεροπλάνου είναι τα εξής:

- Η άτρακτος
- Το σύστημα προώθησης
- Το σύστημα προσγείωσης
- Οι πτέρυγες
- Το ουραίο πτερυγικό συγκρότημα
- Το σύστημα χειρισμού και ελέγχου



Επιμέρους τμήματα του αεροπλάνου [8].

1.2.1. Άτρακτος

Η άτρακτος έχει σχήμα ατρακτοειδές και είναι το βασικότερο μέρος του αεροπλάνου. Πάνω στην άτρακτο βρίσκονται και οι πτέρυγες. Στο μπροστά της τμήμα υπάρχει ο θάλαμος διακυβέρνησης, όπου το μεγαλύτερο του τμήμα χρησιμοποιείται για επιβάτες, γι' αποσκευές, για εμπορεύματα, ανάλογα με το είδος του αεροπλάνου. Το σχήμα της ατράκτου πρέπει να είναι αεροδυναμικό, ώστε να παρουσιάζει τη μικρότερη δυνατή αντίσταση κατά τη διάρκεια της κίνησης της στον αέρα. Όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι υποηχητική, τότε η αντίσταση του αέρα δεν είναι πολύ μεγάλη. Γι' αυτό το λόγο αν όχι όλα, τα περισσότερα αεροσκάφη είναι υποηχητικά, γιατί όπως αναφέρθηκε παραπάνω μέσα στην άτρακτο βρίσκονται επιβάτες κι εμπορεύματα, κάτι που κάνει την άτρακτο να έχει μεγάλες διαστάσεις.



Υποηχητικό αεροπλάνο [10].

Από την άλλη στα υπερηχητικά αεροσκάφη το μπροστινό μέρος κατά προτίμηση πρέπει να είναι κώνος με μικρή γωνία και το πίσω μέρος να καταλήγει σε κόψη. Αυτό γίνεται ώστε να περιορίζονται οι δίνες που σχηματίζονται από την κίνηση της ατράκτου στον αέρα. Μπροστά τοποθετείται σουβλερή μύτη, η οποία διευκολύνει τη μετάβαση από την υποηχητική στην υπερηχητική ταχύτητα.

Για να κατασκευαστεί η άτρακτος χρησιμοποιούνται κράματα από υλικά τα οποία είναι ανθεκτικά στη θερμοκρασία και τη μηχανική καταπόνηση. Τα συνηθέστερα κράματα είναι το τιτάνιο, το αλουμίνιο, το νικέλιο αλλά και πολλά άλλα.

Κάθε αεροναυπηγική βιομηχανία χρησιμοποιεί διαφορετικές αναλογίες κραμάτων. Τέλος, η βάση των εξωτερικών μεταλλικών συσκευών είναι τέτοια ώστε να μην παρασύρεται από τη δύναμη του αέρα.



Υπερηχητικό αεροσκάφος [10].

1.2.2. Πτέρυγες

Οι πτέρυγες είναι το βασικότερο μέρος κάθε ιπτάμενου αντικειμένου-συσκευής η οποία είναι βαρύτερη από τον αέρα, γιατί μέσω αυτών γίνεται επίτευξη της ανύψωσης και της πτήσης της. Ανάλογα με τη διάταξη, το σχήμα αλλά και τον αριθμό των πτερύγων τα αεροπλάνα κατηγοριοποιούνται σε διάφορες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι αυτά που έχουν τρεις παράλληλες σειρές πτερυγίων, που ονομάζονται τριπτέρυγα.

Η δεύτερη κατηγορία είναι αυτά που έχουν δύο σειρές πτερυγίων, τα οποία ονομάζονται διπτέρυγα. Προπορεία πτέρυγας έχουν όταν η μια από τις δυο πτέρυγες βρίσκεται πιο μπροστά από την άλλη. Όταν αυτή που προεξέχει είναι η επάνω, τότε έχουμε θετική, ενώ στην αντίστροφη περίπτωση, δηλαδή να προεξέχει η κάτω, αρνητική. Η τρίτη κατηγορία είναι αυτή του μονοπλάνου, το οποίο σήμερα χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά και έχει μόνο μια σειρά από πτέρυγες. Το μεγάλο του πλεονέκτημα είναι η αεροδυναμική του. Τα μονοπτέρυγα διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- *Παρασόλ*, όπου η πτέρυγα βρίσκεται πάνω από την άτρακτο και στηρίζεται από μικρούς στύλους. Ο τύπος αυτός σήμερα κυρίως χρησιμοποιείται στα υδροπλάνα, για να διατηρήσει ψηλά τους κινητήρες από το νερό.
- *Υψηλοπτέρυγα*, όπου η πτέρυγα είναι κολλημένη στο άνω μέρος της άτρακτου. Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως σε διθέσια και τετραθέσια αεροπλάνα ιδιωτικής χρήσης, αλλά και σε μερικά μαχητικά αεροσκάφη.



[10]

- *Μεσοπτέρυγα*, όπου η πτέρυγα είναι στερεωμένη στη μέση της ατράκτου. Χρησιμοποιείται σπάνια σε βομβαρδιστικά και καταδιωκτικά αεροσκάφη, αλλά καθόλου σε επιβατικά. Ενώ έχει πολύ καλή αεροδυναμική, ο τρόπος κατασκευής της είναι πολύ περίπλοκος.



[10]

- *Χαμηλοπτέρυγα*, όπου η πτέρυγα είναι κολλημένη στο κάτω μέρος της ατράκτου. Είναι διαδεδομένος τύπος για πολιτικά και πολεμικά αεροπλάνα. Σχεδόν όλα τα πολιτικά αεροπλάνα είναι χαμηλοπτέρυγα. Η κατασκευή της είναι εύκολη και έχει πολύ καλή αεροδυναμική. Επιπλέον, ο χειριστής έχει πολύ καλή ορατότητα.



Οι πτέρυγες δεν φτάνουν από μόνες τους για να εξασφαλίσουν την απαιτούμενη ευστάθεια στο αεροσκάφος. Γι' αυτό το λόγο προσαρμόζεται στα αεροσκάφη ένα πρόσθετο στοιχείο εξισορρόπησης, το οποίο ονομάζεται ουραίο πτερυγιακό συγκρότημα. Αποτελείται από βοηθητικές πτερυγιακές επιφάνειες, όπου πρέπει η μία να είναι συνδεδεμένη με την άλλη σταθερά μεταξύ τους. Η κατακόρυφη επιφάνεια, η οποία δίνει και την εγκάρσια ευστάθεια του αεροπλάνου, λέγεται κατακόρυφο σταθερό. Η οριζόντια επιφάνεια, η οποία δίνει τη διαμήκη ευστάθεια, λέγεται οριζόντιο σταθερό.

Το ουραίο πτέρωμα συνήθως βρίσκεται στο πίσω μέρος της ατράκτου, ώστε ο μοχλοβραχίονας του να είναι όσο μεγαλύτερος γίνεται και να διασφαλίζεται η ευστάθεια του αεροσκάφους. Οι διατάξεις των επιφανειών του ουραίου πτερώματος είναι διάφορες. Οι επιφάνειες του εφοδιάζονται με κατάλληλα κινητά τμήματα που ονομάζονται πηδάλια. Στο κατακόρυφο σταθερό υπάρχει το πηδάλιο διεύθυνσης ενώ στο οριζόντιο σταθερό τα πηδάλια ύψους-βάθους.

1.2.3. Προσγείωση - Χειρισμός

Το σύστημα που επιτρέπει στο αεροπλάνο να στηρίζεται στο έδαφος αλλά και να κινείται κατά την προσγείωσή του ονομάζεται σύστημα προσγείωσης. Το σύστημα αυτό αποτελείται από τροχούς, οι οποίοι βρίσκονται σε μια ογκώδη σαμπρέλα με αρκετά χοντρό ελαστικό, ώστε να έχουν όσο μεγαλύτερη αντοχή γίνεται. Η τοποθέτηση του γίνεται όσο πιο μπροστά είναι εφικτό ώστε να υπάρχει αποφυγή ανατροπής. Επιπλέον, κατά την πτήση του αεροπλάνου αποσύρεται ώστε να μη δημιουργεί αντίσταση. Περιλαμβάνει υδραυλικό αμορτισέρ για να έχει όσο το δυνατόν λιγότερες δονήσεις μπορεί κατά τη διάρκεια της προσγείωσης, αλλά και υδραυλικά φρένα για τους τροχούς.

Γενικότερα, έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα προσγείωσης για ειδικές περιπτώσεις. Υπάρχουν τα συστήματα με δυνατότητα προσανατολισμού, τα συστήματα για περιπτώσεις πλάγιων αέριων κυμάτων, συστήματα αρθρωτά ώστε να δίνεται η δυνατότητα προσγείωσης σε οποιοδήποτε έδαφος, συστήματα σκι για προσγείωση σε χιόνι ή υδροπτερύγια για προσγείωση σε νερό. Όσον αφορά την προσγείωση, τα αεροπλάνα είναι εφοδιασμένα με έναν ανασυρόμενο γάντζο, ο οποίος πιάνεται με ειδικά καλώδια. Αυτό γίνεται για την ελάττωση του μήκους τροχοδρόμησης. Τα τελευταία χρόνια σύνηθες είναι να τοποθετούνται στο τέλος της διαδρομής ελαστικά φράγματα.

Τέλος, έχουμε το σύστημα χειρισμού και ελέγχου των αεροπλάνων. Το σύστημα αυτό βρίσκεται στο μπροστινό μέρος της ατράκτου και ονομάζεται πιλοτήριο. Περιλαμβάνει όργανα ραδιοτηλεφωνίας, όργανα μέτρησης ταχυτήτων, ενδεικτικά όργανα, όργανα κλιματισμού και αυτόματο πιλότο. Πέρα από τον δείκτη ταχύτητας του ανέμου, ο οποίος λειτουργεί με έναν σωλήνα «πιτό», ο οποίος δείχνει την ταχύτητα ανακοπής του αέρα, απαραίτητα είναι και τα ενδεικτικά όργανα. Τα ενδεικτικά όργανα δείχνουν αν το αεροπλάνο παρεκκλίνει της πορείας του, δείχνουν τις πιέσεις, τις θερμοκρασίες αλλά και την ποσότητα λαδιών, καυσίμων και αερίων καύσης.

1.2.4. Πρόωση

Επιπλέον βασικό μέρος των αεροσκαφών είναι το σύστημα πρόωσης. Η κίνηση των αεροπλάνων οφείλεται στο μηχανικό έργο που παράγουν οι κινητήρες. Λόγω της δράσης του κινητήρα, οι αέριες μάζες κινούνται με φόρα προς τα πίσω και αυτό γίνεται είτε εξαιτίας της περιστροφής του έλικα είτε της κίνησης που αποκτούν μέσα από τον κινητήρα τον ίδιο. Ο έλικας κατά τη διάρκεια της περιστροφής του αναρροφά και σπρώχνει προς τα πίσω τις αέριες μάζες. Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται επειδή ο έλικας ασκεί δύναμη πάνω στον αέρα και ο αέρας μια δύναμη ίση πάνω στον έλικα. Λόγω αυτής της δύναμης γίνεται η προώθηση του ελικοφόρου αεροπλάνου.

Σε όλα τα ιπτάμενα οχήματα έως τώρα, δύο από τους πιο διαδεδομένους τύπους κινητήρων είναι: Οι ηλεκτροκινητήρες και οι στροβιλοκινητήρες. Στην πλειοψηφία τους τα αεροσκάφη, τα οποία είναι πολιτικά, χρησιμοποιούν στροβιλοκινητήρες. Ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο τα ηλεκτρικά συστήματα πρόωσης δεν έχουν αποκτήσει ακόμη εφαρμογή στα πολιτικά αεροσκάφη είναι η χαμηλότερη πυκνότητα ισχύος που έχουν οι ηλεκτροκινητήρες σε σχέση με τους στροβιλοκινητήρες.

Η τεχνολογία των ηλεκτροκινητήρων θα μπορεί να γίνει αποτελεσματική για τα μεγάλα πολιτικά αεροσκάφη μόνον όταν η πυκνότητα ισχύος των ηλεκτροκινητήρων φτάσει αυτή των στροβιλοκινητήρων, πράγμα το οποίο φαίνεται ότι θα επιτευχθεί με την τεχνολογική ανάπτυξη των υπεραγωγίμων ηλεκτροκινητήρων. Αντίστοιχα στα UAV, μικρά εναέρια οχήματα (MAV) και τα τηλεκατευθυνόμενα αεροπλάνα μοντελισμού, οι ηλεκτροκινητήρες αποτελούν σχεδόν το μόνο σύστημα πρόωσης, λόγω της χαμηλής πυκνότητας ισχύος που χρειάζονται για μια επιτυχημένη πτήση.

Αναζητώντας ιστορικά κάποιος να βρει ποιος ήταν εκείνος που πρωτοανακάλυψε την αρχή της αερίωσης δεν θα βρει κάποιον συγκεκριμένο, για τον λόγο ότι ήταν πολλοί αυτοί που ασχολήθηκαν με τον συγκεκριμένο τομέα.

Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς τον 1^ο αιώνα μ.χ. ήταν αυτός που πραγματοποίησε την πρώτη εφαρμογή της αερίωσης. Η μηχανή που έφτιαξε θεωρείται η αρχή των αεριοστρόβιλων κινητήρων. Ένα στρογγυλό και κλειστό δοχείο που περιέχει νερό το οποίο θερμαινόταν μέχρι να παραχθεί ατμός, ο οποίος έβγαινε μέσα από δύο ακροφύσια, έτσι με τη δύναμη που προκαλούσε ο ατμός το δοχείο άρχιζε σιγά σιγά να περιστρέφεται.

Ο Ιταλός μηχανικός Jovanni Branca, το 1629, σχεδίασε στην ουσία τον πρώτο στρόβιλο. Ατμός ο οποίος παραγόταν σε ένα θερμαινόμενο δοχείο περιστρέφει έναν δίσκο που έφερε κοιλότητες περιφερειακά. Με την περιστροφή του δίσκου, μέσω ενός συστήματος γριναζιών, περιστρεφόταν κι ένας άλλος άξονας. Το σύστημα αυτό εφαρμόστηκε σε μύλο ελαιοτριβείου.

Ο Ισαάκ Νεύτων, το 1687, με την παραγωγή ατμού κατάφερε να κινήσει ένα όχημα το οποίο διέθετε μικρή ισχύ. Το 1850 ο Fernihough επινόησε τον πρώτο αεριοστρόβιλο κινητήρα με τη χρήση ατμού. Ο Frank Whittle, το 1930, κατοχύρωσε μια κατασκευή που θεωρείται για πολλούς ο πρώτος αεριοστρόβιλος κινητήρας που ήταν επιτυχημένος, για την κίνηση αεροσκάφους.

Ο Γερμανός Hans von Ohain σχεδίασε αλλά και κατασκεύασε έναν κινητήρα ο οποίος το 1939 δοκιμάστηκε επιτυχώς. Πρακτικά αυτή θεωρείται η πρώτη πτήση αεριωθούμενου αεροσκάφους. Από τότε έχει αναπτυχθεί πολύ η επιστήμη κι έχουν κατασκευαστεί αεροσκάφη τα οποία έχουν καταφέρει ακόμα και να σπάσουν το φράγμα του ήχου, όπως είναι το SR-71 Blackbird της εταιρείας General Electric αλλά και το αγγλογαλλικό επιβατικό αεροσκάφος Concorde.

Η ώση είναι μια δύναμη αντίδρασης. Μετριέται σε kp ή rounts ή lbf. Σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, εξαρτάται από την επιτάχυνση της μάζας του αερίου. Όσο μεγαλύτερη είναι η παραγόμενη ποσότητα αέρα τόσο μεγαλύτερη είναι και η ώση. Επιπλέον, η διαφορά πίεσης των παραγόμενων καυσαερίων προς την ατμοσφαιρική πίεση είναι και αυτή υπεύθυνη για τη δημιουργία της ώσης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ώση είναι ανάλογοι με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του κινητήρα και ανάλογοι με τις συνθήκες του περιβάλλοντος της πτήσης.

Οι λειτουργικοί παράγοντες είναι οι εξής:

- Εισαγωγή αέρα
- Ταχύτητα αεροσκάφους
- Αριθμός στροφών κινητήρα
- Ροή καυσίμων
- Ψύξη του κινητήρα με την εισαγωγή νερού
- Θερμοκρασία εισαγωγής καυσαερίων στον στρόβιλο
- Μείωση παραγόμενης ώσης με μείωση συμπιεσμένου αέρα.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες είναι οι εξής:

- Πίεση περιβάλλοντος αέρα
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος αέρα.

Ένα άλλο εξίσου ενδιαφέρον θέμα είναι οι αρχές της θερμοδυναμικής και πώς αυτές εφαρμόζονται στους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Θέματα όπως η θερμοκρασία, η θερμότητα και η μετάδοσή της, η απόδοση θερμικής μηχανής, η μετατροπή θερμότητας σε έργο, οι κυκλικές μεταβολές καταστάσεων, ο πρώτος και δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος και η έννοια της εντροπίας είναι μερικά από αυτά που έχουν μεγάλη σημασία για τη λειτουργία των κινητήρων.

1.2.5. Θερμικές μηχανές

Θερμοδυναμική είναι το μέρος εκείνο της επιστήμης της Φυσικής που ασχολείται με τις σχέσεις των ιδιοτήτων της ύλης και τις έννοιες της θερμότητας και φυσικά του έργου που παράγεται. Ειδικότερα, είναι η επιστήμη που μάς βοηθάει να κατανοήσουμε τις μεταβολές της κατάστασης που βρίσκεται η ύλη και τις διαδικασίες μέσω των οποίων παράγεται έργο μέσω αυτών των μεταβολών.

Για να επιτευχθεί η παραπάνω διαδικασία έχουμε τις θερμικές μηχανές, οι οποίες είναι οι μηχανές που μετατρέπουν τη θερμότητα σε μηχανική ενέργεια. Η

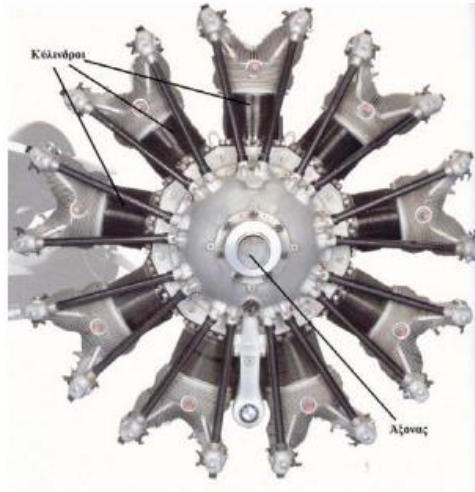
Θερμότητα μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως είναι το κάρβουνο, το πετρέλαιο, το υγραέριο αλλά και από τον ήλιο. Στην περίπτωση της καύσης, η χημική ενέργεια που έχει το καύσιμο μετατρέπεται σε θερμότητα και στη συνέχεια μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια. Αυτό γίνεται είτε μέσω ενός εμβόλου είτε μέσω της πτερωτής ενός στροβίλου.

Οι θερμικές μηχανές οι οποίες χρησιμοποιούν την καύση ως μια πηγή θερμότητας διακρίνονται σύμφωνα με το αν η καύση και η παραγωγή έργου γίνεται σε ξεχωριστά ή σε ίδια συγκροτήματα. Αν η καύση γίνεται σε ένα και μόνο συγκρότημα, όπως για παράδειγμα σε έναν εμβολοφόρο ή αεριοστρόβιλο κινητήρα, τότε η μηχανή ονομάζεται μηχανή εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ.). Από την άλλη, αν η καύση γίνεται σε ξεχωριστά συγκροτήματα τότε η μηχανή λέγεται μηχανή εξωτερικής καύσης.

Τα πιο διαδεδομένα είδη μηχανών εσωτερικής καύσης είναι η βενζινομηχανή και η πετρελαιομηχανή. Η λειτουργία τους είναι αρκετά διαφορετική, αν και σχεδιαστικά και λειτουργικά μοιάζουν αρκετά. Η λειτουργία της βενζινομηχανής βασίζεται στο κύκλο του Otto, ενώ η λειτουργία της πετρελαιομηχανής στον κύκλο του Diesel.

Η μετατροπή της χημικής ενέργειας που έχει το καύσιμο σε μηχανική ενέργεια και στα δύο είδη των θερμικών μηχανών γίνεται μέσα στους κυλίνδρους της μηχανής, με την εκτόνωση των καυσαερίων που δημιουργούνται από την καύση του μείγματος αέρα-καυσίμου. Η πίεση των καυσαερίων σπρώχνει τα έμβολα του κινητήρα. Η κίνηση που κάνουν, η οποία είναι παλινδρομική, μετατρέπεται σε περιστροφική μέσω των διωστήρων, όπου και μεταδίδεται στον άξονα του κινητήρα.

Οι αεριοστρόβιλοι είναι Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ) και χαρακτηρίζονται ως περιστροφικές μηχανές. Ως καύσιμο τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται το ελαφρύ πετρέλαιο αλλά και το φυσικό αέριο. Για τη λειτουργία τους χρησιμοποιείται ανοιχτό κύκλωμα, ο αέρας με τα καυσαέρια που παράγεται από την καύση του εκάστοτε καυσίμου. Στο κλειστό κύκλωμα, από την άλλη, χρησιμοποιείται μόνον ο αέρας ή κάποιο άλλο αέριο το οποίο να είναι κατάλληλο, όπως το κρυπτό, το ήλιο και το αργό. Και στις δυο αυτές περιπτώσεις, οι αεριοστρόβιλοι αναγκαστικά πρέπει να εφοδιάζονται με έναν αεριοσυμπιεστή, για τη συμπίεση του αέρα, είτε για να χρησιμοποιηθεί ως εργαζόμενη ουσία για την παραγωγή καυσαερίων, είτε για τη χρήση μόνο ως εργαζόμενης ουσίας των αεριοστροβίλων κλειστού κυκλώματος.



Αστεροειδής τύπος εμβολοφόρου αεροπορικού κινητήρα [5].

Οι βασικές κατηγορίες των αεριοστροβίλων είναι οι εξής:

- Στροβιλοαντιδραστήρας (turbojet)
- Ελικοφόρος στροβιλοαντιδραστήρας ή ελικοστρόβιλος (turboprop)
- Αεριοστρόβιλος μηχανικής ισχύος ή αξονοστρόβιλος (turbohaft)
- Στροβιλοανεμιστήρας (turbofan).

Γενικά, οι εμβολοφόροι κινητήρες έχουν το μειονέκτημα ότι δημιουργούν πολλούς κραδασμούς την ώρα της λειτουργίας τους, όμως έχουν και τα πλεονεκτήματα του χαμηλού τους κόστους αλλά και του μικρού χρόνου απόκρισης στις μεταβολές του χειριστή. Το γεγονός αυτό κάνει τους εμβολοφόρους κινητήρες αναντικατάστατους σε μικρά αεροσκάφη γενικής χρήσης.

Όσον αφορά τους αεριοστρόβιλους κινητήρες, η κατανάλωση καυσίμου είναι μεγάλη, όπως και το λειτουργικό κόστος. Επιπλέον, υπάρχει μεγάλη απαίτηση για εξειδικευμένο εξοπλισμό συντήρησης. Παρόλα αυτά όμως στους κινητήρες αυτούς εντοπίζονται και δυο πολύ καλά στοιχεία, όπως είναι η μεγάλη ισχύς που έχουν συγκριτικά με το βάρος τους αλλά και η δυνατότητα πρόωσης σε ταχύτητες που φθάνουν ή και ξεπερνούν την ταχύτητα του ήχου [5, 8, 10].

2. ΕΙΔΗ ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

2.1. Αεροπλάνα

Το **αεροπλάνο** είναι ένα μηχανοκίνητο αεροσκάφος με σταθερά πτερύγια, το οποίο ωθείται μπροστά από έναν κινητήρα αερίωθησης ή έναν έλικα. Υπάρχουν αεροπλάνα σε διάφορα είδη μεγεθών, σχεδίων και διατάξεις πτερύγων. Το ευρύ φάσμα χρήσης των αεροπλάνων περιλαμβάνει την αναψυχή, τη μεταφορά αγαθών και ανθρώπων, τον στρατό και την έρευνα.

Τα πιο διαδεδομένα είδη κινητήρων που χρησιμοποιούνται από τα αεροπλάνα είναι τα εξής:

- Κινητήρες έλικα
- Κινητήρες τζετ
- Ηλεκτρικοί κινητήρες
- Κινητήρες πυραύλων
- Κινητήρες ράμτζετ και σκράμτζετ.

2.1.1. Κινητήρες έλικα



Διπλάνο [2].

Τα πιο παλιά και τα μικρά σκάφη τα οποία ήταν με έλικες χρησιμοποιούσαν κινητήρες παλινδρομικής κίνησης ή κινητήρες με πιστόνια, ώστε να στραφεί ο έλικας και να δημιουργηθεί ώθηση. Η ποσότητα ώθησης που προκαλεί ένας έλικας εξαρτάται από την περιοχή στην οποία περιστρέφονται οι λεπίδες της. Στην περίπτωση που η περιοχή αυτή είναι πολύ μικρή, η αποτελεσματικότητα δεν είναι επαρκής, ενώ αν η περιοχή είναι μεγάλη, η περιστροφή του έλικα θα πρέπει να είναι με αρκετά χαμηλή ταχύτητα, ώστε να αποφευχθεί η πιθανότητα να κινείται υπερηχητικά και να δημιουργεί περισσότερο θόρυβο από ώθηση.

Λόγω αυτού, οι έλικες χρησιμοποιούνται κυρίως για αεροπλάνα που κινούνται με ταχύτητες κάτω των 0,5 Μαχ, ενώ τα αεριωθούμενα είναι καλύτερη επιλογή για ταχύτητες μεγαλύτερες αυτού του ορίου. Οι κινητήρες που διαθέτουν έλικα ίσως να προκαλούν λιγότερο θόρυβο από ότι οι κινητήρες τζετ και ίσως η απόκτηση αλλά και η συντήρησή τους να κοστίζει λιγότερο σε ελαφρά αεροπλάνα γενικής αεροπορίας όπως το Cessna 172. Τα μεγαλύτερα ελικοφόρα αεροπλάνα, όπως είναι το Dash 8, χρησιμοποιούν έναν αεριωθούμενο κινητήρα για να ενεργοποιηθεί ο έλικας, κυρίως

επειδή ένας ισάξιος σε ισχύ κινητήρας με πιστόνια θα ήταν πιο μεγάλος και περίπλοκος.

2.1.2. Κινητήρες τζετ



Υπερηχητικό αεροπλάνο [2].

Η ώθηση των αεριωθούμενων σκαφών από κινητήρες αεριώθησης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται λόγω των αεροδυναμικών περιορισμών που έχουν οι έλικες, δεν ισχύουν στην προώθηση μέσω τζετ. Αυτοί οι κινητήρες είναι πιο ισχυροί από έναν κινητήρα παλινδρομικής κίνησης για συγκεκριμένο βάρος ή μέγεθος και είναι αρκετά πιο αθόρυβοι και λειτουργούν καλύτερα σε μεγαλύτερο υψόμετρο. Τα περισσότερα σύγχρονα αεριωθούμενα αεροπλάνα χρησιμοποιούν κινητήρες τζετ με στροβίλους, οι οποίοι ισορροπούν τα πλεονεκτήματα ενός έλικα με την ισχύ ενός τζετ.

Πρόκειται ουσιαστικά για έλικα σε αγωγό προσκολλημένο σε έναν κινητήρα τζετ, όπως περίπου ένα τουρμπινοφόρο αεροπλάνο (turbo-prop), αλλά σε μικρότερη διάμετρο. Γι' αεροπλάνα αεροπορικής εταιρείας είναι αποτελεσματικός όσο παραμένει υποηχητικά, δηλαδή κάτω από την ταχύτητα του ήχου. Τα πολεμικά αεριωθούμενα και άλλα υπερηχητικά αεροσκάφη, που δεν διατηρούνται πολύ χρόνο υπερηχητικά, χρησιμοποιούν συχνά κινητήρες με στροβίλους, αλλά για να λειτουργήσουν χρειάζεται εισαγωγή αέρα στον αγωγό για να καθυστερεί τον αέρα κάτω, ώστε όταν αυτός φτάνει στο μπροστινό μέρος του στροβίλου να είναι υποηχητικός.

Όταν ο αέρας διαπερνά τον κινητήρα, τότε επιταχύνεται ξανά σε υπερηχητικές ταχύτητες. Για περισσότερη ενίσχυση της ισχύος εξόδου, το καύσιμο ρίχνεται στο ρεύμα της εξάτμισης, όπου εκεί γίνεται ανάφλεξη. Αυτό ονομάζεται μετάκαυση και χρησιμοποιείται στα απλά αεροσκάφη τζετ και στα στροβιλοφόρα, αν και κανονικά χρησιμοποιείται μόνο σε μαχητικά αεροσκάφη, εξαιτίας της ποσότητας καυσίμων που καταναλώνεται, ενώ ακόμη και τότε χρησιμοποιείται μόνο για μικρές περιόδους. Τα υπερηχητικά επιβατικά αεροσκάφη (όπως το Κονκόρντ) δεν χρησιμοποιούνται ευρέως, μιας και η πτήση υπερηχητικά δημιουργεί ηχητική έκρηξη, η οποία απαγορεύεται στις πυκνοκατοικημένες περιοχές, αλλά κι εξαιτίας της υψηλότερης κατανάλωσης καυσίμων που απαιτούν οι υπερηχητικές πτήσεις.

Τα αεριωθούμενα αεροσκάφη επιτυγχάνουν υψηλές ταχύτητες πλοήγησης, δηλαδή 700 με 900 χλμ/ώρα (430 με 560 μίλια/ώρα) και υψηλές ταχύτητες κατά την απογείωση αλλά και την προσγείωση, δηλαδή 150 με 250 χλμ/ώρα (93 με 155 μίλια/ώρα). Εξαιτίας της ταχύτητας που χρειάζεται για την απογείωση και την προσγείωση, τα αεριωθούμενα αεροσκάφη χρησιμοποιούν πτερύγια και συσκευές προβαδίσματος για να ελέγξουν την άνωση και την ταχύτητα. Ακόμη, πολλά

αεριωθούμενα αεροσκάφη χρησιμοποιούν αναστροφείς ώθησης για να μειώσουν την ταχύτητα του αεροσκάφους κατά την προσγείωση.

2.1.3. Ηλεκτρικοί κινητήρες

Ένα ηλεκτροκίνητο αεροσκάφος χρησιμοποιεί ηλεκτρικούς κινητήρες αντί για κινητήρες εσωτερικής καύσης, με τον ηλεκτρισμό να προέρχεται από τις κυψέλες καυσίμου, ηλιακά κύτταρα, ηλεκτρικούς πυκνωτές διπλής στρώσης, ακτινοβολία ισχύος ή μπαταρίες. Προς το παρόν, οι πτήσεις ηλεκτρικών αεροσκαφών περιορίζεται σε πειραματικά στάδια, περιλαμβάνοντας επανδρωμένα και μη επανδρωμένα αεροσκάφη, αν και υπάρχουν ήδη κάποια μοντέλα παραγωγής στην αγορά.

2.1.4. Κινητήρες πυραύλων



Bell X-1 [2].

Στον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο χρησιμοποιήθηκαν από τους Γερμανούς τα πυραυλοκίνητα αεροσκάφη τύπου Me 163 Komet. Το πρώτο αεροπλάνο το οποίο έσπασε το όριο του ήχου ήταν ένα αεροπλάνο-πύραυλος, το Bell X-1. Το μεταγενέστερο North American X-15 έσπασε και άλλα ρεκόρ ταχύτητας και υψομέτρου κι έθεσε τις βάσεις για τον μεταγενέστερο σχεδιασμό αεροσκαφών και διαστημικών σκαφών. Τα αεροσκάφη-πύραυλοι δεν χρησιμοποιούνται πλέον, αν και υπάρχουν πολεμικά αεροσκάφη που απογειώνονται υποβοηθούμενα από πυραύλους. Πρόσφατα αεροσκάφη πύραυλοι είναι το SpaceShipOne και το XCOR EZ-Rocket.

2.1.5. Κινητήρες ράμτζετ και σκράμτζετ

Ο κινητήρας ράμτζετ είναι ένα είδος αεριωθούμενου κινητήρα που δεν περιέχει κύρια κινούμενα τμήματα και είναι χρήσιμος σε συγκεκριμένες εφαρμογές που απαιτούν μικρό και απλό κινητήρα για χρήση σε υψηλές ταχύτητες, όπως με τα βλήματα. Τα ράμτζετ απαιτούν εμπρόσθια κίνηση προτού δημιουργήσουν ώθηση και συχνά χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες μορφές προώθησης ή με εξωτερικά μέσα, ώστε να έχουν ικανοποιητική ταχύτητα. Το Lockheed D-21 ήταν μη επανδρωμένο αεροσκάφος (drone) αναγνώρισης ωθούμενο με ράμτζετ ταχύτητας 3+ Μαχ, το οποίο εκκινούσε από ένα γονικό αεροσκάφος. Το ράμτζετ χρησιμοποιεί την εμπρόσθια κίνηση του οχήματος για να εξαναγκάσει τον αέρα να περάσει από τον κινητήρα, δίχως να καταφεύγει σε στροβίλους ή ανεμοδείκτες. Το καύσιμο προστίθεται και καίγεται, ενώ στη συνέχεια θερμαίνει και επεκτείνει τον αέρα για να παρέχει ώθηση.



Αναπαράσταση του X-43A με το σκράμτζετ στην κάτω πλευρά.

Το σκράμτζετ (scramjet) είναι ένα υπερηχητικό ράμτζετ (ramjet) κι εκτός από τις διαφορές που έχουν να κάνουν με το πως λειτουργεί η εσωτερική υπερηχητική ροή αέρα, λειτουργεί όπως ένα συμβατικό. Αυτός ο τύπος κινητήρα απαιτεί πολύ υψηλή αρχική ταχύτητα ώστε να λειτουργήσει. Το NASA X-43, ένα πειραματικό μη επανδρωμένο scramjet, έθεσε το παγκόσμιο ρεκόρ το 2004 για ένα αεριωθούμενο αεροσκάφος με ταχύτητα 9,7 Μαχ, περίπου στα 12.100 χλμ/ώρα (7.500 μίλια/ώρα) [2, 3].

2.2. Ελικόπτερο

Ελικόπτερο (έλιξ + πτερόν) ονομάζεται το αεροσκάφος το οποίο, για την ανύψωσή του και τη διατήρησή του σε πτήση, χρησιμοποιεί ένα ή περισσότερα οριζόντια (ή σχεδόν οριζόντια) στροφεία ή αλλιώς έλικες. Οι κύριες διαφορές του από το αεροπλάνο είναι ότι αφ' ενός το μέσο που παρέχει την άντωση είναι κινούμενο (τα πτερύγια του στροφείου), σε αντίθεση με το αεροπλάνο που έχει σταθερά πτερύγια, και αφ' ετέρου ότι για την ανύψωσή και πτήση του δεν απαιτείται οριζόντια κίνηση, όπως στην πλειοψηφία των αεροπλάνων.

Έχει επίσης τη δυνατότητα να κινείται προς κάθε κατεύθυνση, σε αντίθεση με το αεροπλάνο που κινείται μόνο προς τα εμπρός, και ακόμα μπορεί να αιωρείται σχεδόν ακίνητο στον αέρα. Οι ιδιότητές του αυτές το καθιστούν αναντικατάστατο ως μέσο εναέριας μεταφοράς σε περιορισμένους χώρους, όπου η δυνατότητα ελιγμών είναι μικρή, και σε απομακρυσμένους τόπους όπου η κατασκευή αεροδρομίων δεν είναι εφικτή [7].

2.2.1. Κινητήρες Ελικοπτέρων

Οι κινητήρες οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως στα ελικόπτερα είναι οι εξής:

- **ΜΗΧΑΝΕΣ PISTON** – Αυτοί είναι παρόμοιοι με τους κινητήρες των αυτοκινήτων και των μικρών αεροπλάνων και χρησιμοποιούν βενζίνη υψηλής ποιότητας, η οποία εξευγενίζεται και φιλτράρεται για να είναι πολύ καθαρότερη από τη βενζίνη αυτοκινήτων. Αυτός ο τύπος καυσίμου ονομάζεται “Avgas” και είναι συνήθως 100 οκτάνια (Low Lead).
- **ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ** – Αυτός ο τύπος κινητήρα συνήθως ονομάζεται κινητήρας τζετ και είναι σχεδιασμένος παρόμοια με τους κινητήρες ενός εμπορικού αεροσκάφους, με τη διαφορά ότι είναι μικρότερος.

Ένας κινητήρας τουρμπίνας προτιμάται από μεσαία έως μεγάλα ελικόπτερα, διότι μπορεί να παράγει μια μεγάλη ποσότητα ισχύος και είναι ελαφριά αν και όχι αρκετά οικονομική. Οι στρόβιλοι χρησιμοποιούν ένα είδος καυσίμου γνωστό ως “Jet A”, το οποίο είναι παρόμοιο με την καθαρή κηροζίνη [7].

2.3. Μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα

Τα drones είναι τα μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα που ελέγχονται είτε από κάποιον απομακρυσμένο χειριστή είτε αυτόνομα, ακολουθώντας κάποιο σχέδιο πτήσης το οποίο είναι προκαθορισμένο. Μπορεί να είναι πολυκόπτερα (τρικόπτερα, τετρακόπτερα, εξακόπτερα κ.κ.) ή και αεροπλάνα.

Πολλοί αναφέρονται με τον όρο drones σε οποιοδήποτε μη επανδρωμένο όχημα ελέγχεται από απόσταση ή από κάποιο προκαθορισμένο σχέδιο, άσχετα με το που δραστηριοποιείται:

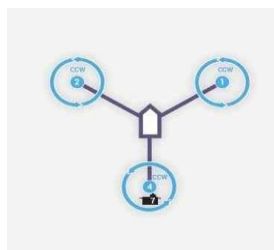
- ξηρά – unmanned ground vehicles (UGV)
- θάλασσα – unmanned marine vehicles και (UMV)
- αέρα – unmanned aerial vehicles (UAV).

Άλλοι πάλι δε χρησιμοποιούν τον όρο drone για τα μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα γιατί πιστεύουν ότι η ονομασία drone παραπέμπει σε στρατιωτικές αποστολές, το οποίο ίσχυε πριν από χρόνια. Η κατάσταση όμως έχει αλλάξει και τώρα οι περισσότεροι όταν αναφέρονται στα drones έχουν στο μυαλό τους τα πολυκόπτερα (multicopters, multirotors).

Το drone (τετρακόπτερο) για να κινηθεί αυξομειώνει ανάλογα με την εντολή που του δίνουμε τις στροφές των κινητήρων του. Για παράδειγμα:

- Για να προχωρήσει μπροστά αυξάνει τις στροφές των 2 κινητήρων που βρίσκονται στην πίσω πλευρά (2, 4) και μειώνει τις στροφές στους μπροστά (3, 1).
- Για να πετάξει προς τα αριστερά αυξάνει τις στροφές στους 2 κινητήρες στη δεξιά πλευρά (1, 4) και μειώνει τις στροφές στους 2 κινητήρες στην αριστερή (3, 2).
- Αν θέλει να κινηθεί αριστερόστροφα ή δεξιόστροφα γύρω από το αεροσκάφος αυξάνει τις στροφές στο ένα ζευγάρι των μοτέρ που βρίσκονται διαγώνια (π.χ. 1, 2) ρίχνοντας τις στροφές στο άλλο ζευγάρι (π.χ. 3, 4) ή αντίστροφα.
- Για να ανέβει ψηλότερα το drone αυξάνει τις στροφές σε όλους τους κινητήρες και αντίστοιχα για να χαμηλώσει το ύψος του μειώνει τις στροφές.

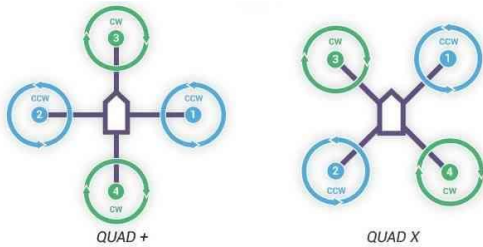
2.3.1. Βασικοί Τύποι Drones – Πολυκοπτέρων σύμφωνα με τη διάταξη των κινητήρων τους



- Τρικόπτερο

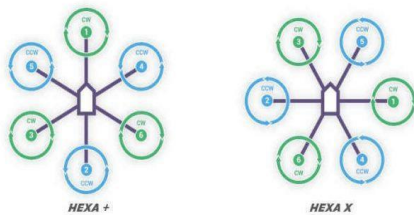
Τα τρικόπτερα έχουν τρεις κινητήρες σε σχήμα “Υ” ή “Τ”. Είναι μια οικονομική αλλά πολύπλοκη λύση και δεν προσφέρει τη σταθερότητα που έχουν οι τύποι με περισσότερους κινητήρες.

- Τετρακόπτερο



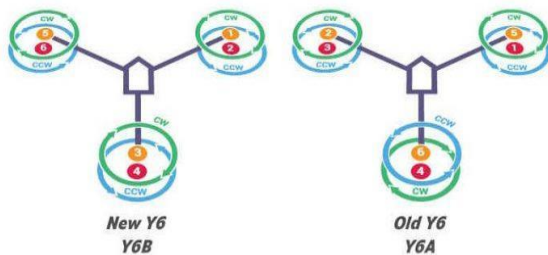
Το τετρακόπτερο συνήθως έχει σχήμα “X” και έχει τέσσερις κινητήρες: οι δυο διαγώνιοι κινούνται αριστερόστροφα και οι άλλοι δυο διαγώνιοι δεξιόστροφα. Έτσι δημιουργούν αντίθετες δυνάμεις και το drone παραμένει σταθερό. Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος drone και αυτός που έχουν οι περισσότεροι στο μυαλό τους όταν αναφέρονται στο τι είναι τα drones. Σε περίπτωση βλάβης ενός κινητήρα το τετρακόπτερο χάνει τον έλεγχο και πέφτει.

- Εξακόπτερο



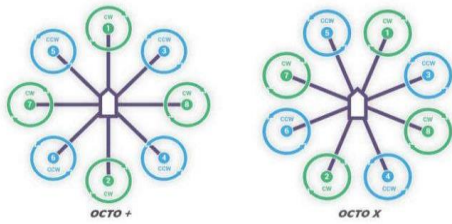
Το εξακόπτερο έχει 6 κινητήρες και δίνει μεγαλύτερη ανυψωτική δύναμη από τα προηγούμενα που είδαμε κι επιπλέον την ασφάλεια, ότι αν ένας κινητήρας αντιμετωπίσει πρόβλημα το drone δε θα πέσει, αλλά θα παραμείνει αρκετά σταθερό για να προσγειωθεί με ασφάλεια. Παρόλα αυτά, είναι ακριβότερα από τους προηγούμενους τύπους που είδαμε.

- Εξακόπτερο – Διάταξη Υ



Το Εξακόπτερο σε Διάταξη Υ συνδυάζει την ανυψωτική δύναμη ενός εξακόπτερου με το μέγεθος ενός τρικόπτερου.

- Οκτακόπτερο



Το οκτακόπτερο έχει ακόμη μεγαλύτερη ανυψωτική δύναμη από ότι το εξακόπτερο. Είναι ακόμη μεγαλύτερο και απαιτεί περισσότερη ενέργεια για να πετάξει. Χρησιμοποιείται καθαρά για επαγγελματικούς λόγους, όπως για παράδειγμα για να σηκώσει ακριβό φωτογραφικό εξοπλισμό.

- Σταθερών Πτερύγων



Αυτά τα drones χρησιμοποιούν τις ίδιες αρχές που χρησιμοποιούν τα αεροπλάνα. Χρησιμοποιούν πτερύγια για να παράγουν την άντωση. Το μόνο που χρειάζονται είναι ενέργεια που να τα κινεί μπροστά και τα πτερύγια με το αεροδυναμικό τους σχήμα παράγουν την άντωση. Πλεονέκτημα τους είναι ότι με λιγότερη ενέργεια μπορούν να καλύψουν μεγαλύτερες αποστάσεις. Αρνητικό, το ότι δεν μπορούν να κάνουν αιώρηση (hover) σε ένα μέρος το οποίο δυσκολεύει και την απογείωση και την προσγείωση τους.

- Υβριδικά

Συνδυάζουν τα θετικά και των πολυκόπτερων και των σταθερών πτερύγων. Απογειώνονται και προσγειώνονται κατακόρυφα, αλλά κάνουν πτήση σαν αεροπλάνα, εξοικονομώντας ενέργεια [6].



2.4. Διαστημόπλοια

Διαστημόπλοιο είναι ένα επανδρωμένο ή μη σκάφος το οποίο έχει σχεδιαστεί για ταξίδια στο διάστημα. Το Σπούτνικ ήταν η πρώτη διαστημοσυσκευή που έθεσε ο άνθρωπος σε τροχιά γύρω από τη Γη. Εκτοξεύθηκε από την Σοβιετική Ένωση στις 4 Οκτωβρίου 1957 και όρισε την έναρξη της Διαστημικής Εποχής, καθώς η δράση του ήταν καταλυτική για νέες πολιτικές, στρατιωτικές, τεχνολογικές κι επιστημονικές εξελίξεις [11].

2.4.1. Κινητήρες Διαστημοπλοίων

Τα αεροπλάνα και τα διαστημόπλοια χρειάζονται κινητήρες για να υπερβούν τη δύναμη της αντίστασης και τη δύναμη της αδράνειας κατά τη διάρκεια της εκκίνησης τους. Η δύναμη έλξεως του κινητήρα υπολογίζεται με βάση τους νόμους της μηχανικής, που καθορίζουν και τον υπολογισμό της αντίστασης του φτερού. Οι κινητήρες των διαστημόπλοιων ξεχωρίζουν από τους άλλους, γιατί έχουν μικρή μάζα αλλά πολύ μεγάλη ισχύ. Αν ο κινητήρας είναι πολύ βαρύς, το διαστημόπλοιο δεν μπορεί να ανυψωθεί στον αέρα ή δεν μπορεί να σηκώσει τον απαραίτητο εξοπλισμό. Γι' αυτό και οι κινητήρες των διαστημόπλοιων κατασκευάζονται με ελαφριά μεν ανθεκτικά δε υλικά.

Η αρχή της λειτουργίας του κινητήρα είναι απλή. Η ωθητική δύναμη του πυραυλικού κινητήρα δημιουργείται από τα αέρια που βγαίνουν κατά τη διάρκεια της καύσης των καυσίμων. Όσο περισσότερα αέρια εξαπολύονται στη μονάδα του χρόνου, τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη ώθησης του κινητήρα. Το συγκεκριμένο είδος κινητήρα μπορεί να λειτουργεί και στο χώρο του διαστήματος, δεδομένου ότι είναι εντελώς αυτόνομος από άποψη μετατόπισης του στο χώρο. Ιστορικά, οι πρώτοι πύραυλοι κινούνταν με πυρίτιδα, δηλ. με στερεά καύσιμα και ήταν γνωστοί πολλούς αιώνες πριν. Ακόμα και στον 20ο αιώνα, οι πρώτοι πύραυλοι κάποιας επιστημονικής ή στρατηγικής σημασίας χρησιμοποίησαν αρχικά τα στερεά καύσιμα.

Στη συνέχεια όμως αποδείχτηκε ότι τα υγρά καύσιμα προσέφεραν ισχυρότερη ώση αλλά και πολλά άλλα πλεονεκτήματα, που η πυρίτιδα δεν μπορούσε να προσφέρει. Οι κινητήρες αυτοί με υγρά καύσιμα, που είναι γνωστοί και ως χημικοί πυραυλικοί κινητήρες, λειτουργούν με τη βοήθεια δύο κύριων συνιστώντων μέτρων, του οξειδωτικού και του καυσίμου [11].

2.5. Μεταφορές κι Επικοινωνίες Αερόστατου

Μεταφορά ονομάζεται η μετακίνηση επιβατών και η διακίνηση φορτίων από έναν τόπο σε έναν άλλο. Η ανθρώπινη ιστορία είναι συνδεδεμένη με την ιστορία των μεταφορών. Η ανάπτυξη των αρχαίων πολιτισμών όπως των Φοινίκων για παράδειγμα συνδέεται άμεσα σε μεγάλο βαθμό με τις θαλάσσιες μεταφορές και το εμπόριο. Το 1492 πολλοί είναι οι ιστορικοί που τοποθετούν σε εκείνη τη χρονολογία το τέλος του μεσαίωνα και την αρχή της νεότερης εποχής, ημερομηνία ανακάλυψης της Αμερικής από τον Κολόμβο.

Αρχικά αναπτύχθηκαν οι χερσαίες μεταφορές με χαρακτηριστικά μέσα το υποζύγιο, την άμαξα, το τρένο και το αυτοκίνητο. Χαρακτηριστικά μέσα θαλάσσιων μεταφορών υπήρξαν η σχεδία, το μονόξυλο, η κωπήλατη βάρκα, το ιστιοφόρο πλοίο και τα σύγχρονα πλοία. Στην νεότερη κατηγορία που είναι οι εναέριες μεταφορές,

χαρακτηριστικά μέσα είναι το αερόστατο, το αερόπλοιο, το αεροπλάνο, το ελικόπτερο και ο πύραυλος.

Οι εξέλιξη των επικοινωνιών είχε ως εξής: Αρχικά, μέσω των αγγελιοφόρων στα σήματα με φωτιά ή καπνό. Στη συνέχεια ακολούθησε η επιστολογραφία, η οποία και κράτησε τα σκήπτρα της επικοινωνίας μέχρι που εφευρέθηκε ο τηλεγράφος και αργότερα το τηλέφωνο. Η σημερινή επικοινωνία διεξάγεται ασύρματα ή δορυφορικά ή μέσω κινητών τηλεφώνων ή και των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Σημαντικό μέρος του παγκόσμιου πολιτισμού και της οικονομίας αποτέλεσε η ανάπτυξη των μεταφορών και των επικοινωνιών. Τα επιτεύγματα σε αυτούς τους τομείς από την ανακάλυψη του τροχού την 5η χιλιετία π.Χ. μέχρι τους δορυφόρους και το διαδίκτυο δείχνουν ότι βοήθησαν στην εξέλιξη του ανθρώπινου είδους, τόσο πάνω στον πλανήτη όσο και έξω απ' αυτόν [13].

2.5.1. Το Αερόστατο

Το αερόστατο είναι ένα πτητικό μέσο, πτητική μηχανή, το οποίο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και αιωρείται λόγω της αεροστατικής άνωσης. Σύμφωνα με τη στρατηγική που ασχολείται με τα αερόστατα, υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τύποι που χρησιμοποιούνται για την απογείωσή τους:

- **Θερμού αέρα:** Τα σημερινά αερόστατα είναι αυτού του τύπου, δηλαδή το μπαλόνι γεμίζει με ζεστό αέρα. Το συγκεκριμένο θερμαίνεται μέχρι μια θερμοκρασία μεγαλύτερη της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.
- **Αερίου:** τροφοδοτούνται με ελαφρύ αέριο μη θερμαινόμενο. Μεταξύ των αερίων που χρησιμοποιούνται είναι το υδρογόνο, ήλιο, αμμωνία και συνθετικό γκάζι.
- **Αερόστατο του Γκολζιέρ:** Με σκοπό να επιτύχει μέγιστες αποδόσεις χρησιμοποιεί ή θερμαινόμενα ή ελαφρά αέρια. Τα αερόστατα του Γκολζιέρ είναι αυτά που πραγματοποίησαν πρόσφατα τον γύρο του πλανήτη.
- **Ελαστικά:** Μπορούν να ρυθμίζουν την πίεση του ωθούμενου αερίου, ακόμη και κατά τη διάρκεια της πτήσης. Σκοπός είναι να εκμηδενίσουν την απώλεια αερίου της ημερήσιας θέρμανσης [13].

2.5.2. Τα Μέρη του Αερόστατου

Τα βασικά μέρη του αερόστατου είναι τα επόμενα:

1. **Μπαλόνι:** Το μπαλόνι για να διατηρεί και να αντέχει την θερμότητα είναι φτιαγμένο από ειδικά αεροστεγές ύφασμα. Δεν είναι τελείως κλειστό ώστε να μην υπάρξει έκρηξη λόγω της διαστολής του αερίου κατά την άνωση. Εκεί βρίσκεται και ο καυστήρας. Καυστήρας είναι το όργανο που φυσάει και ζεσταίνει τον αέρα μέσα στο μπαλόνι, ελέγχεται με ειδικούς μοχλούς και είναι τοποθετημένος σε σταθερό σημείο πάνω από το κεφάλι του πιλότου.
2. **Καλάθι:** Έχει ειδικό επίστρωμα μέσα και έξω. Με αυτόν τον τρόπο το προστατεύει από την υγρασία και βοηθά στην απορρόφηση των κραδασμών. Ταυτόχρονα για να αντέχει σε ρευματοδότες και άλλα εμπόδια που μπορεί να συναντήσει στον αέρα είναι υφασμένο σφιχτά και πυκνά. Στο καλάθι

υπάρχουν τα όργανα: πυξίδα, υψομετρητής, δείκτης για τα καύσιμα και τη θερμοκρασία.

- 3. Θόλος:** Ράβεται από πολυεστερικό ύφασμα. Αφού πληρωθεί, το σχήμα του θόλου επιτρέπει στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις-τάσεις να μεταφέρονται στις κάθετες λωρίδες του (νομείς). Ως σκοπός της διαίρεσης του θόλου σε οριζόντιους νομείς είναι να γίνει ο σχηματισμός πολλών τμημάτων με μικρές διαστάσεις. Λόγος αυτού είναι να αυξηθεί η ανθεκτικότητα του θόλου και η διακοπή της επέκτασης σχισίματος του υφάσματος, εάν βέβαια συμβεί κάτι τέτοιο. Το χείλος εισόδου του αέρα στον θόλο είναι ραμμένο από ύφασμα υψηλής αντιπυρικής αντοχής. Στο συγκεκριμένο σημείο μαζί με τον θερμό αέρα, φτάνουν και οι φλόγες του καυστήρα. Στο πάνω μέρος (κορυφή) του θόλου και στο κέντρο του διαμορφώνεται ένα άλλο κυκλικής μορφής άνοιγμα (στόμιο) με πολύ μικρές διαστάσεις του στομίου εισόδου του θερμού αέρα (κάτω άνοιγμα). Σκοπός του στομίου είναι η απομόνωση του θερμού αέρα (μείωση της πίεσής του, άρα και του ειδικού του βάρους), για τον έλεγχο του αεροσκάφους κατά την πτήση (κάθοδο) και κατά την προσγείωση. Μία στρογγυλή βαλβίδα ελέγχει το άνοιγμα αυτό. Επίσης, όταν απομακρύνεται από τη θέση επαφής με το στόμιο επιτρέπει την έξοδο του αέρα και όταν εφάπτεται στην έδρα της εξασφαλίζει τη στεγνότητα. Η διατήρηση της βαλβίδας σε επαφή με το στόμιο, όταν ο θόλος βρίσκεται υπό ανάπτυξη, οπότε η πίεση του αέρα δεν είναι ακόμη ικανή να επιτύχει την επαφή αυτή, επιτυγχάνεται με ταινία συνάφειας (χριτς-χρατς, Velcro, όπως στα ρούχα και τα υποδήματα). Όταν ωστόσο ο θόλος αναπτύχθει, προ της αφέσεως για πτήση, ο κυβερνήτης έλκει το σχοινί ελέγχου της βαλβίδας (βλέπε στη συνέχεια), ώστε να αποκολληθούν οι ταινίες συνάφειας, διότι σε αντίθετη περίπτωση, όταν η πίεση του αέρα αυξηθεί περισσότερο για την απογείωση, είναι πολύ δύσκολο να υπερνικηθεί η συνολική δύναμη έδρασης ταινιών και πίεσης.



[14]

Η λειτουργία της βαλβίδας επιτυγχάνεται με την χρήση σχοινοῦ. Η διαδικασία έχει ως εξής, να δένεται στο κέντρο της βαλβίδας και να στηρίζεται στο εσωτερικό τοίχωμα του θόλου ώστε να φτάνει μέχρι το καλάθι. Όταν, λοιπόν, ελευθερωθεί επανέρχεται στην θέση του, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο στην βαλβίδα να επανεδραθεί στο στόμιο. Ένα παραπέρασμα, δηλαδή ένα πρόσθετο εξάρτημα του θόλου (πόδια, κουρτίνα) τριγωνικού σχήματος, το οποίο κρέμεται με κρίκους από το χείλος του κάτω ανοίγματος, έχει ως σκοπό να προστατεύει τη φλόγα από τον άνεμο.

Φυσικά, για να διατηρείται η φλόγα και το πλήρωμα να έχει εξασφαλισμένη ορατότητα, είναι αναγκαίο να καλύπτεται το κατάλληλο τμήμα του αερόστατου, ανάλογα πάντα με την κατεύθυνση του ανέμου. Οι ραφές των κατακόρυφων νομέων καταλήγουν σε συρματόσχοινα, τα οποία ανά ομάδες καταλήγουν σε ασφαλιστικούς κρίκους (carabiner), όπου αυτά προσδένονται με τη μέθοδο του αεροπορικού τύπου και οι ασφαλιστικοί αυτοί συνδετήρες (υψηλής αντοχής της τάξεως των τριών τόνων φορτίου) συνδέονται στις αντίστοιχες σταθερές υποδοχές των βραχιόνων του καλάθου.

Οι θόλοι είναι συνήθως δύο τύπων: οι λείοι, γιατί η επιφάνειά τους εξωτερικώς είναι λεία και ο κωδικός τους είναι "τύπος Ν". Ο δεύτερος τύπος είναι ο "τύπος Ο" και σ' αυτόν οι νομείς είναι σαφώς διακρινόμενοι, καθώς κάθε ένας είναι ανεξάρτητος από τους άλλους (οπτικός), δίνοντας μία ανώμαλη εξωτερική επιφάνεια. Ως προς τα μεγέθη, οι θόλοι ξεχωρίζουν από τη χωρητικότητά τους, δηλαδή τον όγκο τους. Έτσι, υπάρχουν οι θόλοι των 1200 μ³, των 1600 μ³, των 2000 μ³, των 2200 μ³, των 2600 μ³, των 3000 μ³, των 3700 μ³, των 4500 μ³ και των άνω των 4500 μ³. Τα πιο διαδεδομένα είναι τα μεσαία μεγέθη. Τέλος, κατά την αποθήκευση και τη μεταφορά του θόλου, συσκευάζεται και αποθηκεύεται σε κατάλληλο σάκο για την προστασία του από κάθε ειδών παραγόντων φθοράς.

4. **Κάλαθος:** Το καλάθι (basket) είναι ο χώρος διαμονής των επιβατών, ο θάλαμος διακυβέρνησης και το μηχανοστάσιο. Εκεί εγκαθίστανται οι μηχανές, ο καυστήρας δηλαδή, και όλα εκείνα που συνοδεύονται από αυτόν (φιάλες του καυσίμου αερίου κ.λπ.). Το καλάθι απαρτίζεται από το πλεκτό σώμα, τη βάση ανάρτησης από τον θόλο, την κλίση στήριξης του καυστήρα και από τα υλικά εξοπλισμού του σκάφους. Το καλάθι είναι κατασκευασμένο από Ταϊλανδέζικο καλάμι και το πάτωμα αποτελεί το βασικό δομικό στοιχείο, αφού είναι ενισχυμένο με ξύλινο σκελετό και επενδυμένο με κόντρα πλακέ. Στις τέσσερις γωνίες του βρίσκονται οι τέσσερις βραχίονες, από τους οποίους μέσω των ασφαλιστικών κρίκων (carabiner) και των συρματόσχοινων του θόλου αναρτάται ο καλάθος από τον θόλο. Επίσης, Όταν η πτήση διεξάγεται με το αερόστατο δέσμιο και πριν την άφεση για την πτήση, δένονται τα συρματόσχοινα εξωτερικής πρόσδεσης και σταθεροποίησης του αεροστάτου μέσω των βραχιόνων ή στυλιδίων ανάρτησης.



[14]

Οι φιάλες (δεξαμενές) του φυσικού καυσίμου αερίου (προπανίου) βρίσκουν στήριξη στις θέσεις τους με ζώνες ασφάλισης και στο πάνω μέρος των

στυλιδίων σχηματίζεται η κλίνη (βάση) προσαρμογής και στήριξης του καυστήρα. Το πάνω περίγραμμα του καλάθου (το χείλος, η κουπαστή) είναι ενισχυμένο με μεταλλικό στεφάνι, περιτυλιγμένο με δέρμα, εμποτισμένο με πολυεστέρα, για να πλαστικοποιηθεί η όλη κατασκευή και να ενισχυθεί. Για να προστατεύεται η καλαμμένα πλέξη από πιθανές τριβές με το έδαφος, είναι επενδυμένη με σκληρό δέρμα εξωτερικά του πατώματος. Όλη η κατασκευή είναι στηριγμένη στο πλαίσιο (βάση) με ξύλινες δοκούς (καδρόνια). Για την στήριξη των επιβατών, εσωτερικά του καλάθιού υπάρχουν λαβές, οι οποίες είναι πολύ χρήσιμες στις προσγειώσεις. Ο εξοπλισμός του καλάθου συμπληρώνεται με σχοινί, το οποίο χρησιμοποιείται για ελιγμούς κατά την προσγείωση, πυροσβεστήρα και κιβώτιο πρώτων βοηθειών.

5. **Καυστήρας:** Στον κεντρικό καυστήρα περιλαμβάνεται η πηγή τροφοδότησης του θόλου με θερμό αέρα (καυστήρας, burner). Με τη βοήθεια του διακόπτη και ενός μικρού καυστήρα οδηγού (pilot), διατηρεί τη φλόγα με την οποία αναφλέγεται ο κύριος καυστήρας. Πρόκειται για αναφλεκτήρα κάθε φορά που είναι αναγκαίο να συμπληρωθεί ο θόλος με θερμό αέρα. Το φυσικό αέριο εισέρχεται στο συγκρότημα μέσω της τροφοδοτικής φιάλης, έχοντας υγρή μορφή. Ως υγραέριο, είναι γνωστό επειδή το αέριο αποθηκεύεται υπό υψηλή πίεση. Η υγροποίηση έχει ως σκοπό να αποθηκεύει όσο το δυνατόν μεγαλύτερες ποσότητες αερίου σε μικρό όγκο της φιάλης. Το υγρό αέριο εκτονούται στον σπειροειδή σωλήνα του καυστήρα, όπου και αεριοποιείται και φτάνει στο ακροφύσιο και σχηματίζει το καύσιμο μείγμα το οποίο αναφλέγεται από την φλόγα του οδηγού καυστήρα. Το πλήρωμα προστατεύεται από τη θερμότητα (πέραν από το γεγονός ότι η φλόγα κατευθύνεται προς τα πάνω από τον μεταλλικό κάτω κυπελλοειδή υποδοχέα του καυστήρα. Κατά κύριο λόγο, το συγκρότημα των καυστήρων αποτελείται από δύο καυστήρες. Οι καυστήρες αυτοί λειτουργούν ή ταυτόχρονα ή μεμονωμένα και κατέχουν διακόπτες αλλά και αναφλεκτήρα ο καθένας. Ο αναφλεκτήρας καίει και το φυσικό αέριο όπου η πίεση είναι πιο χαμηλή από αυτή του κύριου καυστήρα. Το αέριο καταλήγει στο ακροφύσιο και αναμειγνυόμενο αναφλέγεται μετά από την εκροή του με τον αέρα. Η ανάφλεξη αυτή επιτυγχάνεται είτε με ενσωματωμένο στο σύστημα πιεζοηλεκτρικό αναπτήρα, είτε με άλλο μέσον, ακόμη και με σπίρτα.



[14]

Εκτός από τη στήριξη του καυστήρα, η κλίνη, δηλαδή η βάση του καυστήρα αναλαμβάνει και τη δομική συμπλήρωση του σκελετού του καλαθιού, αποτελεί το συνδετήριο στοιχείο των τεσσάρων στυλιδίων ανάρτησής του, ενώ ταυτόχρονα και παράλληλα είναι επιφορτισμένη με την απορρόφηση των οριζόντιων δυνάμεων, οι οποίες είναι αναπτυγμένες επί του θόλου. Για αυτούς τους λόγους, η κλίνη, όπως και για παράδειγμα οι ασφαλιστικοί κρίκοι, όπου υπάρχουν, είναι κατασκευασμένη από αεροπορικής ποιότητας χάλυβα, επιχρωμιωμένο για να υπάρξει μεγαλύτερη προστασία.

6. **Δεξαμενές Αερίου:** Τα δοχεία αποθήκευσης που χρησιμοποιούνται για τη φύλαξη του υγροποιημένου φυσικού αερίου (προπάνιο) για τα αερόστατα είναι κατασκευασμένα με προδιαγραφές ασφάλειας και ανθεκτικότητας από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Δημιουργούνται από ανοξείδωτο χάλυβα, αλουμίνιο και τιτάνιο και για αυτό χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:
- Υπάρχει η «κύρια δεξαμενή» (master tank), στην οποία τοποθετείται ο βασικός διακόπτης, ένας διακόπτης με τον οποίο ρυθμίζεται η πίεση του αναφλεκτήρα και ένας διακόπτης που ορίζει τον εξαερισμό, δηλαδή το ποσοστό του αέρα που θα υπάρχει στο αερόστατο, προκειμένου το υγροποιημένο αέριο να «απλώνεται» καθ' όλη την έκταση του δοχείου κατά την πλήρωση.
 - Υπάρχει και η δεξαμενή με τυπικές προδιαγραφές όσον αφορά διακόπτες ρύθμισης πίεσης για τον αναφλεκτήρα.

Ωστόσο, όλα τα δοχεία, περιέχουν μετρητές για να ελέγχεται η ποσότητα του καυσίμου που περιέχεται στον καθένα εξ' αυτών.

7. **Συνολικός Εξοπλισμός:** Με σκοπό να πληροί τις προδιαγραφές της αρχικής πλήρωσης, λειτουργικής διαδικασίας, του βασικού ελέγχου πτήσης, ασφάλειας και εξασφάλισης πρόληψης μικροτραυματισμών, το αερόστατο προμηθεύεται με τα απαραίτητα υλικά και όργανα. Όταν ο θόλος βρίσκεται στην πρώτη φάση όπου η χρήση του καυστήρα είναι αδύνατη, χρησιμοποιείται ένας ανεμιστήρας πολύ ισχυρός, ο οποίος τροφοδοτεί με ψυχρό αέρα (περιβάλλοντος) τον θόλο. Αυτό γίνεται διότι δεν υπάρχει άνοιγμα δια του οποίου να διέλθει με ασφαλή τρόπο η φλόγα.



[14]

Εντός του θόλου όταν η πίεση του αέρα αρχίσει να δημιουργεί χώρο, τότε είναι που αναλαμβάνει ο τελευταίος το έργο του ώστε να διαμορφώνει το στόμιό του καθαρά. Κατά τη διάρκεια της πτήσης, τη διακυβέρνηση του

αεροσκάφους υποβοηθούν τα όργανα (instruments), δηλαδή το θερμόμετρο, το υψόμετρο και το βαρόμετρο. Συνήθως, το ταχύμετρο δεν είναι απαραίτητο στα ελεύθερα αερόστατα. Ένα σχοινί ελιγμών, συγκράτησης και καθοδήγησης από το βοηθητικό προσωπικό εδάφους κατά την προσγείωση (όπως είναι οι κάβοι των πλοίων) υπάρχει μέσα στον κάλαθο και συγκαταλέγεται μεταξύ των βασικών υλικών εξοπλισμού. Για την μεταφορά του αερόστατου δεν λείπει ο πυροσβεστήρας, το φαρμακείο και φυσικά ένα τροχήλατο (τρέιλερ) [14].

2.5.3. Λειτουργία του Αερόστατου

Η Αρχή λειτουργίας του αερόστατου βασίζεται στην Αρχή του Αρχιμήδη, δηλαδή, ισχύει η άνωση στην αεροστατική. **Η Αρχή του Αρχιμήδη:** Η άνωση ενός αντικειμένου είναι ίση με την ποσότητα του νερού που αυτό εκτοπίζει. Ο Αρχιμήδης ανακάλυψε την αρχή αυτή ενώ βρισκόταν στην μπανιέρα του. Διαπίστωσε ότι η ποσότητα του νερού που ξεχειλίζει και χυνόταν στο πάτωμα είχε τον ίδιο όγκο με το σώμα του, το οποίο και έσπρωχνε το νερό έξω από την μπανιέρα.

Όταν ένα ξένο σώμα εισχωρεί μέσα στο νερό, εκείνο μετατοπίζεται. Δεν φεύγει όμως στην πραγματικότητα. Βρίσκεται γύρω από το αντικείμενο και το σπρώχνει προς τα πάνω για να το στηρίξει. Αυτή είναι η Άνωση. Τα αντικείμενα μπορούν να επιπλέουν όχι μόνο στο νερό αλλά και στον αέρα. Τότε λέμε ότι τα αντικείμενα αιωρούνται. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, στα αερόστατα σε αυτή την περίπτωση η άνωση είναι ίση με το βάρος του αέρα που εκτοπίζεται. Το αερόστατο θα πέσει αν το συνολικό βάρος του αερόστατου, του αέρα που περιέχει και των επιβατών του είναι μικρότερο της άνωσης. Αυτό που καθορίζει αν ένα αντικείμενο θα επιπλεύσει ή θα αιωρηθεί είναι από την πυκνότητα.

Η διαίρεση του βάρους του προς τον όγκο του αρκεί για να βρεθεί η πυκνότητα ενός αντικειμένου. Όταν η ουσία γίνεται ψυχρότερη ή θερμότερη, η πυκνότητα αλλάζει ανάλογα. Δηλαδή, από την θερμοκρασία εξαρτάται κάθε ουσία που έχει συγκεκριμένη ποσότητα. Όταν όμως εξετάζεται ένα κούφιο αντικείμενο, όπως για παράδειγμα το αερόστατο, αρκεί η συνολική του πυκνότητα να είναι μικρότερη του αέρα.

Άνοδος: Για να αιωρείται το καλάθι και οι επιβάτες, το μπαλόني στα αερόστατα πρέπει να είναι μεγάλο ώστε να εκτοπίζει αρκετή ποσότητα αέρα κι έτσι να δημιουργείται άνωση. Κάτω από το μπαλόني, ο καυστήρας θερμαίνει τον αέρα στο εσωτερικό του μπαλονιού. Ο αέρας διαστέλλεται, περίπου το ¼ της ποσότητάς του διαφεύγει από την ανοιχτή βάση του μπαλονιού και η συνολική πυκνότητά του καθώς αυτή μειώνεται γίνεται μικρότερη από την άνωση και το αερόστατο υψώνεται. Ο καυστήρας λειτουργεί με καύσιμα προπανίου. Θερμαίνει τον αέρα του μπαλονιού σε θερμοκρασία 1000° C.

Κάθοδος: Ο αέρας στο περίβλημα ψύχεται, σταματάει η λειτουργία του καυστήρα. Καθώς συστέλλεται, από τη βάση του μπαλονιού μπαίνει στον διαθέσιμο χώρο και άλλος αέρας, αυξάνοντας τη συνολική πυκνότητα. Το αερόστατο κατεβαίνει, δεν είναι πλέον αρκετή. Το αερόστατο θερμού αέρα μπορεί μόνο να αιωρείται και να κινείται παράλληλα με τον άνεμο. Γίνεται χρήση του καυστήρα, με διακοπές, για να κρατηθεί σταθερό. Πολύ σύντομα μετά την πρώτη πτήση του συνειδητοποιήθηκε η

χρησιμότητά του στις στρατιωτικές επιχειρήσεις, αρχικά σε ρόλους αναγνώρισης και καθοδήγησης πυρών πυροβολικού (και αργότερα ως μέσο αεράμυνας, κατασκοπείας αλλά και βομβαρδισμού με τη μορφή αερόπλοιων Ζέπελιν). Σε τέτοιους ρόλους συνέχισε να χρησιμοποιείται μέχρι και τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο [14].

2.5.4. Χρησιμότητα του αερόστατου για τον άνθρωπο και την κοινωνία

Καθ' όλη την ιστορική διαδρομή των αερόστατων, εκείνα χρησιμοποιήθηκαν για διάφορους σκοπούς. Το όνειρο του ανθρώπου ήταν τα αεροπλάνα να μπορούν να πετούν και αυτό ανακαλύφθηκε ότι ήταν εφικτό. Καθώς τα αερόστατα δεν έχουν τη δυνατότητα να χαράσσουν την πορεία τους, αλλά ακολουθούν τον άνεμο, δεν έτυχαν μεγάλης αξιοποίησης σαν μέσα μεταφοράς. Σε υπερατλαντικές διαδρομές, ακόμη, τα αερόπλοια, σε μία παραλλαγή τους χρησιμοποιήθηκαν για την μεταφορά των επιβατών. Όμως, η χρήση τους είχε άδοξο αλλά και τραγικό τέλος μετά την καταστροφή του γερμανικού αερόπλοιου Hindenburg που τυλίχθηκε στις φλόγες κατά την άφιξή του στις ΗΠΑ το 1937.

Πολύ σύντομα μετά την πρώτη πτήση του, συνειδητοποιήθηκε η χρησιμότητά του στις στρατιωτικές επιχειρήσεις, αρχικά σε ρόλους αναγνώρισης και καθοδήγησης πυρών πυροβολικού (και αργότερα ως μέσο αεράμυνας, κατασκοπείας αλλά και βομβαρδισμού με τη μορφή αερόπλοιων Ζέπελιν). Σε τέτοιους ρόλους συνέχισε να χρησιμοποιείται μέχρι και τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Επιπρόσθετα, για να εμποδίζουν την πτήση των εχθρικών αεροπλάνων πάνω από τις κατοικημένες περιοχές, χρησιμοποιήθηκαν για αμυντικούς σκοπούς δεμένα με συρματόσχοινα σε πυκνές διατάξεις.

Στην εξερεύνηση των ανώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας αλλά και της μετεωρολογίας, σημειώνεται μια πολύ σημαντική χρήση των αεροστάτων, που συνεχίζεται ακόμη και σήμερα. Έτσι, δίνουν τη δυνατότητα στους επιστήμονες να ανεβάσουν σε πολύ μεγάλα υψόμετρα όργανα που καταγράφουν τις μετεωρολογικές συνθήκες ή μετράνε και αναλύουν ατμοσφαιρικά φαινόμενα. Εξέλιξη του αερόστατου αποτέλεσε το αερόπλοιο [14].

2.5.5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Το αερόστατο θερμού αέρα είναι φιλικό στο περιβάλλον. Κίνδυνος μόλυνσης υπάρχει στον μηχανισμό του καυστήρα σε περίπτωση βλάβης ή ατυχήματος στο αερόστατο υδρογόνου. Αυτή η απειλή έχει αντιμετωπιστεί τοποθετώντας βαλβίδες ασφαλείας υψηλής πίεσης ή με χρήση ηλίου αντί υδρογόνου [13].

2.5.6. Εφαρμογές του αερόστατου

Τα αερόστατα χρησιμοποιούνται σήμερα για επιστημονικές εργασίες (μετεωρολογικές παρατηρήσεις της ανώτερης ατμόσφαιρας), αλλά κατά κύριο λόγο για ψυχαγωγία και προβολή διαφημίσεων. Ο λόγος είναι η μεγάλη ορατότητα από το έδαφος της επιφάνειας του μπαλονιού. Επίσης, χρησιμοποιείται ευρύτατα σε ψυχαγωγία και σπορ.

Σε περίπτωση βλάβης, ως μέσω σωτηρίας, δημιουργήθηκε το αλεξίπτωτο. Πρώτος το χρησιμοποίησε ο Γκαρνερίν το 1797, που κατέβηκε μ' αυτό από ύψος 1.000 μέτρων. Το 1895, ο Καπάτζο και η Ντυ Γκαστ κατέβηκαν από ύψος 4.000 μέτρων. Τα πηδαλιούχα αερόπλοια αποτέλεσαν εξέλιξη του αερόστατου. Όμως, η χρησιμότητά του συνεχίζεται. Πρόσφατα η NASA ανακοίνωσε την έναρξη των εργασιών για την κατασκευή ενός πυρηνοκίνητου διαστημικού σκάφους, το οποίο θα εξερευνήσει τα παγωμένα φεγγάρια του Κρόνου, σε μια προσπάθεια να ανακαλύψει ζωή ή να διαπιστώσει αν υπάρχουν εκεί προϋποθέσεις για την ανάπτυξη και διατήρηση ζωής.

Στον δρόμο που άνοιξε ο Ιούλιος Βερν, κάποιοι πρωτοπόροι ερευνητές προτείνουν τη χρήση αερόστατων και αερόπλοιων για την εξερεύνηση πλανητών και διαστημικών κόσμων. Οι θιασώτες των διαστημικών αερόστατων έχουν ήδη δημιουργήσει μια τεράστια θεωρία γύρω από τη χρήση τους. Για αρχή, όταν ένα διαστημόπλοιο φτάσει σε έναν πλανήτη, μεγάλα μπαλόνια θα αναπτύσσονται. Αυτό συμβαίνει για να γίνει πιο ομαλή η προσεδάφισή του. Αργότερα, για την εξερεύνηση του πλανήτη, θα χρησιμοποιούνται αερόστατα τα οποία θα είναι εφοδιασμένα με τα απαραίτητα όργανα. Αυτά θα έχουν τη δυνατότητα να καλύπτουν μεγάλες αποστάσεις σε λιγότερο χρόνο από αυτά που θα χρειάζονται τα ρομποτικά εξερευνητικά οχήματα εδάφους τα οποία χρησιμοποιούνται και σήμερα.

Τμήμα της ΝΑΣΑ ανέλαβε τη μελέτη και ήδη είναι προς εξέταση τρεις υποψήφιοι στόχοι ώστε να αποσταλούν αερόστατα εξερεύνησης. Πρόκειται για τον Άρη, την Αφροδίτη και τον Τιτάνα. Για την Αφροδίτη αναγκαία είναι η κατασκευή ενός αερόστατου που θα μπορεί να μεταβάλλει γρήγορα το ύψος του. Αυτό είναι αποδεδειγμένο από τις πρώτες κιόλας μελέτες. Εξαρτάται βέβαια από τις μεταβολές και τις φάσεις που θα βρίσκεται κάθε φορά ο πλανήτης και η ατμόσφαιρά του. Για τον Άρη μοιάζουν ιδανικά αερόστατα που θα πετάνε με ήλιο ή αερόστατα που θα παίρνουν ενέργεια από το φως του ήλιου. Η κατασκευή αεροστάτων για τον Τιτάνα ορίζεται με βάση τη λειτουργία του υδρογόνου ή του ήλιου.

Ωστόσο, οι μηχανικοί έχουν δώσει όλη την προσοχή τους στην κατασκευή των αερόστατων για την εξερεύνηση του Άρη, οι οποίοι θα λειτουργήσουν με ηλιακούς συλλέκτες. Ένα αερόστατο σαν και αυτό θα είχε την ιδιότητα να εφαρμόζει εξερευνησεις για πολλές μέρες ή ακόμη και μήνες. Καθ' όλη τη διάρκεια της πτήσης του, θα μελετούσε και τη βιολογία του πλανήτη. Σε μία προσπάθεια να εντοπιστούν ίχνη ζωής, ακόμη και σε μικροβιακό επίπεδο, θα μπορούσε με τα κατάλληλα όργανα να πραγματοποιηθεί μία έρευνα για το υπέδαφος του Άρη.

Οι άνθρωποι ιδανικά θα ήθελαν να έχουν μία πιο λεπτομερή και ολοκληρωμένη εικόνα του περιβάλλοντος εκεί. Οι ειδικοί έχουν ως σημείο αναφοράς ότι τα αερόστατα θα μπορέσουν να συλλέξουν δείγματα της ατμόσφαιρας του κάθε πλανήτη σε κάθε περιοχή και σε κάθε ύψος. Ως πιο ασφαλή μέθοδος κρίνεται η χρήση των αερόστατων από τη χρήση επίγειων μέσων. Για παράδειγμα, αν ένα διαστημικό σκάφος ρίξει στον Τιτάνα ένα εξερευνητικό σκάφος, υπάρχει ο κίνδυνος και ο φόβος το εξερευνητικό σκάφος να μην προσεδαφιστεί, αλλά να πέσει μέσα σε κάποια από τις λίμνες μεθανίου που υπάρχουν στον δορυφόρο κι έτσι η όλη επιχείρηση να αποτύχει. Από την άλλη αν στην θέση του εξερευνητικού σκάφους

υπήρχε ένα αερόστατο, οι επιστήμονες θα περιμένουν την είσοδό του στον Τιτάνα και τη γρήγορη αποστολή των εικόνων και των δεδομένων χωρίς πολύ αγώνα [13].

2.6. Αερόπλοια

Το **Αερόπλοιο** ή **Ζέπελιν** είναι ένα είδος αεροσκάφους που σχεδίασε και κατασκεύασε ο Κόμης Φερδινάνδος φον Ζέπελιν. Οι πρώτες πτήσεις που έγιναν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όπου κατασκευάστηκαν πολλά αερόπλοια, έγιναν μεταξύ Γερμανικών πόλεων. Βέβαια, κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκόσμιου Πόλεμου τα αερόπλοια χρησιμοποιήθηκαν και για πολεμικούς σκοπούς. Μετά το τέλος του πολέμου άρχισαν να πραγματοποιούνται με τα Ζέπελιν και διηπειρωτικά επιβατικά δρομολόγια χωρίς στάσεις με μεγάλη επιτυχία. Αυτό γινόταν πριν την εμφάνιση των αεροπλάνων και τη δυνατότητα τους για μακρινά ταξίδια. Έτσι λοιπόν έγιναν το πιο δημοφιλές μέσο μεταφοράς της εποχής.

Σήμερα κατασκευάζονται τεχνολογικά νέα αερόπλοια επίσης από την εταιρία του Φερδινάνδου φον Ζέπελιν, στο Φρίντριχσχάφεν της Γερμανίας, με την ονομασία Zeppelin NT, τα οποία χρησιμοποιούνται τόσο για τουριστικούς σκοπούς όσο και για ειδικούς σκοπούς όπως επιστημονικές παρατηρήσεις κι εποπτεία περιοχών. Η πρώτη πτήση του έγινε από το αερόπλοιο LZ 1. Κατασκευάστηκε σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο στην πόλη Φρίντριχσχάφεν, κοντά στη Λίμνη Κωνσταντίας. Ο σκελετός του ήταν κατασκευασμένος από αλουμίνιο, ενώ είχε δεκαέξι χώρους αποθήκευσης υδρογόνου που ήταν και το αέριο ανύψωσής του. Έφτανε τα δεκαέξι μίλια την ώρα με τις δύο μηχανές του ιπποδύναμης δεκαέξι ίππων.

Στις αρχές του 20αίωνα σημειώθηκαν πολλές κατασκευές αερόπλοιων και ταυτόχρονα υπήρχαν τεχνολογικές εξελίξεις που κατάφεραν να πραγματοποιηθούν πολλές πτήσεις μεταξύ των γερμανικών πόλεων. Κατά τον Α' παγκόσμιο πόλεμο τα αερόπλοια χρησιμοποιήθηκαν για πολεμικούς σκοπούς. Όμως, ένα ατύχημα του αερόπλοιου LZ 129 Χίντενμπουργκ στις 6 Μαΐου 1937, το οποίο εξερράγη πάνω από το Νιου Τζέρσεϊ, κοστίζοντας τη ζωή σε τριάντα έξι άτομα μπροστά στα μάτια χιλιάδες κόσμου και δημοσιογράφων, ανέστρεψε το θετικό κλίμα και έθεσε τέλος στην περαιτέρω ανάπτυξη κι εμπορική χρήση των αερόπλοιων. Αρκετοί υποστηρίζουν ακόμη και σήμερα δολιοφθορά, πάρα το γεγονός ότι διατάχθηκε έρευνα, και ότι υπήρχε βόμβα στο χώρο αποσκευών.



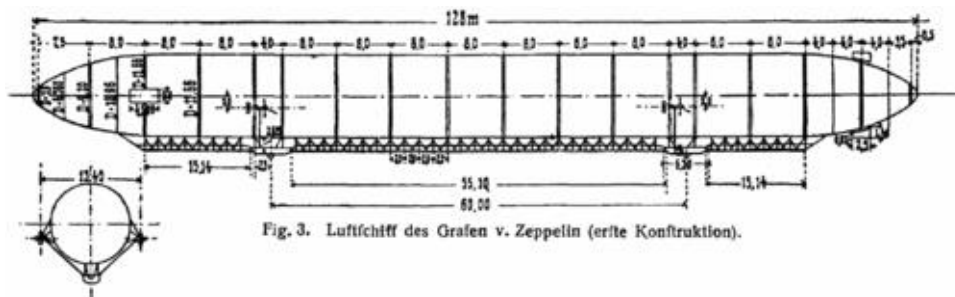
Νέας τεχνολογίας αερόπλοιο Zeppelin NT [15].

Σήμερα κατασκευάζονται νέας τεχνολογίας αερόπλοια από την ίδια εταιρία του Φερδινάνδου φον Ζέπελιν στο Φρίντριχσχάφεν της Γερμανίας με την ονομασία Zeppelin NT ("Neue Technologie", Γερμανική λέξη για τη Νέα Τεχνολογία) και τα

οποία χρησιμοποιούνται τόσο για τουριστικούς σκοπούς όσο και για ειδικούς σκοπούς, όπως επιστημονικές παρατηρήσεις και εποπτεία περιοχών [15].

2.6.1. Γενικά χαρακτηριστικά του Zeppelin LZ1

- **Μήκος:** 128,02 m
- **Διάμετρος:** 11,73 m
- **Όγκος:** 11.298 m³
- **Ωφέλιμη άνωση:** 12.498 kg
- **Πηγή τροφοδότησης:** 2 × τετρακύλινδροι υδρόψυκτοι κινητήρες πιστονιών, 11 kW (14,2 ίπποι) έκαστος
- **Μέγιστη ταχύτητα:** 27 km/h [16].



Σχέδιο του LZ 1 από το Lexikon der gesamten Technik, δεύτερος τόμος 1904–1920 [16].

2.6.2. Τα μέρη και η χρήση του αερόπλοιου

Το αερόπλοιο είναι αεροσκάφος, όπως και το αερόστατο, για να είναι δυνατή η κίνησή του σε συγκεκριμένη διεύθυνση και ύψος. Είναι εφοδιασμένο με κινητήρες προώθησης και συστήματα διεύθυνσης και ευστάθειας. Αυτό, βέβαια, εξαρτάται από τη θέληση του πιλότου. Τα βασικά μέρη του αερόπλοιου είναι:

1. Για να εξασφαλίζεται η άνωση του περικαλύμματος, δηλαδή του μπαλονιού γεμίζεται με αέριο, το οποίο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα (υδρογόνο ή ήλιο) για να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη άνωσή του. Αυτό έχει σχήμα ατρακτοειδές, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ελάχιστη δυνατή αντίσταση του αέρα κατά την προώθησή του.
2. Για να διασφαλίσουν τα πτερύγια, είτε σταθερά είτε κινητά, σταθερή κατεύθυνση στο αερόπλοιο, λειτουργούν όπως τα πηδάλια στα αεροπλάνα. Για να ρυθμίζεται η κίνηση στα αντίστοιχα επίπεδα υπάρχουν τα κατακόρυφα και τα οριζόντια πτερύγια.
3. Οι χώροι με τα συστήματα προώθησης, όπου υπάρχουν οι κατάλληλες μηχανές και οι έλικες προώθησης.
4. Οι θάλαμοι για το πλήρωμα του αερόπλοιου και τους επιβάτες [14].

2.6.3. Τύποι αερόπλοιων

Ο τρόπος κατασκευής καθορίζεται ανάλογα με το σύστημα της σταθερότητας του σχήματος του αερόπλοιου, το οποίο καθορίζει και τον τύπο του. Έτσι, υπάρχουν τρεις τύποι αερόπλοιων [14]:

1. Τα "εύκαμπτα".
2. Τα "ημίκαμπτα" ("ημιστερεά").
3. Τα "άκαμπτα" ("στερεά").

2.6.4. Εφαρμογές αερόπλοιων

Ένα από τα πιο σταθερά ιπτάμενα οχήματα είναι τα αερόπλοια. Τα αερόπλοια, ωστόσο, εμφανίζουν ελάχιστους κραδασμούς. Ένα από τα πλεονεκτήματα των αερόπλοιων είναι η οικονομικότητά τους σε σχέση με τα αεροπλάνα και τα ελικόπτερα. Έτσι, τα αερόπλοια καθίστανται ως ιδανικά για χρήση ως ιπτάμενα οχήματα. Σε αυτό το μήκος κύματος, η ESA σε μια κοινή προσπάθεια με την Daimler Chrysler, τη Βρετανική εταιρία Lindstrand Balloons Ltd και το ολλανδικό τεχνικό πανεπιστήμιο TU Delft πιστεύει ότι είναι εφικτή η χρήση αερόπλοιων για την υποβοήθηση των τηλεπικοινωνιών από δορυφόρους.

Αυτή η ιδέα παρουσιάζει κι επιστημονικό ενδιαφέρον, γιατί προτείνεται και η χρήση των αερόπλοιων ως εργαστηρίων συλλογής ατμοσφαιρικών μετρήσεων, ενώ είναι δυνατές ακόμα και οι αστρονομικές παρατηρήσεις. Όσο μπορούμε να αναφερθούμε στις τηλεπικοινωνίες, τα αερόπλοια ηλίου θα έχουν συγκεκριμένο σχήμα, δηλαδή αεροδυναμικό. Το σχήμα αυτό έχει μήκος 220 μέτρα και διάμετρο 55 μέτρα. Έχει τη δυνατότητα να ανυψώσει φορτίο μέχρι κι ενός τόνου. Τα αερόπλοια θα βρίσκονται τοποθετημένα σε ύψος 20 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας.

Το κάθε αερόπλοιο καλύπτει μια περιοχή διαμέτρου 100 χιλιομέτρων, διότι στο ύψος αυτό δεν επιχειρούν ούτε οι δορυφόροι αλλά ούτε και τα αεροπλάνα. Η τοποθέτηση θα έχει ως εξής. Αρχικά, για την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας, θα υπάρχουν ηλιακοί συλλέκτες στην επιφάνεια του αερόπλοιου. Για να διατηρείται σε σωστή θέση το αερόπλοιο είναι αναγκαία η τροφοδοσία του ηλεκτροκινητήρα. Γι' αυτό τον λόγο, δεν θα είναι υποχρεωτική η τακτική προσγείωση του αερόπλοιου γι' ανεφοδιασμό σε καύσιμα.

Μελλοντικά, με αυτό το σύστημα θα υποστηρίζεται η τηλεπικοινωνία, μη έχοντας ανάγκη ένα επίγειο σύστημα κεραιών. Αυτό, προκαλεί αρκετές αντιδράσεις πολιτών γιατί εκείνοι μένουν κοντά σε εγκαταστάσεις σαν και αυτήν. Η αυξημένη αυτονομία των αερόπλοιων είναι και το κύριο επιχείρημα της εταιρίας American Blimp Co των ΗΠΑ που προσπαθεί να προωθήσει τη χρήση των αερόπλοιων στις δυνάμεις ασφαλείας. Μεγαλύτερος αγοραστής ελικοπτέρων στις ΗΠΑ είναι η αστυνομία, λόγω της χρήσης των ελικοπτέρων για την παρακολούθηση υπόπτων και την επιβολή της τάξης.

Τα αερόπλοια είναι πιο φιλικά στο περιβάλλον, διότι καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα από αυτά των ελικοπτέρων. Επίσης, δεν κάνουν τόσο πολύ θόρυβο που είναι εξίσου σημαντικό. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στις ΗΠΑ έχουν κατά καιρούς

χρησιμοποιηθεί αερόπλοια από τις αστυνομικές δυνάμεις για την παρακολούθηση και αστυνόμευση ειδικών γεγονότων, όπως παιχνίδια αμερικανικού ποδοσφαίρου. [14].

3. ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Οι πρώτες προσπάθειες που έγιναν για τη δημιουργία των αεροπορικών κινητήρων βασίστηκαν στις αρχές λειτουργίας των θερμικών μηχανών. Ως θερμική μηχανή ορίζεται η μηχανή η οποία μπορεί να μετατρέψει τη θερμότητα σε μηχανική ενέργεια. Η θερμότητα προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως είναι το κάρβουνο, το πετρέλαιο, το υγραέριο αλλά και από εναλλακτικές πηγές ενέργειας όπως είναι ο ήλιος ή από την πυρηνική αντίδραση.

Στην καύση, η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται σε θερμότητα και μετέπειτα σε μηχανική ενέργεια:

- μέσω ενός εμβόλου, σε εμβολοφόρο κινητήρα, ή
- μέσω ενός στροβίλου, σε αεριοστρόβιλο κινητήρα.

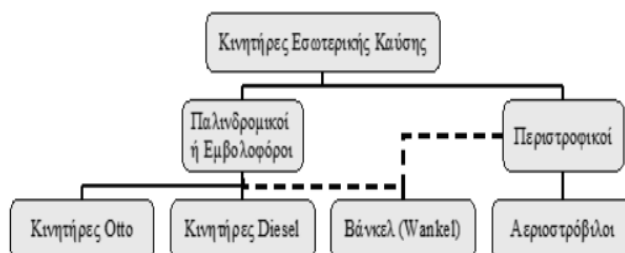
Ο θερμοκινητήρας που χρησιμοποιεί καύσιμο χαρακτηρίζεται ανάλογα με το αν το εργαζόμενο μέσο είναι ίδιο με το προϊόν της καύσης ή αν είναι διαφορετικό από αυτό:

Στην περίπτωση των μηχανών εσωτερικής καύσης ή αλλιώς Μ.Ε.Κ., το καύσιμο καίγεται έχοντας το κατάλληλο ποσοστό αέρα μέσα στον κινητήρα. Το εργαζόμενο μέσο είναι το ίδιο το καυσαέριο.

Στους κινητήρες εξωτερικής καύσης, το καύσιμο καίγεται στον λέβητα, δηλαδή έξω από τον θερμοκινητήρα. Σε αυτή την περίπτωση, το εργαζόμενο μέσο δεν είναι ίδιο αλλά διαφορετικό από το καυσαέριο. Με τον τρόπο που η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανικό έργο, οι θερμοκινητήρες με καύσιμο διακρίνονται σε:

- παλινδρομικούς (εμβολοφόροι), και
- σε περιστροφικούς (στρόβιλοι).

Οι κατηγορίες των κινητήρων εσωτερικής καύσης φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:



Στους εμβολοφόρους κινητήρες, τα καυσαέρια τα οποία παράγονται από την καύση του καυσίμου και του αέρα δίνουν την απαραίτητη κίνηση σε έμβολα, τα οποία είναι συνδεδεμένα με κατάλληλους μηχανισμούς ώστε η παλινδρομική κίνηση που εκτελείται από αυτούς να μετατρέπεται σε περιστροφική κίνηση. Με αυτό τον απλό τρόπο περιστρέφεται ο έλικας του αεροσκάφους. Οι περιστροφικοί κινητήρες έχουν αποκλειστικά μέρη τα οποία είναι περιστρεφόμενα (αεριοστρόβιλοι).

Οι κινητήρες Βάνκελ (Wankel) αποτελούν υβριδική κατηγορία, καθώς λειτουργούν με περιστρεφόμενο «έμβολο».

3.1. Εμβολοφόροι κινητήρες

Τα κριτήρια στα οποία διακρίνονται οι εμβολοφόροι κινητήρες είναι κυρίως κατασκευαστικά και λειτουργικά. Έτσι λοιπόν έχουμε τους παρακάτω τύπους οι οποίοι προκύπτουν ανάλογα με:

- τον τρόπο έναυσης:
 - κινητήρες με σπινθηριστή (μπουζί) ή βενζινοκινητήρες ή κινητήρες Otto
 - κινητήρες με έναυση λόγω συμπίεσης ή πετρελαιοκινητήρες ή κινητήρες Diesel,
- τον αριθμό των χρόνων λειτουργίας:
 - δίχρονοι
 - τετράχρονοι,
- τον τρόπο ψύξης των κυλίνδρων:
 - υγρόψυκτοι
 - αερόψυκτοι,
- τον αριθμό των κυλίνδρων:
 - μονοκύλινδροι
 - πολυκύλινδροι (δικύλινδροι, τετρακύλινδροι κλπ.),
- τη διάταξη των κυλίνδρων:
 - εν σειρά (μονοί ή δίδυμοι)
 - ακτινικοί (radial) ή αστεροειδείς
 - αντιτιθέμενων εμβόλων (opposed)
 - τύπου V ή W
 - πολυγωνικού τύπου – στην περίπτωση που οι κύλινδροι διατάσσονται σε σχήμα τριγώνου, τετραγώνου κλπ.
 - διπλών εμβόλων
 - Βάνκελ (Wankel),
- την ταχύτητα περιστροφής του άξονα:
 - ολιγόστροφοι
 - μέσης ταχύτητας
 - ταχύστροφοι,
- τη διαδικασία εισαγωγής του αέρα που θα αναμειχθεί με το καύσιμο:
 - εισαγωγή και χρήση μόνον αέρα αναρροφώμενου απευθείας από την ατμόσφαιρα
 - χρήση αέρα από υπερπλήρωση.

3.2. Αεριοστρόβιλοι κινητήρες

3.2.1. Αρχή λειτουργίας

Ένας κινητήρας αεριώθησης παράγει προωθητική δύναμη ή αλλιώς ώση προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση, αναγκάζοντας μία μάζα αερίου να κινηθεί αντίθετα. Εφαρμόζει, δηλαδή, τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, κάτι το οποίο αναφέρθηκε και παραπάνω. Δράση θεωρούμε τη δύναμη που ασκείται σε μία μάζα καυσαερίων προς το πίσω τμήμα του κινητήρα του αεροσκάφους. Ως αντίδραση στην έξοδο της μάζας λαμβάνεται μία δύναμη (ώση) προς το μπροστά τμήμα του κινητήρα και του αεροσκάφους.

Το μέγεθος της δύναμης αυτής εξαρτάται από την ποσότητα της μάζας του αερίου που εισέρχεται στον κινητήρα και το πόση επιτάχυνση θα αποκτήσουν τα αέρια που εξέρχονται. Για να κατανοήσουμε καλύτερα και πιο εύκολα την έννοια της αεριώθησης θα αναφέρουμε το παράδειγμα με το μπαλόνι. Φουσκώνοντας ένα μπαλόνι με αέρα και κρατώντας το στόμιο κλειστό με το χέρι μας ο αέρας που βρίσκεται μέσα πιέζει τα τοιχώματα του μπαλονιού. Όταν το αφήσουμε, ο αέρας απελευθερώνεται με δύναμη κι έτσι το μπαλόνι εκτοξεύεται προς την αντίθετη πλευρά από το στόμιο.

Ένας κινητήρας αεριώθησης κινείται παρόμοια όπως στο παράδειγμά μας. Η πτώση του μπαλονιού ήταν μικρή και σύντομη, επειδή η πτώση της πίεσης του αέρα στα τοιχώματά του έγινε πολύ γρήγορα. Αν χρησιμοποιήσουμε μία αντλία ποδηλάτου για συνεχή και σταθερή πίεση στα τοιχώματα του μπαλονιού θα πετύχουμε καλύτερη παραγωγή ώσης. Αντικαθιστώντας τώρα την αντλία με έναν συμπιεστή, μπορούμε να επιτύχουμε ακόμα μεγαλύτερα μεγέθη.

Ο συμπιεστής αυτός χρειάζεται μία συγκεκριμένη διάταξη για να περιστραφεί. Η σύνδεση γίνεται, μέσω ενός άξονα, με έναν στρόβιλο. Αυτός απαιτεί καύσιμο για να γίνει η περιστροφή του. Ο αέρας που βγαίνει από τον συμπιεστή αναμειγνύεται με καύσιμο και τα καυσαέρια που παράγονται θα αρχίσουν να περιστρέφουν τον στρόβιλο. Με την αύξηση του συμπιεσμένου αέρα επιτυγχάνεται και αύξηση της παραγόμενης ώσης.

Μέχρι αυτό το σημείο, συνδέσαμε στο μπαλόνι μας έναν συμπιεστή (compressor), έναν θάλαμο καύσης (combustion chamber) του καυσίμου, την παραγωγή καυσαερίων κι έναν στρόβιλο (τουρμπίνα, turbine) ο οποίος συνδέεται με το συμπιεστή μέσω ενός άξονα. Άρα δηλαδή το μπαλόνι έγινε κινητήρας αεριώθησης. Αν αλλάξουμε τη ροή του καυσίμου σε αυτόν, θα επιτύχουμε την κατάλληλη ώση, αρκεί βέβαια να παρέχουμε και την ανάλογη ποσότητα καυσίμου.

Όλα εκείνα τα οποία ειπώθηκαν προηγουμένως καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι στον κινητήρα αεριώθησης τα καυσαέρια ωθούνται προς την εξαγωγή (δράση) και εκείνα ασκούν ώση (αντίδραση) από την αντίθετη κατεύθυνση προς τον κινητήρα και το αεροσκάφος.

Λανθασμένη εντύπωση είναι ότι τα καυσαέρια για να κινήσουν το αεροπλάνο αντίθετα, ωθούν τον αέρα πίσω από τον κινητήρα. Η ώση προέρχεται από τις δυνάμεις που εξασκούν τα καυσαέρια μέσα στον κινητήρα. Εκείνα πιέζουν τα

διπλανά τοιχώματα και ταυτόχρονα το μπροστά μέρος του κινητήρα. Στο πίσω μέρος του δεν μπορεί να ασκηθεί δύναμη. Όπως ακριβώς γίνεται και στο μπαλόκι, ο κινητήρας κινείται προς την κατεύθυνση της δύναμης όπου δεν εξισορροπείται.

Οι βασικότεροι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη λειτουργία και τις επιδόσεις ενός αεροστροβίλου είναι:

- η θερμοκρασία εισόδου των καυσαερίων,
- η διάμετρος εισαγωγής,
- ο λόγος πίεσης του συμπιεστή,
- η απόδοση κάθε τμήματος,
- οι ατμοσφαιρικές συνθήκες.

Έχουμε δυο είδη λειτουργίας του αεροστροβίλου, η λειτουργία υπό σταθερό όγκο ή με σύστημα καύσης υπό σταθερή πίεση. Στην πρώτη περίπτωση, οι κατασκευαστικές δυσκολίες είναι πολύ μεγάλες και αυτό γιατί η προσθήκη θερμότητας σε σταθερό όγκο κάνει απαραίτητη τη χρήση βαλβίδων για να απομονωθεί ο θάλαμος καύσης από τον συμπιεστή και τον στρόβιλο. Από αυτό προκύπτει ότι δεν μπορούν να έχουν συνεχόμενη λειτουργία του κινητήρα. Αυτός ήταν ο λόγος που απέρριψαν αυτό το σύστημα.

Στη δεύτερη περίπτωση, από την άλλη, η λειτουργία αυτή έγινε αποδεκτή λόγω των εξής πλεονεκτημάτων:

- η καύση είναι συνεχής κι έτσι δεν χρειαζόμαστε τις βαλβίδες,
- η ικανότητα λειτουργίας με τεράστιες μάζες, το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε κινητήρες με μεγάλη ισχύ,
- οι διεργασίες γίνονται μέσα στον κινητήρα αλλά και η κάθε διεργασία ξεχωριστά σε κάθε τμήμα.

Τα κύρια, όμως πλεονεκτήματα του αεροστροβίλου είναι τα παρακάτω:

- Μηχανή Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ) συνεχόμενης ροής.
- ΜΕΚ συνεχόμενης ροής (απουσία παλινδρομικών κινήσεων και ελαχιστοποίηση τριβόμενων τμημάτων).
- Βαθμός θερμικής απόδοσης (είναι της τάξης 32-45 %).
- Τα καύσιμα μπορεί να είναι είτε υγρά είτε αέρια.
- Χαμηλή απόδοση σε συνθήκες λειτουργίας μερικού φορτίου.
- Λειτουργία που επηρεάζεται σημαντικά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, ενώ η επιρροή αυτή γίνεται πιο σημαντική όταν χρησιμοποιούνται σε αεροσκάφη.
- Μεγαλύτερη ειδική κατανάλωση καυσίμου σε σχέση με τεχνολογικά προηγμένες εμβολοφόρες μηχανές εσωτερικής καύσης.
- Μεγάλος κόστος και χρόνος ανάπτυξης/κατασκευής.

3.2.2. Κύρια μέρη αεροστροβίλου

Τα κύρια μέρη-εξαρτήματα ενός αεροστροβίλου είναι τα εξής:

- το τμήμα εισαγωγής

- ο συμπιεστής
- ο θάλαμος καύσης
- ο στρόβιλος
- το τμήμα εξαγωγής
- το περίβλημα
- οι θερμικοί εναλλάκτες.

Τμήμα εισαγωγής

Ειδικός αεραγωγός είναι υπεύθυνος για την εισαγωγή του αέρα. Ο αεραγωγός αυτός αποτελείται από το τμήμα του αεροσκάφους και όχι τον κινητήρα. Έχει ως σκοπό να κατευθύνει τον αέρα προς τον συμπιεστή, με όσο το δυνατό λιγότερες απώλειες και με ομοιόμορφη ροή, όπως και να λειτουργεί σε όλες τις ταχύτητες και καταστάσεις της πτήσης. Χρησιμοποιούνται για τη μείωση των ηχητικών κυμάτων τα οποία προέρχονται από τον συμπιεστή, καθώς αυτός περιστρέφεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα. Επιπλέον, χρησιμεύουν ώστε να μη γίνεται αναρρόφηση ξένων σωμάτων από τον κινητήρα. Γι' αυτόν το λόγο χρησιμοποιούνται φίλτρα στην είσοδο του αεραγωγού.

Μπροστά από τον συμπιεστή, πρέπει να γίνει επιβράδυνση της ροής, ώστε να αυξηθεί η στατική πίεση. Η θέση και το σχήμα του αεραγωγού εξαρτάται από τον τύπο του αεροσκάφους. Κάποιες φορές τοποθετούνται ειδικά πτερύγια, ώστε να ομαλοποιείται το ρεύμα αέρα που μπαίνει πριν την είσοδο του στον συμπιεστή. Ο αεριωθούμενος κινητήρας λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε να συνδέσει την ποσότητα του εισερχόμενου αέρα με την παραγωγή της ώσης που απαιτείται για την πτήση. Την κατάλληλη ποσότητα αέρα παρέχει ο συμπιεστής.

Συμπιεστής

Ο συμπιεστής συμπιέζει τον εισερχόμενο αέρα ώστε βγαίνοντας από αυτόν να έχει πολύ μεγαλύτερη πυκνότητα. Λόγω αυτού, ο κινητήρας θα παράγει μεγάλη ώση από τη στιγμή που θα χειρίζεται μεγάλες ποσότητες αέρα συγκριτικά με τον μικρό του όγκο. Ο συμπιεστής επιπλέον παρέχει αέρα για την ψύξη του στροβίλου, για τη λειτουργία του συστήματος αντιπάγωσης και για τις ανάγκες της καμπίνας πληρώματος ή επιβατών.

Ο αέρας που συμπιέζεται και η ποσότητα του όπως και η αύξηση της πίεσης εξαρτώνται από το πόσο γρήγορα στρέφεται ο κινητήρας. Όσο η ταχύτητα του κινητήρα αυξάνεται τόσο μεγαλύτερη συμπίεση επιτυγχάνεται. Παρ' όλα αυτά, η αύξηση της πίεσης εξαρτάται και από τη θερμοκρασία εισαγωγής του αέρα. Όσο πιο χαμηλή είναι τόσο η συμπίεση μεγαλώνει.

Υπάρχουν και οι τύποι των συμπιεστών οι οποίοι χρησιμοποιούνται στους αεροστρόβιλους και είναι οι εξής:

- Φυγοκεντρικής Ροής
- Αξονικής Ροής
- Αξονικής και Φυγοκεντρικής ροής.

Σύμφωνα με τη διεύθυνση της ροής του αέρα ο κάθε τύπος λαμβάνει το όνομά του. Ο τελευταίος τύπος αποτελεί συνδυασμό των άλλων δύο και συνδυάζει τα χαρακτηριστικά τους. Ο φυγοκεντρικός αποτελείται από μία ή δύο βαθμίδες το πολύ, αποδίδει σε φάσμα περιστροφών 20.000-90.000 rpm , είναι απλός, ελαφρύς, συμπαγής και άρα ανθεκτικός σε περίπτωση αναρρόφησης ξένων σωμάτων, φθηνός στη κτήση του κι εύκολος στην εκκίνησή του.

Θάλαμος καύσης

Η απόδοση της καύσης του αέρα και του καυσίμου καθορίζει την απόδοση του κινητήρα, το λειτουργικό κόστος όλου του αεροσκάφους αλλά και την επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Ο πιο σημαντικός στόχος του θαλάμου καύσης είναι να πετύχει την καύση συγκεκριμένης ποσότητας αέρα-καυσίμου. Η θερμική ενέργεια των καυσαερίων που παράγονται οφείλεται στον στρόβιλο που υπάρχει μετά τον θάλαμο καύσης. Η καύση γίνεται στον πολύ μικρό χώρο του θαλάμου καύσης και πρέπει να γίνει με τη μικρότερη δυνατή απώλεια πίεσης.

Ο συνηθέστερος τρόπος για την καύση είναι η έκχυση σταγονιδίων καυσίμου στον αέρα που διέρχεται. Αποδοτικότερη καύση έχουμε όσο πιο μικρή είναι η διατομή έκχυσης των σταγονιδίων καυσίμου. Ο αέρας που είναι για την καύση περνάει μέσα από οπές σε ένα μεταλλικό διάφραγμα. Το καύσιμο ρέει σε σωλήνες οι οποίες έχουν μικρή διατομή και το ένα άκρο τους είναι παράλληλο προς τη ροή που έχει ο αέρας. Ο αέρας σε αυτές τις σωλήνες αναμιγνύεται με το καύσιμο. Τα δύο αυτά θερμαίνονται και ατμοποιούνται στον θάλαμο καύσης. Ο υπόλοιπος αέρας που μένει χρησιμοποιείται για την ψύξη.

Στρόβιλος

Στόχος του στροβίλου είναι να παράγει την ισχύ που χρειάζεται για να περιστραφεί ο συμπιεστής. Απορροφά ενέργεια από το ρεύμα που παράγεται από τα θερμά καυσαέρια όταν βγαίνουν από τον θάλαμο καύσης και την μετατρέπει σε μηχανική ενέργεια για την παραγωγή ισχύος.

Ένας στρόβιλος αποτελείται από περίβλημα, στάτορα, δάκτυλο και ρότορα. Ο στάτορας και ο ρότορας περικλείονται από το περίβλημα. Στις δυο άκρες του έχει φλάντζες ώστε να συνδέεται ο στρόβιλος με τον θάλαμο καύσης και το ακροφύσιο εξαγωγής. Προς τη μεριά που βρίσκεται ο θάλαμος καύσης είναι και ο στάτορας, όπου δέχεται τα καυσαέρια που εξέρχονται. Είναι σταθερά πτερύγια σε σχήμα αεροτομής. Τα πτερύγια παρουσιάζουν στενώσεις, ώστε τα καυσαέρια να διέρχονται με μεγάλη ταχύτητα για να είναι αρκετά δυνατά όταν φτάσουν στα πτερύγια.

Από την άλλη τώρα τα πτερύγια δίνουν την κατάλληλη κατεύθυνση στα καυσαέρια για να αποδώσουν τα μέγιστα στον στρόβιλο. Ο δακτύλιος βρίσκεται και στην εξωτερική αλλά και στην εσωτερική μεριά των πτερυγίων του στάτορα. Ο ρότορας λειτουργεί ως διαχύτης. Έτσι μετατρέπεται ο εισερχόμενος αέρας σε πίεση. Επειδή η διατομή των κινητών πτερυγίων μειώνεται προς το σημείο που γίνεται η εκφυγή, η ροή των καυσαερίων επιταχύνεται. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει μείωση της θερμοκρασίας αλλά και της πίεσης, κάτι το οποίο κάνει τις συνθήκες για παραγωγή έργου ευνοϊκές.

Σύστημα εξαγωγής

Το σύστημα αυτό απελευθερώνει τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα. Τα καυσαέρια αφού περάσουν από τον στρόβιλο έχουν αρκετά αυξημένη πίεση και χαμηλή ταχύτητα. Στον αεριοστρόβιλο η παραγωγή ώσης και η αύξηση της ταχύτητας των καυσαερίων που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα είναι απαραίτητα. Ως εκ τούτου, το σύστημα εξαγωγής έχει στόχο να μεγιστοποιεί την κινητική ενέργεια των καυσαερίων κατά τη διάρκεια της εξόδου και τη μείωση της πίεσης σύμφωνα με την ατμοσφαιρική.

Η επίδοση του κινητήρα εξαρτάται από την εξαγωγή των καυσαερίων. Το μέγεθος αλλά και το σχήμα της εξαγωγής επηρεάζουν τη θερμοκρασία εισαγωγής των καυσαερίων στον στρόβιλο, τον αέρα που εισέρχεται στον κινητήρα αλλά και την ταχύτητα και την πίεση των καυσαερίων που εξέρχονται στην ατμόσφαιρα. Η ώση που παράγεται εξαρτάται σε έναν μικρό βαθμό από το πως θα γίνει η εξαγωγή των καυσαερίων. Το σύστημα εξαγωγής γίνεται από εκεί που τελειώνουν οι στρόβιλοι μέχρι και το τέλος των καυσαερίων στην ατμόσφαιρα. Τα βασικά συκροτήματα ενός συστήματος εξαγωγής καυσαερίων είναι:

- Ο κώνος εξαγωγής.
- Ο αγωγός εξαγωγής.
- Το ακροφύσιο εξαγωγής.

Όταν η πίεση των καυσαερίων είναι υψηλή, μετά τον στρόβιλο χρησιμοποιείται το συγκλίνον-αποκλίνον ακροφύσιο. Στην περίπτωση αυτή, το ακροφύσιο έχει μια διατομή που αυξάνεται και μια που μειώνεται. Εξ' ου και η ονομασία συγκλίνον-αποκλίνον. Στο πρώτο τμήμα του η ροή επιτυγχάνεται σε υποηχητικές ταχύτητες και η πίεση μειώνεται. Στη μικρότερη διατομή του ακροφυσίου η ταχύτητα ισούται με την ταχύτητα του ήχου. Η ταχύτητα παίρνει υπερηχητικές τιμές και το αποκλίνον κομμάτι μειώνει την πίεση. Λόγω της υψηλής ταχύτητας των καυσαερίων έχουν και υψηλότερη ώση.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η διατομή εξόδου μεταβάλλεται. Με αυτό τον τρόπο ελέγχεται στο ακροφύσιο η επιτάχυνση ροής. Βέβαια η πολυπλοκότητά τους είναι μεγάλη κι έτσι επιβαρύνεται ο σχεδιασμός του κινητήρα σε αεροσκάφη τα οποία πετούν με ταχύτητα που λαμβάνει υπερηχητικές τιμές. Τα πολιτικά αεροσκάφη έχουν κινητήρες με διαφορετικό σύστημα εξαγωγής, όμως η λειτουργία τους ακολουθεί την ίδια αρχή με αυτή των μαχητικών αεροσκαφών. Η διαφορά τους είναι ο τύπος αεροστροβίλου που χρησιμοποιούν.

Θερμικοί εναλλάκτες

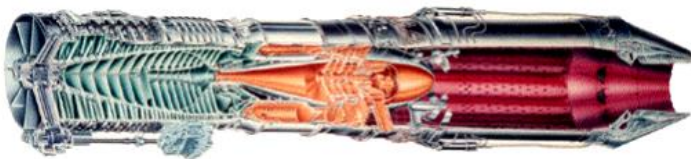
Οι θερμικοί εναλλάκτες έχουν διαφορετική μορφή, ανάλογα και με το ποια είναι η θέση τους στον θερμοδυναμικό κύκλο. Οι γνωστότεροι τύποι είναι ο κλασσικός, ο αναγεννητικός, ο ενδιάμεσος ψύκτης και ο αντικαταστάτης του θαλάμου καύσης στους αεριοστρόβιλους κλειστού κύκλου. Γενικά είναι τύπου αέριο-υγρό ή αέριο-αέριο. Η απόδοσή τους κυμαίνεται από 0,75-0,90 και είναι διαφόρων τεχνολογιών, όπως για παράδειγμα σταυρωτοί και αντορροής.

3.2.3. Ταξινόμηση αεριοστροβίλων και βασικά χαρακτηριστικά

1. Με βάση την επανακυκλοφορία ή μη του εργαζόμενου μέσου:
 - Ανοιχτού κύκλου (συνεχής αναρρόφηση ατμοσφαιρικού αέρα από την εισαγωγή έως την εκτόνωσή του στην ατμόσφαιρα).
 - Κλειστού κύκλου (η ίδια ποσότητα αερίου μένει στον κινητήρα, ανακυκλοφορεί και επαναλαμβάνει τον θερμοδυναμικό κύκλο).
2. Με βάση τον αριθμό των αξόνων/ατράκτων:
 - Μονού άξονα.
 - Διπλού άξονα.
 - Τριπλού άξονα.
 - Χρήση ελεύθερου στροβίλου ισχύος.
3. Με βάση τη χρήση θερμικών εναλλακτών ή επιπλέον θαλάμου καύσης:
 - Με προθέρμανση.
 - Ενδιάμεσης ψύξης.
 - Με αναθέρμανση ή μετάκαυση.
 - Με συνδυασμό των παραπάνω.
4. Ανάλογα με την εφαρμογή τους:
 - Στροβιλοαντιδραστήρας
 - Ελικοστροβίλος
 - Αξονοστροβίλος
 - Στροβιλοανεμιστήρας
 - Στροβιλο-αθόδουλος
 - Πυραυλοστροβίλος.

Οι τύποι του αεριοστροβίλου ανάλογα με την εφαρμογή του θα αναλυθεί λεπτομερώς στη συνέχεια.

3.2.4. Στροβιλοαντιδραστήρας



Στροβιλοαντιδραστήρας GE J79 [9].

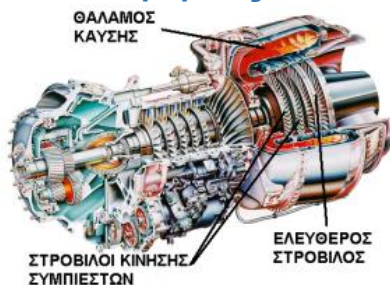
Ο στροβιλοαντιδραστήρας είναι η πιο απλή μορφή αεριοστροβίλου κινητήρα. Η ροή των καυσαερίων χρησιμοποιείται για τον σχηματισμό του ακροφύσιου εξαγωγής για την κίνηση του αεροσκάφους και είναι το μόνο μέσο παραγωγής ώσης.

Μία χαρακτηριστική παράμετρος του είναι ο λόγος συμπίεσης ή αλλιώς ο λόγος πίεσης μηχανής (engine pressure ratio – EPR). Ο λόγος πίεσης εξαγωγής των καυσαερίων οφείλεται από τον στροβίλο προς την πίεση του αέρα που εισέρχεται στον κινητήρα. Η τιμή του αποτελεί ένδειξη της παραγόμενης ώσης για μία συγκεκριμένη παροχή ισχύος.

Ένα μειονέκτημα του στροβιλοαντιδραστήρα είναι η μικρή παραγόμενη ώση στις χαμηλές ταχύτητες πτήσης. Αυτό οφείλεται στο ότι απαιτείται αρκετά μεγάλη πίεση εισαγωγής αέρα στον συμπιεστή, άρα και μεγάλη ταχύτητα. Γι' αυτόν το λόγο ένας στροβιλοαντιδραστήρας χρειάζεται μεγάλο διάδρομο απογείωσης, ώστε να αυξηθεί ικανοποιητικά η πίεση εισαγωγής, άρα και η ώση κατά την απογείωση του αεροσκάφους. Επιπλέον, η μεγάλη κατανάλωση καυσίμου είναι ένα σημαντικό και χαρακτηριστικό μειονέκτημα του στροβιλοαντιδραστήρα.

Τέλος, μικρότερη απόδοση σε ταχύτητες πτήσης κάτω των 750 km/h καταφέρνει ο στροβιλοαντιδραστήρας σε σύγκριση με τον ελικοφόρο κινητήρα. Λόγω της απόδοσης του έλικα με τη συνεργασία του ελικοφόρου κινητήρα μειώνεται στις ταχύτητες πτήσεων όταν είναι άνω των 550 km/h, δημιουργήθηκαν νέοι τύποι αεριοστροβίλων για αποτελεσματικότερη λειτουργία στο συγκεκριμένο εύρος ταχυτήτων πτήσης.

3.2.5. Ελικοστρόβιλος



Ελικοστρόβιλος [9].

Ο κινητήρας αυτός έχει ευρεία εφαρμογή. Μοιάζει με στροβιλοαντιδραστήρα με τη διαφορά ότι χρησιμοποιείται ένα σύστημα με γρανάζια για μείωση των στροφών και για τη μετάδοση της κίνησης σε έναν έλικα. Η ώση είναι πολύ μικρή διότι στον ελικοστρόβιλο, σχεδόν όλη η ενέργεια των καυσαερίων χρησιμοποιείται για την κίνηση του έλικα.

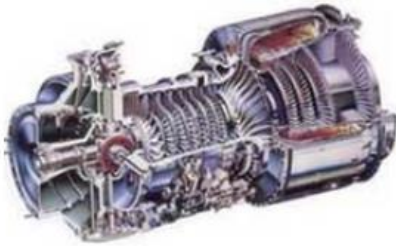
Πιο λεπτομερώς, η ενέργεια των καυσαερίων ενός ελικοστρόβιλου κινητήρα σε ποσοστό μέχρι 90% αποδίδεται ως ισχύς στον άξονα που κινεί τον έλικα. Το υπόλοιπο 10% της ενέργειας των καυσαερίων παρέχεται για την ώση. Σε μερικούς ελικοστρόβιλους χρησιμοποιείται διαφορετικός στρόβιλος για την κίνηση του έλικα. Η ονομασία του συγκεκριμένου στροβίλου είναι ελεύθερος στρόβιλος και είναι συνδεδεμένος με ξεχωριστό άξονα με τον μειωτήρα στροφών. Η λειτουργία για την παροχή καυσαερίων με υψηλή ενέργεια για την περιστροφή του στροβίλου οφείλεται στα μέρη του κινητήρα όπου είναι ο συμπιεστής, ο θάλαμος καύσης και ο στρόβιλος καυσαερίων. Η κίνηση του έλικα επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση ενός μέρους της ενέργειας των καυσαερίων, τα οποία εκτονώνονται σε στρόβιλο που κινεί και τον συμπιεστή.

Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα του ελικοστρόβιλου κινητήρα είναι ότι κάνει την καλύτερη κατανάλωση καυσίμου σε σύγκριση με τους υπόλοιπους κινητήρες άλλου τύπου. Ο έλικας επιτρέπει την επιτάχυνση μεγάλων μαζών αέρα σε μικρές ταχύτητες. Η παραγόμενη ώση είναι μεγάλη και το αεροσκάφος έχει ικανοποιητικά

χαρακτηριστικά στην απογείωση αλλά και στην άνοδο. Ακόμη, αποδίδει και σε μεγάλα ύψη πτήσεις.

Τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω μειώνονται όταν αυξάνεται η ταχύτητα, κυρίως πάνω από τα 650 km/h, και το ύψος της πτήσης πάνω από 7.000 m. Ένα επιπλέον μειονέκτημα του ελικοστρόβιλου κινητήρα είναι ότι η κατασκευή του είναι αρκετά πολύπλοκη και κάποιες φορές υπάρχουν προβλήματα στη συντήρησή του. Τέλος, έχει μεγαλύτερο βάρος από έναν στροβιλοαντιδραστήρα με ανάλογη ώση.

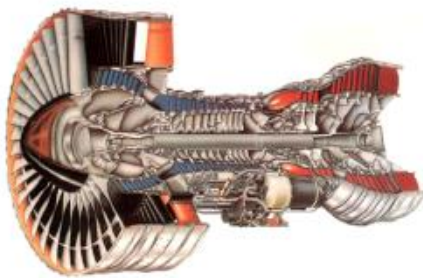
3.2.6. Αξονοστρόβιλος



Αξονοστρόβιλος [9].

Η ισχύς βρίσκεται εξ' ολοκλήρου στον άξονά του, καθώς πολύ μικρή. Είναι η δημιουργία ώσης. Τα κοινά χαρακτηριστικά με τον ελικοστρόβιλο είναι πολλά. Όταν ο έλικας του αεροσκάφους δεν έχει επαφή με τον στρόβιλο του ελικοστρόβιλου κινητήρα, δημιουργείται ο αξονοστρόβιλος. Για να υπάρξει και διαφορετικό μέσο παροχής ισχύος, ο κινητήρας χρησιμοποιείται σε αεροσκάφη. Ο ελεύθερος στρόβιλος έχει την δυνατότητα σύνδεσης με τον άξονα στροφείου πλοίου, αυτοκινήτων ή ηλεκτρογεννήτριας. Η έξοδος του αξονοστρόβιλου ορίζεται από την αξονική ισχύ του ελεύθερου στρόβιλου.

3.2.7. Στροβιλοανεμιστήρας



Στροβιλοανεμιστήρας [9].

Μία από τις σπουδαιότερες τεχνικές εξελίξεις του αεροστρόβιλου είναι ο στροβιλοανεμιστήρας, όπου είναι μία παραλλαγή του στροβιλοαντιδραστήρα. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Ο στροβιλοανεμιστήρας επιταχύνει μικρότερη μάζα αέρα από τον ελικοστρόβιλο, όμως μεγαλύτερη από τον στροβιλοαντιδραστήρα. Δεν απαιτείται να υπάρχει μεγάλος διάδρομος για την απογείωση και ταυτόχρονα έχει μεγάλη ταχύτητα πτήσης και σε μεγάλα ύψη.

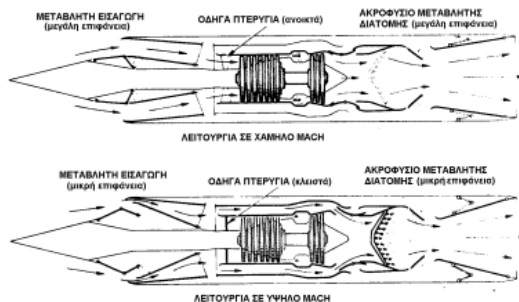
Επιπλέον, ο περιορισμός της ταχύτητας πτήσης του ελικοστρόβιλου σε τιμές από 550 έως 650 km/h δεν ισχύει. Για να μην επηρεάζονται πολύ από την

αναπτυσσόμενη ταχύτητα του αεροσκάφους, τα πτερύγια του ανεμιστήρα είναι κατάλληλα σχεδιασμένα. Επιπλέον πλεονεκτήματα είναι η αυξημένη παροχή ισχύος ανά μονάδα βάρους, η καλή κατανάλωση καυσίμου και ο μειωμένος θόρυβος κατά την προσγείωση και την απογείωση. Για την ακρίβεια, είναι ένας ελικοστρόβιλος με τον έλικα μέσα στον κινητήρα.

Ο ανεμιστήρας βρίσκεται στο μπροστά ή στο πίσω τμήμα του κινητήρα. Το θερμό και το ψυχρό είναι δύο ρεύματα στα οποία εισέρχεται η ροή του αέρα. Το θερμό ρεύμα περνάει μέσα από τον κινητήρα. Το ψυχρό ρεύμα περνά περιφερειακά του κινητήρα, με την ίδια αξονική ταχύτητα. Το ρεύμα αυτό βοηθάει στην παραγωγή του 80% της ώσης του κινητήρα. Ο ανεμιστήρας επιταχύνει ψυχρό αέρα προς το πίσω μέρος του κινητήρα, χωρίς αυτός να αναμειγνύεται με καύσιμο και να καίγεται. Έτσι, παράγεται ώση όπου και προστίθεται στην ολική ώση του κινητήρα.

Χαρακτηριστικό του στροβιλοανεμιστήρα είναι ο λόγος παράκαμψης, δηλαδή ο λόγος του ψυχρού προς το θερμό ρεύμα. Ένας στροβιλοανεμιστήρας χαρακτηρίζεται ως χαμηλού ή υψηλού λόγου παράκαμψης από τις κυμαινόμενες τιμές 2:1 έως 10:12. Στο κύριο σώμα του κινητήρα πραγματοποιείται η έξοδος του αέρα παράκαμψης μέσω ενός ειδικού αγωγού. Το μήκος του αγωγού είναι μεγάλο όταν ο αγωγός εκτείνεται σε όλο το μήκος του κινητήρα ή στην πιθανότητα χρήσης ανεμιστήρα που έχει μεγάλη διάμετρο. Για την κίνηση μόνο του ανεμιστήρα χρησιμοποιούνται περισσότεροι από ένας στρόβιλοι. Στις μέρες μας οι στροβιλοανεμιστήρες θεωρούνται ως οι πιο αξιόλογοι τύποι κινητήρων αεριώθησης που χρησιμοποιούνται από μεγάλα αεροσκάφη.

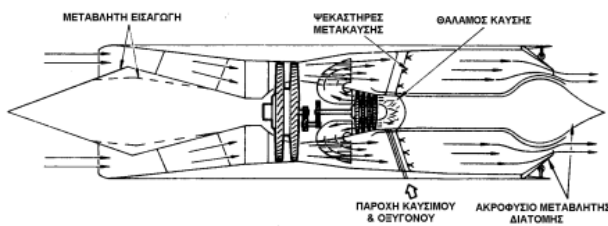
3.2.8. Στροβιλο-αθόδυλος



Στροβιλο-αθόδυλος [9].

Είναι ένας συνδυασμός του στροβιλοαντιδραστήρα και του αθόδουλου. Ο κινητήρας αυτός διαθέτει αγωγό μεταβλητού ανοίγματος εισαγωγής, μετακαυστήρα και ακροφύσιο μεταβλητής διατομής, εκτός από τη διάταξη του στροβιλοαντιδραστήρα. Κατά την απογείωση και την προσγείωση, ο κινητήρας λειτουργεί ως στροβιλοαντιδραστήρας με μετακαυστήρα. Σε ταχύτητες που φτάνουν τρεις φορές την ταχύτητα του ήχου, όπου ο στροβιλοαντιδραστήρας έχει καλή απόδοση, ο στροβιλοαντιδραστήρας λειτουργεί χωρίς τη βοήθεια του μετακαυστήρα. Όταν η ταχύτητα υπερβεί την τριπλάσια ταχύτητα του ήχου, ο στροβιλοαντιδραστήρας σταματάει να λειτουργεί, η ροή του αέρα κατευθύνεται στον μετακαυστήρα και η λειτουργία του κινητήρα είναι αυτή του αθόδουλου.

3.2.9. Πυραυλοστρόβιλος

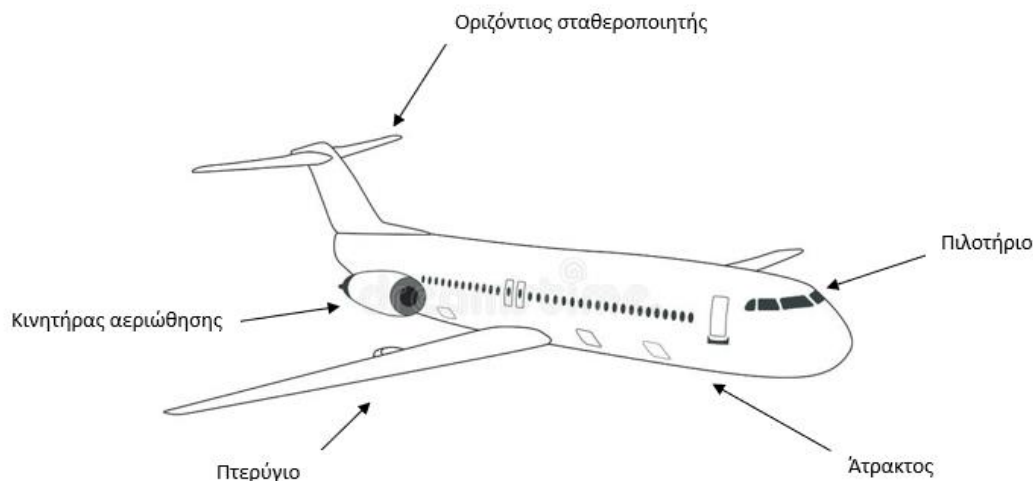


Πυραυλοστρόβιλος [9].

Είναι μια εναλλακτική λύση του στρόβιλο-αθόδουλου. Μεταφέρει οξυγόνο σε υγρή μορφή, το οποίο είναι τοποθετημένο σε φιάλες για την καύση, οπότε δεν χρησιμοποιεί ατμοσφαιρικό αέρα. Ο κινητήρας απαρτίζεται από έναν πολυβάθμιο στρόβιλο, ο οποίος δίνει κίνηση σε έναν συμπιεστή χαμηλής πίεσης. Ο στρόβιλος κινείται από τα καυσαέρια της καύσης κηροζίνης και υγρού οξυγόνου σε έναν θάλαμο καύσης όπως στους πυραύλους. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του πυραυλοστρόβιλου είναι ότι έχει μικρό όγκο αλλά και μικρό βάρος. Βέβαια, παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλή ειδική κατανάλωση καυσίμου. Χρησιμοποιείται όταν απαιτείται πτήση η οποία είναι μικρή σε διάρκεια αλλά μεγάλο ύψος, ώστε να μην απαιτηθεί κατανάλωση πολύ μεγάλης ποσότητας προωθητικής ύλης, όπως στους πυραύλους [9, 10, 12].

4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

ΑΕΡΟΠΛΑΝΑ



Στο διάγραμμα [18] απεικονίζονται τα βασικά μέρη ενός αεροπλάνου, όπου είναι τα εξής:

- Η άτρακτος
- Το σύστημα προώθησης
- Το σύστημα προσγείωσης
- Οι πτέρυγες
- Το ουραίο πτερυγικό σύστημα
- Το σύστημα χειρισμού και ελέγχου

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΩΝ

- Κινητήρες έλικα
- Κινητήρες τζετ
- Ηλεκτρικοί κινητήρες
- Κινητήρες πυραύλων
- Κινητήρες ραμτζετ και σκράμτζετ

ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΑ

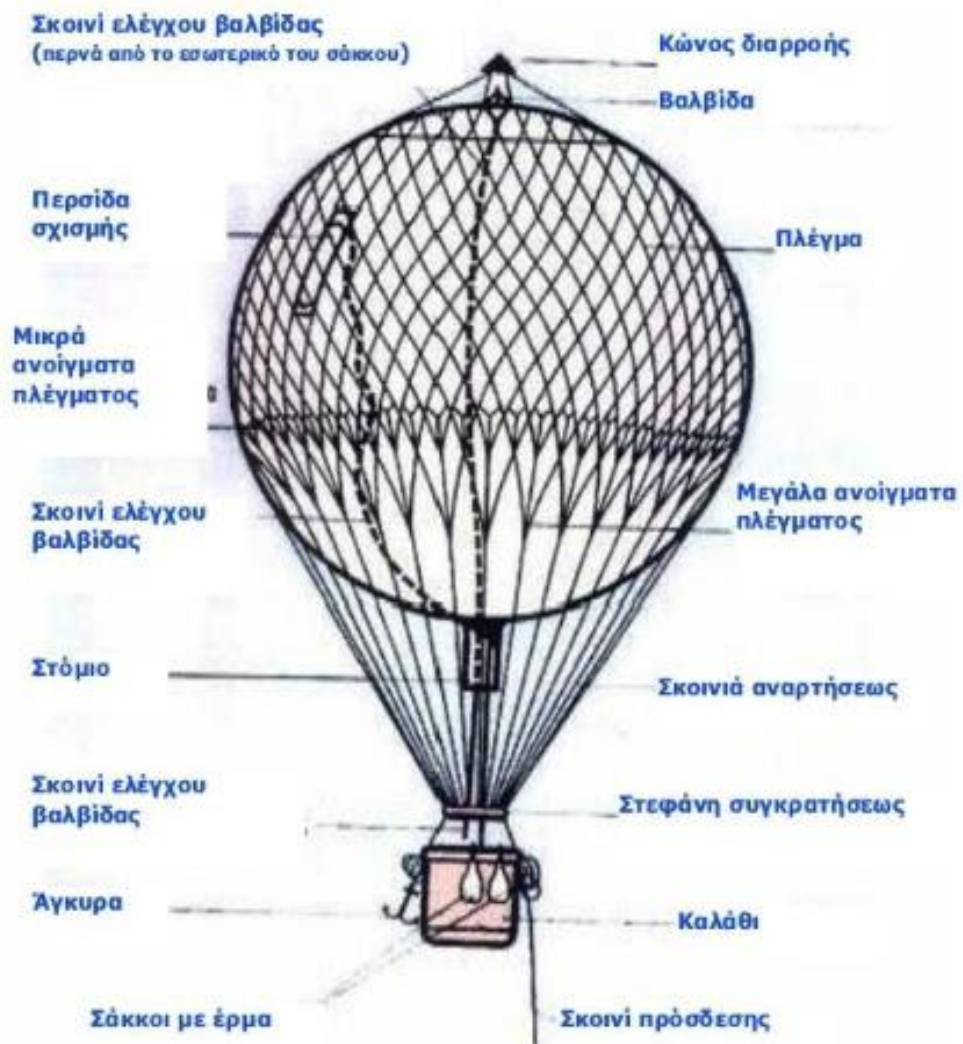


[17]

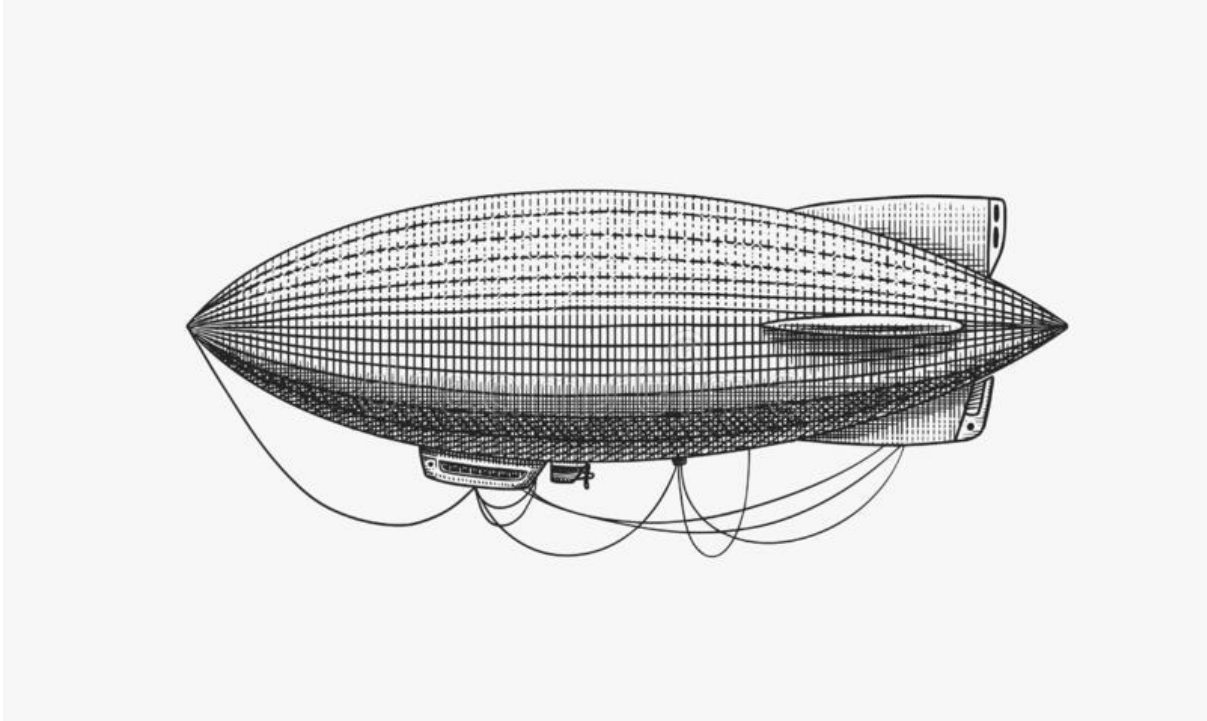
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΩΝ

- Μηχανές PISTON
- Κινητήρες Τουρμπίνας

ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣΤΑΤΟΥ



ΑΕΡΟΠΛΟΙΟ



[19]

ΤΥΠΟΙ ΑΕΡΟΠΛΟΙΩΝ

- Τα Εύκαμπτα
- Τα Ημικάμπτα
- Τα Άκαμπτα

ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΑ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

[1]

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82_%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82

[2]

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%AC%CE%BD%CE%BF#%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%8E%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7>

[3]

https://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/8251/1/%ce%a3%ce%ba%ce%ac%ce%bd%cf%84%ce%b6%ce%b9%ce%ba%ce%b1%cf%82_%ce%9a%cf%8e%cf%83%cf%84%ce%b1%cf%82_%ce%94%ce%95_%ce%97%ce%9c%ce%a4%ce%a5_6846.pdf

[4] <https://www.sansimera.gr/articles/364>

[5] [Microsoft Word - V0_4.doc \(pi-schools.gr\)](#)

[6] <https://dronesworld.gr/ti-einai-ta-drones-polykoptera/>

[7]

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%80%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%BF>

[8] [Microsoft Word - final_30.doc \(aegean.gr\)](#)

[9] [Microsoft Word - final_format.doc \(pi-schools.gr\)](#)

[10] [ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΑΕΡΙΩΘΟΥΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΠΛΑΝΩΝ..pdf \(teiwest.gr\)](#)

[11] <https://blogs.sch.gr/1gymkilk/files/2019/06/%CE%9A%CE%B9%CE%BB%CF%84%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CF%82-%CE%98%CE%B5%CF%8C%CE%B4%CF%89%CF%81%CE%BF%CF%82-%CE%94%CE%99%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%9C%CE%9F%CE%A0%CE%9B%CE%9F%CE%99%CE%9F.pdf>

[12] Απόστολος Πολυζάκης (2012). «Λειτουργία Αεριοστρόβιλων & Παραγωγή Ενέργειας-Πρώθηση». Αθήνα: Εκδόσεις Τσότρας.

[13] https://schoolbits.blogspot.com/2016/03/blog-post.html?m=1&fbclid=IwAR1GzHTxJTLLdJCUARlRif_dKJMP71jZXquC6IDFI_HE1tzih7N6brLTZ-I

[14] https://greekworldhistory.blogspot.com/2015/07/blog-post_20.html?m=1&fbclid=IwAR2Fe87bNtuTuw34RqeXJ3B77yXQ_8hS1qzV0ezF8GHr2feU0I2k45zuoE0

[15]

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B5%CF%81%CF%8C%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%B9%CE%BF>

[16] https://el.wikipedia.org/wiki/Zeppelin_LZ1#CITEREFRobinson1973

[17]

https://www.researchgate.net/publication/290291659_Manoeuvrability_assessment_of_a_hybrid_compound_helicopter_configuration/figures?lo=1

[18] <https://www.dreamstime.com/stock-image-schematic-airplane-image20257131>

[19]

<https://gr.dreamstime.com/%CE%B1%CF%80%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%B7->

[%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD-](#)

[%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%82-%CE%AE-](#)

[zeppelin-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-dirigible-](#)

[%CF%80%CE%B7%CE%B4%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%85%CF%87%CE%BF%CF%8D%CE%](#)

[BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF-%CE%B5%CF%8D%CE%BA%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%84%CE%BF-](#)

[%CE%B1%CE%B5%CF%81%CF%8C%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%BF-](#)

[%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF-image99054707](#)